



T  
621.38.7  
T 587

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**

**“Planificación de un Sistema de Comunicación Rural  
para la Provincia de Chimborazo.”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del Título de:  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**Especialización: ELECTRONICA**

**Presentada por:**

**LUIS ENRIQUE TINOCO ESPINOZA**

**Guayaquil, Ecuador**

**1989**



AGRADECIMIENTO



BIBLIOTECA

Al ING. JAIME SANTORO, Director  
de tesis , por su valiosa  
colaboración en el desarrollo  
del presente trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS, SAN JUAN BOSCO y

MARIA AUXILIADORA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden; y el patrimonio intelectual de la misma , a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL " .

( reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL ).



-----  
LUIS ENRIQUE TINOCO ESPINOZA



BIBLIOTECA

*Jorge Flores M.*

ING. JORGE FLORES M.

SUB - DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ELECTRICA

*Jaime Santoro Donoso*

ING. JAIME SANTORO DONOSO

DIRECTOR DE TESIS

*Cesar Yopez Flores*

ING. CESAR YEPEZ FLORES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

*Juan Carlos Aviles*

ING. JUAN CARLOS AVILES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## RESUMEN

La planificación de un sistema de telecomunicación rural requiere de un proceso que debe ser cumplido etapa por etapa para conseguir los objetivos propuestos. El diseño del sistema de telefonía para la provincia de Chimborazo puede resumirse de la siguiente manera:

La primera etapa constituye el análisis de la situación socio-económica de la provincia, la segunda parte analiza la situación actual en materia de telecomunicaciones y la infraestructura existente en la región. La siguiente parte constituye la determinación de la demanda telefónica actual y futura, el tráfico telefónico y el número de circuitos requeridos, además se ofrece una visión de los sistemas posibles a ser utilizados. La cuarta parte se refiere al diseño de los enlaces, tomando en consideración los medios que van a utilizarse y su respectivo análisis técnico. La parte final corresponde a presentar en forma aproximada los costos de implementación del proyecto, presentando la justificación del mismo e indicando ciertos requisitos para la organización y buen funcionamiento del proyecto.

## I N D I C E   G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE TABLAS.....	XVIII
INTRODUCCION.....	XX

### I.   CAPITULO

#### INDICADORES GENERALES DE LA PROVINCIA DEL CHIMBORAZO

##### 1.1   Indicadores Geográficos

1.1.1   Situación geográfica.....	21
1.1.2   Orografía.....	22
1.1.3   Condiciones climáticas.....	23

##### 1.2   Indicadores Económicos

1.2.1   Recursos Naturales.....	26
1.2.2   Industria y Comercio.....	26
1.2.3   Agricultura.....	27

##### 1.3   Servicios Públicos

1.3.1   Vivienda.....	28
-----------------------	----

1.3.2	Salud.....	29
1.3.3	Educación.....	31
1.3.4	Transporte.....	32
1.4	Aspectos Poblacionales	
1.4.1	División Política.....	32
1.4.2	Población total por área urbana y rural porcentajes y tasas de crecimiento.....	34
1.4.3	Porcentajes y tasa de crecimiento según cantones.....	35
1.4.4	Población económicamente activa.....	38

## II. CAPITULO

### SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES

2.1	Análisis de la situación actual de las comunicaciones.....	43
2.1.1	Antecedentes.....	44
2.1.2	Proyectos en ejecución.....	47
2.1.3	Telecomunicaciones rurales existentes..	49
2.2	Estudio de los enlaces existentes.....	50
2.3	Información teórica de los enlaces existentes.	58
2.3.1	Sistema multiacceso.....	58

2.3.1.1	Especificaciones técnicas para equipos de acceso múltiple....	63
2.3.2	Sistemas de radio enlace digital.....	69
2.3.2.1	Análisis de la técnica de radio comunicación digital....	71
2.3.2.2	Problemas técnicos y caracteres distintivos de los sistemas de microonda digital.	73
2.3.2.3	Técnica de impulsos para radio enlaces digitales.....	75
2.3.3	Sistemas de comunicaciones locales.....	79
2.3.3.1	Centrales analógicas.....	81
2.3.3.2	Centrales digitales.....	82

### III. CAPITULO

#### ESTUDIO DE LA DEMANDA TELEFONICA

3.1	Proyección de la población por cantones y parroquias.....	85
3.2	Cálculo de la demanda telefónica.....	85
3.2.1	Métodos utilizados.....	87
3.3	Proyección de la demanda al año 2010.....	91

3.4	Cálculo del tráfico telefónico.....	112
3.5	Cálculo del número de circuitos.....	114
3.6	Metodología para la selección de los diferentes sistemas de transmisión y conmutación.....	131
3.6.1	Problemas en áreas rurales.....	133
3.6.2	Sistemas de comunicación rural.....	135
3.6.2.1	Sistemas de radio-teléfono de canal simple.....	139
3.6.2.2	Sistema de radio-teléfono de multiacceso.....	140
3.6.2.3	Comparaciones en costos de transmisión.....	141

#### IV. CAPITULO

##### DISEÑO DE LOS ENLACES

4.1	Selección y geografía de la ruta de enlace....	143
4.1.1	Decisión del sistema a emplearse.....	146
4.1.2	Selección de frecuencias.....	147
4.2	Cálculo de la zona de Fresnel.- Generalidades y gráficos.....	150

4.3 Cálculo de la curvatura de la tierra..... 156

4.4 Perfil de los trayectos.- Generalidades y gráficos..... 161

4.5 Cálculo del punto de reflexión.- Determinación de altura de antenas..... 162

4.6 Consideraciones técnicas sobre los enlaces.... 246

    4.6.1 Distribución de la atenuación en los enlaces..... 275

V. CAPITULO

ANALISIS ECONOMICO DE LA RED

5.1 Alcance del proyecto..... 324

5.2 Organización para el funcionamiento del proyecto..... 327

5.3 Ingresos provenientes del uso de la red..... 332

5.4 Gastos de operación..... 334

5.5 Justificación del proyecto..... 342



	XII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	346
APENDICES.....	349
BIBLIOGRAFIA.....	350

## INDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
2.1	Configuración general de la red nacional.....	53
2.2	Configuración de una estación repetidora con derivación.....	55
2.3	Sistemas de telefonía existentes en la provincia de Chimborazo.....	60
2.4	Configuración del sistema multiacceso por división de frecuencia.....	64
2.5	Configuración del sistema multiacceso por división de tiempo.....	65
2.6	Funciones fundamentales de la modulación con impulsos codificados.....	76
2.7	Obtención de una señal PCM.....	78
4.1	Canalización para la banda de 235 - 267 MHz....	151
4.2	Canalización para la banda de 335.4 - 367.5 MHz.....	152
4.3	Canalización para la banda de 367.5 - 399.9 MHz.....	153
4.4	Canalización para la banda de 470 - 512 MHz....	154
4.5	Posicionamiento de frecuencias para un sistema multiacceso de 8 canales.....	155

4.6	Configuración gráfica de la primera zona de Fresnel.....	157
4.7	Comportamiento del haz de radio en la atmósfera	159
4.8	Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación La Mira.....	163
4.9	Acimut de los enlaces secundarios que accesan a la estación La Mira.....	164
4.10	Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación Ayurco.....	165
4.11	Acimut de los enlaces secundarios que accesan a la estación Ayurco.....	166
4.12	Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación Repetidor Pallatanga.....	167
4.13	Acimut del enlace Repetidor Pallatanga - Torre El Carmen.....	168
4.14	Perfil topográfico Ayurco - Alausí.....	169
4.15	Perfil topográfico Ayurco - Chunchi.....	170
4.16	Perfil topográfico Ayurco - Repetidor Guasuntos (cerro Tioloma).....	171
4.17	Perfil topográfico Ayurco - Pumallacta.....	172
4.18	Perfil topográfico Ayurco - Repetidor Sevilla (cerro Ragra).....	173
4.19	Perfil topográfico Ayurco - Sibambe.....	174
4.20	Perfil topográfico Ayurco - Compud.....	175
4.21	Perfil topográfico Ayurco - Gonzol.....	176
4.22	Perfil topográfico Ayurco - Palmira.....	177

4.23	Perfil topográfico Ayurco - Tixán.....	178
4.24	Perfil topográfico La Mira - Riobamba.....	179
4.25	Perfil topográfico La Mira - Penipe.....	180
4.26	Perfil topográfico La Mira - Cubijíes.....	181
4.27	Perfil topográfico La Mira - Flores.....	182
4.28	Perfil topográfico La Mira - Licto.....	183
4.29	perfil topográfico La Mira - Pungalá.....	184
4.30	Perfil topográfico La Mira - Punín.....	185
4.31	Perfil topográfico La Mira - Quimiag.....	186
4.32	Perfil topográfico La Mira - San Luis.....	187
4.33	Perfil topográfico La Mira - Ilapo.....	188
4.34	Perfil topográfico La Mira - Matus.....	189
4.35	Perfil topográfico torre El Carmen - Repetidor Pallatanga.....	190
4.36	Perfil topográfico Repetidor Pallatanga - Pallatanga.....	191
4.37	Perfil topográfico Repetidor Pallatanga - Multitud.....	192
4.38	Deteminación de altura de antenas.....	196
4.39	Determinación del punto de reflexión.....	196
4.40	Configuración gráfica para determinar los parámetros c y m.....	199
4.41	Sistema de enlace PCM Riobamba - Cajabamba.....	223
4.42	Sistema de enlace PCM Riobamba - Guano.....	224
4.43	Sistema de enlace PCM Riobamba - San Andrés....	225
4.44	Sistema de enlace PCM Riobamba - Chambo.....	226

4.45	Enlace por cable multipar Riobamba - Licán - Calpi - san Juan.....	227
4.46	Enlace por cable multipar Santiago de Quito - Cajabamba.....	228
4.47	Enlace por cable multipar Repetidor Guasuntos - Guasuntos.....	229
4.48	Sistema de onda portadora Achupallas - Guasuntos.....	230
4.49	Sistema de onda portadora Huigra - Chunchi.....	231
4.50	Sistema de onda portadora Pistishi - Alausí.....	232
4.51	Sistema de onda portadors Columbe - Guamote....	233
4.52	Sistema de onda portadors Cebadas - Guamote....	234
4.53	Sistema de onda portadora Capzol - Chunchi.....	235
4.54	Sistema de onda portadora San Gerardo - Riobamba.....	236
4.55	Sistema de onda portadora Penipe - La Providencia - Guanando.....	237
4.56	Sistema de onda portadora Penipe - El Altar....	238
4.57	Sistema de línea física a frecuencia vocal Llagos - Compud.....	239
4.58	Sistema de línea física a frecuencia vocal San Andrés - San Isidro de Patulú.....	240
4.59	Sistema de línea física a frecuencia vocal General Elizalde - Cumandá.....	241
4.60	Sistema de línea física a frecuencia vocal Palmira - Palmira Dávalos.....	242

4.61	Sistema de línea física a frecuencia vocal Penipe - San antonio de Bayushig.....	243
4.62	Sistema de línea física a frecuencia vocal El Altar - Puela.....	244
4.63	Sistema de línea física a frecuencia vocal Cerro Ragra - Sevilla.....	245
4.64	Sistema de distribución con acceso multiple para una zona.....	247
4.65	Estructuras básicas de un grupo radioeléctrico multiacceso en telefonía rural.....	248
4.66	Atenuación vs Frecuencia para alambres copperweld, alumoweld y cobre.....	266
4.67	Resistencia vs frecuencia para alambres copperweld, alumoweld y cobre.....	268
4.68	Posicionamiento de frecuencia para los sistemas de onda portadora 45A - 45C.....	272
4.69	Configuración básica de un sistema de comunicaciones.....	276
4.70	Componentes de la atenuación total.....	277
4.71	Valor del sistema del equipo de radio.....	282
4.72	Configuración del sistema de radio diseñado....	304
4.73	Configuración del sistema de líneas físicas diseñado.....	309

## INDICE DE TABLAS

No.		Pág.
I	Distribución porcentual de las viviendas según el área y el tipo de vivienda.....	30
II	Población total y por área, porcentajes y tasas de crecimiento.....	36
III	Población total , porcentaje y tasas de de crecimiento según cantones.....	39
IV	Población económicamente activa según área urbana y rural.....	41
V	Distribución porcentual , población económicamente activa según rama de actividad y según área.....	42
VI	Centrales que se encuentran en funcionamiento en la provincia.....	59
VII	Proyección de la población al año 2010.....	86
VIII	Resultados para el año 2010 del crecimiento del PIBP.75.....	95
IX	Resultados del estudio de demanda para la población concentrada y dispersa a nivel nacional.....	105
X	Resultados parciales de demanda telefónica a	

	nivel cantonal para la población concentrada....	108
XI	Resultados finales de demanda telefónica a nivel cantonal para la población concentrada.....	109
XII	Resultados finales de demanda telefónica a nivel cantonal para la población dispersa.....	111
XIII	Tabla de cálculo del tráfico telefónico.....	115
XIV	Recomendaciones del CCIR 404-2.....	284
XV	Recomendaciones del CCIR 399-2.....	285
XVI	Valores de ruidos en los equipos.....	292

## INTRODUCCION



Los resultados obtenidos de los últimos censos de población nos permiten observar que más de la mitad de la población se encuentra localizada en zonas rurales; estas zonas se caracterizan por la falta de servicios básicos, entre ellos el servicio de telecomunicaciones.

La conciencia esclarecida a nivel político e institucional de la importancia de las telecomunicaciones rurales en el proceso de desarrollo e integración nacional, ha llevado a desplegar por parte de IETEL un amplio plan operativo de desarrollo de los sistemas de telefonía para las zonas rurales.

El objetivo de este proyecto es planificar un sistema de comunicación para dar servicio de telefonía a las áreas rurales de la provincia de Chimborazo, basados en el convencimiento que las comunicaciones a ese nivel sirven de herramienta y soporte poderoso, a todos los factores de desarrollo: humanos, educacionales, agrícolas, de relación social y administrativa.

## C A P I T U L O I

### INDICADORES GENERALES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

#### 1.1 INDICADORES GEOGRAFICOS

##### 1.1.1 SITUACION GEOGRAFICA

La provincia de Chimborazo se encuentra situada en el centro de la república y del callejón interandino. Tiene una extensión de 7.143 kilómetros cuadrados.

Limita al norte con la provincia de Tungurahua, al sur con la provincia de Cañar; al este con las provincias Orientales, y al oeste con la provincia de Bolívar y una pequeña parte del Guayas. Su territorio comprende la hoya del Chambo, la región montañosa de Pallatanga y casi toda la hoya del Chanchán. A su vez es base de una de las montañas más altas de la cordillera occidental que es el Chimborazo, cuya altura asciende a los 6.310 metros s.n.m. . En su contorno existen otras

elevaciones como el Carihuairazo, el Tungurahua, el Sangay, etc..

Geográficamente el territorio de esta provincia, que es un rectángulo casi perfecto, está comprendido dentro de las coordenadas  $1^{\circ} 30'$  y  $20^{\circ} 30'$  latitud sur, y  $78^{\circ} 20'$  y  $70^{\circ}$  de longitud W de Greenwich y la ciudad capital provincial se encuentra a 2.754 metros s.n.m..

La estructura hidrográfica de la provincia está constituida por sus tres principales ríos que son: el Chambo que al unirse con el Patate forman el Pastaza, el río Cebadas y el Guamote. El sistema se completa con una serie de lagunas como la de Colta, Ozogoché, Patillo, Tintillán entre otras.

### 1.1.2 OROGRAFIA

El aspecto orográfico de esta provincia es de los más accidentados y caprichosos; predominan las elevaciones, por lo que se convierte en la zona más alta de la sierra. Entre las diversas causas que han determinado la formación de las diversas y numerosas elevaciones como del aspecto físico en general influyen fuerzas internas y externas, como

son el vulcanismo, el tectonismo, el neptunismo y la erosión; así se comprende por el modelado caprichoso del relieve; y, por tanto, podemos afirmar que como resultado de la acción endógena, se constituyeron las elevaciones, las quebradas profundas, etc., y de las exógenas se formaron las mesetas y los llanos de la hoya, en virtud del arrugamiento de la corteza terrestre.

El territorio de esta provincia en toda su extensión está atravesado por una serie de cadenas marginales que se eslabonan a la cordillera de Los Andes.

Chimborazo es la provincia conocida como la región de las cumbres andinas, pues, en la cordillera oriental de Los Andes, se levantan el Quilimas con 4.719 metros, el Altar con 5.319 metros; sobre la cordillera occidental, se levanta el Chimborazo con 6.310 metros, el Carihuairazo con 4.490 metros y en la cordillera central podemos citar el Cubillín con 4.445 metros y el Toldo con 4.412 metros.

### 1.1.3 CONDICIONES CLIMATERICAS

Siendo el clima el resultado de un conjunto de

condiciones meteorológicas junto a la influencia de la latitud y altitud propia de cada región, la provincia en virtud de encontrarse en la región central del Ecuador, presenta diversidad de pisos altitudinales que determina varias zonas y tipos climáticos.

Toda el área de la provincia está caracterizado por la heterogeneidad de su clima, de acuerdo a estudios realizados se ha dividido en cuatro zonas:

**Primera zona.**- Conocida como la zona de los páramos andinos que constituye el piso biótico altitudinal comprendido entre los 3.000 a 4.000 metros de altura; la temperatura media oscila entre los 6 y 11 grados centígrados; su topografía es sumamente irregular. La pluviosidad anual de esta zona oscila entre 1.000 y 2.000mm.. Se puede considerar la presencia de dos estaciones lluviosas, una larga y una corta, e igualmente una estación seca larga y otra corta.

**Segunda zona.**- Conocida como la zona de las praderas andinas localizada en los altiplanos que se yerguen entre la costa y el oriente, su altura

está comprendida entre los 2.500 a 3.000 metros de altura. La topografía de esta zona guarda relación con la configuración de los declives internos de las dos cordilleras. El clima de esta zona es templado ,lluvioso, con estación seca y verano frío. La temperatura oscila entre los 11 y 15 grados centígrados y tiene una precipitación anual entre los 1.000 y 1.500 mm..

Tercera zona.- Es parecida a la anterior, ya que comprende la porción central de las dos hoyas de la provincia, se encuentra entre los 1.500 y 2.800 metros de altura. La topografía es variable dando lugar a diversos tipos climáticos con una temperatura que oscila de 17 a 20 grados centígrados. La precipitación anual de esta zona está en el rango de 300 a 700 mm..

Cuarta zona.- Corresponde a la zona de los declives externos de la cordillera occidental y central constituido por fajas comprendidas entre los 1.000 y 3.000 metros de altura. La topografía de esta zona es una de las más irregulares, con un clima del tipo mesotérmico. La temperatura media anual está considerada entre los 12 y 20 grados centígrados.



## 1.2 INDICADORES ECONOMICOS

### 1.2.1 RECURSOS NATURALES

Los recursos de la provincia de Chimborazo no han sido sometidos a una explotación plena, por la ausencia de tecnologías y capitales adecuados.

Con respecto al sector minero, encontramos a lo largo de la provincia varias fuentes de recursos como: en Tixán existen minas de azufre en explotación; en San Juan, piedra caliza; en Zula, de mármol; en la parroquia de Capzol existe una famosa mina de azufre, minas de oro y plata han sido detectadas en la población de Achupallas.

### 1.2.2 INDUSTRIA Y COMERCIO

la provincia cuenta en la actualidad con el denominado " Parque Industrial de Riobamba ", ubicado al sur de la ciudad de Riobamba y se conecta con todas las vías de comunicación. Entre las principales industrias podemos mencionar: La Cemento Chimborazo, la Compañía Ecuatoriana de Cerámica, en el cantón Guano la industria de alfombras; la industria minera queda aún por desarrollarse.

En la actualidad, el Comercio está en relación con la producción y la población. Se distribuye a todas las regiones del país productos agrícolas y pecuarios. Riobamba está a un nivel importante con respecto al comercio, operan diferentes entidades bancarias y cuenta con buenas vías de comunicación indispensables para el intercambio de la actividad comercial.

### 1.2.3 AGRICULTURA

La provincia de Chimborazo goza del privilegio singular de contar con una variedad de climas y consecuentemente con variedad de productos.

La flora es completamente variada, entre los principales productos se pueden enumerar cereales, legumbres, hortalizas, plantas medicinales e industriales, etc..

La Fauna es muy variada, la ganadería ha llegado a planos de una industria preponderante; la cría de ganado lanar ofrece la materia prima para la industria del tejido, el ganado vacuno para la industria láctea y del cuero, que han permitido el desarrollo de pequeñas empresas.

### 1.3 SERVICIOS PUBLICOS

#### 1.3.1 VIVIENDA

El número de viviendas desocupadas pasó en el período intercensal 1974-1982 de 4.400 a 9.217, es decir, un incremento de 109 por ciento, provocado por el aumento prominente de viviendas desocupadas rurales, cuyo número casi llegó a triplicarse entre los dos censos, hecho por lo más elocuente para ilustrar el fenómeno migratorio campo-ciudad de grandes dimensiones que se produce en esta provincia.

En el área urbana no se han producido modificaciones en cuanto a las viviendas desocupadas, ya que el porcentaje de 3.4 por ciento es similar para ambos periodos censales.

Por otra parte, se nota que durante el período 1974-1982, se han efectuado modificaciones en la estructura del tipo de vivienda. Así por ejemplo, si en el año 1974 la mayoría de las personas habitaban en chozas ( 44.8 % ), ocho años más tarde, ésta proporción de la población se reduce en aproximadamente un 50 %, merced a un desarrollo

importante del número de casas o de villas que a la fecha del último censo , albergan al más alto porcentaje de la población, y a un incremento de igual dimensión observado del número de viviendas "mediaguas". En la tabla I, presentamos la distribución porcentual de las viviendas según el área.

### 1.3.2 SALUD

La estructura básica de unidades de salud que en la actualidad prestan servicio a las diferentes regiones de la provincia está distribuida de la siguiente forma:

Hospitales	8
Centros de Salud	1
Subcentros de Salud Rural	40
Subcentros de Salud Urbanos	12
Dispensarios	3
Puestos de Salud	21

Después de la provincia de Cotopaxi, la provincia de Chimborazo en 1982 ocupa la tasa más alta de mortalidad infantil a nivel del país. Se registró igualmente en este mismo periodo una alta tasa de mortalidad materna.

TABLA I .- DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS SEGUN EL  
AREA Y EL TIPO DE VIVIENDA

Tipo de vivienda	Año 1974			Año 1982		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Total (%).....	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Casa o villa.....	25.8	44.5	20.3	43.5	57.6	38.6
Departamento.....	3.7	15.3	0.2	3.1	11.2	0.3
Cuartos en casa de inquilinato...	6.2	25.4	0.6	4.9	17.7	0.4
Mediagua.....	17.0	12.9	18.2	23.7	11.2	28.0
Rancho o covacha.	2.3	0.0	3.0	1.5	0.5	1.8
Choza.....	44.8	1.6	57.6	22.5	0.3	30.2
Otro.....	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2
No declarado.....	0.1	0.1	0.0	0.6	0.2	0.5

Estos indicadores reflejan además del evidente atraso económico y en consecuencia higiénico-sanitario de la provincia. En todo caso , superan ampliamente a los promedios nacionales.

### 1.3.3 EDUCACION

En el año 1974, la tasa de analfabetismo de la provincia afectaba a casi el 44 por ciento de la población. La tasa masculina era del 36 por ciento y la femenina del 51 por ciento.

Ocho años más tarde, los logros obtenidos son realmente sustanciales, puesto que el analfabetismo de la provincia se reduce al 31.2 por ciento . Los efectos han sido positivos tanto para los hombres como para las mujeres, y una diferencia porcentual anteriormente alta, tiende a ser cada vez más corta. En áreas urbanas las tasas de analfabetismo han llegado a niveles casi sin importancia mientras tanto que en las zonas rurales, subsiste todavía una elevada tasa del 41.9 por ciento. El énfasis para llegar a mejores resultados, deberá ser hecho en la población rural femenina, donde se presenta un elevado porcentaje de analfabetismo , equivalente a la mitad de la población.

#### 1.3.4 TRANSPORTE

La provincia de Chimborazo, por encontrarse en el centro de la república posee excelentes vías de comunicación. La ciudad capital provincial se une con las diferentes ciudades del país y con sus respectivos cantones por medio de carreteras principales.

La mayoría de los pueblos y comunidades se encuentran unidos con sus cabeceras cantonales y entre si por medio de carreteros secundarios y caminos de verano.

#### 1.4 ASPECTOS POBLACIONALES

##### 1.4.1 DIVISION POLITICA

Políticamente la provincia de Chimborazo se encuentra dividida en: 7 cantones, 13 parroquias urbanas y 41 rurales.

A continuación presentamos los cantones con sus respectivas parroquias.

Cantón Riobamba

Urbanas: Lizarzaburu, Maldonado, Velasco, Veloz y Yaruquies.

Rurales: Calpi, Cubijies, Chambo, Flores, Licán, Licto, Pungalá, Punín, Quimiag, San Juan, San luis.

#### Cantón Colta

Urbanas: Cajabamba y Sicalpa.

Rurales: Cañi, Columbe, Juan de Velasco y Pallatanga.

#### Cantón Guamote

Urbanas: Guamote

Rurales: Cebadas y Palmira.

#### Cantón Alausí

Urbanas: Alausí

Rurales: Achupallas, Cumandá, Guasuntos, Huigra, Multitud, Pistishi, Pumallacta, Sevilla, Sibambe y Tixán.

#### Cantón Chunchi

Urbanas: Chunchi

Rurales: Compud, Gonzol, Capzol y Llagos.

#### Cantón Guano

Urbanas: Guano

Rurales: Guanando, Ilapo, La Providencia, San Andrés, San Gerardo, San Isidro de Patulú.

#### Cantón Penipe

Urbanas: Penipe

Rurales: El Altar , Matus , Puela , San Antonio de Bayushig.

#### 1.4.2 POBLACION TOTAL POR AREA URBANA Y RURAL, PORCENTAJES Y TASA DE CRECIMIENTO

En términos absolutos, la población de la provincia de Chimborazo registró para el periodo intercensal 1974-1982 un leve aumento de 12.000 habitantes aproximadamente. No sucede lo mismo en cuanto a su tasa intercensal que, creciendo en 1950 a un ritmo del 2.0 por ciento anual, baja a 0.8 por ciento en el periodo 1962-1974, para llegar al 0.5 por ciento en el último periodo de observación.

Separando la población en urbana y rural, se puede notar claramente que la población es esencialmente rural, pese a que experimenta desde hace 30 años una reducción progresiva que favorece a la población urbana, cuya tendencia en el mismo periodo ha sido hacia el aumento. Mientras la proporción de la población rural ha pasado del 78.7 por ciento en 1950 a 71.6 por ciento en 1982, el porcentaje de urbanos aumenta en el mismo lapso de 21.3 por ciento a 28.4 por ciento.

La tendencia de la tasa de crecimiento rural es evidente hacia la baja, en cambio que, la tasa urbana, luego de una recuperación en el periodo 62-74, aumenta su ritmo a 3.2 por ciento entre 1974 y 1982. El alza observada en el ritmo de crecimiento urbano puede ser la consecuencia de movimientos migratorios de gran magnitud del campo hacia la ciudad. En la tabla II se muestra la población total por área y sus tasas de crecimiento.

#### 1.4.3 POBLACION Y TASAS DE CRECIMIENTO SEGUN CANTONES

Alrededor del 48 por ciento de la población de la provincia se encuentra concentrada en el cantón Riobamba de más importancia económica que el

TABLA II .- POBLACION TOTAL Y POR AREA URBANA Y RURAL,  
PORCENTAJES Y TASAS DE CRECIMIENTO

AÑOS	TOTAL		AREA URBANA		AREA RURAL	
	Población	%	Población	%	Población	%
1950	218.130	100.0	46.345	21.3	171.785	78.7
1962	276.668	100.0	59.878	21.6	216.790	78.4
1974	304.316	100.0	78.171	25.7	226.145	74.3
1982	354.534	100.0	100.832	28.4	253.702	71.6
1986	369.229	100.0	112.725	30.5	256.504	69.5
1988	376.413	100.0	148.044	39.3	228.369	60.7

TASAS DE CRECIMIENTO (%)

1950 - 62	2.0	2.1	1.9
1962 - 74	0.8	2.3	0.4
1974 - 82	1.9	3.2	1.4
1982 - 88	1.0	2.8	0.2



resto. Además posee la tasa de crecimiento cantonal más alta ( 2.6 por ciento ).

En orden de importancia le siguen los cantones de Colta y Guamote, que unidos engloban un 25 por ciento de la población total, y cuyas tasas gracias a un leve crecimiento, se mantienen positivas en su orden de 2.4 por ciento y 2.2 por ciento respectivamente.

La situación se ha tornado difícil para Guano, que acusa una tasa negativa de crecimiento ( -0.4 ) y, aún más compleja para el cantón Chunchi, que para 1982 obtuvo un crecimiento negativo de menos 0.8 por ciento.

En lo que se refiere a Guano, vale recordar que este cantón fue desmembrado de una parte de su territorio, la misma que pasó a conformar el cantón Penipe.

Finalmente, vemos que las condiciones se tornan muy difíciles para Alausí, que en último periodo censal perdió casi el 9 por ciento de su población, registrando en consecuencia una tasa de crecimiento de menos 1.2 por ciento. En la tabla III

presentamos la población total según cantones y sus tasas de crecimiento.

#### 1.4.4 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

En el año 1982, la población económicamente activa de la provincia de Chimborazo bordeaba las 93.000 personas que en el ámbito nacional representaba el 3.8 por ciento.

Comparando su porcentaje con el año 1974, vemos que en el lapso se ha producido una reducción total del 5 por ciento, siendo la disminución más acentuada en zonas rurales.

La población económicamente inactiva experimenta por su parte entre el periodo 1974-1982, un incremento del 42 por ciento, sobresaliendo al interior de ella, el alza significativa en ambas áreas, del número de estudiantes, y el descenso del rubro "quehaceres domésticos", más relevantes en áreas urbanas que rurales. Ambos fenómenos son significativos, porque indicarían alza del nivel de instrucción por un lado, e integración progresiva de la mujer por otro.



TABLA III .- POBLACION TOTAL, PORCENTAJE Y TASA DE  
CRECIMIENTO SEGUN CANTONES

CANTONES	1974		1982		Tasa de creci- miento 1974-82
	Población	%	Población	%	
TOTAL	304.316	100.0	354.534	100.0	1.9
Riobamba	123.059	40.4	161.074	45.4	3.4
Alausí	52.124	17.1	47.465	13.4	- 1.2
Colta	48.500	16.0	58.578	16.5	2.4
Chunchi	14.595	4.8	15.576	4.4	- 0.8
Guamote	22.552	7.4	26.825	7.6	2.2
Guano + Penipe	43.486	14.3	45.016	12.7	- 0.4

Si bien se ha operado en el último periodo intercensal una importante baja del 18 por ciento de la población inserta en la agricultura, este sector de la economía continúa, a la fecha acaparando más del 50 por ciento de la PEA. En la tabla IV presentamos la PEA según área urbana y rural.

El sector industrial, advierte que entre el periodo censal anotado, incrementó su población en aproximadamente un 9 por ciento, pasando su proporción de 14.4 a 15.8 por ciento.

La rama de actividad económica que más aumentó su población en el periodo, fue la de "servicios" que de 19.4 subió a 21.9 por ciento. Por otra parte, vale la pena indicar, que en el área urbana un poco más del 65 por ciento de la PEA está introducida el área de los "servicios".

Resumiendo, se puede afirmar que en la actualidad por cada 10 personas económicamente activas en la provincia, 5 están en la agricultura, casi 2 se encuentran en la industria y 3 en los servicios.

En la tabla V se presenta la distribución porcentual de la PEA según la rama de actividad.

TABLA IV.- POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA SEGUN AREA URBANA Y RURAL

Tipo de actividad	AÑO 1974			AÑO 1982		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Población total.....	200.343	52.319	148.024	206.777	62.450	144.327
Total (porcentajes)...	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Activa (PEA).....	47.4	42.9	49.1	45.0	43.0	45.8
Ocupadas.....	46.4	41.1	48.4	43.6	41.4	44.5
Desocupadas.....	1.0	1.8	0.7	1.4	1.6	1.3
Inactiva (PEI).....	51.3	55.7	49.7	53.5	55.0	52.8
Sólo estudiantes...	11.1	23.9	6.5	16.5	27.5	11.8
Sólo quehaceres domésticos.....	39.1	29.6	42.5	34.1	23.7	38.7
Sólo jubilados.....	-	-	-	0.5	1.3	0.2
Sólo pensionistas..	0.6	1.8	0.2	0.1	0.3	0.1
Otros.....	1.8	1.8	1.7	3.6	4.2	3.5

TABLA V.- DISTRIBUCION PORCENTUAL, POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA SEGUN RAMA DE ACTIVIDAD  
Y SEGUN AREA

Rama de actividad	AÑO 1974			AÑO 1982		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
TOTAL PEA.....	95.063	22.452	72.611	92.956	26.856	66.100
Total (porcentajes).....	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Agricultura.....	61.8	8.8	78.1	51.0	4.7	69.9
Explotación de minas...	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
Manufactura.....	11.6	19.4	9.2	10.3	18.5	6.9
Electricidad y agua...	0.2	0.5	0.1	0.4	0.9	0.2
Construcción.....	2.6	3.8	2.2	5.1	4.7	5.3
Comercio.....	4.6	12.2	2.3	6.0	12.9	3.2
Transporte.....	2.5	6.6	1.3	3.3	7.1	1.8
Area financiera.....	0.4	1.8	0.0	0.5	1.6	0.0
Servicios.....	11.9	38.0	3.8	19.3	43.7	9.4
Otros.....	4.2	8.6	2.8	3.9	5.7	3.2

## C A P I T U L O   I I

### SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES

#### 2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES

El Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL), es el organismo encargado de planificar, instalar y controlar las comunicaciones; por ello consciente de su gran responsabilidad de llegar a una eficiencia económica máxima con gastos mínimos y utilizando de la manera más eficiente los equipos y personal existente, ha iniciado con planes a corto y largo plazo la ampliación de la red de telefonía a nivel nacional.

En lo referente a las áreas rurales, IETEL, a través de su Departamento de Telecomunicaciones Rurales, ha desplegado un amplio plan operativo, dirigido a integrar éstas áreas.

La mayoría de las cabeceras cantonales cuentan con centrales de tipo local, con cabinas telefónicas para servicio de discado a nivel nacional, siendo este servicio

muy deficiente. Las cabeceras parroquiales en su gran mayoría poseen un servicio nominal, debido a que poseen sistemas monocanales de una cabina telefónica la cual presenta deficiencias de orden técnico, ofreciendo un servicio irregular y de muy baja calidad.

Toda esta planificación debe pasar por una serie de procesos tales como: Elaboración de bases, concursos, construcción, fabricación y entrega, instalación y pruebas, etc.; los cuales causan demoras en su realización, razón por la cual muchos de los proyectos planificados en 1984 y revisados en 1987 aún no han sido concluidos.

#### 2.1.1 ANTECEDENTES

Desde hace más de 80 años, la Empresa Nacional de Telecomunicaciones, ha ido estableciendo en el país una red de líneas aéreas de alambre desnudo de hierro (galvanizado) que cubre gran parte del país, ofreciendo principalmente el servicio telegráfico morse a unas 500 poblaciones rurales. Todas estas poblaciones tenían un telegrafista nombrado por la empresa.

Más como las exigencias por el servicio telefónico fueron cada día mayores se ha ido cambiando el

aparato telegráfico con el telefónico, utilizando la misma línea física monofilar. Como es evidente, debido a inconvenientes de orden técnico, el servicio así ofrecido es deficiente, anotándose como las principales deficiencias las siguientes:

- a) Casi todos los circuitos monofilares tienen muchos años de vida y su estado es muy deplorable muchas uniones, con los consiguientes problemas de ruido ; muchos aisladores rotos, la postería en pésimo estado, donde todavía existe ya que en muchos casos la línea se sujeta a árboles vivos.
- b) Los circuitos monofilares, apropiados para circuitos telegráficos ya no son apropiados para circuitos telefónicos, sobre todo debido al ruido eléctrico por la inducción de las líneas de distribución de potencia en las zonas rurales. Es tan alto el ruido eléctrico en muchos casos que no se puede hablar ni con la población vecina más cercana, existiendo así solo un servicio telefónico nominal.
- c) Frecuentes interrupciones del servicio, por el estado de vetustez de las líneas.

d) Las líneas monofilares existentes siguen los antiguos caminos de verano; por lo general las carreteras siguen otra ruta, razón por la cual los antiguos caminos están prácticamente destruidos y el mantenimiento que se hace a estas líneas es precario o nulo.

De acuerdo a la experiencia, sabemos que la rentabilidad de estos servicios aunque baja o nula en su comienzo, irán disminuyendo los déficits, al prestar un servicio confiable, cuidando de manera especial de evitar la proliferación burocrática que destruye la inversión y el servicio. En todo caso, los sistemas rurales, rendirán dividendos al país, directa o indirectamente al sacar del aislamiento al individuo que habita en áreas lejanas de los centros urbanos y que merece una atención preferencial ya que constituye el soporte económico de nuestra patria esencialmente agrícola.

Dadas las características de las áreas a servirse en el Ecuador, donde existen tres zonas geográficas bien definidas, la selección de los diferentes enlaces y equipos está condicionado a su zona, además de los otros factores técnico-económico que intervienen.

Por las razones anotadas es necesario reestructurar éstas redes, para ofrecer un servicio de buena calidad y que sea factible económicamente.

El criterio de IETEL de dar servicio a las comunidades rurales, está basado en un convencimiento que, las comunicaciones a ese nivel sirven de herramienta y soporte poderoso, a todos los factores de desarrollo: humanos, educacionales, agrícolas, de relación social y administrativa.

#### 2.1.2 PROYECTOS EN EJECUCION

Dentro del programa de Telecomunicaciones Rurales, el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones ha previsto desarrollarr los siguientes proyectos:

Instalación de centrales telefónicas en:

Cantón Riobamba.- Se ha previsto la instalación de una central de discado directo nacional con capacidad inicial de 100 líneas, para la población de Chambo, que a la fecha se encuentra instalada y en funcionamiento.

Cantón Alausí.- Se ha previsto la instalación de

una central de discado directo nacional con capacidad inicial de 300 líneas; además se procederá a contratar un sistema de transmisión de mayor capacidad. A la fecha este proyecto no ha sido puesto en ejecución.

Cantón Colta.- Se contempla la adquisición de dos centrales de discado directo nacional con capacidad inicial de 250 líneas para las poblaciones de Cajabamba y Pallatanga, además el diseño y construcción de la planta externa. En la actualidad ninguna de las dos centrales han sido instaladas.

Cantón Chunchi.- Se ha contratado una central de discado directo nacional con capacidad inicial de 200 líneas. En la actualidad se encuentra instalada al igual que la planta externa, en espera de su comercialización para entrar en funcionamiento. En la misma situación se encuentra la cabecera cantonal de Guamote.

Cantón Guano.- En el plan operativo se ha previsto adquirir dos centrales de discado directo nacional con capacidad inicial de 300 y 150 líneas, para Guano y San Andrés respectivamente. A la fecha las centrales no han sido instaladas.



Además, dentro del plan operativo se ha previsto la instalación de cabinas telefónicas públicas de discado directo a nivel nacional, por medio de enlaces de radio que accedan a las estaciones Ayurco y la Mira, y a través de líneas físicas para la mayoría de las parroquias de la provincia.

Los proyectos mencionados se encuentran en etapa de desarrollo, en la actualidad se están ejecutando de manera parcial.

### 2.1.3 TELECOMUNICACIONES RURALES EXISTENTES

La actual red de comunicaciones a nivel rural se encuentra constituida por líneas físicas en su mayoría y radio enlaces HF-VHF-UHF.

Esta red permite interconectar a una parte de cabeceras parroquiales y caseríos con la cabeceras cantonales prestando servicios de conferencias, telegramas y/o telefonogramas.

La casi totalidad de las cabeceras parroquiales y todos los caseríos, tienen oficinas de carácter "encargados", no así las cabeceras cantonales que funcionan con personal de IETEL, o las parroquias

que funcionan con algún tipo de central local.

Las líneas físicas casi todas monofilares, en general se encuentran en malas condiciones ( conductores, elementos de aislación, postes ) por tener en su mayoría muchos años de vida. Se tiene casos en que las líneas se encuentran soportadas por árboles o ramas con "aisladores volantes" los que se unen al "poste" mediante un alambre auxiliar ; es por este motivo que los daños se presentan más frecuentes con el consiguiente perjuicio a las poblaciones conectadas ( muchas veces dos o más en paralelo ), que se quedan sin servicio, y al IETEL por su gasto frecuente en la reparación con el consiguiente gasto de horas-hombre. Las condiciones de transmisión son de mala calidad debido al ruido, por falta de una buena aislación , como también por que muchas de ellas presentan inducción por tener una trayectoria paralela a las líneas de fuerza eléctrica. Los equipos de radio y las centrales telefónicas en la mayoría de las localidades rurales son de edad avanzada.

## 2.2 ESTUDIO DE LOS ENLACES EXISTENTES

Al analizar la red telefónica nacional, podemos citar a

nivel de conmutación las siguientes características:

- Un centro internacional constituido por una central telefónica de la firma L.M. ERICSSON tipo ARM-202 ubicada en Quito.
- Tres centros de tránsito nacionales ubicados en Quito, Guayaquil y Cuenca; lo conforman centrales de tránsito L.M. ERICSSON tipo ARM-201. En los centros de tránsito de Quito y Guayaquil existen además selectores de grupo ARF, para transitar parte del tráfico de larga distancia, en soporte a las centrales ARM-201, con vías de alto uso.
- La mayor parte de las centrales locales provienen de la firma L.M. ERICSSON y son de tres tipos: ARF, AGF, ARK, con un total de 276.000 líneas de abonado. Además se tiene centrales con operación manual para tráfico de larga distancia de la firma GTE.

La red nacional de telecomunicaciones actualmente en nuestro país, está constituida por un sistema analógico de microondas con capacidad de 960 canales telefónicos, operando en la banda de 6 y 7 GHz. Esta red de telecomunicaciones tiene tres canales de radiofrecuencia, de los cuales uno es el canal principal de telefonía, el otro

es para señales de televisión y el tercero es el canal de protección de los dos primeros.

El sistema total está configurado por cuatro rutas: Ruta Norte, Ruta Central, Ruta Oeste, Ruta Sur; la configuración general de la red se presenta en la figura 2.1 .

La provincia de Chimborazo se encuentra cubierta en su mayoría por la Ruta Central que comprende las siguientes estaciones repetidores: San Juan (Quito), Chasqui (Latacunga), La Mira (Riobamba), Carshau (Cañar), El Carmen (Guayaquil).

La estación repetidora La Mira forma parte de la red nacional (Ruta Centro) y se enlaza hacia el norte con la estación Chasqui con una distancia de 98.3 Km., al sur con la estación Carshau con una distancia de 111 Km..

La estación de radio La Mira se encuentra ubicada en las estribaciones del Chimborazo a 3858 m., cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud Sur : 01° 30' 20"

Longitud Oeste: 78° 35' 00"

Presenta una posición geográfica envidiable , es quizás

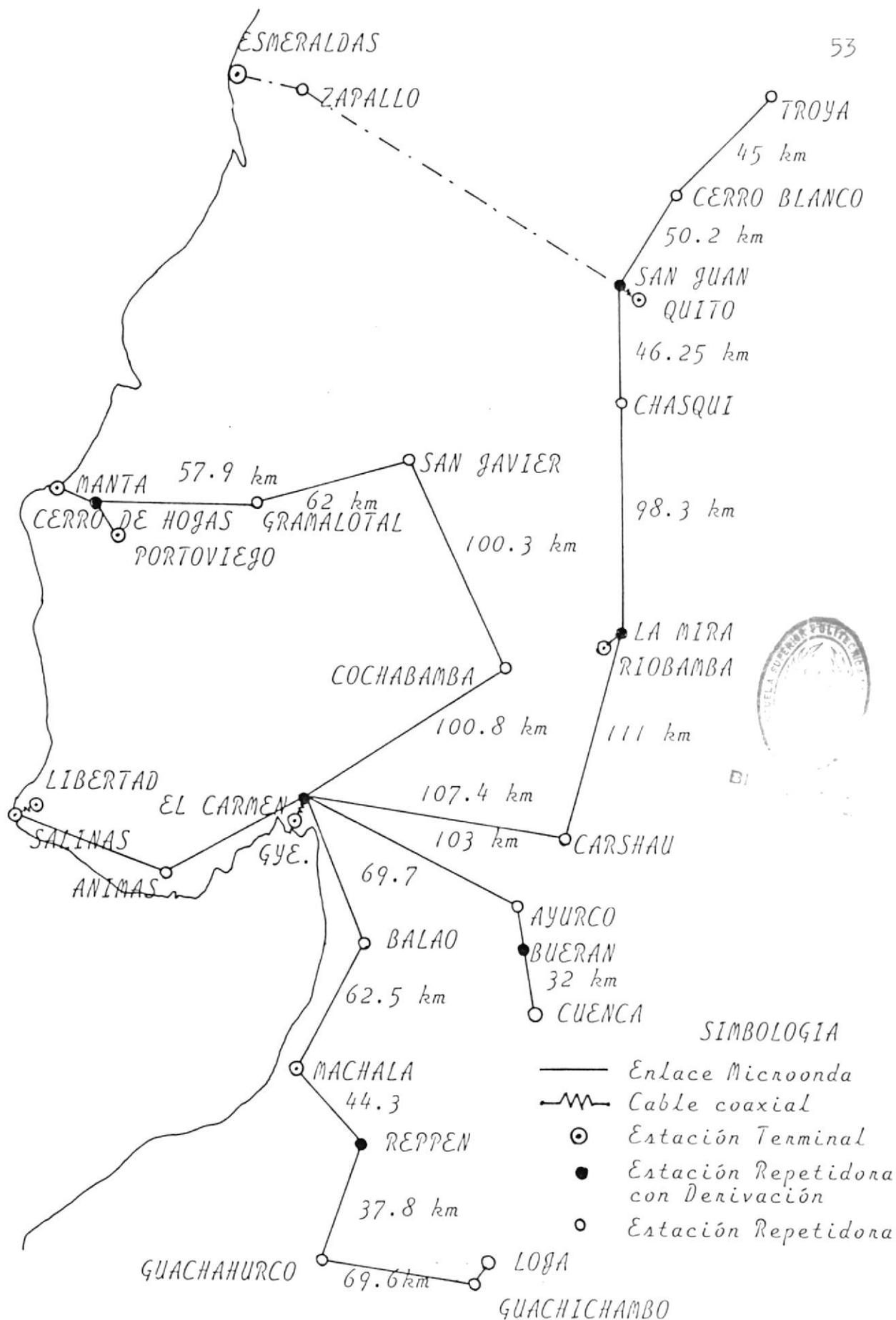


FIGURA 2.1 .- Configuración general de la red nacional de microondas

en forma aproximada el centro de país; se encuentra en el callejón interandino y por ello tiene la posibilidad de interconectar el Oriente y la Costa, así como también determinadas área de servicio, por eso es considerada como una estación repetidora con derivación.

Otra ventaja de ésta estación es que presenta fácil vía de acceso, por pasar aproximadamente a 1 Km. una carretera principal.

A través de esta estación se enlazan la ciudad de Riobamba, y la cabecera cantonal de Guamote.

En la figura 2.2 presentamos la configuración de la estación.

En la cordillera occidental encontramos la estación repetidora Ayurco, con una altura de 2790 m., la cual forma parte de la red Cuenca y se enlaza con la estación el Carmen con una distancia de 103 Km.. A través de esta estación se enlazan los cantones de Alausí y Chunchi.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 02° 11' 58"

Longitud Oeste: 78° 52' 31"

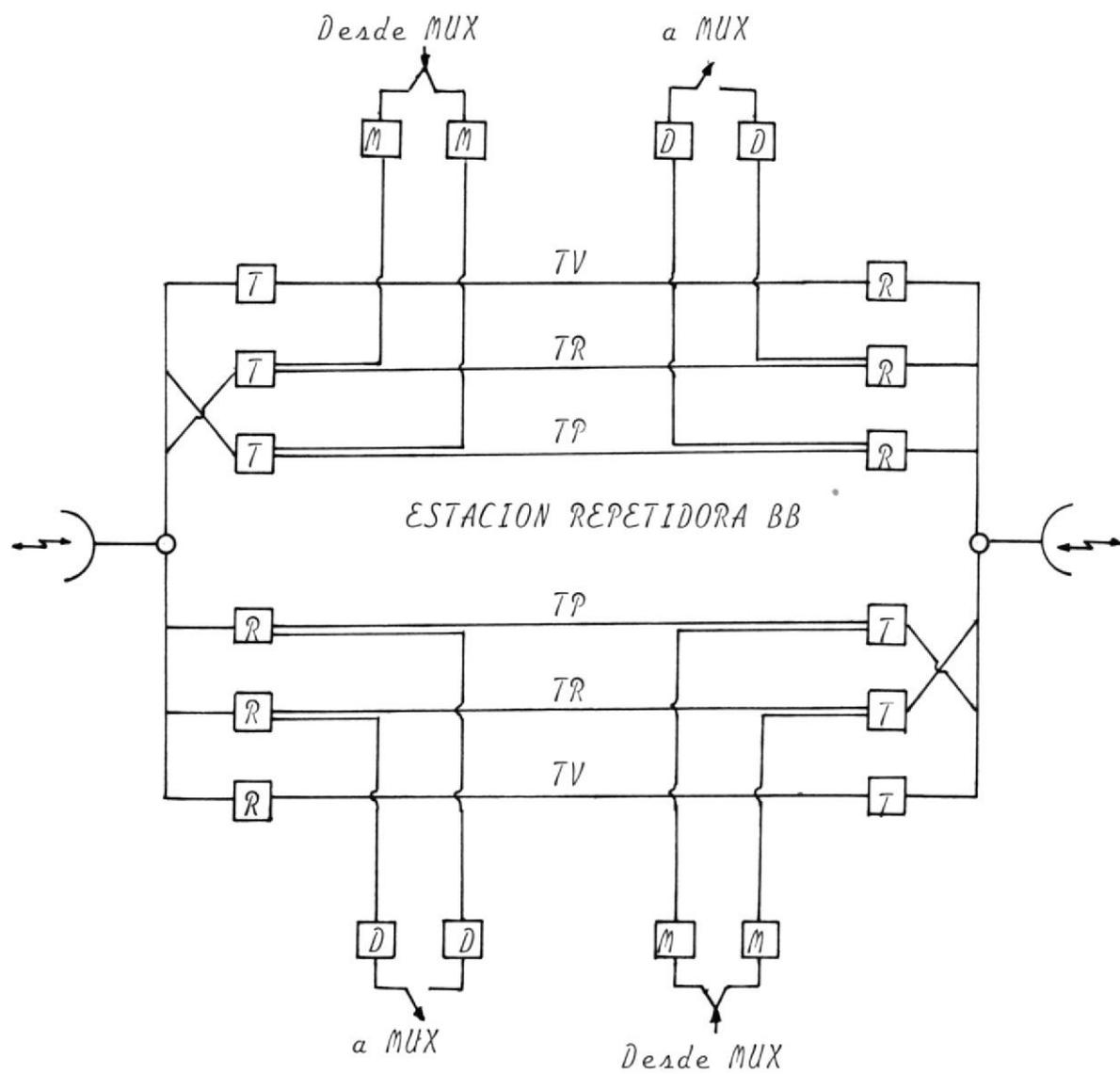


FIGURA 2.2 .- Configuración de una estación repetidora con derivación

A continuación presentamos los sistemas que a la fecha se encuentran instalados en cada uno de los cantones.

- La ciudad de Riobamba posee una central digital S-C con una capacidad inicial instalada de 6.000 líneas. La población de Chambo posee una central automática de discado directo, el enlace con Riobamba por medio de cable MIC se encuentra en etapa de prueba.

Los pueblos de Calpi, San Juan y Gatazo están conectados en paralelo por medio de una línea física.

El equipo para el sistema multiacceso se encuentra instalado con una capacidad de 6 canales, y se está procediendo a pruebas para establecer los enlaces.

- Cajabamba se enlaza por medio de un cable de 10 pares con Riobamba, ofreciendo servicio de cabinas telefónicas.

Pallatanga se enlaza por medio de un sistema de radio monocanal con la estación Carshau, ofreciendo servicio de cabina telefónica, posee una central local con capacidad de 50 líneas.

- El cantón Guano se enlaza por medio de un cable de 10

pares, de los cuales 4 pares son para la localidad de San Andrés. Guano posee una central de tipo local con capacidad de 50 líneas y se ofrece servicio de cabina telefónica.

La población de San Isidro de Patulú se conecta por medio de línea física con San Andrés.

- El cantón Guamote se enlaza a la red nacional por medio de las estaciones de radio: Guamote, Guamote Repetidora, La Mira a través de un sistema de radio de 24 canales. Posee una central automática instalada en espera de entrar en funcionamiento.
- El cantón Chunchi se enlaza a la red nacional de telefonía a través de la estación repetidora Carshau por medio de un sistema de radio de 24 canales. Posee una central automática instalada. La población de Huigra se enlaza por medio de línea física.
- El cantón Alausí se enlaza al sistema nacional por medio de un radio de 24 canales instalados en las repetidoras de Ayurco y Carshau, de los cuales solamente 5 canales están funcionamiento, ofreciendo servicio de telefonía, telex y teleproceso. Por medio de línea física se enlaza a Guasuntos, Tixán y Palmira.

En las cabeceras cantonales se ofrece servicio de cabina telefónica y en los poblados teléfonos de carácter encargados. En la figura 2.3 y en la tabla VI se muestra los sistemas existentes.

## 2.3 INFORMACION TEORICA DE LOS ENLACES EXISTENTES

En vista de la utilización de sistemas multiacceso y enlaces digitales para ofrecer servicio a las zonas en estudio presentamos la siguiente información.

### 2.3.1 SISTEMA MULTIACCESO

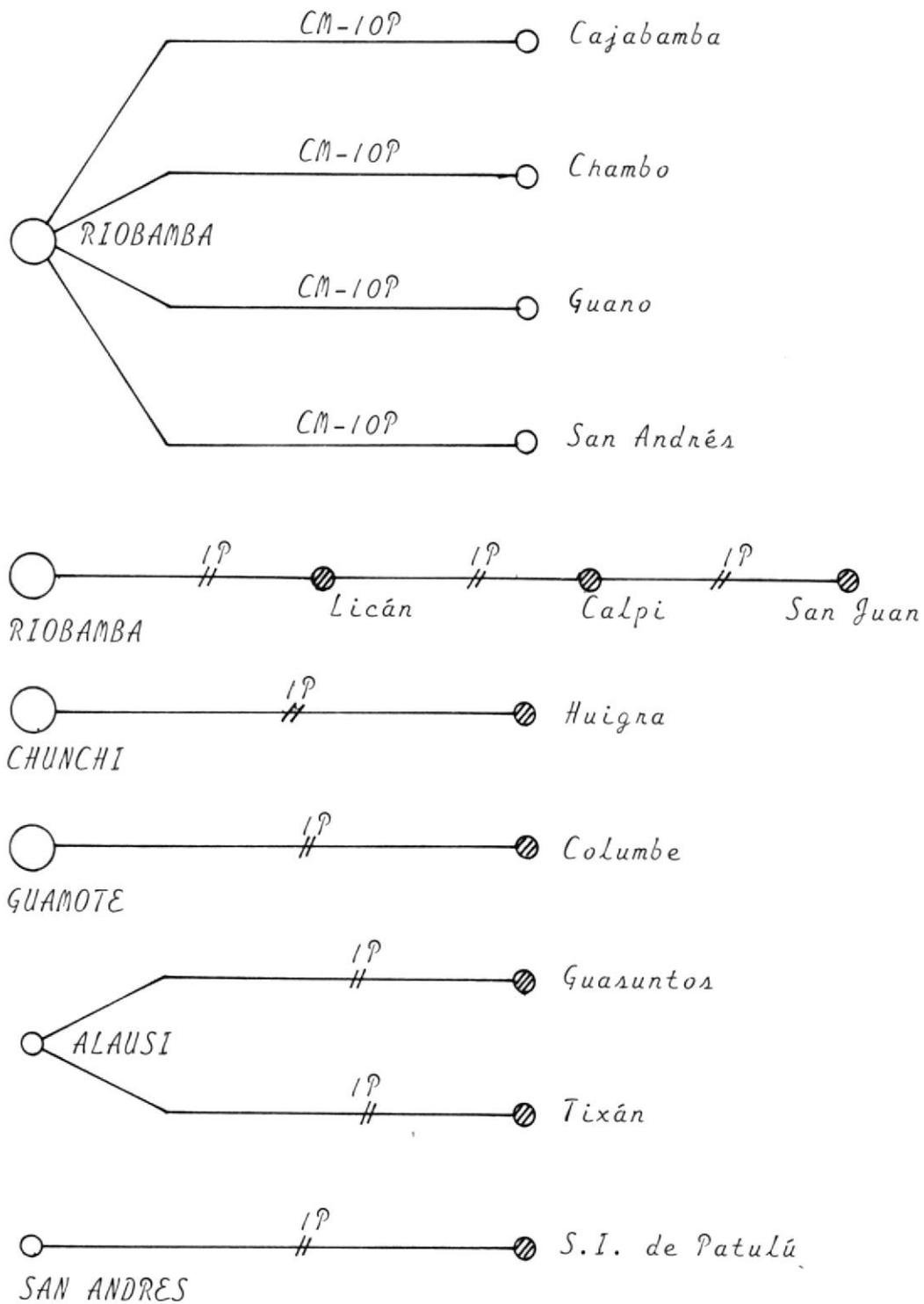
El sistema puede proveer servicio a un número de abonados, sobre un limitado número de canales de radio comunes.

En el origen y terminación de una llamada de la estación radio abonado, un canal de radio desocupado es buscado automáticamente para establecer el enlace.

En los sistemas de acceso múltiple podemos encontrar dos aplicaciones: Sistema multiacceso por división de frecuencia ( FDMA ) y sistema multiacceso por división de tiempo ( TDMA ).

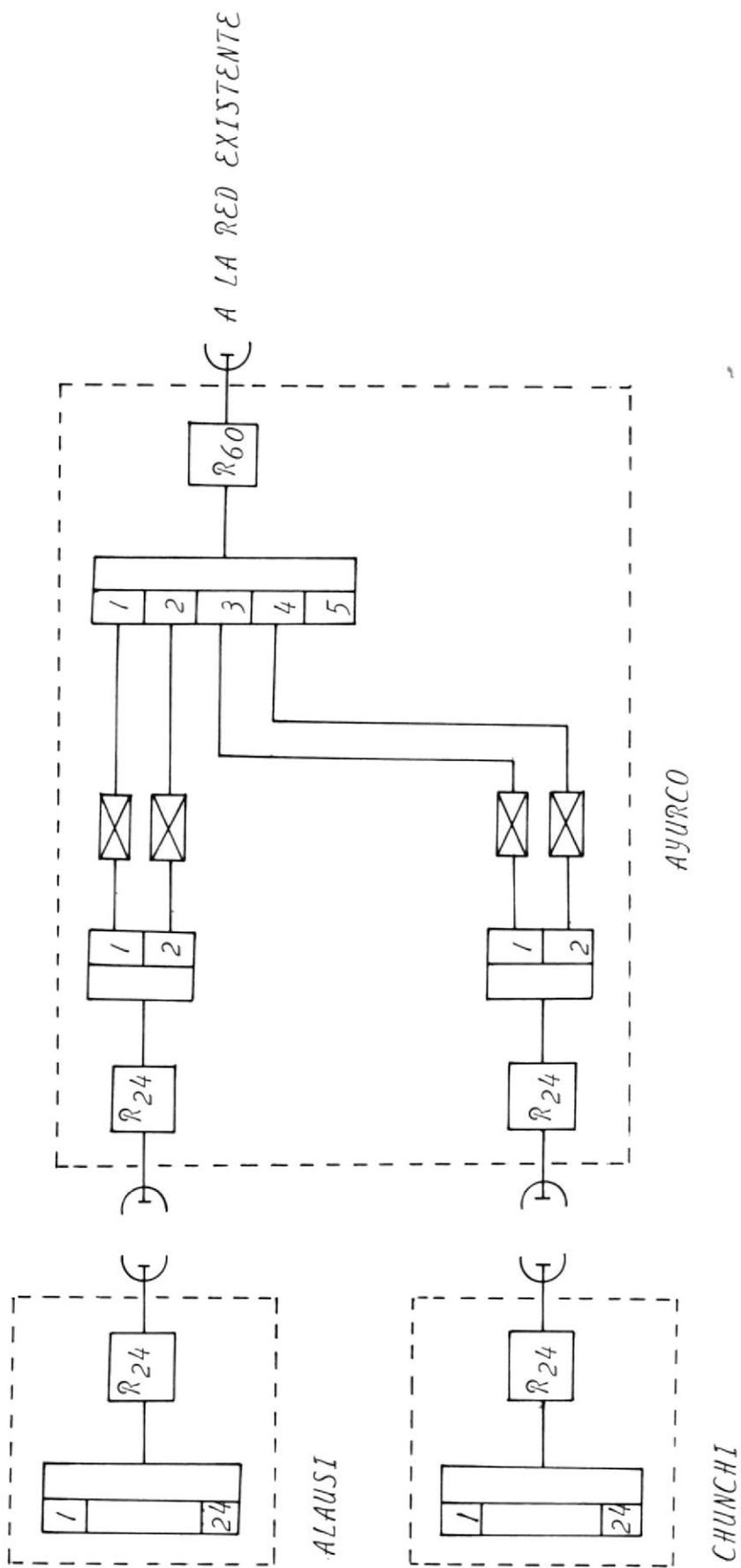
TABLA VI .- CENTRALES QUE SE ENCUENTRAN EN FUNCIONAMIENTO  
EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Localidad	Característica	Capacidad
Riobamba	Central S - C Conmutador GTE	6.000 automática
Guano	Central AKD-860 Conmutador ABG-1560	50 semiautomática
Guamote	CPR-30	300 automática
Alausí	Central AKD-860 Conmutador ABJ-101	200 semiautomático
Pallatanga	Central AKD-860 Conmutador ABG-1560	50 semiautomático
Chambo	CPR-30	200 automática
Chunchi	CPR-30	200 automática

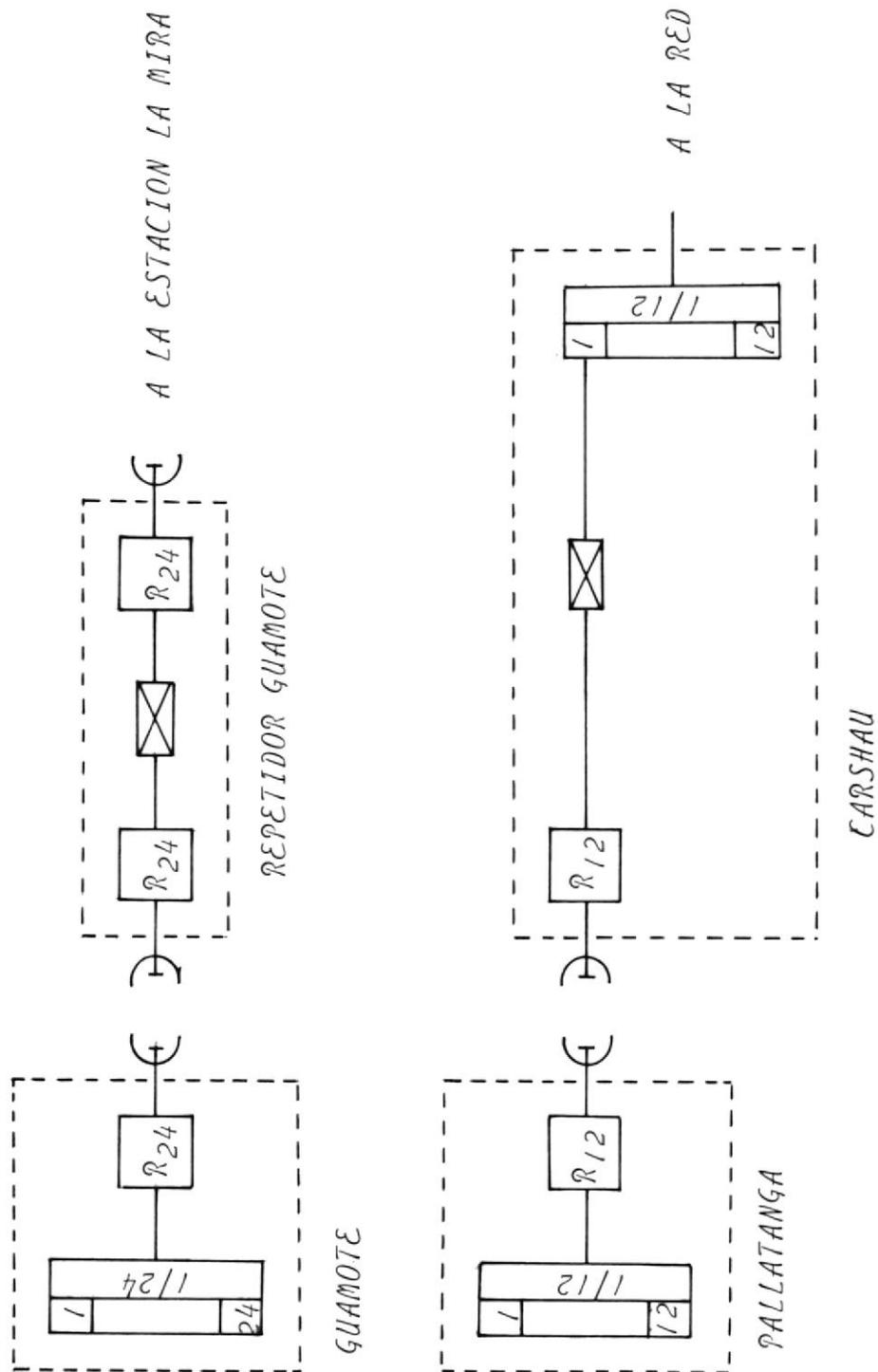


### SISTEMAS DE LINEA FISICA

FIGURA 2.3 .- Sistemas de telefonía existentes en la provincia



SISTEMAS DE RADIO



GUAMOTE

PALLATANGA

REPETIDOR GUAMOTE

CARSHAU

A LA RED EXISTENTE

**Sistema multiacceso por división de frecuencia.-**  
El sistema FDMA es económicamente aplicado a áreas rurales donde un número considerable de abonados se encuentran esparcidos, y donde la disponibilidad de canales de radio está limitado. La figura 2.4 presenta la configuración de este sistema.

**Sistema multiacceso por división de tiempo.-** El sistema TDMA es efectivo y económico para un área de servicio en la cual un número considerable de abonados está distribuido en grupos, cada uno consistente de 3 a 6 abonados. Este sistema puede conectarse directamente a una central digital. La figura 2.5 presenta la configuración de este sistema.

#### 2.3.1.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EQUIPOS DE ACCESO MULTIPLE

De la información obtenida, podemos mencionar como factores sobresalientes los siguientes datos.

**Características generales.-** Los equipos serán de estado sólido, construcción moderna, de tipo modular ; deben funcionar

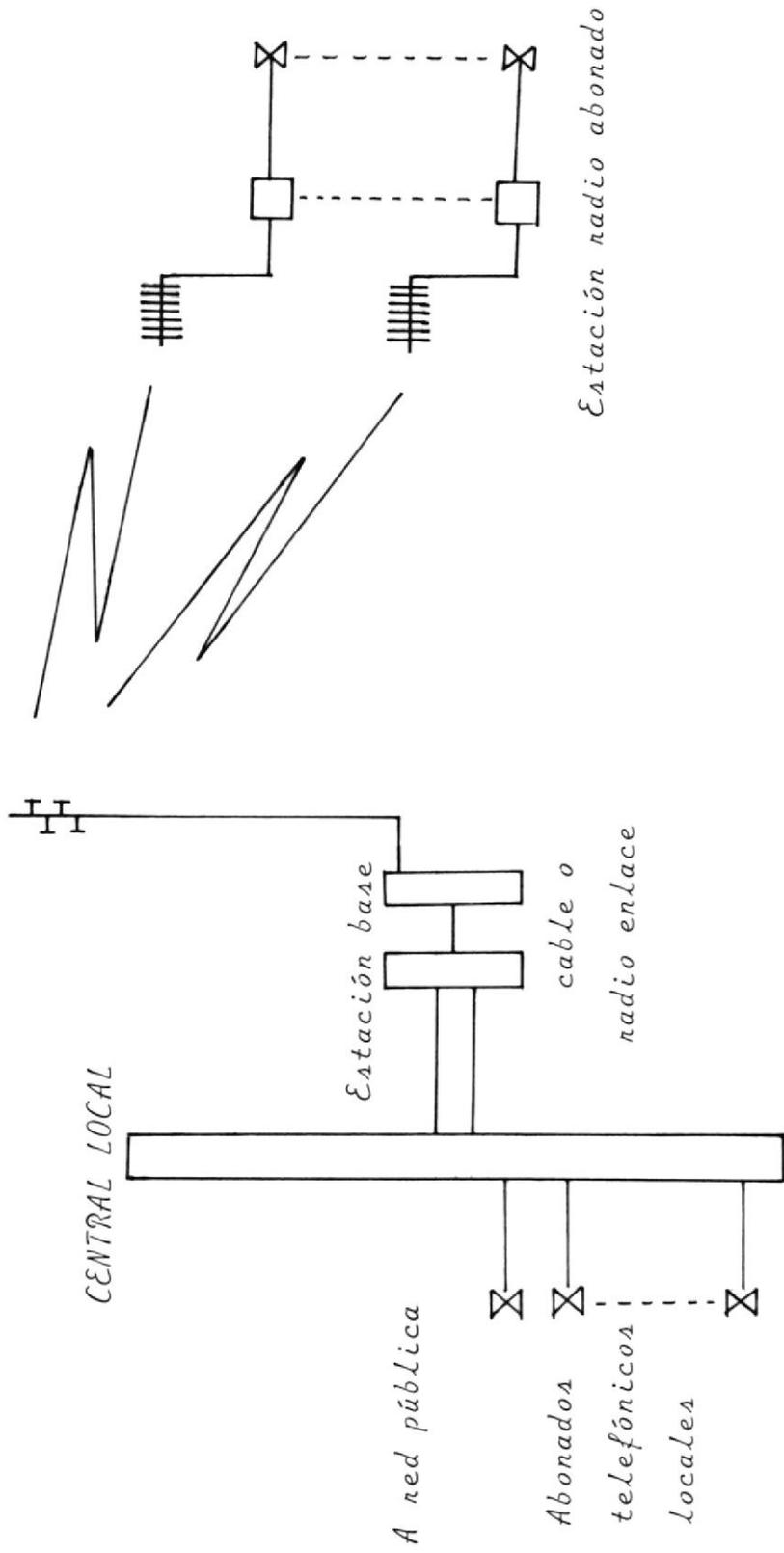
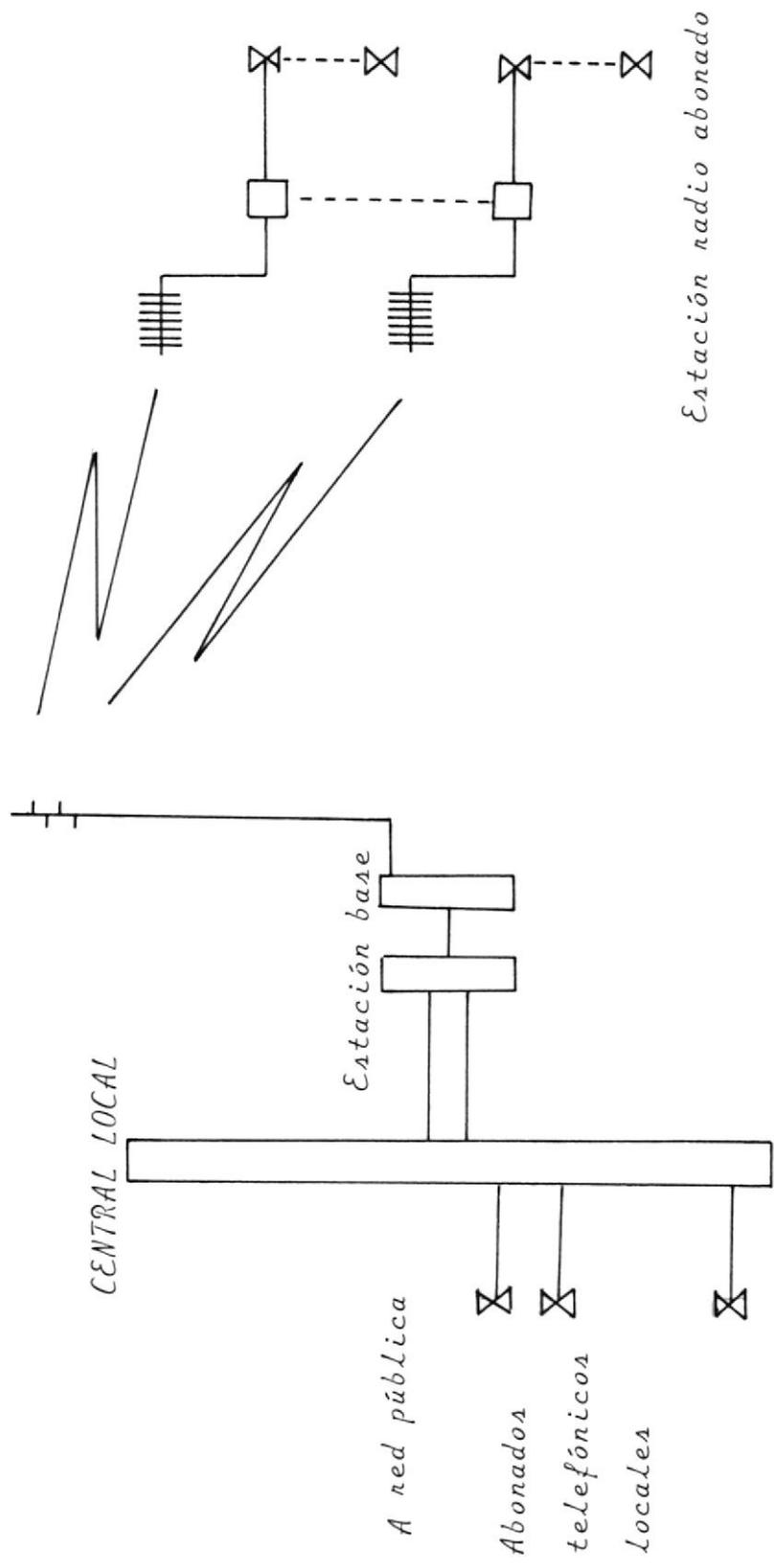


FIGURA 2.4 . - Configuración del sistema multiacceso por división de frecuencia.



BIBLIOTECA



*FIGURA 2.5 . - Configuración del sistema multiacceso por división de tiempo.*

entre 0°c a 40 °c. Con capacidad de:

Inicial: 20 terminales de abonado y 6 canales de radio-frecuencia.

Final de 80 terminales de abonado con 16 canales de radio-frecuencia como mínimo.

Bandas de frecuencia.- son las bandas de VHF-UHF asignadas al servicio fijo.

Unidades constitutivas.- Los equipos están compuestos en forma general por:

La estación central o unidad de interface, la estación base o unidad de transmisión central y los terminales de abonado.

La estación central realiza el interfase entre el equipo de radio y la central telefónica y la concentración-desconcentración de las líneas de abonado a un número menor, correspondientes al número de canales radioeléctricos.

La estación base contiene los equipos transmisores y receptores de los canales



BIBLIOTECA

radioeléctricos.

Los terminales de abonado permiten la conexión de los aparatos telefónicos.

Características del terminal de abonado.-

Corresponden a las características del equipo de radio de un canal; además debemos considerar:

- Consumo de energía: bajo para alimentarse con fuentes de energía solar a 12 V .
- Tipo de aparato telefónico que se conecta: normal a disco con velocidades de 10+2 impulsos por segundo, con una relación apertura-cierre de 60-40 miliseg..
- Deberá disponer de unidades para la selección automática del canal de operación, la recepción de señales de la estación base y su identificación, el envío de señales a esta, etc..
- Potencia de los transmisores: Mínima de 10 wattios.

Características de la estación base.- se mencionan las siguientes:



- Impedancia de RF: 50 ohmios.
- Operación: duplex con asignación por demanda (acceso múltiple).
- Número de transmisores: Seis, ampliables hasta 16.
- Estabilidad de frecuencia:  $5 \times 10^{-6}$  entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ .
- Potencia de transmisión: entre 20 y 40 wattios.
- Radiación de armónicas: 60 dB bajo de la señal RF.
- Modulación: de frecuencia o fase.
- Número de receptores: seis, ampliable a 16 .
- Factor de ruido: 8 dB o mejor.
- Atenuación a frecuencias imagen o espúreas: 70 dB como mínimo.

#### Características de la estación central .-

- Impedancia a frecuencia vocal: 600 ohmios
- Niveles: transmisión a la central telefónica entre -4 y +4 dBm , recepción de central telefónica entre -4 y +4 dBm.
- Señalización con la central telefónica: igual que si el sistema fuera con

aparato telefónico normal, es decir por cierre del bucle, señal de timbre, tonos de timbre, de invitación a marcar, etc..

### 2.3.2 SISTEMAS DE RADIO ENLACE DIGITAL

Los enlaces numéricos MIC están en servicio en numerosos países, mientras que la conmutación electrónica se está convirtiendo en una realidad técnica y comercial en la mayor parte de los países industrializados. Esta tendencia se acentuará en el curso de los próximos años, impulsada por los progresos de la electrónica.

Actualmente los equipos MIC son ventajosos para los enlaces de pequeña longitud, demasiado cortos para justificar el empleo de multiplaje de frecuencia y realizados hasta el presente con cables de baja frecuencia. Sabido es que la MIC, que se satisface de cables de calidad mediocre, sirve en la actualidad a la ampliación de la capacidad de servicio de los cables de baja frecuencia existentes.

El MIC posee una gran aptitud para aceptar cualquier tipo de información a transmitir. Por



BIBLIOTECA

ejemplo el sonido de alta calidad, el facsímil, el videofono, la televisión y gupos de multiplaje con división de frecuencia. Conviene subrayar que este sistema ofrece posibilidades ilimitadas a la transmisión de datos a cualquier velocidad.

Una red en que las señales serían no solamente transmitidas, sino también conmutadas en forma numérica constituirá un progreso importante tanto del punto de vista de la calidad (la sufriría una sola degradación debida a la conversión analógico-digital en los terminales), y del punto de vista económico (simplificación extraordinaria en los accesos de los conmutadores de tránsito de los equipos de conmutación).

En lo que se refiere a la planificación de las redes y partiendo de un tráfico actual que necesite 1000 canales, en líneas físicas se precisan 1000 pares. Estos mismos 1000 canales si transitasen por enlaces MIC solamente necesitarían 70 pares aproximadamente, habida cuenta de los pares de supervisión y servicio. Si consideramos un crecimiento de tráfico anual de 6 %, que es una medida perfectamente normal, esa misma red necesitará 3.160 pares dentro de 20 años en caso de continuar

utilizando los sistemas de baja frecuencia. Con el sistema MIC se necesitarán solamente 213 pares.

Estas cifras son suficientemente elocuentes y merecen un mínimo de atención en el momento de establecer los planes que determinarán durante decenios las características de una red, de su explotación racional y económica, sus posibilidades de ampliación y de su integración futura.

#### 2.3.2.1 ANALISIS DE LA TECNICA DE RADIO COMUNICACION DIGITAL

La MIC se utiliza para la transmisión de la palabra, u otras formas de información, en forma codificada por medio de impulsos. La información es transportada en una secuencia definida de un número determinado de impulsos para formar un tren de estos .

Estos trenes o series de impulsos poseen dos estados significativos: la presencia o ausencia de ellos.

En cuanto al origen de la MIC conviene señalar que en el curso de la década de 1930

un grupo de ingenieros del Laboratorio Central de Telecomunicaciones de París , abordó el problema de hallar un método de modulación apropiado para el entonces naciente sistema de microondas para larga distancia que padecía en esa época de los problemas inherentes al ruido.

La telegrafía fue el primer método de de impulsos puesto en servicio antes de ser concebidos el portador de Modulación por División de Frecuencia. El sistema de Modulación de Impulsos en el Tiempo fue el el primero utilizado, pero padecía del inconveniente de exigir una medida del tiempo extremadamente precisa.

La MIC no padece de deterioros acumulativos, por lo tanto el ruido del circuito , las restricciones del ancho de banda, las distorsiones de fase y la precisión de la temporización ejercen escaso efecto sobre la información transmitida. La transmisión de la información se la efectúa por medio código correspondiente al impulso y no por el impulso intrínsecamente.

Los sistemas MIC no necesitan ajustes , ni mantenimiento sistemáticos, es decir no se requiere de personal calificado.

#### 2.3.2.2 PROBLEMAS TECNICOS Y CARACTERES DISTINTIVOS DE LOS SISTEMAS DE MICROONDA DIGITAL

En los sistemas de transmisión digital podemos distinguir los siguientes caracteres distintivos:

- No se merma la calidad de transmisión en función del número de repeticiones, por lo cual se puede mantener una buena calidad de transmisión, aunque la longitud del circuito sea muy extensa, o sea , no importa la longitud del circuito.
- Los equipos terminales MIC (codificador, decodificador) están compuestos de algunos elementos de producción masiva. Además los circuitos de los canales individuales están compuestos de filtros sencillos y la técnica IC (circuitos integrados) es aplicable a su producción. Por tanto los equipos terminales MIC

facilitan bajar el costo de producción en comparación con los de Multiplex por División de frecuencia y se pueden construir circuitos de transmisión a menor costo.

- Las señales de transmisión son unos trenes de impulsos que representan "0" y "1" ( espacio y marca ) , y por eso se puede transmitir en una forma idéntica toda clase de señales tales como telefónicas, datos e imágenes sin tener en cuenta sus formas originales , o sea , existe así la llamada " transparencia " .
- El procesamiento de la conversación, la memorización y el filtrado pueden efectuarse digitalmente.

Por otra parte, existen algunos problemas técnicos como sigue:

- El espectro ocupado del sistema digital es más ancho que el del sistema analógico en caso de transmitir señales telefónicas.

- Si las variaciones de las características de propagación exceden de cierto límite, la calidad de transmisión se perjudica.
  
- El sistema MIC sufre la influencia de la distorsión no lineal que se debe a la saturación de los amplificadores que es despreciable en el sistema MDF , motivo por el cual es necesario utilizar regeneradores para distancias grandes.

#### 2.3.2.3 TECNICA DE IMPULSOS PARA RADIOENLACES DIGITALES

La Modulación con Impulsos Codificados es un término utilizado para describir varias funciones esencialmente separadas. Estas funciones son (ver figura 2.6):

- El muestreo de una señal analógica.
- La cuantificación de las amplitudes de la muestra.
- La codificación para generar una señal que sea representativa de las muestras analógicas cuantificadas.

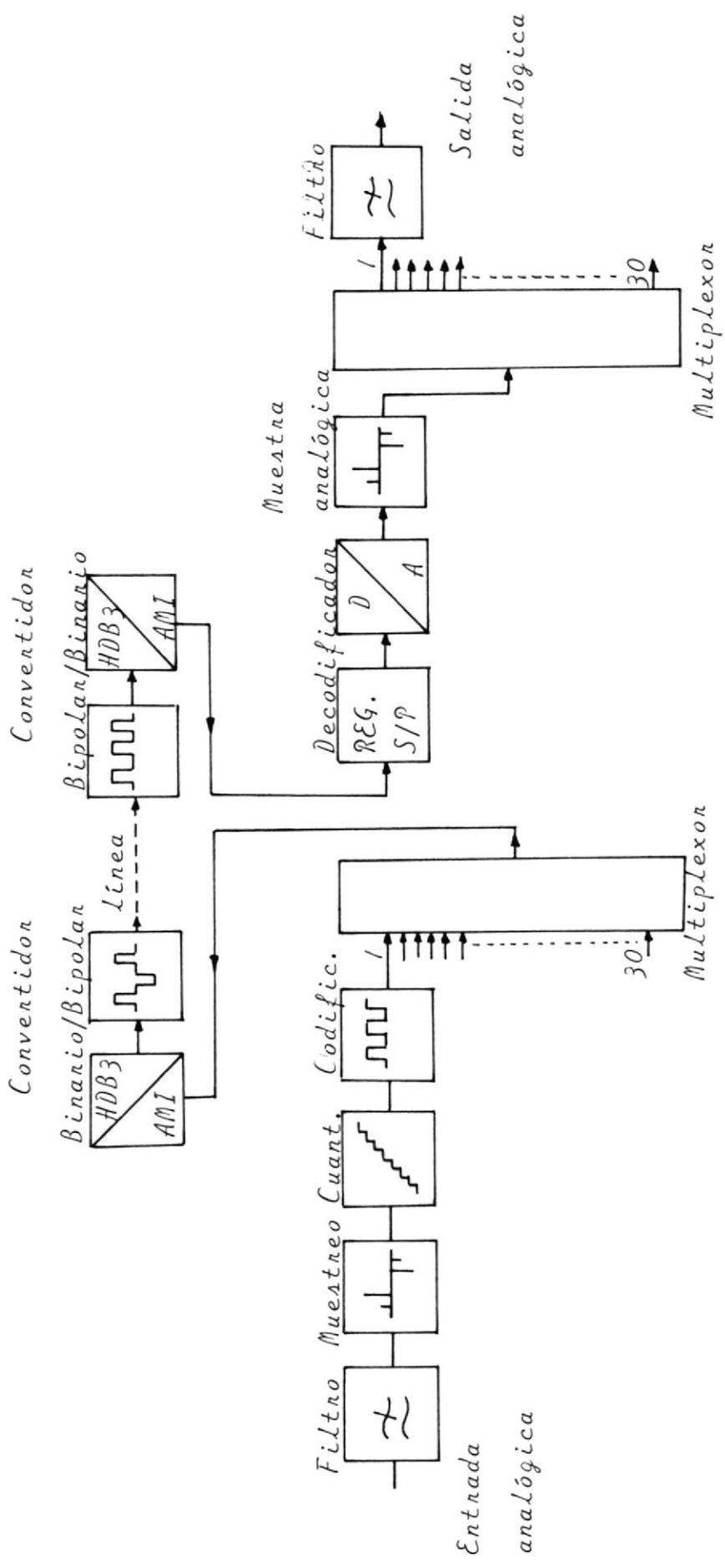
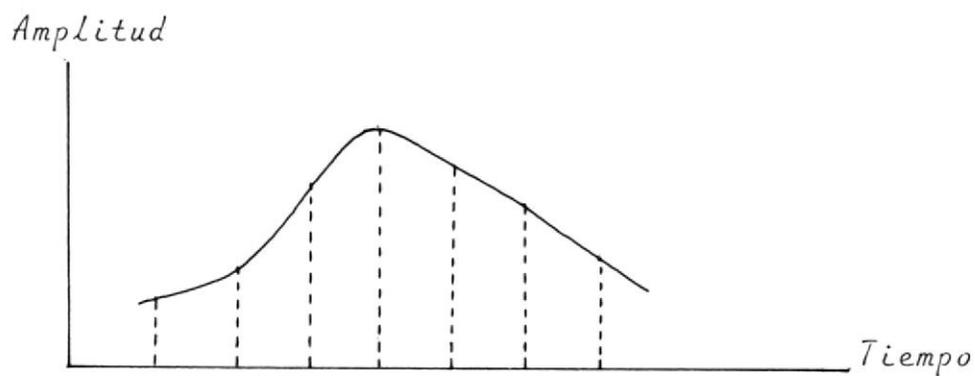


FIGURA 2.6 . - Funciones fundamentales de la modulación con impulsos codificados.

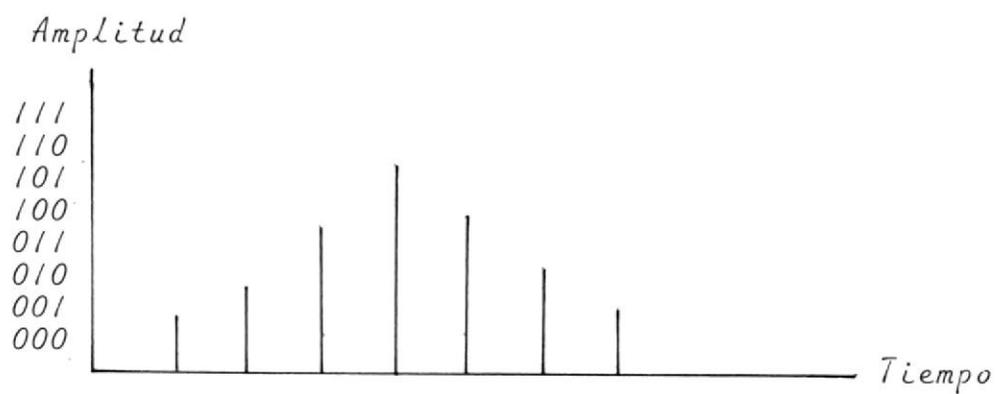
De acuerdo a la teoría de la información , para la transmisión de una información no se necesita que se envíe la señal entera . Es suficiente transmitir muestras tomadas a por lo menos el doble de la frecuencia más alta de la señal y esto es lo que se denomina el "teorema de muestreo" .

En la figura 2.7 se ilustra una aplicación de telefonía a este teorema, donde la señal de voz es limitada en banda a  $f_m = 3.4$  KHz y es muestreada a una velocidad de  $f_s = 8.2$  muestras por segundo. La señal a la salida  $m(t).s(t)$  tiene un número infinito de estados de amplitud diferentes de cero. Para codificar esta señal se requiere que la amplitud de los niveles sea cuantificada. La señal cuantificada toma el valor del nivel más cercano de cuantización al valor muestreado. La diferencia de amplitud entre el valor muestreado y el nivel de cuantización se llama error de cuantización, el cual es proporcional al tamaño de pasos, que es la diferencia entre dos niveles de cuantización consecutivos. Con un mayor número de niveles de

a) MUESTREO



b) CUANTIFICACION



c) CODIFICACION

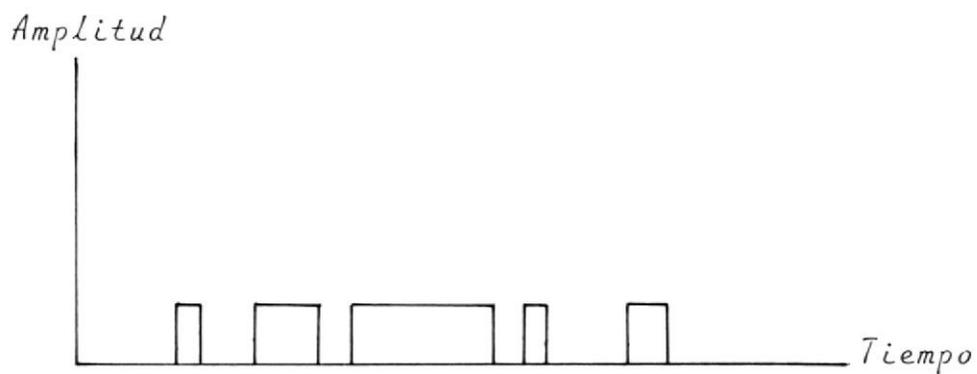


FIGURA 2.7 .- Obtención de una señal PCM.

cuantización (S más pequeño) se obtiene un menor error de cuantización. Experimentalmente se ha encontrado que, para una relación señal-ruido aceptable, se requiere 256 niveles de cuantización. Esto representa 8 bits de información por muestra codificada.

Para obtener una relación señal-ruido igual, tanto para una señal de amplitud pequeña como una de amplitud grande, se necesita de un cuantificador con un tamaño de paso no uniforme. Para conseguir una cuantificación con un tamaño de paso no uniforme, teniendo un cuantificador de tamaño de paso uniforme, se necesita colocar antes de éste un dispositivo no lineal de entrada-salida conocido como dispositivo de expansión.

### 2.3.3 SISTEMAS DE COMUNICACIONES LOCALES

Los estudios de demanda telefónica, que se presentarán en el siguiente capítulo, determinan la capacidad en líneas de abonados de la central telefónica local, con este número de líneas de abonado

se ha determinado el tipo de central a instalarse bajo el siguiente criterio.

- a) Las centrales locales con capacidades menores a 50 líneas deberán ser de tipo manual tanto local como larga distancia y solamente los casos en que en la zona exista ya el personal disponible, caso contrario no se ha considerado ningún tipo de central.
  
- b) Las centrales locales con capacidades entre 50 y 250 líneas tendrán un servicio automático local y semiautomático de larga distancia, en primer término debido a que para un número elevado de abonados el servicio manual es deficiente y aumenta los costos de operación. En segundo lugar centrales locales pequeñas deben ser de tipo modular, de fácil instalación y mantenimiento y de baja inversión en comparación con los gastos que ocasiona una central totalmente automática.
  
- c) Para capacidades mayores a 250 líneas ya se justifica una central totalmente automática tanto para el servicio local como para el de larga distancia.

### 2.3.3.1 CENTRALES ANALOGICAS

Las centrales analógicas para localidades rurales son de moderna tecnología, automática y discado directo, modulares y de pequeño tamaño, que ofrecen al usuario facilidades similares al de un abonado urbano.

Estas centrales son electromecánicas, poseen mando propio, y señalización de nivel superior y pueden introducirse en cualquier nivel jerárquico de redes de cualquier técnica.

Características de las centrales electromecánicas:

- Terminales para seleccionar por disco.
- Flexibilidad en la tarificación.
- Liberación de equipos en las operaciones inútiles por temporización.
- Gastos mínimos de operación y mantenimiento.
- Mando propio , funcionamiento independiente de una central de nivel superior.
- Señalización normalizada (MFC).

- Componentes confiables y de larga vida útil.
- Buena calidad de transmisión.
- Montaje compacto.
- Tasación simple para llamadas locales.

#### 2.3.3.2 CENTRALES DIGITALES

Estas centrales se basan en el sistema SPC (Central de programa almacenado), por lo que se las llama Centrales SPC.

Gran parte de las funciones están realizadas por programas y datos, que son fáciles de cambiar y económicos de producir.

Estas centrales son de tipo modular, lo cual permite cambiar los módulos defectuosos sin que los demás sean afectados. El sistema SPC permite una operación y mantenimiento centralizado.

Las actividades de operación, tales como observación de calidad de servicio, modificación de parámetros, etc., corresponden a la programación; tales trabajos

pueden controlarse a distancia desde un centro de operación y mantenimiento .

El ingreso físico a la central se lo realiza cuando es necesario cambiar tarjetas. Este control nos permite monitorear con mayor precisión el comportamiento de la red.

Características de las centrales digitales:

- Alta velocidad de interconexión.
- Elevada capacidad de tráfico.
- Espacio mínimo requerido.
- Congestión interna muy baja.
- Sistema de construcción modular. Montaje rápido.
- Ampliación de servicio.
- Bajo consumo de energía.
- Redes digitales de menor costo.

El sistema SPC se divide en tres partes: Conmutación, a la que están conectados los abonados, es donde se produce la conexión física de la conversación; la parte de

control es la encargada de dirigir las actividades relacionadas con la conmutación; la interfase que es la etapa de acoplamiento entre las etapas de control y la conmutación (red de abonados).

Entre las semejanzas podemos mencionar que los dos tipos de centrales ofrecen iguales facilidades a los abonados como ejemplo : son de discado directo, poseen mando propio, son de tipo modular.

## C A P I T U L O   I I I

### ESTUDIO DE LA DEMANDA TELEFONICA

#### 3.1 PROYECCION DE LA POBLACION POR CANTONES Y PARROQUIAS

En términos absolutos, la población de la provincia de Chimborazo registró para el periodo intercensal 1974-82 un leve aumento de 12.000 habitantes aproximadamente. No sucede lo mismo en cuanto a su tasa intercensal que , creciendo en 1950 a un ritmo de 2.0 % anual, baja a 0.8 % en el periodo 1962-74, para llegar finalmente al 0.5 % de crecimiento en el último periodo de observación.

En la tabla VII se presenta la proyección de la población hasta el año 2010, según datos proporcionados por el INEC..

#### 3.2 CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA

En la planificación de los servicios públicos de telecomunicaciones, un problema básico es determinar las necesidades de conexiones telefónicas a abonados.

TABLA VII.- PROYECCION DE LA POBLACION AL AÑO 2010

CANTONES	1985		1990		2000		2010	
	CON.	DIS.	CON.	DIS.	CON.	DIS.	CON.	DIS.
Riobamba	99.684	69.909	112.600	70.842	138.673	71.224	162.236	67.526
Alausí	12.938	34.007	12.519	33.433	10.912	29.766	8.930	24.952
Colta	6.401	53.798	6.630	56.208	6.845	58.672	6.833	59.473
Chunchi	5.094	10.578	5.387	10.393	5.728	9.044	5.840	7.594
Guamote	3.091	24.521	3.184	25.727	3.306	26.639	3.318	27.822
Guano+Penipe	12.382	33.279	13.068	33.553	14.248	33.737	15.145	33.130
TOTAL	139.590	226.092	153.388	230.156	179.712	229.082	202.302	220.497

Es sobre este campo de datos que se trabaja hasta consolidar un plan de desarrollo del servicio , que sea compatible con los recursos (humanos, financieros y técnicos) disponibles y tienda a satisfacer dichas necesidades en un plazo razonable.

La estimación de necesidades de conexiones requiere un proceso de muestreo y encuestas para localidades grandes y para las localidades pequeñas es suficiente un proceso de inspección y discusión con las autoridades locales.

De la información socio-económica analizada en el capítulo I, se destaca el hecho de que el 70 % de la población se halla concentrada en zonas rurales. Este simple pero muy revelador dato, pone de manifiesto que buena parte de los esfuerzos que el estado y los gobiernos seccionales hagan en beneficio de la provincia, deberán ser orientados a los sectores rurales con más población e históricamente desfavorecidos.

### 3.2.1 METODOS UTILIZADOS

Uno de los métodos empleados en el cálculo de la demanda es el método de la regresión exponencial ( consta en el documento, Estudio de la demanda

telefónica para la población rural del Ecuador ).

Según este método el cálculo de la demanda requiere que a la población se la clasifique según sus características socio-económico en poblaciones altas, medias y bajas. De acuerdo a esto podemos establecer que las cabeceras cantonales de la provincia se las considera como poblaciones de demanda relativamente media, y se incluyen algunas cabeceras parroquiales con gran desarrollo, el resto de la población se la considera relativamente baja.

El modelo matemático es el siguiente:

$$Y = a \cdot X^b \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

X: número de habitantes

Y: número de abonados

a y b: constantes

Los valores de "a" y "b" han sido tomados del documento "Estudio de la demanda telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador".

De acuerdo a esto obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$Y = 0.00894 \cdot X^{1.2419} \quad \text{Demanda media} \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$Y = 0.01366 \cdot X^{1.0889} \quad \text{Demanda baja} \quad \text{Ec. 3.3}$$

Existen otros métodos que pueden ser utilizados para determinar la demanda telefónica en las áreas rurales, de los cuales se mencionan:

**Método de inspección y discusión local.**- La inspección y discusión local está destinada a determinar en forma aproximada las necesidades de conexiones telefónicas de una localidad pequeña (tipo C dentro de la clasificación de localidades que se indicará posteriormente).

El método consiste en identificar y tomar contacto con una autoridad local que parezca ofrecer garantías de conocer bien la localidad y sus alrededores: Jefe Político, el Cura Parroco, el Jefe de la oficina de teléfonos, etc.. De esta persona inicialmente se obtienen, confirma o corrige información previa sobre el lugar.

Lo principal, sin embargo, es obtener de la autoridad local su opinión sobre las necesidades insatisfechas de teléfonos en su localidad. Este método es muy adecuado siempre que las necesidades totales no sean tan altas como para que la autoridad local no logre identificarlas una a una y especificar la ubicación precisa deseado de cada teléfono.

**Método de encuestas.**- Este procedimiento debe ser tratado con más detenimiento que el anterior y requiere mayor conocimiento y experiencia en realización de encuestas.

Las encuestas se realizarán por medio afiches de y hojas volantes para invitar a los interesados en el servicio telefónico a inscribirse.

Se aplicará este método para localidades rurales grandes en los que el método anterior no es adecuado. En en el apéndice 1, presentamos un formato de encuesta para obtener información básica .

**Metodo de comparación.**- Este método es aplicable en poblaciones rurales, ya que estas presentan características muy similares. Para que sea posible

aplicar este método es necesario clasificar a las localidades según su grado de desarrollo y nivel socio-económico, lo cual es posible realizarlo después de la inspección de la localidad y de tomar la mayor información posible en ella.

La clasificación de las localidades se ha basado en el análisis de los siguientes factores: Gobierno local, Salud Pública, vías de acceso, comercio interurbano, nivel educacional, energía eléctrica.

Las localidades más desarrolladas, tipo A son aquellas que tienen 5 o 6 de estas clases; las localidades de menor desarrollo, tipo B son aquellas que tienen 3 o 4 de estas clases; y las localidades más olvidadas y aisladas las de tipo C, son aquellas que tienen una o ninguna de estas clases.

### 3.3 PROYECCION DE LA DEMANDA AL AÑO 2010

El estudio de la proyección de la demanda telefónica al año 2010, se ha basado en métodos de encuestas y muestreos realizados por el Departamento de Telecomunicaciones Rurales de IETEL.

Para pronosticar la demanda telefónica de los pueblos se

han encontrado relaciones entre los siguientes parámetros:

- Relación entre la densidad telefónica y el producto interno bruto per cápita, y
- Relación entre el pronóstico de la demanda telefónica y el servicio eléctrico.

Relación entre la demanda telefónica y el producto interno bruto per cápita.

Después de amplias investigaciones se ha demostrado que existe una clara correlación entre la demanda telefónica y el producto interno bruto a precios constantes (PIBP).

Esta correlación se expresa mediante una relación logarítmica lineal de dos variables, la demanda telefónica  $D$  y el PIB per cápita a precios constantes  $P$ .

La ecuación es la siguiente:

$$\text{LOG}(D) = A + B \cdot \text{LOG}(P) \qquad \text{Ec. 3.4}$$

Donde:

$D$ : líneas principales por cada 100 habitantes

P: PIB a precios constantes (miles de sucres)

Las constantes A y B pueden determinarse para el Ecuador por el método de mínimos cuadrados utilizando los datos históricos tanto de la densidad telefónica como del PIB.

Determinada la ecuación y realizando un pronóstico del crecimiento económico del país, se podrá estimar la densidad telefónica futura.

Se han determinado dos ecuaciones:

La primera toma en cuenta los datos históricos desde 1963 hasta 1984 sobre la población, líneas principales y el PIB per-cápita a precios constantes de 1975.

La ecuación es la siguiente:

$$\text{LOG}(D) = -1,5498 + 1.6079 \cdot \text{LOG}(P) \quad \text{Ec. 3.5}$$

La segunda ecuación a diferencia de la primera toma en cuenta datos del PIBP.75 ajustados a una curva mediante el método de mínimos cuadrados desde 1963 hasta 1990. Esta ecuación incluye los proyectos de instalación de líneas principales previstas en el plan de desarrollo 1985-1989.



La ecuación es la siguiente:

$$\text{LOG(D)} = -2.2366 + 2.1929 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.6}$$

Se ha considerado dos hipótesis de crecimiento del PIB.75 , definidos de la siguiente manera:

- **Hipótesis de relativo optimismo.**- Toma en cuenta la evolución histórica del PIB.75 desde el año 1950 hasta 1984. Se obtiene que para el año 2010 se tendrá un PIB.75 en un valor aproximado a los 38.000 sucres.
  
- **Hipótesis de relativo pesimismo.**- Considera los datos históricos de la década de 1973 a 1982, donde el PIB.75 creció de una forma regular y que para el año 2010 crecerá aproximadamente a 31.500 sucres.

En la tabla VIII podemos apreciar los resultados para el año 2010, considerando las dos hipótesis para el crecimiento del PIB.75 y tomando en consideración las ecuaciones que se han establecido para el Ecuador.

El resultado II ha sido descartado por considerar dos situaciones de pesimismo: por un lado que el PIB.75 crezca con la hipótesis del relativo pesimismo y por otro lado que el plan de desarrollo 1985-1990 no se

TABLA VIII .- RESULTADOS PARA EL AÑO 2010 DE DENSIDAD  
TELEFONICA

Hipótesis	Ecuación 1		Ecuación 2	
	PIBP.75 (sucres)	Densidad Telefónica	PIBP.75 (sucres)	Densidad Telefónica
Relativo Optimismo....	38.000	10	38.000	17
		Resultado I		Resultado III
Relativo Pesimismo....	31.500	7	31.500	11
		Resultado II		Resultado IV

realice de acuerdo a lo programado. De presentarse este caso las comunicaciones en nuestro país se verían afectadas por un lentísimo desarrollo.

Las posibilidades I, III, IV determinan el rango en donde debe encontrarse la densidad telefónica en el año 2010, el rango es de 10 a 17 líneas principales por cada 100 habitantes.

Relación entre el pronóstico de la demanda telefónica y el servicio eléctrico.

A nivel de pronósticos de demanda para ofrecer servicio eléctrico, se han desarrollado estudios sofisticados, para pronosticar el crecimiento de abonados, el consumo eléctrico, la distribución por áreas y sectores económicos, etc., en cambio para el servicio telefónico estos estudios no existen o en su defecto se utilizan sistemas inadecuados y primitivos.

Como los factores que influyen en la demanda de energía eléctrica por lo general tienen similares efectos en la demanda telefónica, es posible que un pronóstico del servicio eléctrico puede convertirse en un pronóstico para el servicio telefónico, con el objetivo de realizar una proyección acorde con las necesidades de la región.

Procesando y analizando los datos estadísticos presentados por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación en el documento " Resúmen Estadístico del Servicio Eléctrico del Ecuador, periodo 1965-1984 "; así como también los principales datos históricos del servicio telefónico se ha podido determinar que desde el año 1965 hasta 1976 el servicio telefónico se desarrolló paralelamente al servicio eléctrico.

Tomando en cuenta los datos históricos desde 1965 hasta 1976 tanto del número de líneas telefónicas principales como del consumo anual de energía eléctrica, se determinó que existe una correlación entre esas dos variables.

La ecuación que representa esa relación es:

$$\text{LOG}(Y) = -1.0555 + 1.0664 \cdot \text{LOG}(X) \quad \text{Ec. 3.7}$$

Donde:

Y: abonados telefónicos en miles

X: consumo anual de energía eléctrica en millones de KWh

Si se consideran los datos históricos desde 1973 hasta 1984 donde el servicio telefónico no creció conforme al servicio eléctrico, se obtiene mediante el análisis de

regresión la ecuación siguiente:

$$\text{LOG}(Y) = -0.1836 + 0.7548 \cdot \text{LOG}(X) \quad \text{Ec. 3.8}$$

De acuerdo al pronóstico realizado por INECEL para el año 2010 se tendrá un consumo anual de energía eléctrica de 17.100 millones de KWh.

Si el número de abonados crece de acuerdo a la ec. 3.7 , para el año 2010 se tendrá 2'875.000 abonados que comprenden a una densidad telefónica de 16.5 .

En cambio si crece de acuerdo a la ec. 3.8, para el mismo año se tendrá 1'027.000 abonados dando una densidad telefónica de 6 .

La posibilidad de que el servicio telefónico crezca de acuerdo a la ec. 3.8 deberá descartarse por dos razones:

- El crecimiento será demasiado lento y,
- El total de líneas, suponiendo que el plan de desarrollo 85-89 se ejecute en forma regular , aumentará a gran ritmo.

Parece razonable pensar que el servicio telefónico aunque no alcance el nivel de desarrollo del servicio

eléctrico, el valor obtenido de la ec. 3.7 puede tomarse como punto de referencia.

Una solución apropiada podría ser que desde 1990 las líneas telefónicas principales cescan con una densidad de 10 hasta un valor de 15 en el año 2010.

Determinación de la demanda telefónica a nivel nacional durante el periodo 1985-2010 .

De acuerdo a los resultados obtenidos en los métodos anteriores, se plantea un método para determinar la densidad telefónica, el número de líneas principales, líneas de central, la demanda insatisfecha y la demanda total a nivel nacional.

Para el periodo 1985-2010, se establecieron los valores de densidad telefónica de acuerdo a la programación del plan de desarrollo 1985-1989 y a la meta establecida para el año 2010 de tener una densidad telefónica aproximada de 5, es decir 54.000 líneas principales.

Para el periodo 1990-2010, tomando en cuenta los resultados anteriores, se ha llegado a la conclusión que dichos resultados se aproximan a los resultados deducidos de la ecuación del tipo:

$$\text{LOG}(D_n) = \text{LOG}(D_1) + (n-1990) \cdot \text{LOG}(1+A) \quad \text{Ec. 3.9}$$

Donde:

$D_n$ : densidad telefónica del año  $n$

$D_1$ : densidad telefónica en el año 1990 (= 5)

$n$ : año

$$A = 10^{\frac{X}{z-1990}} - 1$$

$Z$ : año 2010

$X = \text{LOG}(D_2 - D_1)$

$D_2$ : densidad telefónica en el año 2010 (= 13)

La ecuación anterior puede escribirse como:

$$D_n = 5.01 (1 + 0.4888)^{n-1990}$$

Conociendo los datos de densidad telefónica y de población se puede calcular los datos de líneas principales que estarán en funcionamiento cada año.

La ecuación que representa la evolución de la lista de espera (LE) en función de la densidad telefónica (D) es la siguiente:

$$\text{LOG}(\text{LE}) = 2.1287 - 0.9739 \cdot \text{LOG}(\text{D}) \quad \text{Ec. 3.10}$$

$$\text{LE} = \frac{\text{lista de espera}}{\text{líneas en servicio}} \cdot 100$$

D: líneas principales por cada 100 habitantes

Demanda total = Líneas principales + Lista de espera

Demanda a nivel provincial

Analizando los datos históricos se ha podido determinar que la provincia con mayor número de habitantes tiene mayor número de líneas principales.

La relación entre las variables población y líneas principales, se expresa de la siguiente forma:

$$\text{LOG}(\text{LP}) = a + b \cdot \text{LOG}(\text{P})$$

Donde:

LP: líneas principales

P: población

Para cada uno de los años mencionados se encontró la relación logarítmica lineal, para las dos variables, así.

$$1980: \text{LOG}(\text{LP}) = -6.5644 + 1.8188 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.11}$$

$$1985: \text{LOG}(\text{LP}) = -5,7974 + 1.6945 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.12}$$

$$1990: \text{LOG}(\text{LP}) = -4.6686 + 1.5535 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.13}$$

Analizando las ecuaciones observamos que estas se van desplazando y que sus pendientes disminuyen a medida que transcurre el tiempo. Esto se debe a que las provincias con menor número de habitantes y menor desarrollo telefónico tienden a igualarse con las provincias más pobladas y telefónicamente más desarrolladas.

Las rectas calculadas seguirán la misma tendencia hasta llegar a una recta de la forma:

$$\text{LOG}(\text{LP}) = -0.348 + \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.14}$$

Esto significa que en el futuro cercano las provincias tendrán igual densidad telefónica, independiente de la población. Esta situación se presentará en el año 2050 con una densidad telefónica de 45 .

Conocidas las ecuaciones de las rectas para los años 1990 y 2050, podemos determinar las ecuaciones restantes; así que para el año 2010 se tiene:

$$\text{LOG}(\text{LP}) = -3.2284 + 1.3690 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.15}$$

Este método da resultados más confiables si es aplicado en forma independiente, tanto para la población concentrada como para la dispersa.

Considerando sólo la población concentrada se obtuvo el siguiente resultado para el año 2010:

$$\text{LOG(LP)} = -1.5858 + 1.1227 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.16}$$

Con esta ecuación calculamos las líneas principales para la provincia de Chimborazo al año 2010, los resultados se presentan en la tabla IX.

Los valores resultantes fueron ajustados por un factor "f", de tal forma que la densidad total a nivel nacional sea 13.

$$f = \frac{2'259.270}{1'926.350 + 75.748} = 1.128$$

Donde:

1'926.350 es el número de líneas principales para la población concentrada.

75.748 es el número de de líneas principales para la población dispersa.

2'259.270 es el número de líneas principales para que a nivel nacional se tenga en el año 2010 una densidad telefónica de 13.

Para la relación entre líneas principales y población dispersa se considera lo siguiente:

- La densidad telefónica al año 1990 para la población dispersa, se la considera como 0.3.
- Para el año 2050 la densidad telefónica para la población dispersa es aproximadamente la cuarta parte de la densidad obtenida para la población concentrada.
- La penetración telefónica aumentará en forma regular en los próximos 60 años.

De los parámetros obtenidos de las ecuaciones para los años 1990 ( $a=-2.5229$  y  $b=1$ ) y 2050 ( $a=-0.5229$  y  $b=1$ ) con densidades telefónicas de 0.3 y 12 respectivamente, podemos determinar la ecuación al año 2010, que se expresa de la siguiente manera:

$$\text{LOG(LP)} = -1.8015 + \text{LOG(P)}$$

Ec. 3.17



Los resultados para la población dispersa de la provincia fueron ajustados de tal manera que la densidad telefónica sea de 1.78 .



TABLA IX .- RESULTADOS DE DEMANDA A NIVEL PROVINCIAL

---

Población Concentrada: 202.302 habitantes

Líneas Principales : 25.310

Densidad Telefónica : 11.62

Valores ajustados

Líneas principales : 26.520

Densidad Telefónica : 13.1

---

Población Dispersa : 220.497 habitantes

Líneas principales : 3483

Densidad Telefónica : 1.58

Valores ajustados

Líneas Principales : 3930

Densidad Telefónica : 1.78

---

### Demanda a nivel cantonal

Tomando en cuenta los datos sobre el número de líneas principales, población concentrada y densidad telefónica que tendrían para el año 1990 cada uno de los cantones y cabeceras cantonales, una vez ejecutado el plan de desarrollo 1985-1990, se estableció cuatro ecuaciones, considerando las siguientes condiciones:

Ecuación 1.- Se consideran los datos de todos los cantones.

Ecuación 2.- Se consideran los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1990 tienen una densidad telefónica menor a 5 .

Ecuación 3.- Se considera los cantones cuyas cabeceras cantonales tienen en 1990 una densidad telefónica mayor a 5 .

Ecuación 4.- Se consideran los cantones cuyas cabeceras cantonales son capitales provinciales.

Los resultados obtenidos son:

$$1.- \text{LOG(LP)} = -2.1030 + 1.1537 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.18}$$

$$2.- \text{LOG(LP)} = -1.4742 + 1.0456 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.19}$$

$$3.- \text{LOG(LP)} = -1.7025 + 1.1060 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.20}$$

$$4.- \text{LOG(LP)} = -1.7761 + 1.1287 \cdot \text{LOG(P)} \quad \text{Ec. 3.21}$$

Con estas ecuaciones y siguiendo el mismo método utilizado a nivel provincial, se determinaron las siguientes ecuaciones para el año 2010 .

$$1.- \text{LOG}(\text{LP}) = -1.5180 + 1.1025 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.22}$$

$$2.- \text{LOG}(\text{LP}) = -1.0988 + 1.0304 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.23}$$

$$3.- \text{LOG}(\text{LP}) = -1.2510 + 1.0707 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.24}$$

$$4.- \text{LOG}(\text{LP}) = -1.3001 + 1.0858 \cdot \text{LOG}(\text{P}) \quad \text{Ec. 3.25}$$

Para escoger la alternativa más apropiada para cada uno de los cantones, se ha dividido a estos en categorías , dependiendo del valor de la densidad telefónica (D) de las cabeceras cantonales en el año 1990, así:

Categoría 1.- Densidad en el rango de:  $0 < D < 2$

Categoría 2.- Densidad en el rango de:  $2 < D < 5$

Categoría 3.- Densidad en el rango de:  $D > 5$

Categoría 4.- Corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantonales son capitales provinciales.

Los valores parciales serán ajustados de tal forma que a nivel provincial coincida con los valores determinados a nivel cantonal , los resultados se muestran en las tablas X y XI.

Tomando en cuenta los resultados a nivel provincial para

TABLA X . - RESULTADOS DE DEMANDA A NIVEL CANTONAL PARA LA POBLACION CONCENTRADA

RESULTADO PARCIAL

CANTON	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD TELEFONICA	TIPO DE CANTON
Riobamba	162.236	22.375	14.02	4
Alausí	8.930	938	10.50	2
Colta	6.833	712	10.42	2
Chunchi	5.840	605	10.34	2
Guamote	3.318	338	10.19	2
Guano+Penipe	15.145	1.617	10.68	2
TOTAL	202.302	26.985	13.33	-

TABLA XI .- RESULTADOS DE DEMANDA A NIVEL CANTONAL PARA LA POBLACION CONCENTRADA

RESULTADO FINAL

CANTON	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD TELEFONICA	TIPO DE CANTON
Riobamba	162.236	22.382	13.78	4
Alausi	8.930	922	10.32	2
Colta	6.833	700	10.24	2
Chunchi	5.840	595	10.16	2
Guamote	3.318	332	10.01	2
Guano+Penipe	15.145	1.589	10.49	2
TOTAL	202.302	26.520	13.10	

la población dispersa en cuanto al número de líneas principales, éstas se han distribuido de tal forma que forma que todos los cantones en el año 2010 tengan una densidad igual y con un valor aproximado de 1.78 . Los resultados se muestran en la tabla XII.

#### Demanda a nivel parroquial

Con datos sobre población concentrada, líneas principales y densidad telefónica para el año 1990 de cada una de las cabeceras cantonales, una vez ejecutado el plan de desarrollo programado, se estableció al igual que el caso anterior cuatro alternativas, que son:

- 1.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -1.5229 + \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.26
- 2.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -0.8879 + 0.8955 \cdot \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.27
- 3.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -1.1287 + 1.0028 \cdot \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.28
- 4.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -1.4467 + 1.0571 \cdot \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.29

Con estas ecuaciones y siguiendo el mismo método utilizado a nivel provincial, se determinaron las ecuaciones para el año 2010, que son:

- 1.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -1.1313 + \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.30
- 2.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -0.7079 + 0.9303 \cdot \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.31
- 3.-  $\text{LOG}(\text{LP}) = -0.8679 + 1.0090 \cdot \text{LOG}(\text{P})$  Ec. 3.32

TABLA XII .- RESULTADOS DE DEMANDA TELEFONICA A NIVEL CANTONAL PARA LA POBLACION DISPERSA

RESULTADO FINAL (ajustado a D = 1.78)

CANTON	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD
Riobamba	67.526	1204	1.78
Alausí	24.952	445	1.78
Colta	59.473	1060	1.78
Chunchi	7.594	136	1.78
Guamate	27.822	495	1.78
Guano+Penipe	33.130	590	1.78
TOTAL	220.497	3930	1.78

$$4, - \text{LOG}(LP) = -1.0805 + 1.0501 \cdot \text{LOG}(P) \quad \text{Ec. 3.33}$$

La asignación de la alternativa más apropiada se la realiza con las mismas consideraciones del análisis anterior.

### 3.4 CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO

La función de conmutación de un sistema se satisface cuando dicho sistema logra la conexión entre cualquier par de suscriptores y puede determinar el costo de la llamada.

Se parte sobre la base de introducir la cantidad de equipo que permitiese atender una cantidad de llamadas igual al 10 % del número total de abonados, sin importar el número de peticiones de servicio (intentos de llamada) que se rechazan por falta de equipo, debido a un tráfico mayor que el considerado. Si deseamos diseñar un sistema telefónico que funcione en forma óptima, es decir con máxima eficiencia y al mínimo costo, se debe estudiar a más de lo indicado, el costo del sistema, para encontrar soluciones precisas.

La capacidad del equipo de conmutación y la cantidad de líneas viene determinado por el número medio de llamadas

por línea de abonado y la duración media de las mismas , en la hora cargada.

Estos valores de intensidad de tráfico por línea de abonado dependen de la categoría de este, de la densidad de abonados y de la población, de la política de tarificación y de la cantidad de servicios suplementarios ofrecidos.

La población de las áreas rurales depende de las zonas urbanas más cercanas para poder satisfacer sus necesidades, en éstas áreas el porcentaje que representa el tráfico a larga distancia en relación con el tráfico total es mayor que en las zonas urbanas; en la mayoría de los casos el número de llamadas de larga distancia superan a las llamadas locales.

El tiempo medio de operación de equipo depende del tipo de tráfico, del comportamiento del abonado, y de la calidad del servicio y varía generalmente entre 45 y 120 segundos, en casos extremos 30 y 150 segundos.

Un método aplicado para determinar el tráfico telefónico es el que considera un tráfico total de 0.05 erlang por abonado ( consta en el documento estudio de la demanda telefónica para la población rural del Ecuador ) , por medio de la siguiente ecuación:

$$d = F + \frac{M - F}{1 + a \cdot Y^b} \quad \text{Ec. 3.34}$$

Donde:

d: tráfico en erlangs por cada 100 habitantes

Y: número de abonados en la central local

M: constante (= 5.313)

F: constante (= 0.2)

a: constante (= 0.0002)

b: constante (= 1.23)

### 3.5 CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS

Para calcular el número de circuitos (N) se hace uso de la "tabla de calculo del tráfico telefónico en erlang" (ver tabla XIII) en la cual se encuentra tabulada el número de circuitos en función de la probabilidad de pérdida (E) y el flujo del tráfico ofrecido (A) en erlang .

Para el calculo del número de circuito en nuestra red utilizamos un valor de perdida E del 1% (0.01) y una intensidad de tráfico de cada abonado de 0.05 erlangs.

A continuación presentamos los resultados obtenidos para los pueblos de la provincia.

TABLA XIII .- TABLA DE CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO

N	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02
1	0.00705	0.00806	0.00908	0.01010	0.02041
2	0.12600	0.13532	0.14416	0.01010	0.22347
3	0.39640	0.41757	0.43711	0.45549	0.60221
4	0.77729	0.81029	0.84085	0.86942	1.09230
5	1.23620	1.28100	1.32230	1.36080	1.65710
6	1.75310	1.80900	1.86100	1.90900	2.27590
7	2.31490	2.38200	2.44370	2.50090	2.93540
8	2.91250	2.99020	3.06150	3.12760	3.62710
9	3.53950	3.62740	3.70800	3.78250	4.34470
10	4.19110	4.28890	4.37840	4.46120	5.08400
11	4.86370	4.97090	5.06910	5.15990	5.84150
12	5.55430	5.67080	5.77740	5.87600	6.61470
13	6.26070	6.38630	6.50110	6.60720	7.40150
14	6.98110	7.11540	7.23820	7.35170	8.20030
15	7.71390	7.85680	7.98740	8.10800	9.00960
16	8.45790	8.60920	8.74740	8.87500	9.82840
17	9.21190	9.37140	9.51710	9.65160	10.65800
18	9.97510	10.14300	10.29600	10.43700	11.49100
19	10.74700	10.92200	11.08200	11.23000	12.33300
20	11.52600	11.70900	11.87600	12.03100	13.18200

Año	Población	Líneas	densidad	flujo de	Número de
	(# habitantes)	principales	telefónica	tráfico	circuitos
				(erlang)	

Cacha (Población tipo 1)

1985	129	1	0.78	0.05	1
1990	131	1	0.77	0.05	1
2000	132	3	2.27	0.15	2
2010	125	9	7.20	0.45	3

Calpi (Población tipo 1)

1985	1.393	1	0.07	0.05	1
1990	1.411	1	0.07	0.05	1
2000	1.419	11	0.77	0.55	3
2010	1.345	160	11.89	8.00	15

Cubijies (Población tipo 1)

1985	883	1	0.11	0.05	1
1990	895	1	0.11	0.05	1
2000	900	9	1.00	0.45	3
2010	895	63	7.39	3.15	8

Chambo (Población tipo 2)

1985	3.165	52	1.64	2.60	7
1990	3.207	142	4.43	7.10	14
2000	3.224	228	7.07	11.4	19
2010	3.057	342	11.19	17.1	26

Flores (Población tipo 1)

1985	359	1	0.28	0.05	1
1990	364	1	0.27	0.05	1
2000	366	6	1.64	0.30	3
2010	347	26	7.49	1.30	5

Licán (Población tipo 1)

1985	550	1	0.18	0.05	1
1990	557	1	0.18	0.05	1
2000	560	7	1.25	0.35	3
2010	531	39	7.34	1.95	6

Licto (Población tipo 1)

1985	1.448	1	0.07	0.05	1
1990	1.468	1	0.07	0.05	1
2000	1.475	10	0.68	0.50	3
2010	1.399	103	7.36	5.15	11



## Pungalá (Población tipo 1)

1985	484	1	0.20	0.05	1
1990	490	1	0.20	0.05	1
2000	493	6	1.22	0.30	3
2010	467	33	7.39	1.73	5

## Punín (Población tipo 1)

1985	559	1	0.18	0.05	1
1990	566	1	0.17	0.05	1
2000	569	6	1.05	0.30	3
2010	540	40	7.40	2.00	6

## Quimiag (Población tipo 1)

1985	528	1	0.19	0.05	1
1990	535	1	0.18	0.05	1
2000	538	6	1.12	0.30	3
2010	510	38	7.39	1.88	5

## San Juan (Población tipo 1)

1985	882	1	0.11	0.05	1
1990	894	1	0.11	0.05	1
2000	899	8	0.89	0.40	3
2010	852	63	7.39	3.15	8

## San Luis (Población tipo 1)

1985	1.062	1	0.09	0.05	1
1990	1.076	1	0.09	0.05	1
2000	1.082	9	0.83	0.45	3
2010	1.025	75	7.38	3.78	9

## Total del cantón Riobamba

1985	11.442	63	0.55	3.15	8
1990	11.594	153	1.32	7.65	14
2000	11.657	280	2.40	14.00	22
2010	11.093	777	7.00	38.95	51

## Alausí (Población tipo 2)

1985	5.510	90	1.63	4.50	10
1990	5.216	232	4.45	11.60	20
2000	4.410	312	7.07	15.60	24
2010	3.4	386	11.09	19.30	28

## Achupallas (Población tipo 1)

1985	585	1	0.17	0.05	1
1990	575	1	0.17	0.05	1
2000	512	6	1.17	0.30	3

2010	429	32	7.46	1.60	5
------	-----	----	------	------	---

Guasuntos (población tipo 1)

1985	1.349	1	0.07	0.05	1
1990	1.326	4	0.30	0.20	2
2000	1.181	9	0.76	0.45	3
2010	990	73	7.37	3.65	9

Cumandá (Población tipo 1)

1985	1.039	-	-	-	-
1990	1.021	1	0.09	0.05	1
2000	909	8	0.88	0.40	3
2010	762	56	7.35	2.80	7

Huigra (Población tipo 1)

1985	1.386	1	0.07	0.05	1
1990	1.362	4	0.29	0.20	2
2000	1.213	10	0.82	0.50	3
2010	1.017	75	7.37	3.75	9

Multitud (Población tipo 1)

1985	136	1	0.74	0.05	1
------	-----	---	------	------	---

1990	133	1	0.75	0.05	1
2000	119	3	2.52	0.15	2
2010	99	7	7.07	0.35	3

Pistishi (Población tipo 1)

1985	153	1	0.65	0.05	1
1990	151	1	0.66	0.05	1
2000	134	3	2.24	0.15	2
2010	112	8	7.14	0.40	3

Pumallacta (Población tipo 1)

1985	225	1	0.44	0.05	1
1990	221	1	0.45	0.05	1
2000	197	4	2.03	0.20	2
2010	165	12	7.27	0.60	3

Sevilla (Población tipo 1)

1985	300	1	0.33	0.05	1
1990	295	1	0.34	0.05	1
2000	263	4	1.52	0.20	2
2010	220	16	7.27	0.80	4

Sibambe (Población tipo 1)

1985	1.126	1	0.09	0.05	1
1990	1.107	1	0.09	0.05	1
2000	986	8	0.81	0.40	3
2010	826	61	7.38	3.05	8

Tixán (Población tipo 1)

1985	1.129	1	0.09	0.05	1
1990	1.110	1	0.09	0.05	1
2000	988	8	0.30	0.15	3
2010	829	61	0.97	0.40	8

Total del cantón Alausí

1985	12.938	99	0.77	4.95	11
1990	12.517	248	1.98	12.40	20
2000	10.912	375	3.44	18.75	28
2010	8.929	787	8.81	39.35	52

Cajabamba (Población tipo 2)

1985	2.383	10	0.42	0.50	3
1990	2.431	64	2.63	3.20	8
2000	2.462	141	5.73	7.05	14
2010	2.391	272	11.38	13.60	22

## Cañi (Población tipo 1)

1985	190	1	0.53	0.05	1
1990	198	1	0.51	0.05	1
2000	207	4	1.93	0.20	2
2010	210	16	7.62	0.80	4

## Columbe (Población tipo 1)

1985	499	1	0.20	0.05	1
1990	522	1	0.19	0.05	1
2000	545	6	1.10	0.30	3
2010	552	41	7.43	2.05	6

## Juan de Velasco (Población tipo 1)

1985	181	1	0.55	0.05	1
1990	189	1	0.53	0.05	1
2000	198	4	2.02	0.20	2
2010	200	15	7.50	0.75	4

## Pallatanga (Población tipo 2)

1985	1.941	1	0.05	0.05	1
1990	2.028	53	2.61	2.65	7
2000	2.117	121	5.72	6.05	12

2010	2.146	246	11.46	12.30	22
------	-------	-----	-------	-------	----

Santiago de Quito (Población tipo 1)

1985	1.207	-	-	-	-
1990	1.261	1	0.08	0.05	1
2000	1.316	10	0.76	0.50	3
2010	1.334	99	7.42	4.95	11

Total del cantón Colta

1985	6.401	14	0.22	0.70	4
1990	6.629	121	1.83	6.05	12
2000	6.845	286	4.18	14.30	22
2010	6.833	689	10.08	34.45	46

Chunchi (Población tipo 2)

1985	3.634	59	1.62	2.95	7
1990	3.953	176	4.45	8.80	16
2000	4.480	317	7.08	15.85	25
2010	4.792	520	10.85	26.00	37

Capzol (Población tipo 1)

1985	126	-	-	-	-
------	-----	---	---	---	---

1990	124	1	0.81	0.05	1
2000	108	3	2.78	0.15	2
2010	91	7	7.69	0.35	3

Compud (Población tipo 1)

1985	192	-	-	-	-
1990	189	1	0.53	0.05	1
2000	164	3	1.83	0.15	2
2010	138	10	7.25	0.50	3

Gonzol (Población tipo 1)

1985	861	-	-	-	-
1990	846	1	0.12	0.05	1
2000	736	7	0.95	0.35	2
2010	618	46	7.44	2.30	4

Llagos (Población tipo 1)

1985	281	-	-	-	-
1990	276	1	0.36	0.05	1
2000	240	4	1.67	0.20	2
2010	201	15	7.46	0.75	4

Total del cantón Chunchi

1985	5.094	59	1.16	2.95	8
1990	5.387	180	3.34	9.00	17
2000	5.728	333	5.81	16.65	26
2010	5.840	598	10.24	29.90	41

Guamote (Población tipo 2)

1985	2.494	10	0.40	0.50	3
1990	2.557	67	2.62	3.35	8
2000	2.657	152	5.72	7.60	14
2010	2.640	299	11.33	14.95	23

Cebadas (Población tipo 1)

1985	293	-	-	-	-
1990	307	1	0.33	0.05	1
2000	318	5	1.57	0.25	3
2010	332	25	7.53	1.25	5

Palmira (Población tipo 1)

1985	305	-	-	-	-
1990	320	1	0.31	0.05	1
2000	331	5	1.51	0.25	2
2010	346	26	7.51	1.30	5

## Total del cantón Guamote

1985	3.092	10	0.32	0.50	3
1990	3.184	69	2.17	3.45	9
2000	3.306	162	4.90	8.10	15
2010	3.318	350	10.55	17.50	27

## Guano (Población tipo 2)

1985	6.996	70	1.00	3.50	9
1990	7.638	248	3.25	12.40	20
2000	8.788	497	5.65	24.85	35
2010	9.783	1.010	10.32	50.50	71

## El Altar (Población tipo 1)

1985	201	-	-	-	-
1990	203	1	0.49	0.05	1
2000	204	4	1.96	0.20	2
2010	200	15	7.50	0.75	4

## Guanando (Población tipo 1)

1985	150	-	-	-	-
1990	151	1	0.66	0.05	1
2000	152	3	1.97	0.15	2

2010	150	11	7.33	0.55	3
------	-----	----	------	------	---

**Ilapo (Población tipo 1)**

1985	279	-	-	-	-
1990	281	1	0.36	0.05	1
2000	283	4	1.41	0.20	2
2010	278	21	7.55	1.05	5

**La Providencia (Población tipo 1)**

1985	235	-	-	-	-
1990	237	1	0.42	0.05	1
2000	239	4	1.67	0.20	2
2010	234	17	7.26	0.85	4

**Matus (Población tipo 1)**

1985	461	-	-	-	-
1990	465	1	0.22	0.05	1
2000	468	6	1.28	0.30	2
2010	459	34	7.41	1.70	5

**Penipe (Población tipo 2)**

1985	624	1	0.16	0.05	1
------	-----	---	------	------	---

1990	629	1	0.16	0.05	1
2000	633	7	1.11	0.35	3
2010	621	46	7.41	2.30	7

Puela (Población tipo 1)

1985	225	-	-	-	-
1990	227	1	0.44	0.05	1
2000	228	4	1.75	0.20	2
2010	224	17	7.59	0.85	4

San Andrés (Población tipo 1)

1985	1.418	1	0.07	0.05	1
1990	1.429	58	4.06	2.90	8
2000	1.437	102	7.10	5.10	11
2010	1.411	167	11.84	8.35	16

San Antonio de Bayushig (Población tipo 1)

1985	901	-	-	-	-
1990	909	1	0.11	0.05	1
2000	914	8	0.88	0.40	3
2010	897	66	7.36	3.30	8

San Gerardo (Población tipo 1)

1985	261	-	-	-	-
1990	263	1	0.38	0.05	1
2000	265	4	1.51	0.20	2
2010	260	19	7.31	0.95	5

San Isidro de Patulú (Población tipo 1)

1985	630	-	-	-	-
1990	635	1	0.16	0.05	1
2000	638	7	1.10	0.35	3
2010	627	46	7.34	2.30	7

Total de los cantones Guano y Penipe

1985	12.381	72	0.58	3.60	9
1990	13.067	316	2.42	15.80	25
2000	14.249	650	4.56	32.50	44
2010	15.144	1.469	9.70	73.45	88

### 3.6 METODOLOGIA PARA LA SELECCION DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION Y CONMUTACION

La situación en materia de transmisión de telecomunicaciones en un país en vías de desarrollo difiere en cierto grado de la que existe en los países más adelantados, y las soluciones dadas a las zonas rurales no se pueden presentar con las mismas herramientas con que se trata a las zonas urbanas así se tiene, que se ha aceptado en ciertos casos pequeñas desviaciones en relación a los valores recomendados internacionalmente. Ocurre todavía que en muchos casos las condiciones económicas y geográfica de un país o zona impone ciertas soluciones que no podrán, desde luego, observar las recomendaciones internacionales que se prestan, en ciertos casos como en imposiciones de refinamiento técnico.

En los problemas de transmisión, principalmente, los costos crecen muy rápidamente cuando se busca los valores representativos de calidad y confiabilidad, por esta razón, sin perder el respeto a las recomendaciones internacionales, se ha adoptado criterios más tolerantes.

En lo referente a la elección de los sistemas de conmutación se debe tomar en cuenta que el servicio telefónico no es exclusivo de las grandes ciudades; los

habitantes de poblaciones pequeñas desean disponer de este servicio y, en consecuencia se tratará de ofrecer la mejor solución con un equipo moderno que haga al mismo tiempo rentable la instalación y mantenimiento.

Para algunas poblaciones rurales la primera etapa es el establecimiento de una cabina telefónica.

A condición de que el circuito bifilar que conecta al teléfono de la cabina con el centro primario se halle en buen funcionamiento y que la resistencia del bucle no rebase el valor máximo impuesto por la señalización, el teléfono puede ser un aparato telefónico normal, conectado con la central automática del centro primario.

El equivalente de referencia máximo del circuito ( a 800 Hz ) es de 6 dB y el valor máximo de la resistencia de bucle de 1800 ohmios.

En caso que la situación topográfica u otros obstáculos no permitan el mantenimiento de las líneas como es necesario en el servicio automático, se utilizarán aparatos de magneto (con batería local), y la línea se conectará a una mesa de operación manual en el centro primario.

En caso en que la demanda telefónica sea de 10 a 20

abonados aproximadamente, una central manual de magneto, puede prestar un servicio adecuado con inversiones menores. Es una solución transitoria y sustituirá la central manual después, cuando el aumento de la demanda la justifique por una central totalmente automática.

La utilización de zonas terminales equipadas con una central local automática y un puesto manual interurbano se considera como una alternativa del caso anterior, estimándose que el crecimiento del número de abonados no excederá en los próximos 20 años de 200 abonados

El dimensionamiento de centrales automáticas para zonas rurales, se realiza para aquellas poblaciones que tienen elevado grado de desarrollo. Este tipo de centrales deben estar equipadas con facilidades de señalización remota para la determinación de fallas.

La capacidad final debe ser bastante elevada puesto que son planificadas para por lo menos 20 años, y si se inicia el servicio automático en las poblaciones rurales con demanda de servicio que varía entre 100 y 200 abonados, las capacidades finales de estas centrales deberán estar entre 600 y 1400 líneas.

### 3.6.1 PROBLEMAS EN AREAS RURALES

De acuerdo a las cifras del último censo de población, se obtuvo que el 58 % de la población total del Ecuador se encuentra localizada en áreas rurales; mientras la proporción de la población rural en la provincia de Chimborazo es de 71.6 % . Podemos notar claramente que la población es esencialmente rural, pese a que experimenta desde hace 30 años una reducción progresiva.

Es verdad que en algunos casos en las poblaciones rurales pequeñas es suficiente con dotarlas de un servicio de cabina pública para que satisfaga las necesidades de comunicaciones de larga distancia , no es menos cierto que, para la gran mayoría de poblaciones rurales medianas y grandes esto no es suficiente por las siguientes razones:

- La población rural es muy extensa y dispersa por tanto la única forma de cubrirla es mediante una red de similares características.
- Los pobladores de las zonas rurales desean las mismas facilidades que se tienen en las áreas urbanas, a fin de evitar la migración a los centros de mayor población.

Todas las áreas rurales han sido retardadas en

disfrutar de los beneficios de las telecomunicaciones debido a factores como:

- Escases de fuentes de suministro de energía.
- Obstáculos geográficos que evitan extender los servicios de comunicaciones.
- Estrictas condiciones ambientales, que hacen que los equipos necesiten altos requerimientos para servicio y mantenimiento.
- Escases de recursos de ingeniería.
- Pobre fondo económico.

En orden a desarrollar sistemas de telefonía económicos, es necesario introducir una nueva filosofía técnica, considerando que la selección de los diferentes equipos y enlaces está condicionado a las características del medio.

### 3.6.2 SISTEMAS DE COMUNICACION RURAL

Los sistemas de telefonía en las zonas terminales y muchas veces en las zonas primarias son las que constituyen las llamadas telecomunicaciones rurales. Implementar, operar y mantener un servicio de telefonía de buena calidad de transmisión y operación, significa emplear recursos humanos y

financieros elevados, que son al principio desproporcionados a los ingresos que ellos producen.

Los sistemas de transmisión para las redes rurales de aplicación más frecuente son:

#### Radioenlaces en la banda de frecuencia HF

Dos características marcan el empleo de estos enlaces:

- La lejanía del futuro abonado: distancia mayor a 50 Km., y que puede alcanzar varios centenares de kilómetros.
- Su aislamiento, tal que un enlace con líneas físicas o enlaces de radio VHF-UHF no son factibles técnica u económicamente.

La explotación es asegurada con sistemas multiplex a fin de poder integrarlas a la red nacional de telefonía.

#### Radioenlaces en la gama de frecuencias de VHF-UHF

Cuando la situación topográfica y la ubicación de los pueblos lo permita, se utilizan radioenlaces

de VHF-UHF, dependiendo de la necesidad de canales y disponibilidades técnicas, estos pueden ser:

- Monocanales.
- Multicanales, con utilización de multiplex.
- Radio-telefonos de acceso múltiple.

Los radioenlaces monocanales generalmente se han diseñado aprovechando la infraestructura de un centro de mayor importancia, a una estación repetidora existente para conectarse con varias localidades de menor importancia.

Los radioenlaces multicanales son de baja capacidad, normalmente varían entre 6 , 12 y 24 canales dependiendo su capacidad de las necesidades de la localidad.

Los radioenlaces de acceso múltiple se justifican cuando desde un mismo centro se puede llegar con radio a más de 6 localidades pequeñas, cuyo tráfico generado no afecte el grado de servicio.

#### Líneas físicas

Se considera dentro de esta solución los

siguientes casos:

- Líneas aéreas para frecuencias vocales, de alambre desnudo.
- Líneas aéreas para frecuencias portadoras, de alambre desnudo.
- Líneas aéreas para cable multipar.

Las líneas aéreas para frecuencias vocales presentan un coeficiente de atenuación menor por unidad de longitud que la que presenta un par por cable, razón por la cual a igualdad de atenuación se pueden alcanzar mayores distancias. Este medio de transmisión se utiliza para distancias alrededor de 10 Km. e incluso mayores, cuando las características topográficas hacen difícil, a un costo razonable el empleo de otros medios.

El empleo de sistemas de ondas portadoras de tipo rural (con extracción de canales individuales) es altamente recomendable. En este caso la línea física deberá ser bien construida y mantenida.

El empleo de cables multipares para zonas rurales hasta más o menos 10 Km. es normal, sobre todo cuando existen muchos abonados dispersos en el

trayecto de la línea.

#### 3.6.2.1 SISTEMAS DE RADIOTELEFONO DE CANAL SIMPLE

El sistema de radioteléfono de canal simple (SCR) es ajustado para áreas rurales, los cuales tienen una baja densidad de abonados.

Cada estación de abonado es conectado a la central local a través de radio. El sistema SCR consta de un par de equipos terminales instalados en ambos lados: el abonado y la central. Un par de equipos SCR pueden también ser conectados mediante radio FDMA o TDMA para extender el servicio a un abonado más remoto.

Los radioenlaces monocanales generalmente se han diseñado aprovechando la infraestructura de un centro de mayor importancia o una estación repetidora existente para conectarse con varias localidades de menor importancia, de esta manera se consigue aprovechar al máximo la infraestructura necesaria y disminuir los costos de

inversión por canal.

### 3.6.2.2 SISTEMAS DE RADIOTELEFONO DE MULTIACCESO

El sistema multiacceso puede proveer servicio a un número de abonados, sobre un limitado número de canales de radio comunes.

Los radioenlaces de acceso múltiple se justifican cuando desde un mismo centro se puede llegar con radio VHF-UHF a más de 6 localidades pequeñas, cuyo tráfico total generado no afecte el grado de servicio. Se calcula que 8 localidades pueden conectarse en operación automática en un sistema de radiotelefonía de acceso múltiple de 3 canales, con un grado de servicio del 5% y permite tener un tráfico promedio por localidad de 0.125 erlangs (o tráfico total de 1 erlang de las 8 localidades).

Los sistemas multiacceso en forma general están constituidos por:

- La estación central, que realiza el

interface entre el equipo de radio y la central telefónica y la concentración-desconcentración de las líneas de abonado a un número menor, correspondientes al número de canales radioeléctricos.

- La estación base contiene los equipos transmisores y receptores de los canales radioeléctricos.
- Los terminales de abonados permiten la conexión de los aparatos telefónicos.

### 3.6.2.3 COMPARACIONES EN COSTOS DE TRANSMISION

Cuando se establecen planes de transmisión se puede elegir entre cierto número de soluciones técnicamente factibles. Cada sistema tiene sus características propias, incluso dentro de un mismo sistema existen variantes, cada una de las cuales responden a las necesidades técnicas. Las condiciones del terreno, la distancia que hay que cubrir y las necesidades de circuitos o de canales, generalmente los tipos de sistemas apropiados y, cuando sea

posible elegir , se comparan los costos para llegar a la solución más económica.

En el establecimiento de los sistemas de transmisión se ha tenido en cuenta, no solo las necesidades iniciales, sino también las necesidades futuras y el plan de desarrollo nacional de las telecomunicaciones.

Al estudiar los problemas de costos es indispensable hacerlo desde varios puntos de vista; así se ha considerado en función de la longitud de los sistemas, del número de circuitos, de su ampliación y de consideraciones relativas al mantenimiento y explotación del sistema.





## C A P I T U L O   I V

### DISEÑO DE LOS ENLACES

#### 4.1 SELECCION Y GEOGRAFIA DE LA RUTA DE ENLACE

Para el estudio de los enlaces de los diferentes pueblos de la provincia, es necesario seleccionar los lugares donde se ubicarán las estaciones repetidoras. Entre los factores que influyen en esta selección podemos citar:

**Vías de acceso.**- Dependiendo de las características geográficas, debemos analizar la posibilidad de construir un carretero o emplear la que existe, si la hay; todo esto en relación al tipo de vehículo utilizado en el mantenimiento de la estación.

**Energía.**- Poseer un conocimiento completo de las fuentes de suministro de energía, tipo y cantidad de energía disponible, además es oportuno tener información sobre la continuidad de los suministros. El sistema debe tener un equipo auxiliar de alimentación que pueden ser: generadores a diesel, banco de baterías, energía solar.

**Area disponible.**- El espacio necesario para levantar la torre de antena de una estación, no debe ser valorado por el espacio físico, por no ser necesario, es por el contrario asegurar la ausencia de obstrucciones en la inmediata vecindad ya que ellas podrían causar reflexiones indeseables de la onda electromagnética.

**Condiciones metereológicas.**- Es importante conocer las condiciones atmosféricas que se presentan en la región, principalmente la temperatura máxima y mínima para proveer un local adecuado a los equipos, la precipitación lluviosa. Un dato muy importante es la máxima velocidad de protección contra el viento, o buena construcción de la torre, para garantizar buena estabilidad.

Para el diseño de nuestro sistema se ha escogido un sitio para ubicar la estación repetidora que enlazará a la población de Pallatanga, el sistema se completa con la utilización de las estaciones repetidoras desarrolladas de La Mira y Ayurco.

**Estación repetidora " La Mira ".**- Posee una posición geográfica envidiable por encontrarse aproximadamente en el centro del país y a pocos kilómetros de la ciudad de Riobamba, para llegar a la estación existe un carretera que se encuentra en buen estado. Por medio de esta

estación enlazamos los diferentes pueblos de los cantones Riobamba, Guano, Guamote y Penipe. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 01° 30' 20"

Longitud Oeste: 78° 35' 00"

**Estación repetidora " Ayurco ".**- Se encuentra ubicada en la cordillera occidental a una altura de 2790 mt., a pocos kilómetros de la ciudad de Alausí. Para llegar a la estación se utiliza una carretera secundaria. Por medio de esta estación brindamos servicio a los cantones de Alausí y Chunchi. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 02° 11' 58"

Longitud Oeste: 78° 52' 31"

**Estación repetidora " Pallatanga ".**- Se encuentra ubicada en la cordillera occidental, aproximadamente a unos 10 Km. de Pallatanga, en un sitio denominado " Loma Corazón " con una altura aproximada de 2800 mt. Es necesario la construcción de un carretero para llegar al sitio escogido. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 02° 03' 39"

Longitud Oeste: 78° 56' 50"

Esta estación ha sido diseñada para brindar servicio a la población de Pallatanga y a varios pueblos cercanos.

#### 4.1.1 DECISION DEL SISTEMA A EMPLEARSE

Tomando en cuenta la selección de la ruta, podemos utilizar enlaces de radio HF, VHF, UHF y microondas.

El sistema HF existe actualmente en algunos pueblos de la región, y no brinda buenas condiciones de transmisión.

El sistema de microondas resulta demasiado costoso y no se justifica a partir de los datos de demanda telefónica obtenidos para áreas rurales.

Los enlaces de radio justificables para estas áreas son los enlaces en VHF-UHF teniendo en cuenta el número de canales obtenidos en el estudio de demanda presentado en el capítutulo III.

Además utilizamos: sistemas de onda portadora, líneas físicas a frecuencia vocal, cables multipares, enlaces PCM, para de esta manera integrar los diferentes pueblos rurales al sistema nacional de telefonía.

#### 4.1.2 SELECCION DE FRECUENCIAS

Las bandas de frecuencia que pueden utilizarse para la transmisión monocal y multiacceso están comprendidas en el rango de 30 a 1000 MHz.

El límite inferior está determinado por el hecho que sólo para las ondas de elevada frecuencia se requiere visibilidad directa, lo que permite utilizar varias veces las mismas frecuencias en territorios de gran extensión.

El límite superior, está determinado por el hecho de que las bandas de frecuencias más elevadas están reservadas para la transmisión por microondas en banda ancha, y además el costo del equipo es mayor para rangos de frecuencia elevadas.

Las bandas de frecuencias más utilizadas son las de 146 a 174 MHz (ondas métricas-VHF) y de 270 a 470 MHz (ondas decimétricas-UHF) .

La separación entre canales adyacentes es de 50 , 25 ó 20 KHz. En casos especiales se emplean separaciones de 12.5 KHz, para redes de tipo privado y no en enlaces integrados a la red nacional de

telefonía, debido a la degradación de la calidad de la señal. Por otra parte, a menos que se emplee un equipo más costoso, con una separación de 20 KHz entre dos canales la calidad telefónica y la fiabilidad de la señalización son deficientes, por lo que la mejor solución es una separación de 25 KHz.

La separación de frecuencias en funcionamiento duplex, es decir, la separación entre los canales de transmisión y recepción puede ser diferente en los diversos países y depende de las normas locales y la disponibilidad de bandas de frecuencia.

Las separaciones mínimas corrientemente utilizadas a este respecto son 4.6 MHz para la banda de ondas métricas y 10 MHz para la banda de ondas decimétricas.

Por las razones mencionadas, el número de canales RF asociados en duplex en un bloque atribuido a un servicio como el rural, generalmente no es superior a 40 ó 50.

Para enlaces de pequeña capacidad utilizados en telefonía rural, las bandas de frecuencia están

comprendidas de 360 a 470 y de 790 a 960 MHz. No se excluye la posibilidad de usar la banda de ondas métricas para capacidad reducida (por ejemplo, 6 canales), ni tampoco las bandas superiores de 3 GHz para capacidades elevadas (60 canales).

**Banda de uso preferencial.**- Se sugiere utilizar de ser posible, las siguientes bandas de frecuencia:

a) Banda de 235 a 267 MHz.

Para los sistemas de radioenlace monocanal y de acceso múltiple.

b) Banda de 470 a 512 MHz.

Para los sistemas monocanales, de acceso múltiple y multicanales de baja capacidad.

c) Banda de 859 a 960 MHz.

Para los sistemas de radio digital a 2 Mb/s. (30 canales) o 2x(2 Mb/s.) (60 canales) y sistemas analógicos de baja capacidad (24 y 60 canales), siempre que la coexistencia de los dos tipos de sistemas no se vea afectada.

En las figuras 4.1 a 4.4, se presenta los posicionamientos de las frecuencias para las diferentes bandas utilizadas.

En la figura 4.5 se muestra el posicionamiento de frecuencia sugerido por la compañía Japan Radio Co. Ltd. para un sistema de acceso múltiple.

El posicionamiento de frecuencia está determinado por el sistema de antena de la estación base, la estación de radio abonado y las características del equipo de cada estación. → HASTA AQUI-

#### No. 4.2 CALCULO DE LA ZONA DE FRESNEL.- GENERALIDADES Y GRAFICOS

En los enlaces para los rangos de frecuencia seleccionados, VHF y UHF, se debe cumplir que exista línea de vista y que el 60 % de la primera zona de fresnel este libre de obstáculos.

Las zonas de fresnel se definen como los elipsoides de revolución generados por la rotación de un elipse alrededor de su eje mayor, siendo entonces la sección transversal de cualquiera de estas zonas un área cilíndrica cuyo centro está ubicado en el rayo directo entre las antenas de transmisión y recepción.

CANALIZACION: 1280 canales de 25 KHZ

$$F_n = 235 + 0.025n$$

$$n = 1, 2, 3 \dots 1280$$

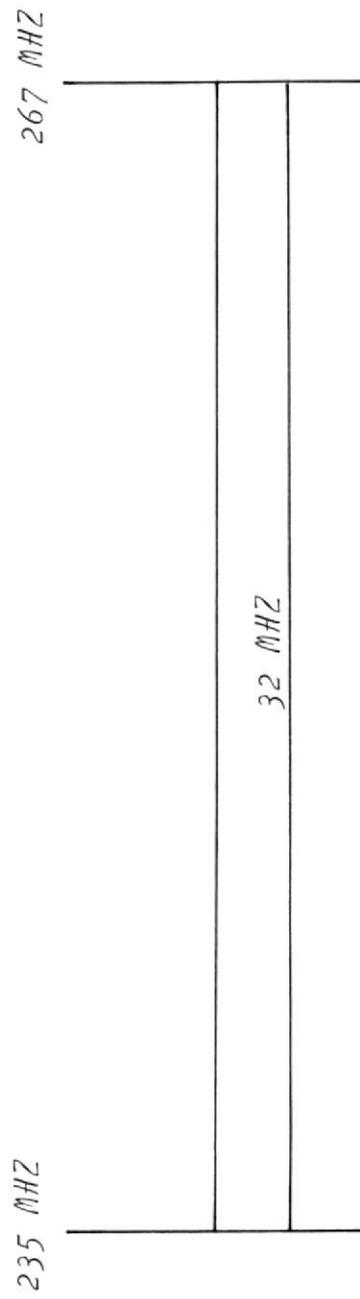


FIGURA 4.1 . - Canalización para la banda de 235-267 MHz.

DISTRIBUCION DE LA BANDA: Para 13 radioenlaces bilaterales para 24 canales

$$f_n = f_0 - 15.5 + n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 13$$

$$f'_n = f_0 - 1.5 + n \quad f_0 = 350.5 \text{ MHz}$$

BANDA A

Para 79 monocanales duplex

$$f_n = 349.5 + 0.025n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 79$$

$$f'_n = 365.5 + 0.025n$$

BANDA B

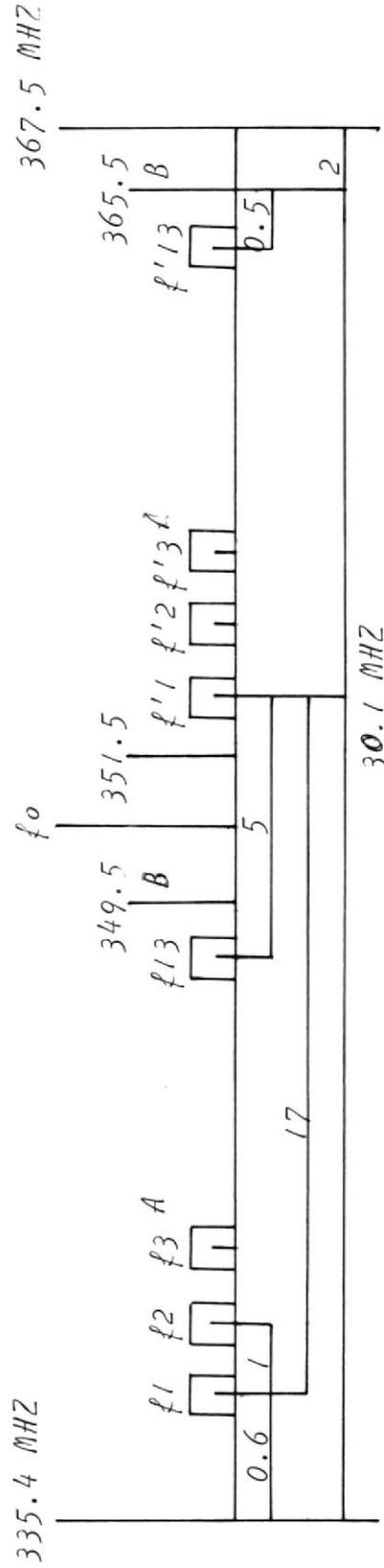


FIGURA 4.2 . - canalizacion de la banda de 335.4-367.5 MHz

DISTRIBUCION DE LA BANBA: Para 79 monocanales duplex

$$f_n = 367.5 + 0.025n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 79 \quad \text{BANDA AA'}$$

$$f'_n = 383.5 + 0.025n$$

Para 13 radioenlaces de 24 canales telefonicos

$$f_n = f_0 - 28.5 + n \quad n = 14, 15, \dots, 26 \quad \text{BANDA BB'}$$

$$f'_n = f_0 - 11.5 + n$$

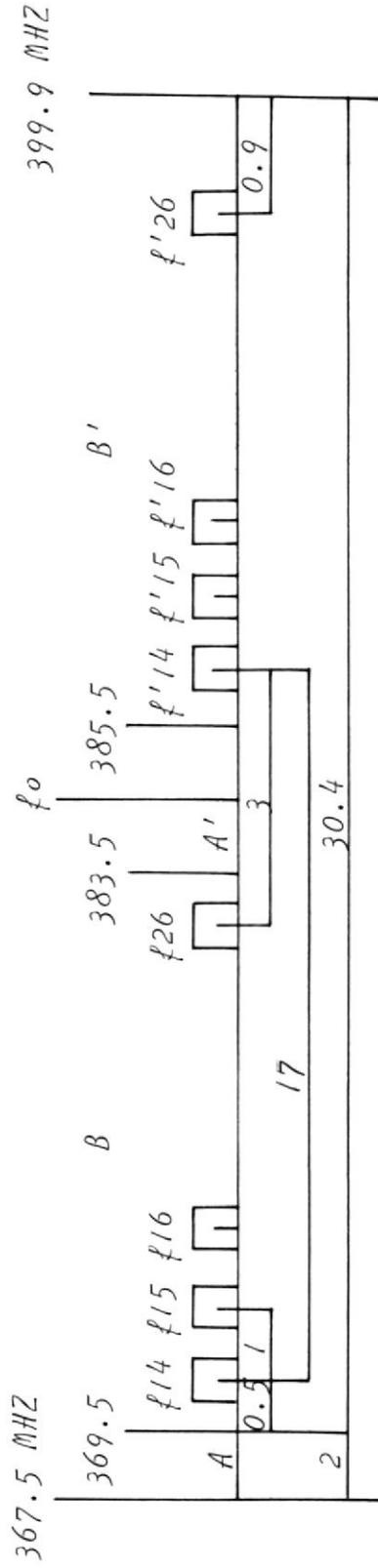


FIGURA 4.3.- Canalización para la banda de 367.5 a 399.9 MHz

CANALIZACION: Canales de 25KHZ

$$f_n = 470 + 0.025n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 1680$$

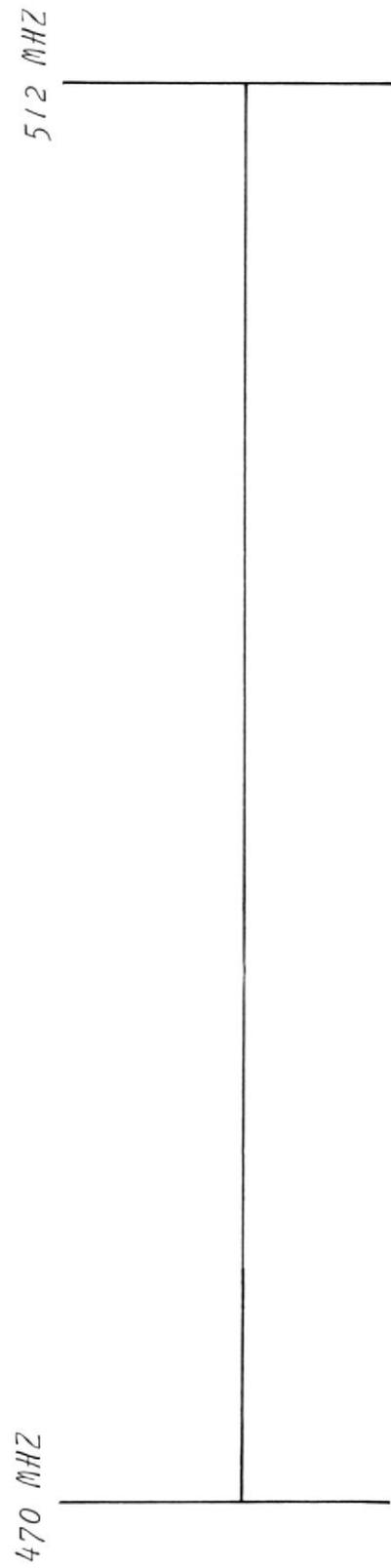


FIGURA 4.4 . - Canalización para la banda de 470-512 KHZ

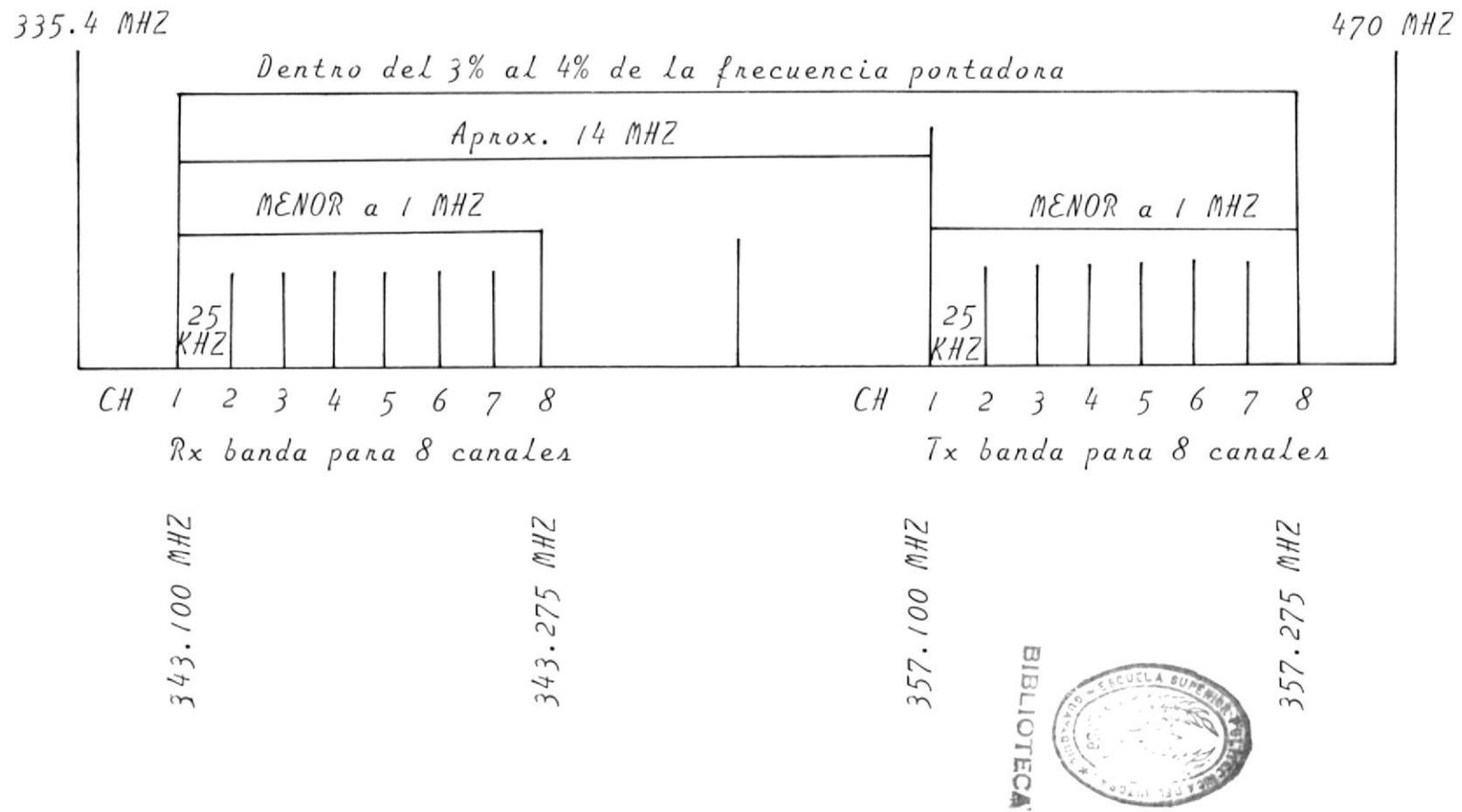


FIGURA 4.5 .- Posicionamiento de frecuencia para un sistema multiacceso de 8 canales

La ecuación que permite obtener la primera zona de fresnel se expresa de la siguiente manera:

$$h_x = 17.3 \cdot \text{SQR} \left( \frac{d_1 \cdot d_2}{D \cdot F} \right) \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

$h_x$ : radio de la primera zona de fresnel en (mt)

$d_1$ : distancia del trayecto a la altura de  $b_x$  en (Km)

$d_2$ : distancia total menos la distancia  $d_1$  en (Km)

$D$  : distancia total del trayecto en (Km)

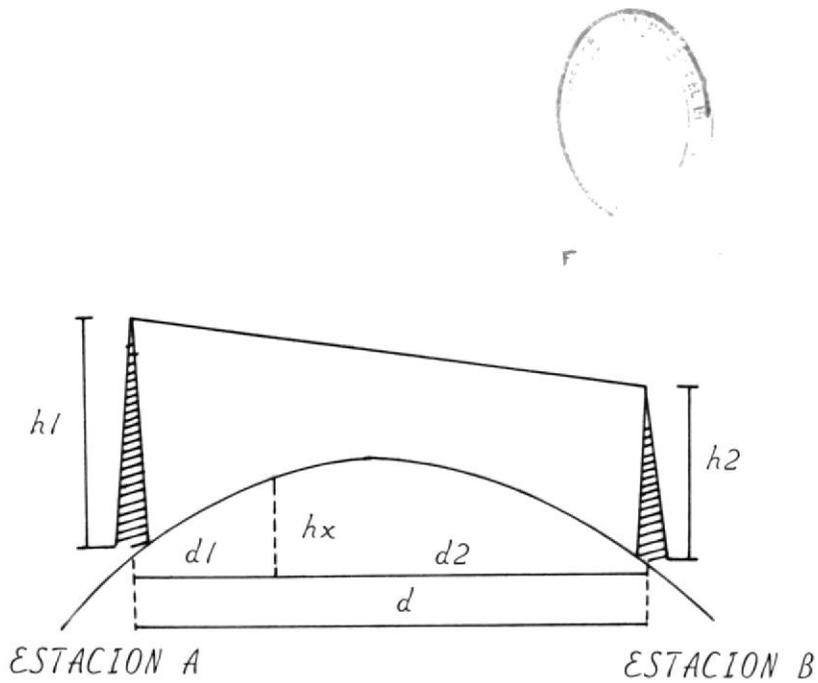
$F$  : frecuencia en GHz

En la figura 4.6 se muestra la configuración gráfica para obtener la primera zona de fresnel.

Utilizando la ecuación 4.1 se procede a calcular la primera zona de fresnel, para los diferentes trayectos diseñados.

### 4.3 CALCULO DE LA CURVATURA DE LA TIERRA

Las ondas radioeléctricas de frecuencias elevadas al desplazarse con distintas velocidades, y atravesar medios de diferentes constantes dieléctricas, se determina



$h_1$  = altura de antena de la estación A

$h_2$  = altura de antena de la estación B

$d_1$  = distancia al punto  $bx$  desde A

$d_2$  = distancia al punto  $bx$  desde B

$d$  = distancia total

$hx$  = radio de la primera zona de Fresnel

FIGURA 4.6 .- configuración gráfica de la primera zona de Fresnel

una refracción angular en la tropósfera.

En el espacio libre la velocidad es máxima, pero en la atmósfera donde la constante dieléctrica es mayor, las ondas radioeléctricas se propagan más lentamente. En lo que se podría llamar una atmósfera "normal", la presión, la temperatura y la humedad, disminuyen linealmente a medida que aumenta la altura. La constante dieléctrica también disminuye con la altura.

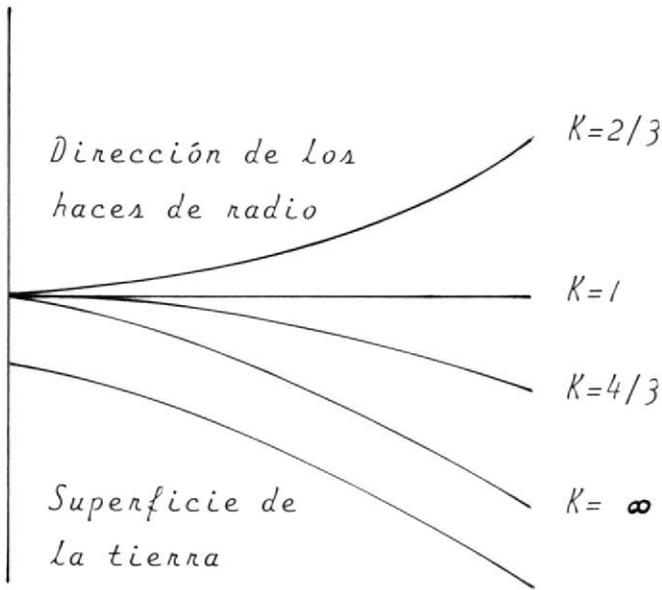
Debido a que las ondas radioeléctricas viajan con mayor rapidez por un medio de menor constante dieléctrica, la parte superior de un frente de onda avanza más rápido que la parte inferior. Esto ocasiona una deflexión de la onda hacia abajo, esa curvatura puede ser esencialmente continua, de manera que el frente de onda tiende a desviarse hacia abajo en la atmósfera y seguir la curvatura de la superficie de la tierra por lo que el radio de curvatura de la superficie parece mayor que el verdadero, la configuración se muestra en la figura 4.7 .

La relación entre el verdadero valor del radio y el radio aparente se llama factor de radio de curvatura de la tierra (K) y se lo expresa así:

$$K_c = K \cdot R_o$$

Ec. 4.2

a) *Inclinación del haz en la atmósfera*



b) *Dirección real del haz en un trayecto de microondas*

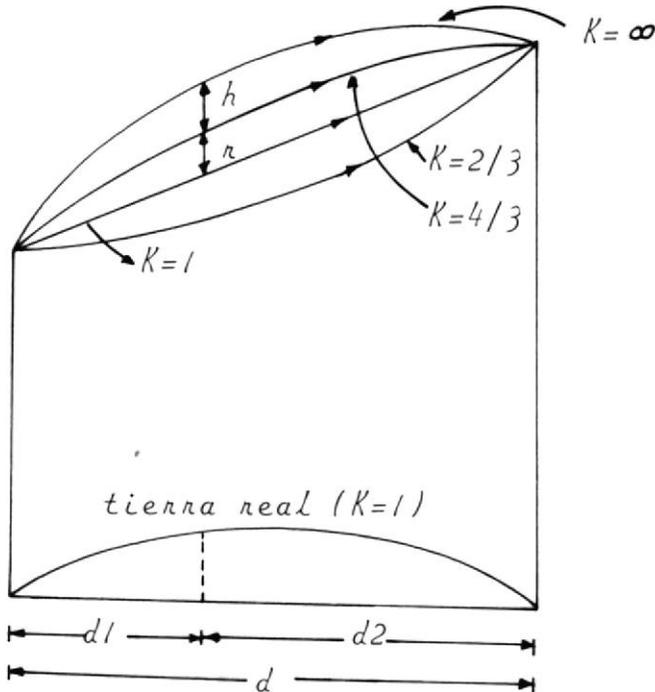


FIGURA 4.7 .- *Inclinación del haz de radio en la atmósfera*

Donde:

$K_c$ : radio real

$K$  : constante de curvatura de la tierra

$R_o$ : radio aparente

El CCIR define a  $K$  como:

$$K = \frac{157}{157 + DN}$$

Define una atmósfera fundamental de referencia como aquella cuyo índice de refracción varía con la altura y siempre es un valor negativo igual a  $DN = -40$  unds/Km. , para el cual  $K = 4/3$ , para una refracción subnormal el  $DN = -157$  unds/Km., para el cual  $K = 2/3$  .

Cualquier cambio en la curvatura del haz causado por condiciones atmosféricas, puede ser expresado como un cambio en  $K$ . Esta curvatura relativa puede ser graficada como una tierra curvada con radio  $K.R$  y un haz de microondas como una línea recta, o como una tierra plana con un haz de microondas que tenga una curvatura  $K.R$  .

Como la curvatura de la tierra es un factor que se debe tomar en cuenta en el perfil del enlace, presentamos a

continuación las fórmulas para determinar las curvaturas de la tierra en cualquier punto del trayecto, considerando la refracción atmosférica.

Para:

$$K = 4/3 \quad hx = \frac{d1 \cdot d2}{17}$$

$$K = 2/3 \quad hx = \frac{d1 \cdot d2}{8.5}$$



Ec. 4.4

#### 4.4 PERFIL DE LOS TRAYECTOS.- GENERALIDADES Y GRAFICOS

Como un perfil de trayecto se entiende la sección vertical de la tierra a lo largo del trayecto cruzado por un haz de radio de un lugar a otro. El perfil de la tierra tiene que ser dibujado a escala, tomando en cuenta las longitudes y altitudes. Todas las elevaciones y obstáculos, naturales o artificiales, los cuales pueden afectar las alturas de antenas.

Una vez que se ha seleccionado los mejores sitios geográficos para las estaciones repetidoras, se procederá a verificar las diferentes elevaciones del terreno, lo cual se logra analizando las respectivas cartas

topográficas del I.G.M.. Con estos datos se realizarán los diagramas de perfil para cada trayecto y de esta manera observar si dichos perfiles tienen línea de vista.

Para nuestro caso, se estudiará el trayecto bajo condiciones atmosféricas normales y se utilizará diagramas en los que ya consta la curvatura de la tierra, las cotas leídas en las cartas topográficas serán ubicadas directamente en dichos diagramas.

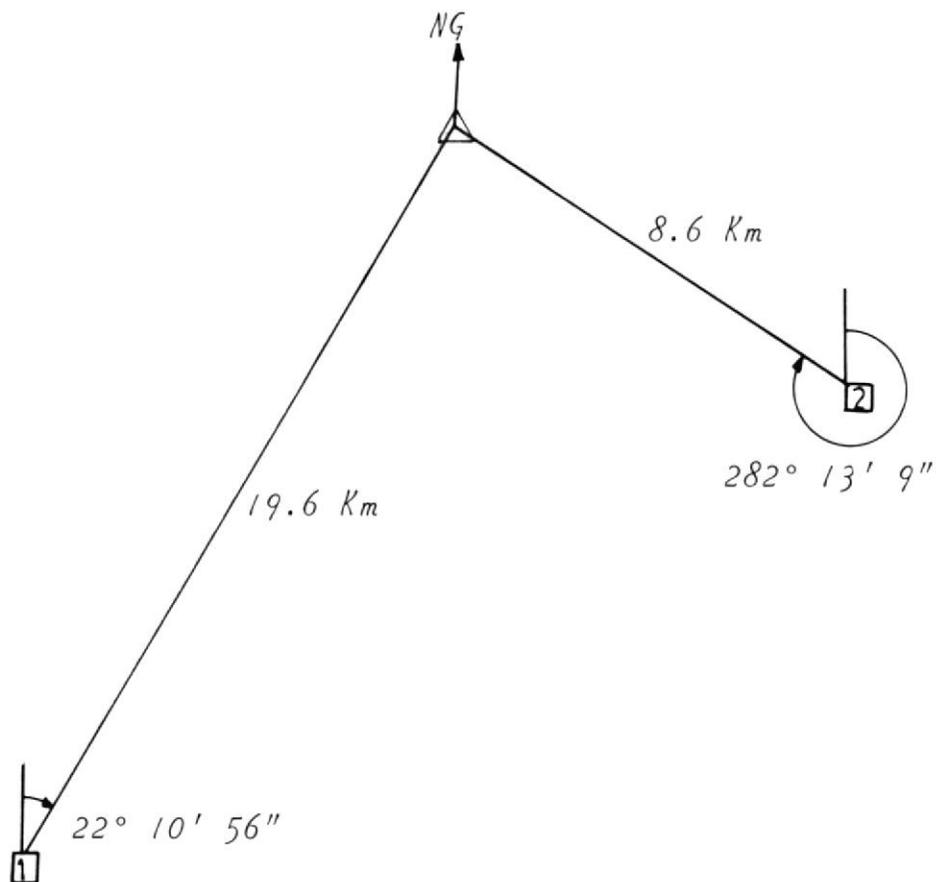
En las figuras 4.8 a 4.37 se muestran los diagramas de perfil y los acimuts geográficos para cada uno de los trayectos diseñados.

#### 4.5 CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXION.- DETERMINACION DE ALTURA DE ANTENAS

Cálculo de la altura de las antenas

El trayecto de propagación debe tener cierta apertura sobre las cumbres de las montañas para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre, por lo tanto deben cumplirse las siguientes condiciones:

- a) Para el caso en que  $K$  sea  $4/3$ , la apertura del trayecto sobre las cumbres debe ser mayor que el radio



$\triangle$  La Mina (repetidor)

$\square 1$  Riobamba

$\square 2$  Penipe

FIGURA 4.8 .- Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación La Mina

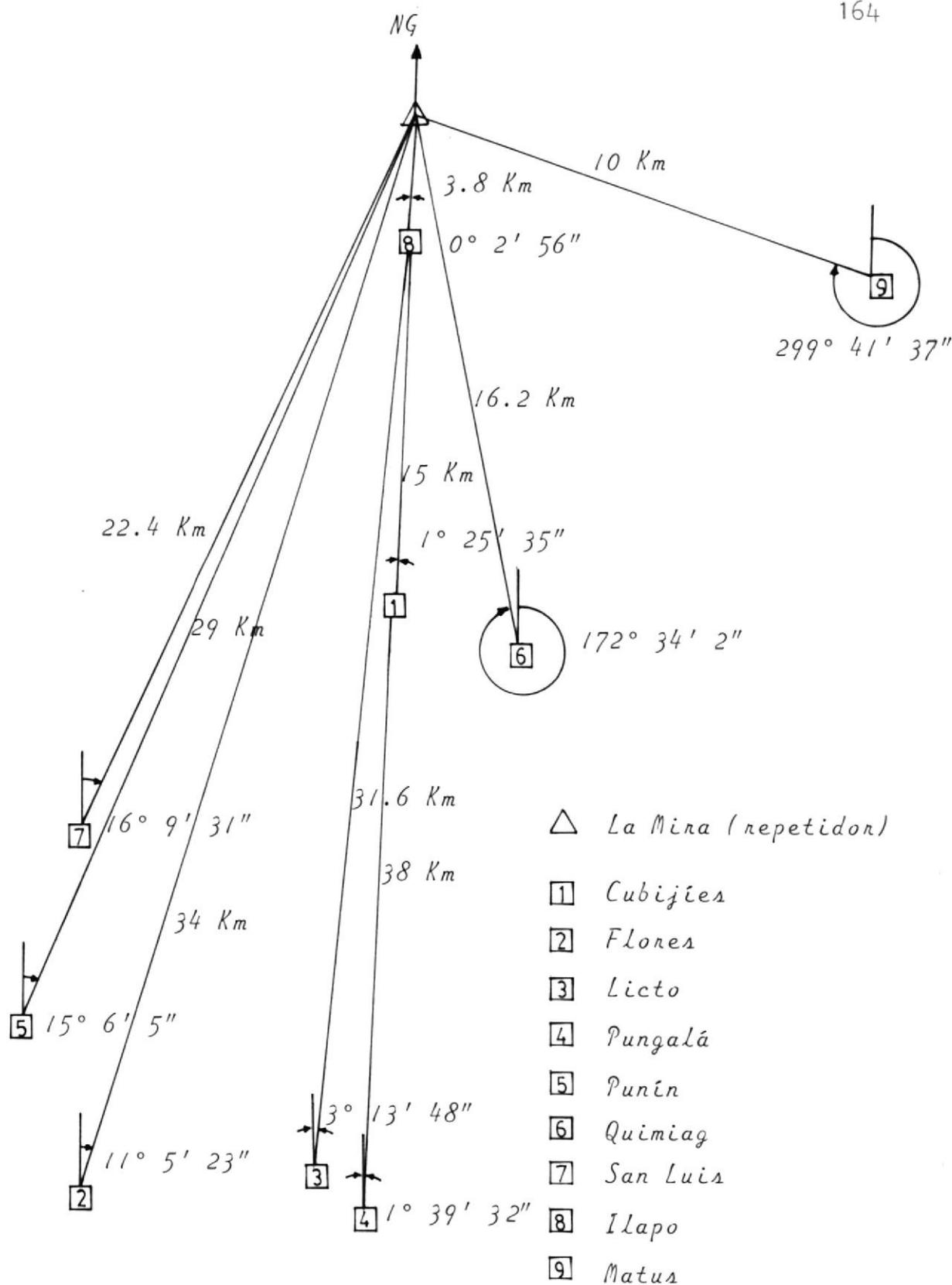


FIGURA 4.9 .- Acimut de los enlaces secundarios que accesan a la estación La Mina

△ Ayunco (repetidor)

① Alausí

② Chunchi

③ Tixán

④ Repetidor Guasuntos

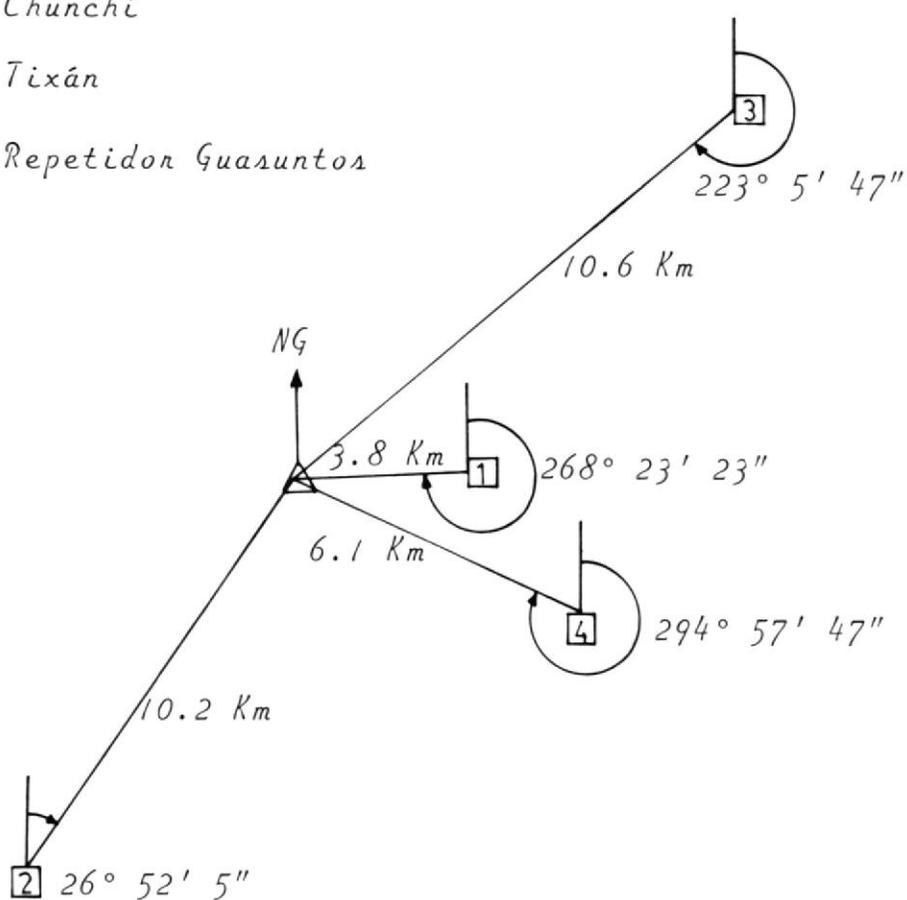


FIGURA 4.10 .- Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación Ayunco

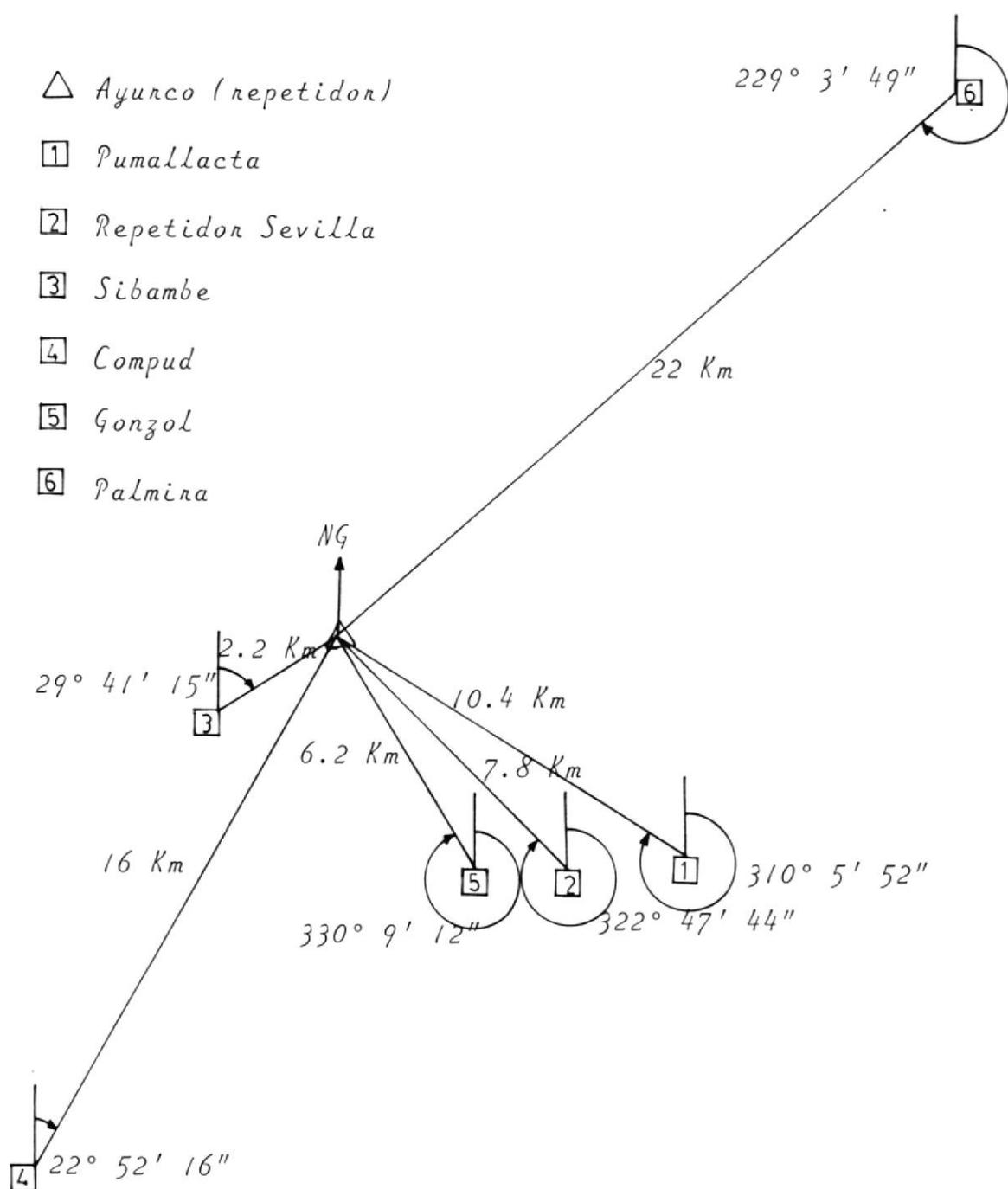


FIGURA 4.11 .- Acimut de los enlaces secundarios que accesan a la estación Ayurco //

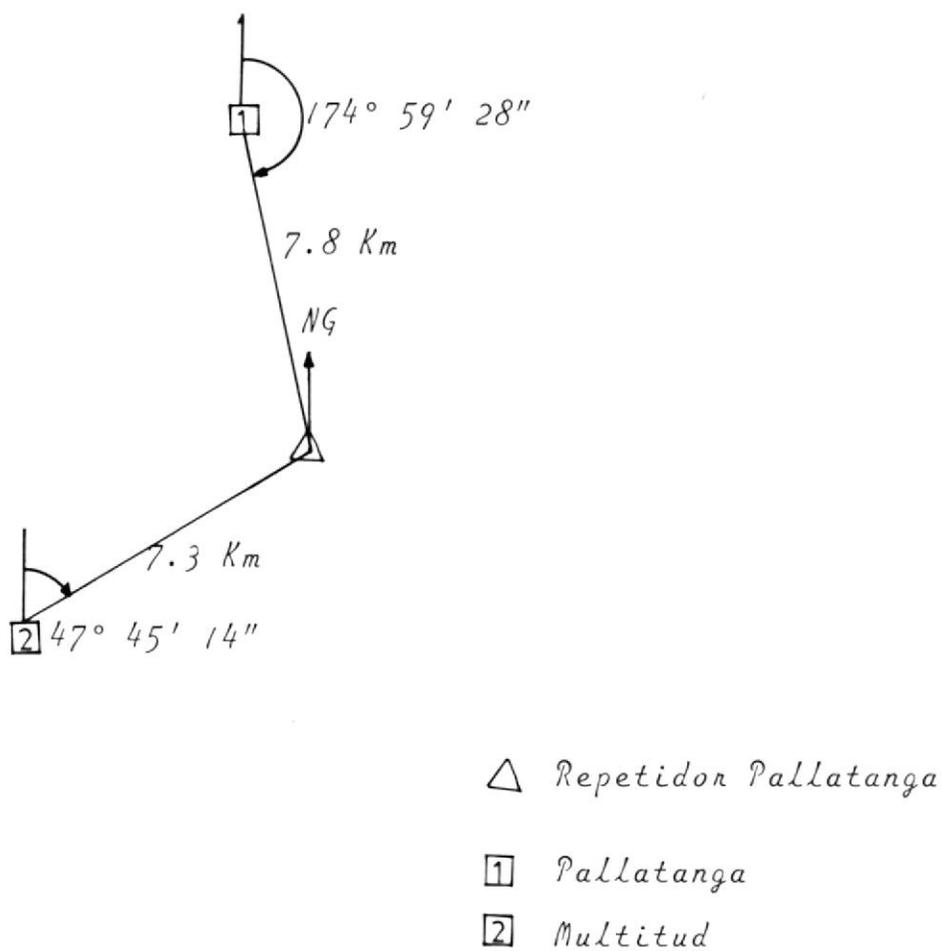


FIGURA 4.12 .- Acimut de los enlaces principales que accesan a la estación Repetidor Pallatanga

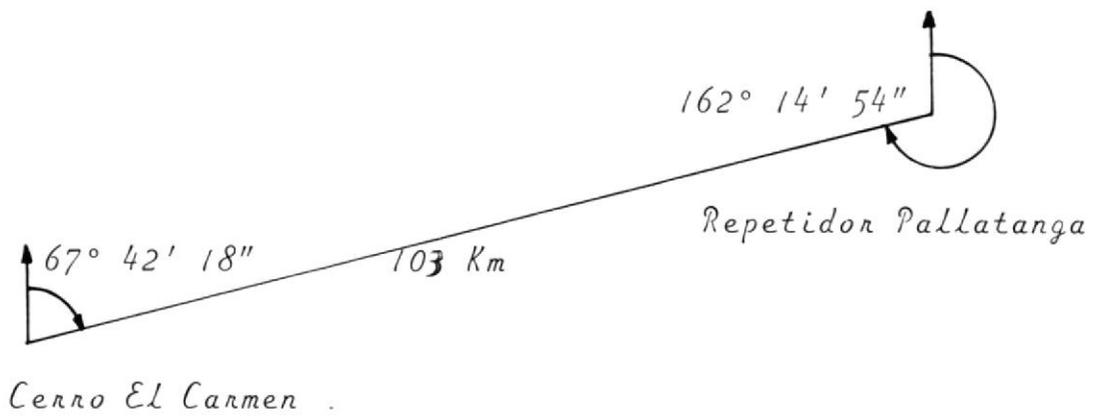


FIGURA 4.13 .- Acimut del enlace Repetidor Pallatanga -  
Cerro El Carmen

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

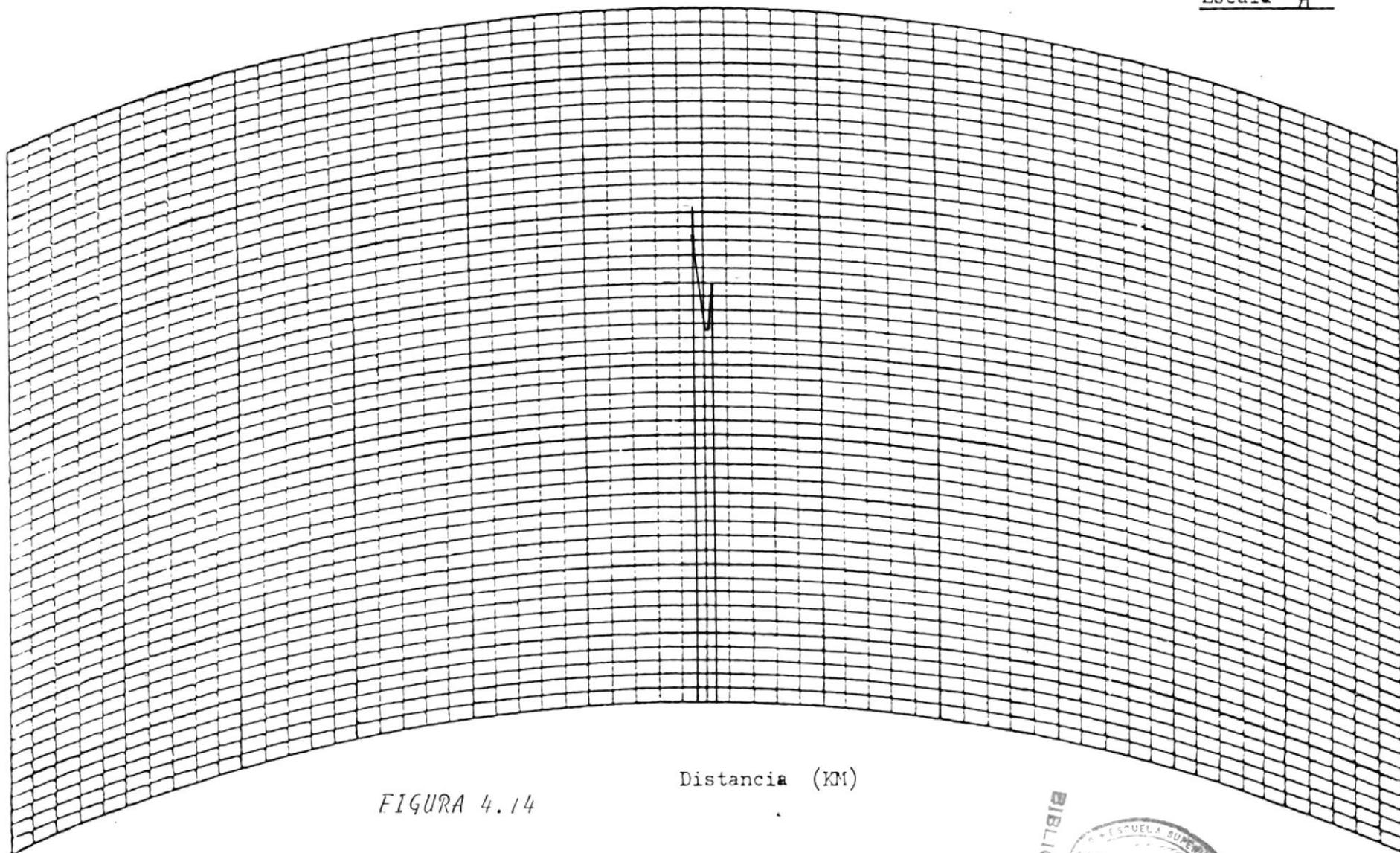


FIGURA 4.14

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

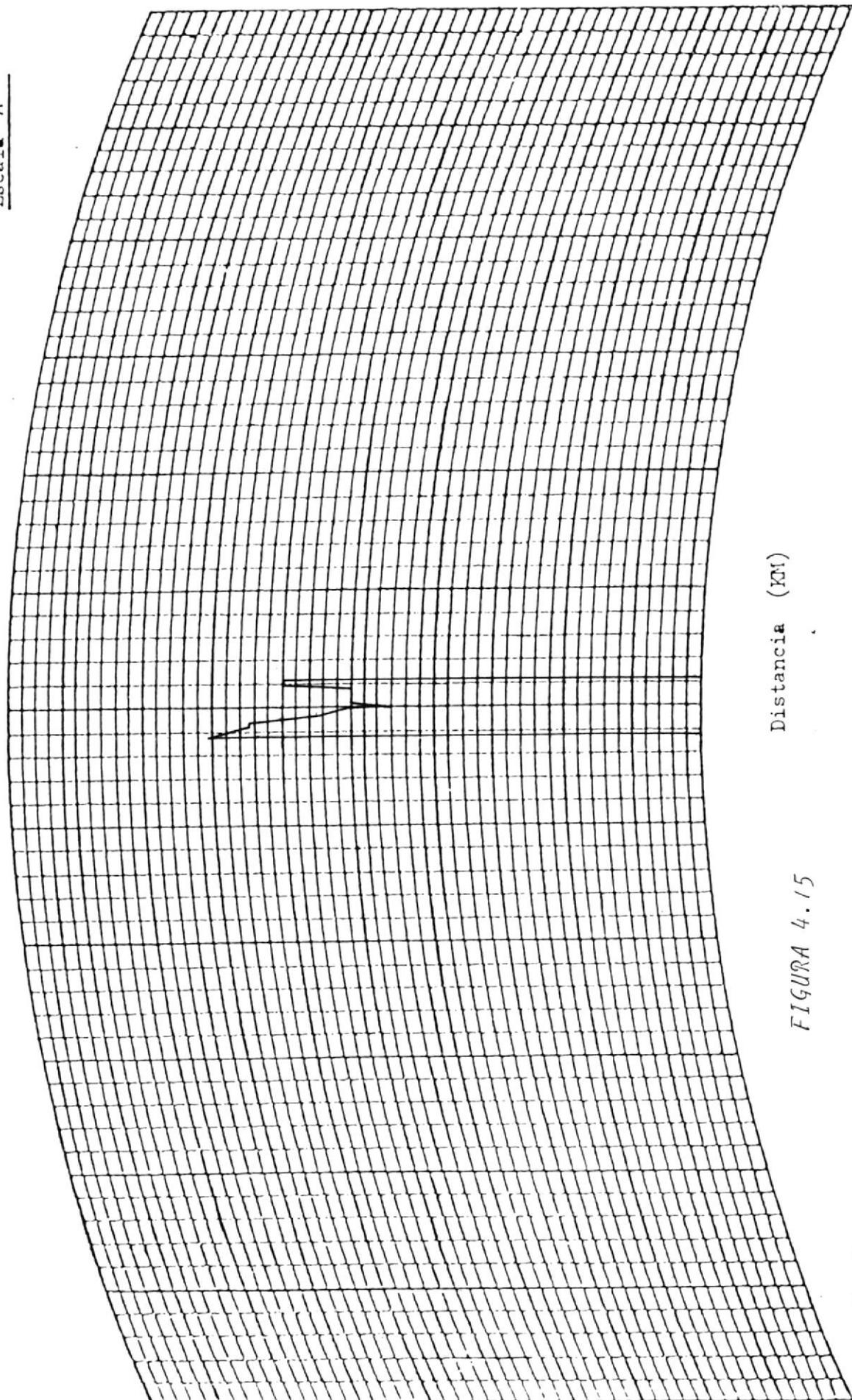
AYURCO  
Altura 2800 m

3.8 KM

ALAUSI  
Altura 2400

BIBLIOTECA





Escala  
 Completa  
 A=4000m  
 B=1000m  
 C= 250m

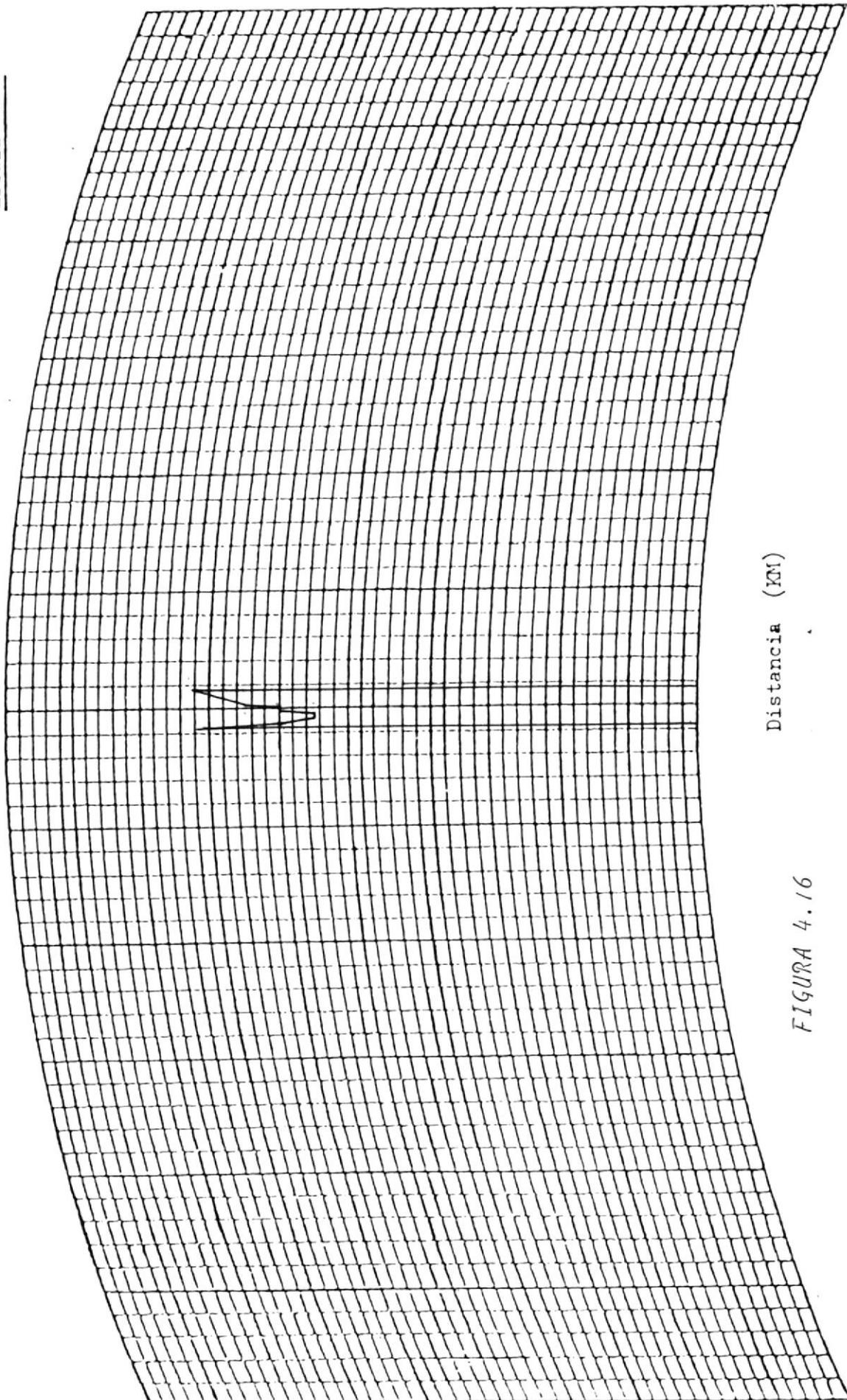
Altura  
 (m)

Distancia (KM)

FIGURA 4.15

Escala  
 Completa  
 A=240Km  
 B=120Km  
 C= 60Km

Ayurco	Chunchi
Altura 2800	Altura 2400
-----m	-----m
10.2 KM	



Escala  
 Completa  
 A=4000m  
 B=1000m  
 C= 250m

Altura  
 (m)

Distancia (KM)

FIGURA 4.16

Escala	
Completa	
A=240Km	
B=120Km	
C= 60Km	

Ayurco	REPETIDOR GUASUNTOS
Altura 2800	Altura 2903
-----m	-----m
	6.1
	KM

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

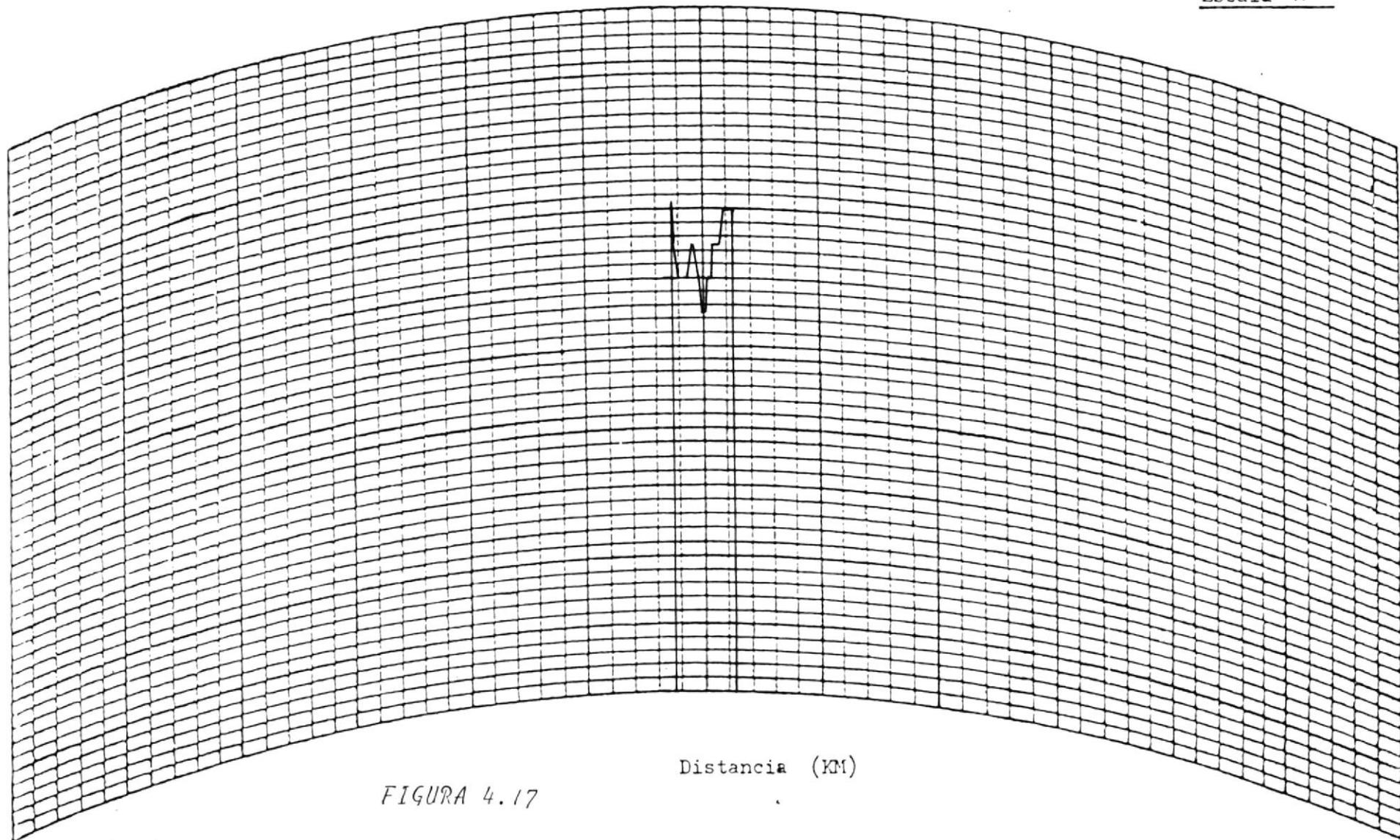


FIGURA 4.17

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

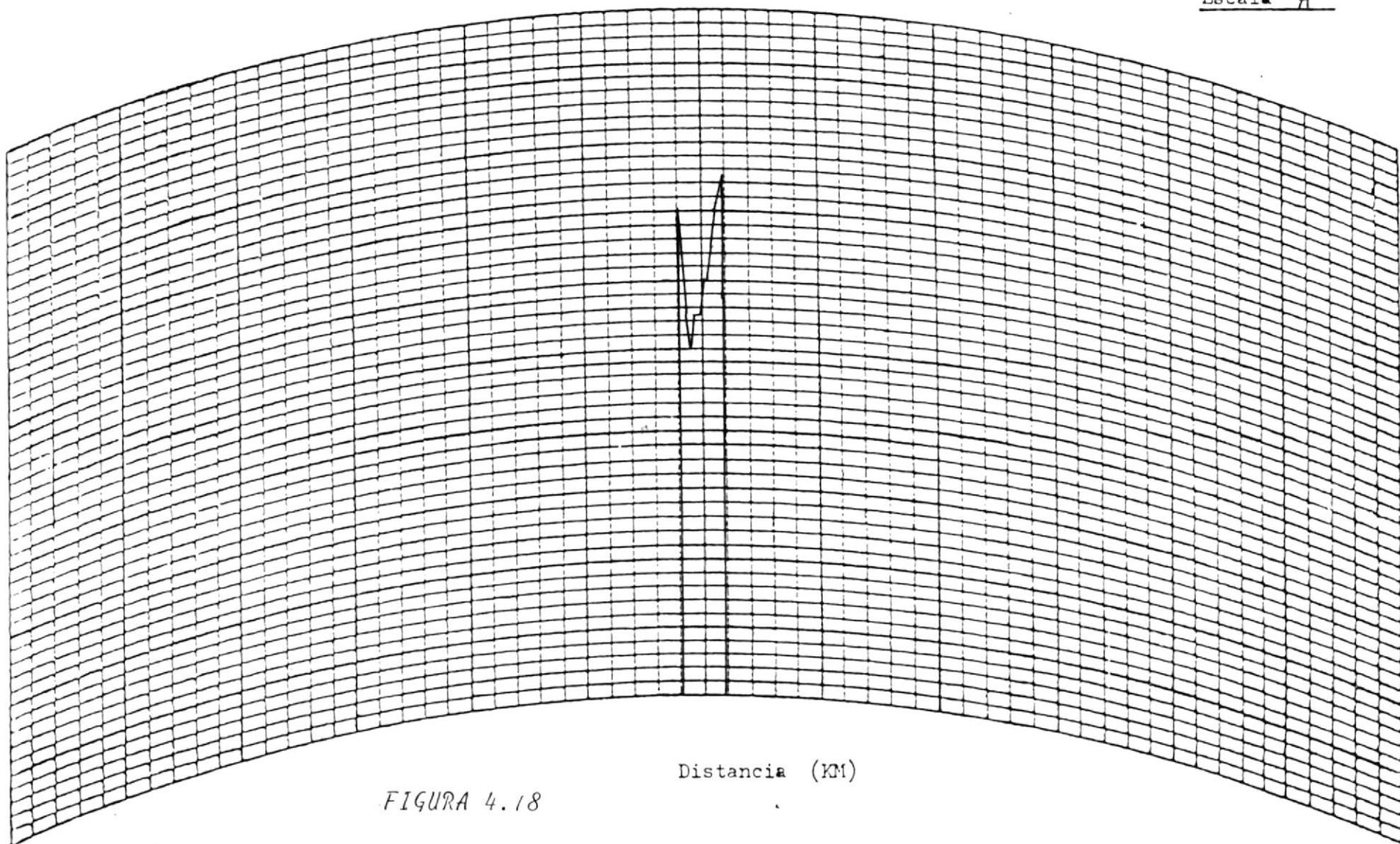
AYURCO  
Altura 2800 m

PUMALLACTA  
Altura 2800 m

10.4 KM

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

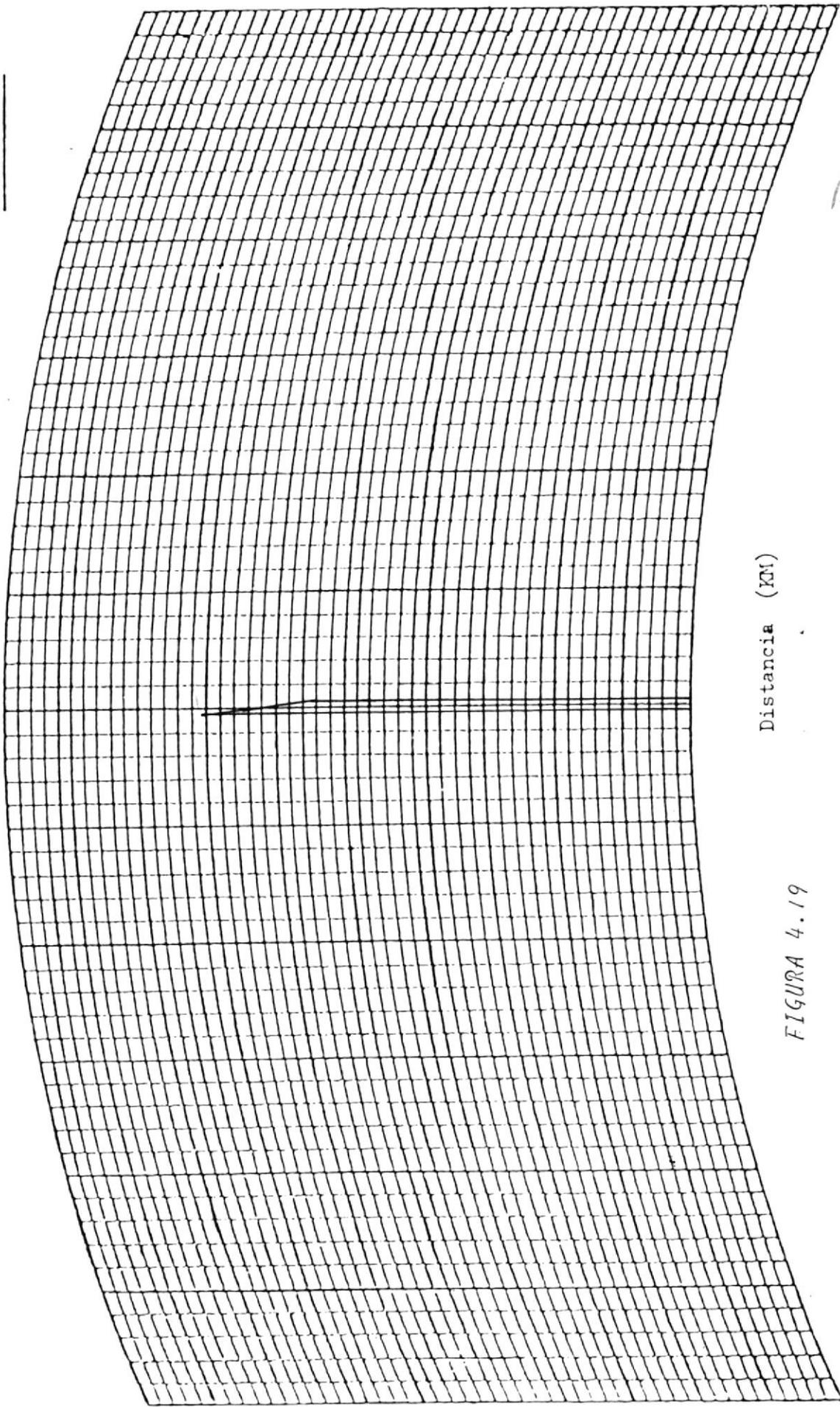
FIGURA 4.18

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

AYURCO  
Altura 2800 m

REPETIDOR SEVILLA  
Altura 3000 m

7.8 KM



Escala  
 Completa  
 A=1000m  
 B=1000m  
 C= 250m

Altura  
 (m.)

Distancia (KM)

FIGURA 4.19

Escala  
 Completa  
 A=240Km  
 B=120Km  
 C= 60Km

Altura AYURCO 2800-----m  
 Altura SIBAMBE 2500-----m  
 2.2 KM



PERFIL (K= 4/3)

Escala A

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

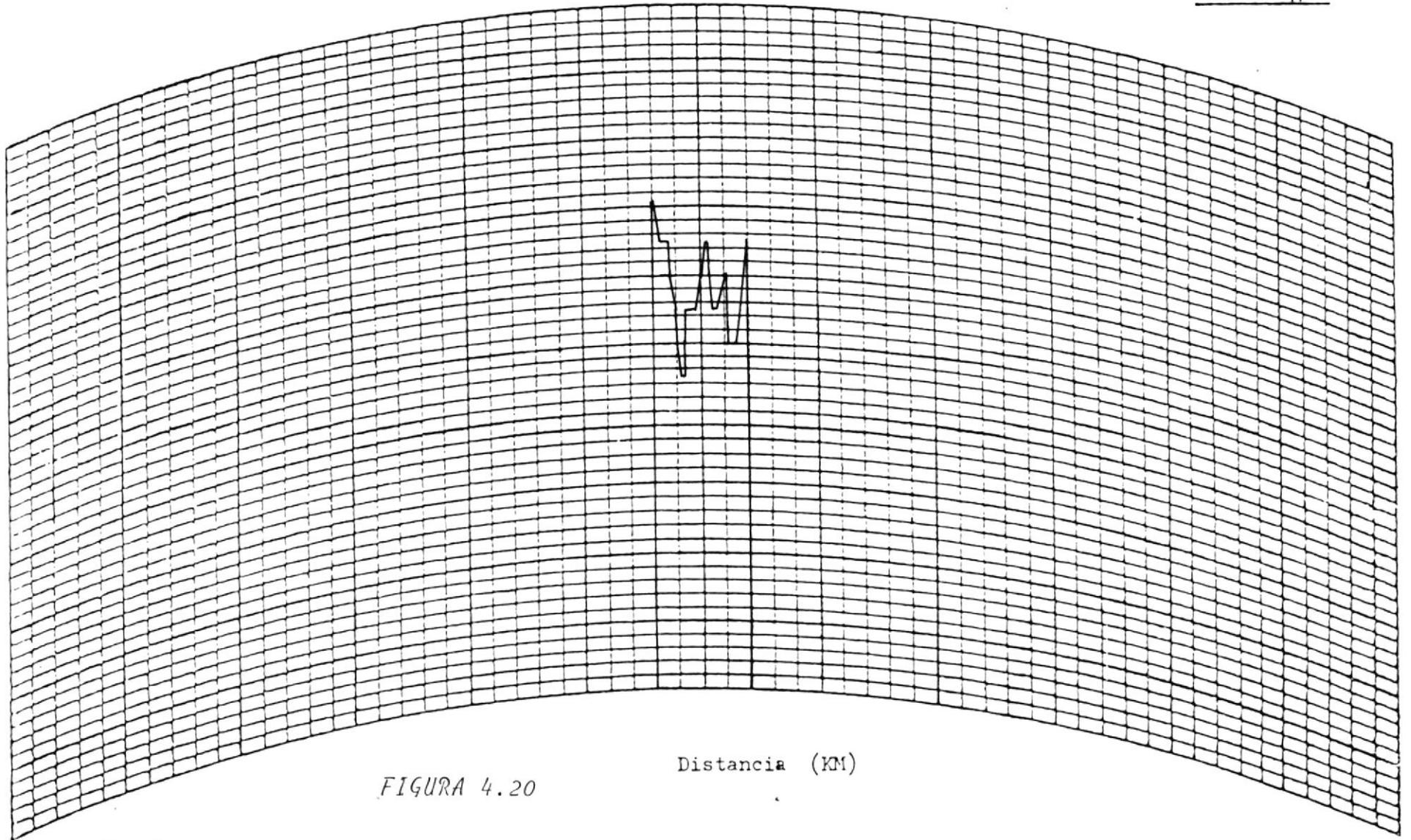


FIGURA 4.20

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

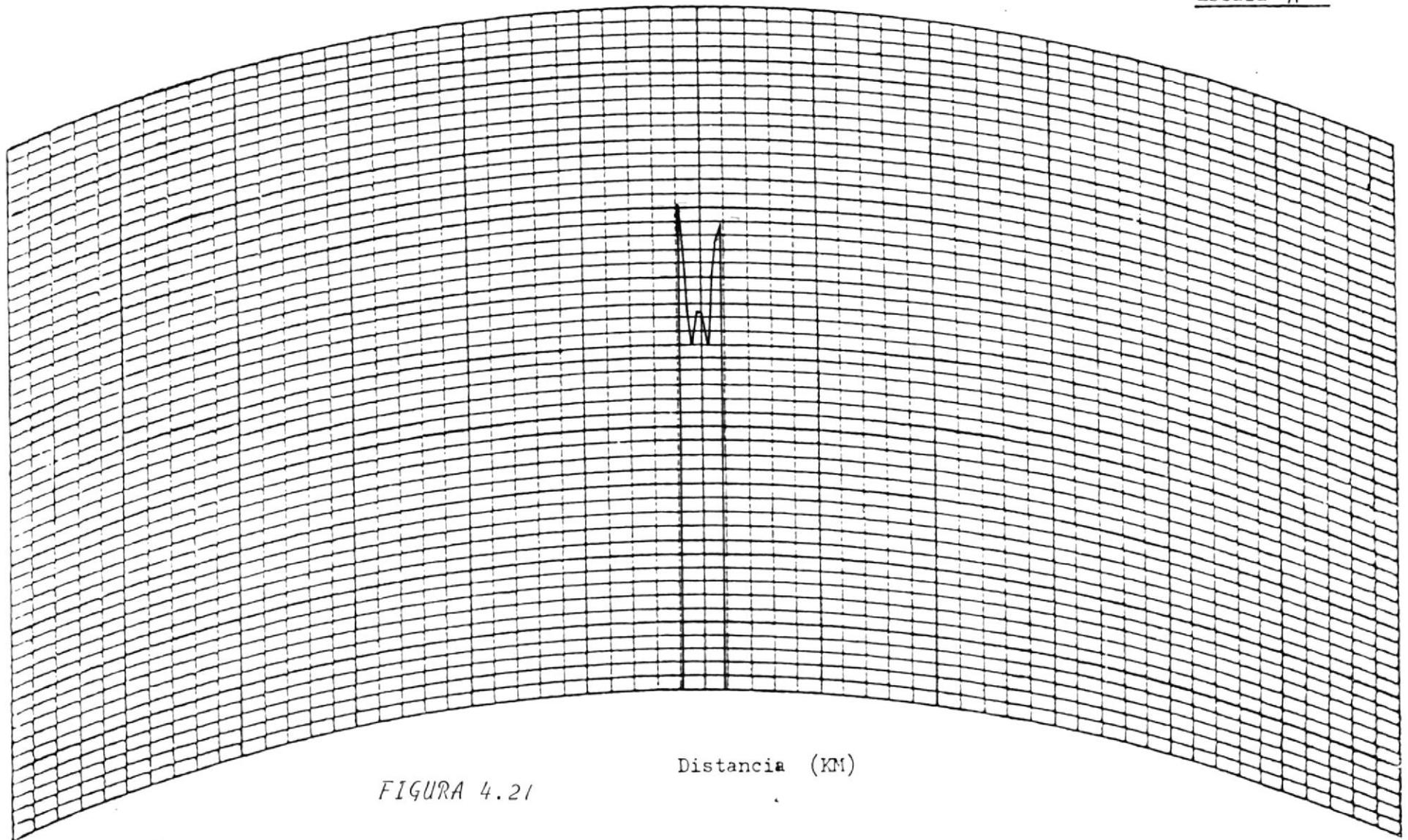
AYURCO  
Altura 2800 m

COMPUD  
Altura 2600 m

16.0 KM

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

FIGURA 4.21

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

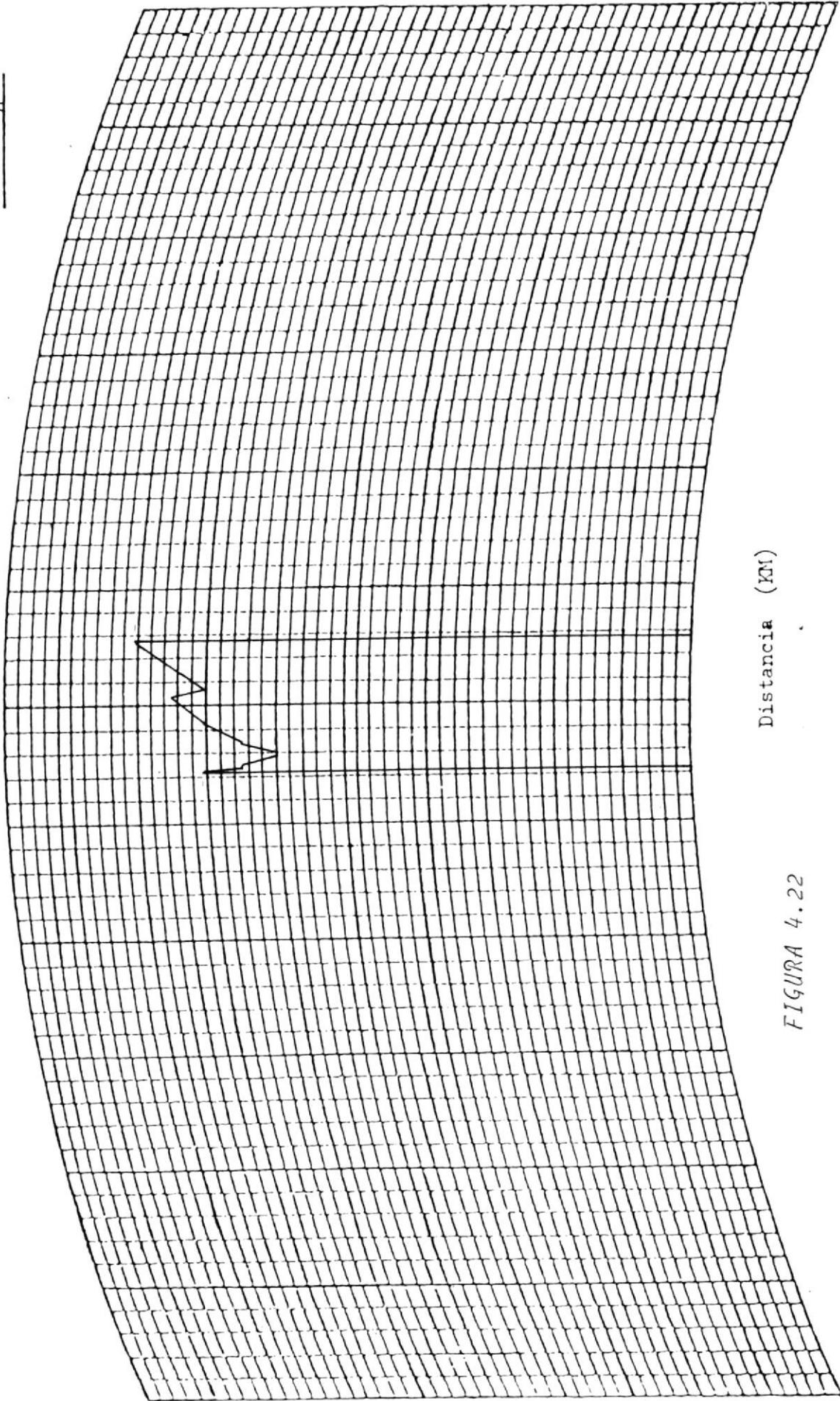
AYURCO  
Altura 2800 m

6.2 KM

GONZOL  
Altura 2700 m

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (Km)

FIGURA 4.22

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

AYURCO

Altura 2800 m

PALMIRA

Altura 3200 m

22.0 Km

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

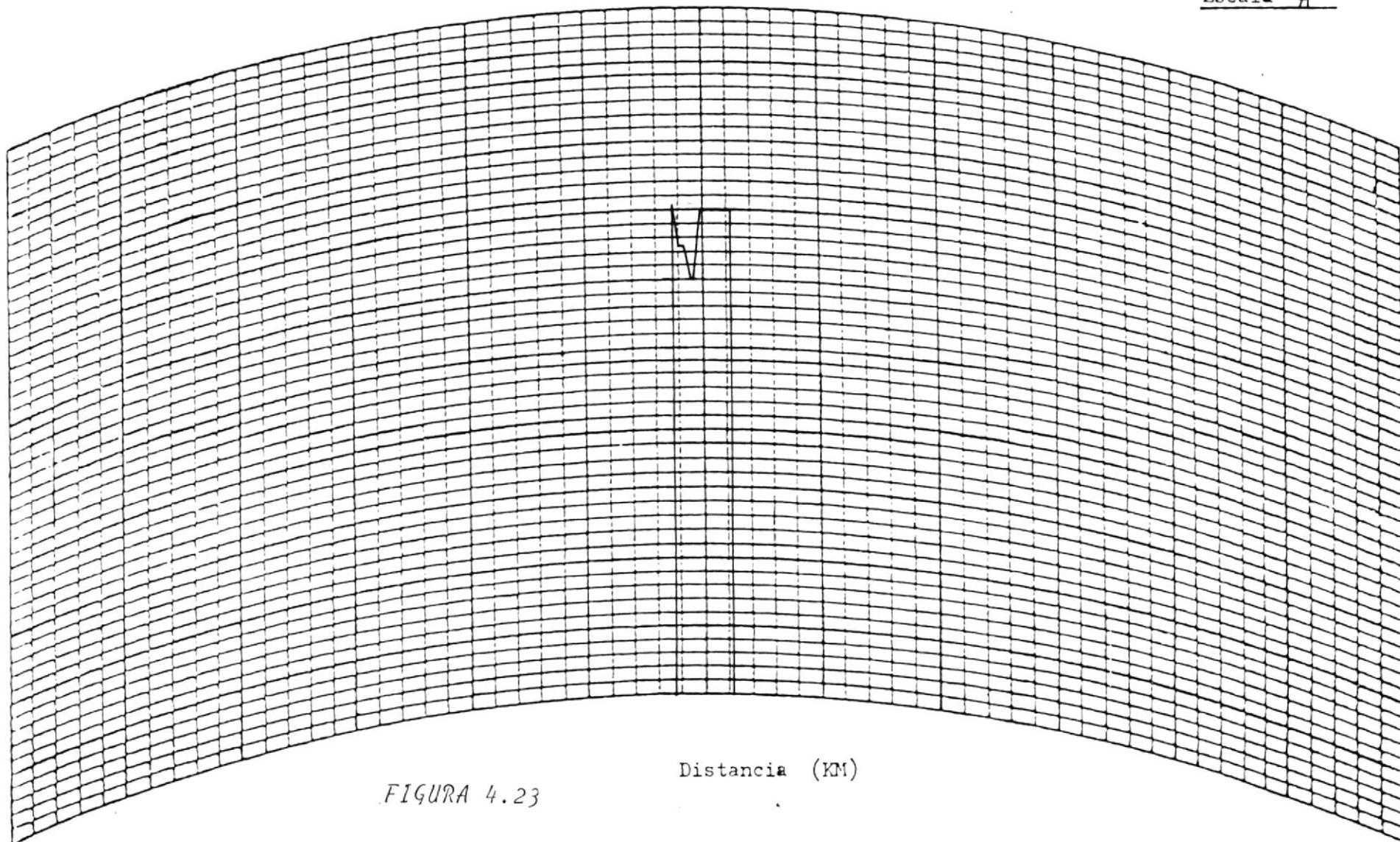


FIGURA 4.23

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

AYURCO  
Altura 2800 m

10.6 KM

TIXAN  
Altura 2800 m

PERFIL (K= 4/3)

Escala *A*

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

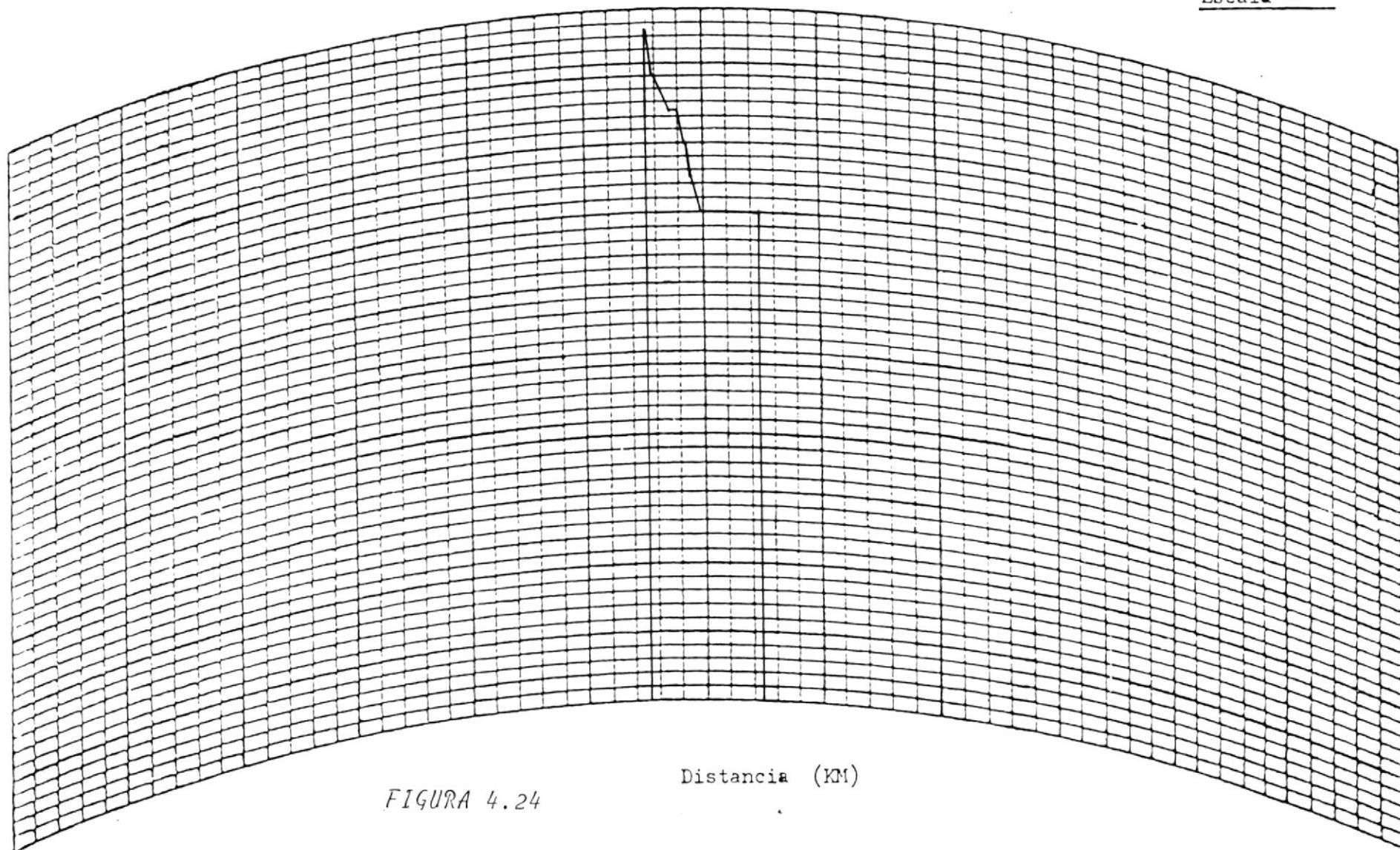


FIGURA 4.24

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

RIOBAMBA  
Altura 2600 m

19.6 KM

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

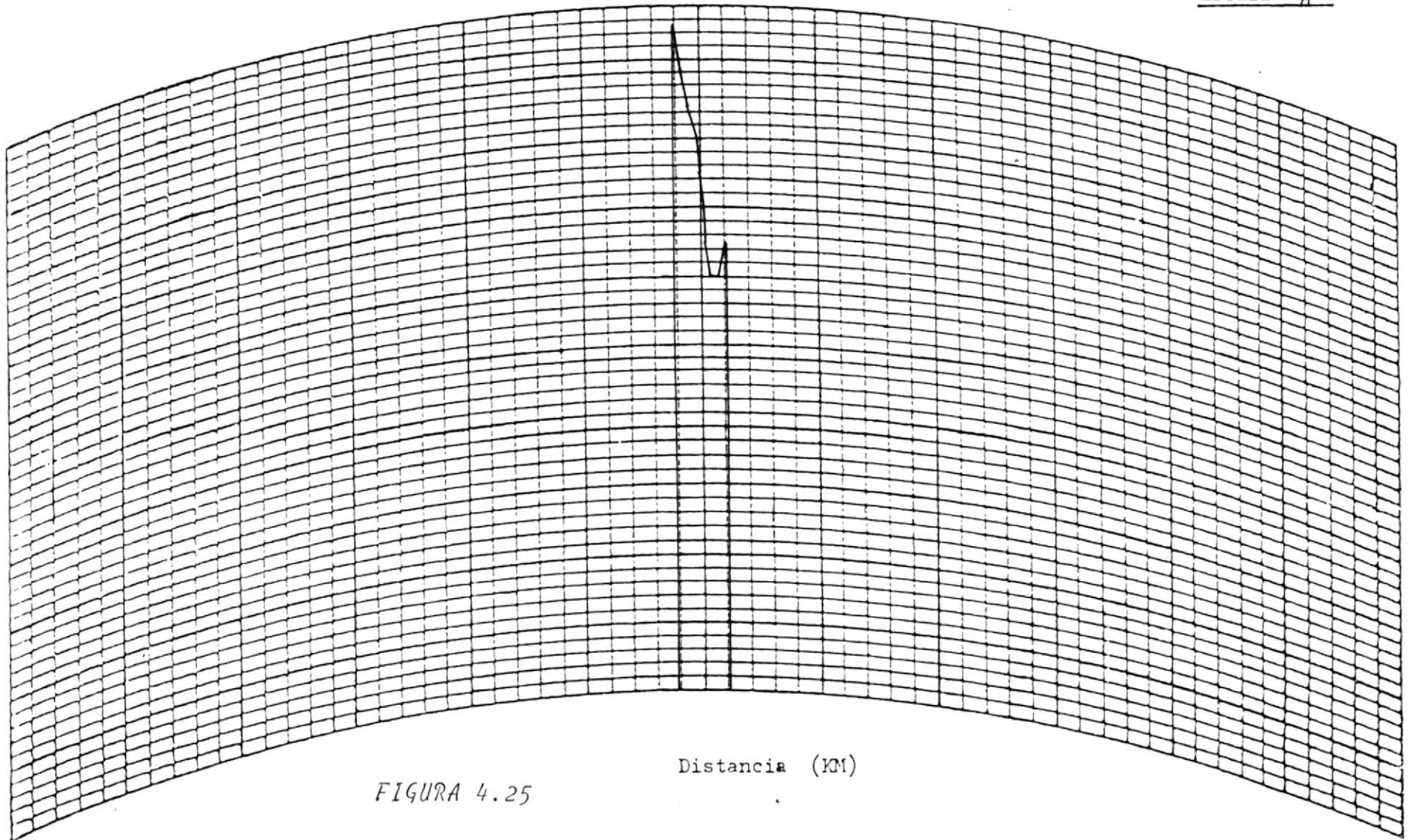


FIGURA 4.25

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

8.6 KM

PENIPE  
Altura 2600 m

PERFIL (K= 4/3)

Escala *A*

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

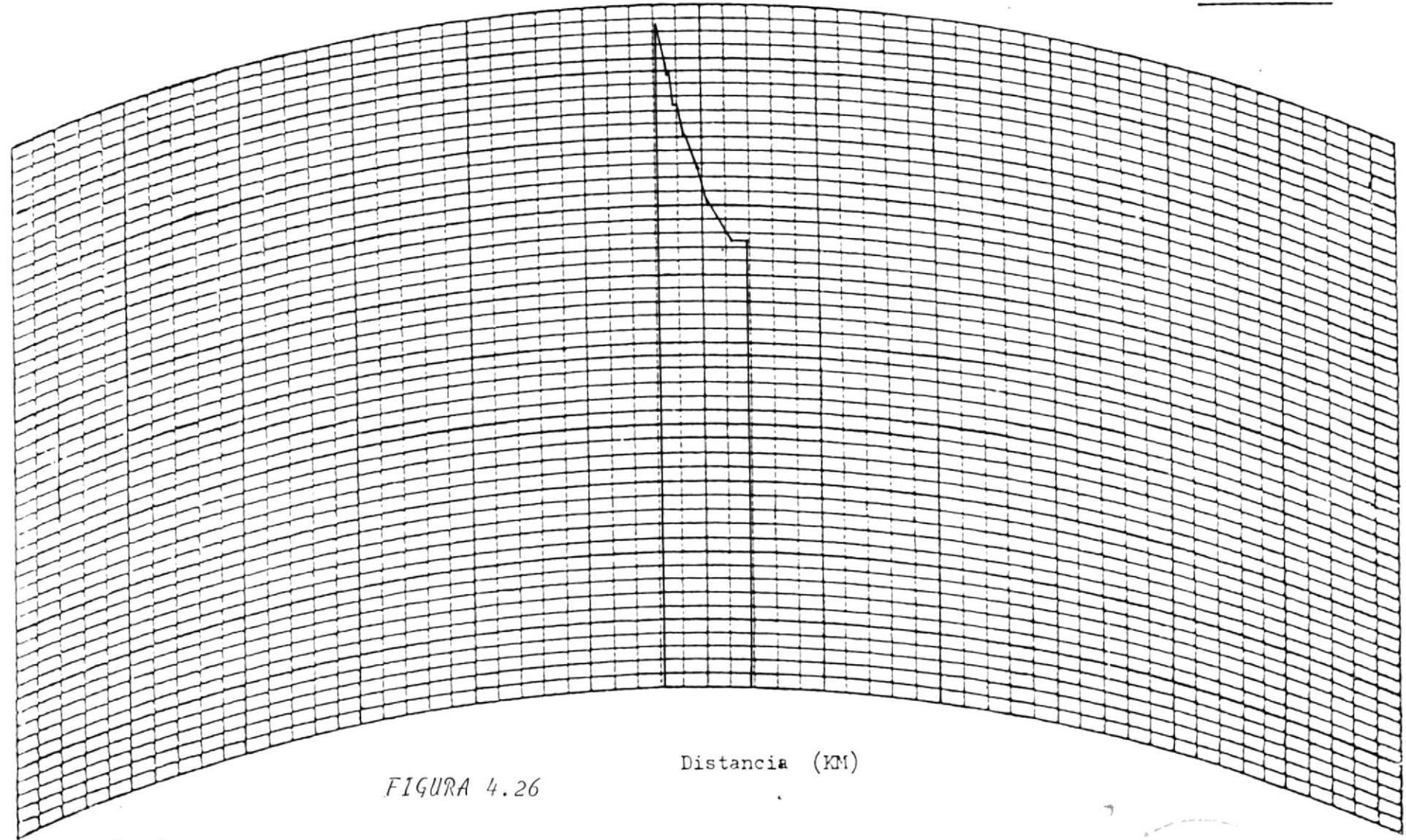


FIGURA 4.26

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

CUBIGIES  
Altura 2600 m

15.0 KM

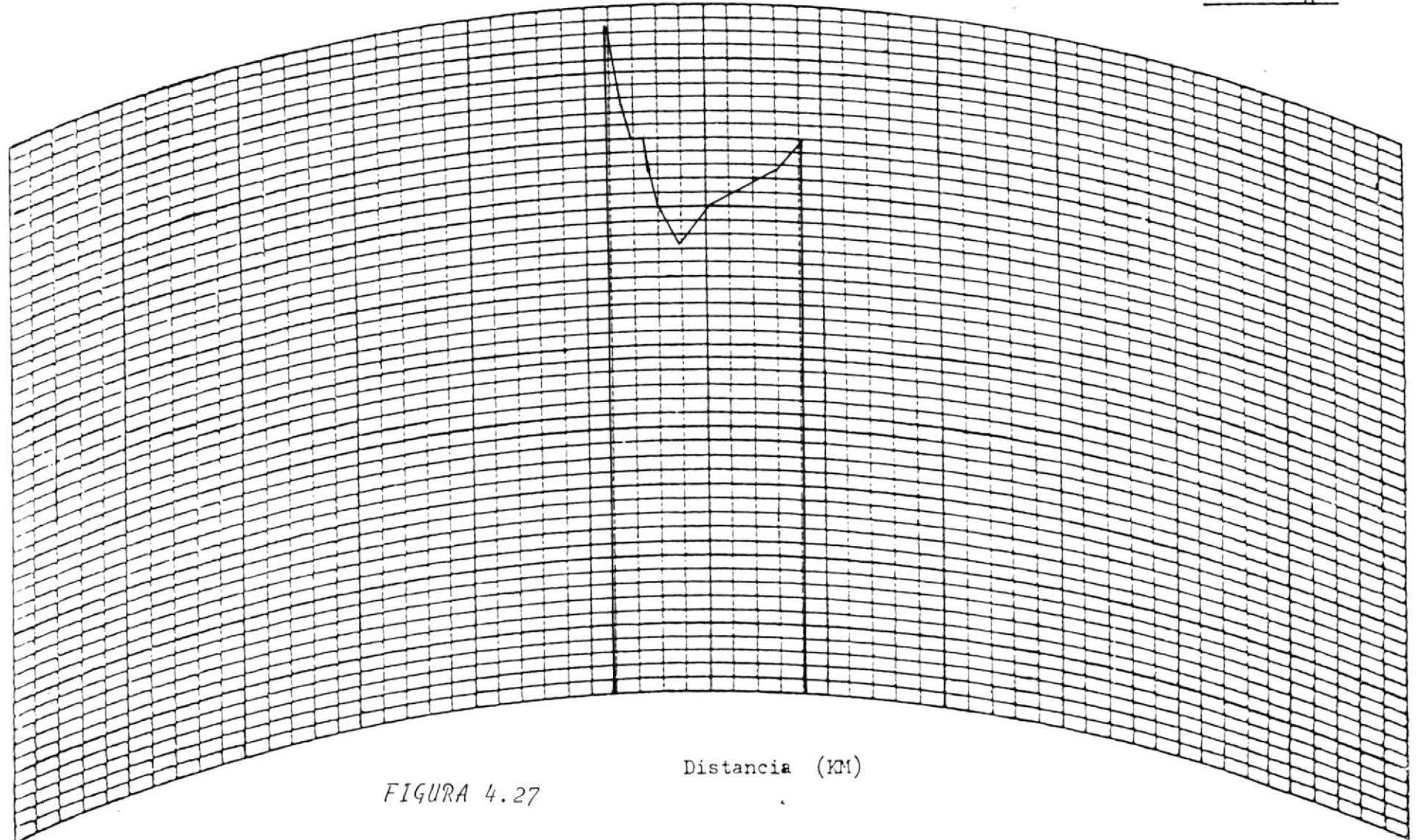


PERFIL (K= 4/3)

Escala A

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

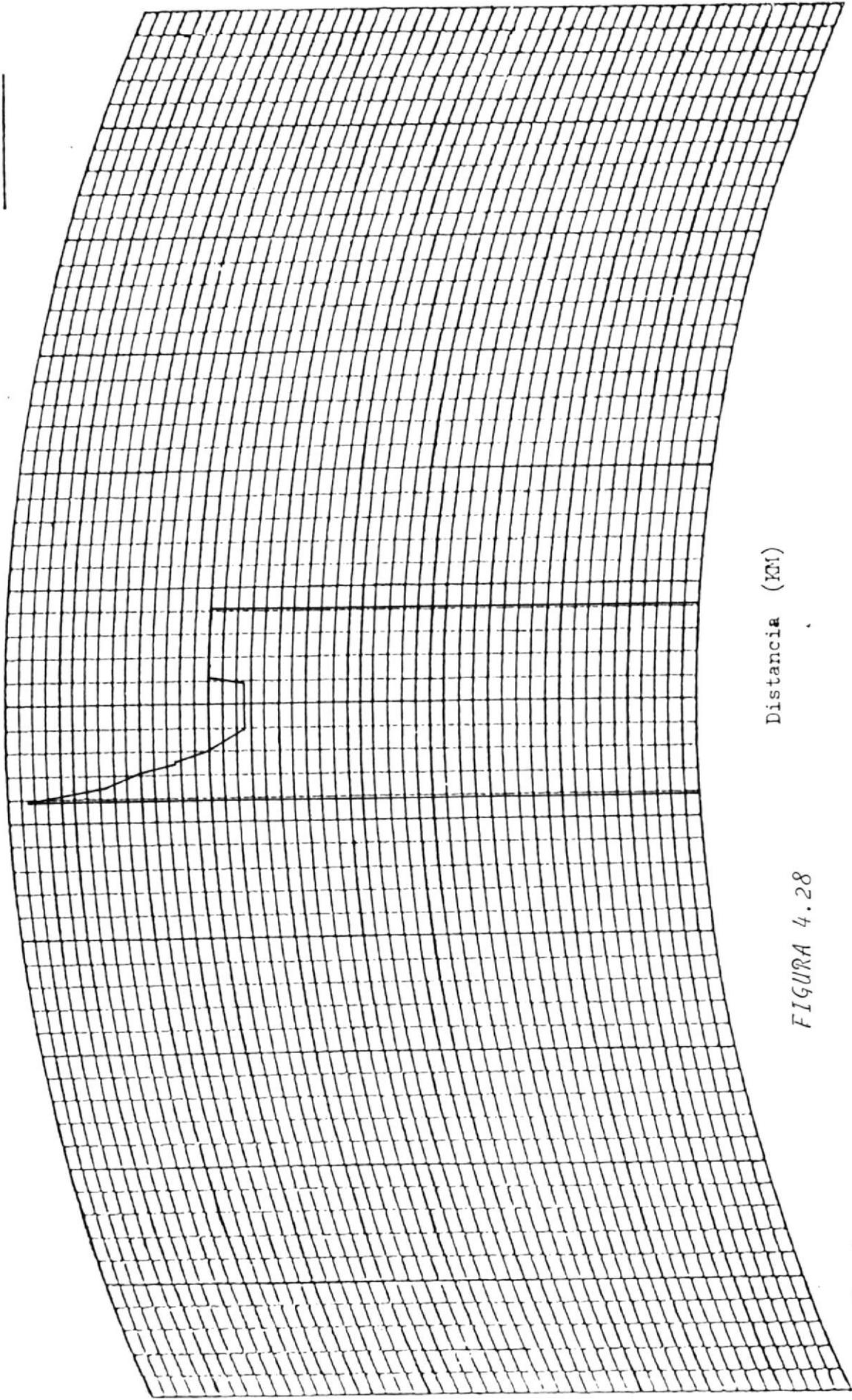
FIGURA 4.27

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

FLORES  
Altura 3200 m

34.0 KM



Escala  
 Completa  
 A=4000m  
 B=1000m  
 C= 250m

Altura  
 (m)

Distancia (Km)

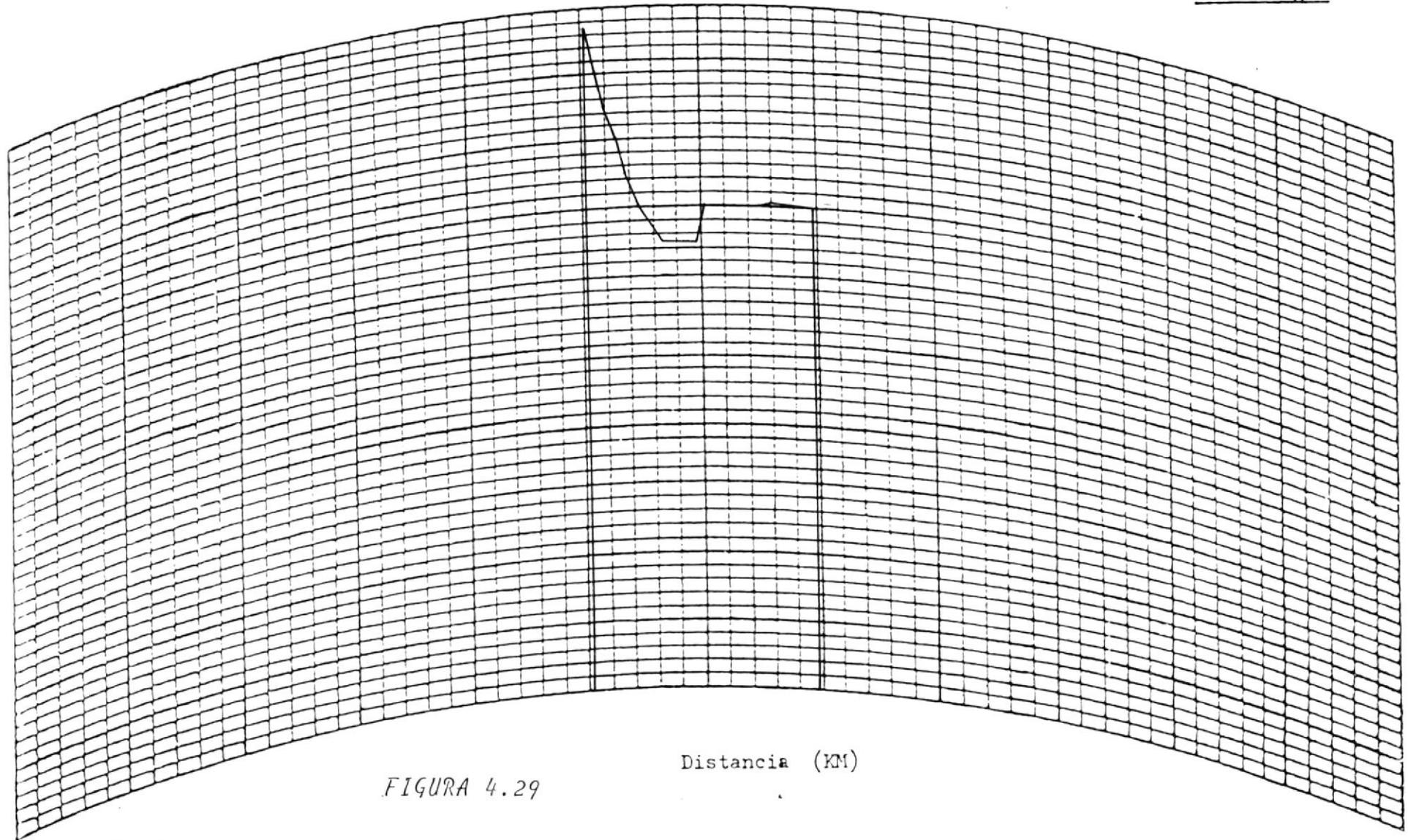
FIGURA 4.28

Escala  
 Completa  
 A=240Km  
 B=120Km  
 C= 60Km

LA MIRA  
 Altura 3858 m  
 LICHO  
 Altura 2800 m  
 31.6 Km

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

FIGURA 4.29

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

38.0 KM

PUNGALA  
Altura 2800 m

PERFIL (K= 4/3)

Escala A

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

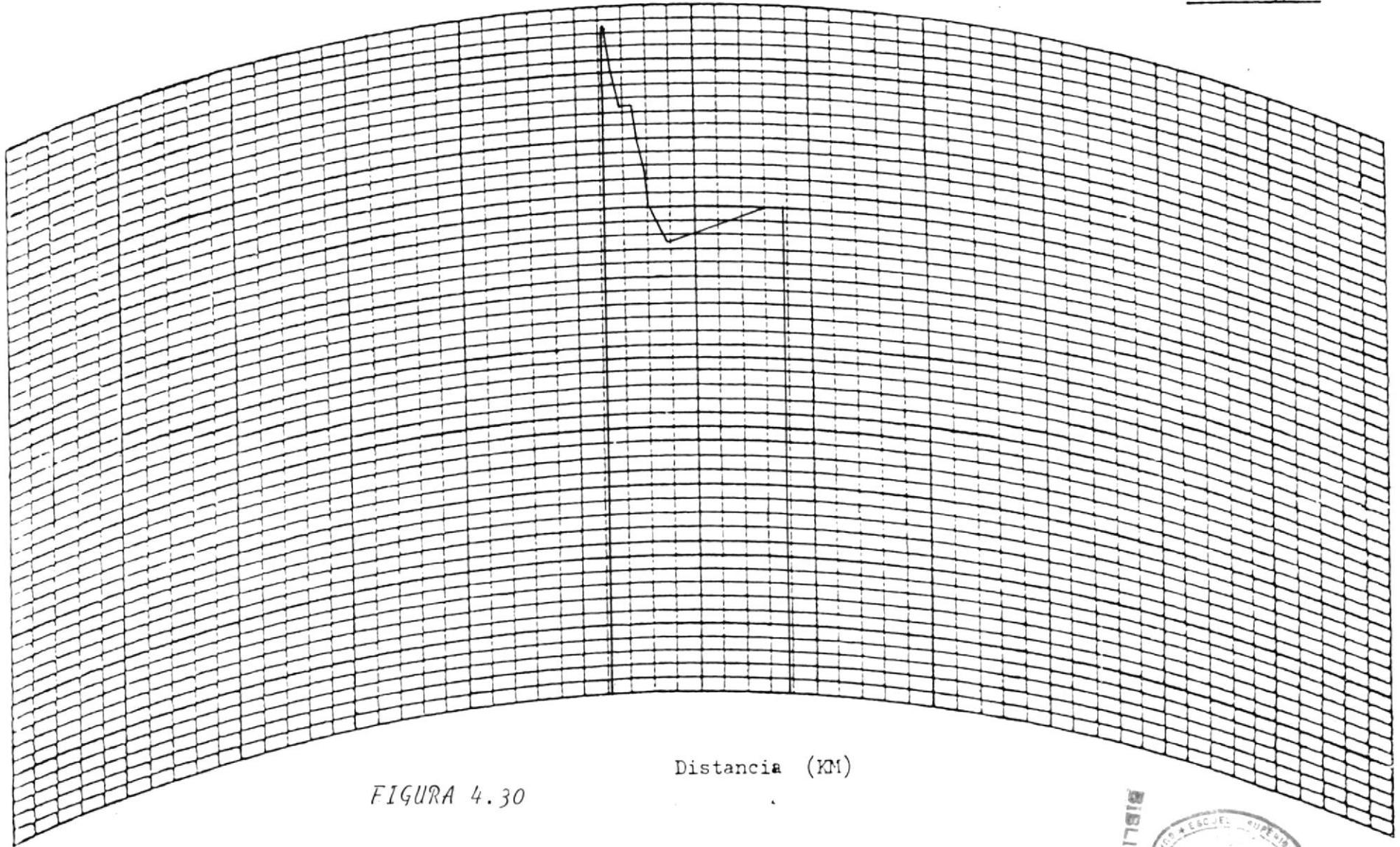


FIGURA 4.30

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
 Altura 3858 m

PUNIN  
 Altura 2800 m

29.0 KM

BIBLIOTECA



Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

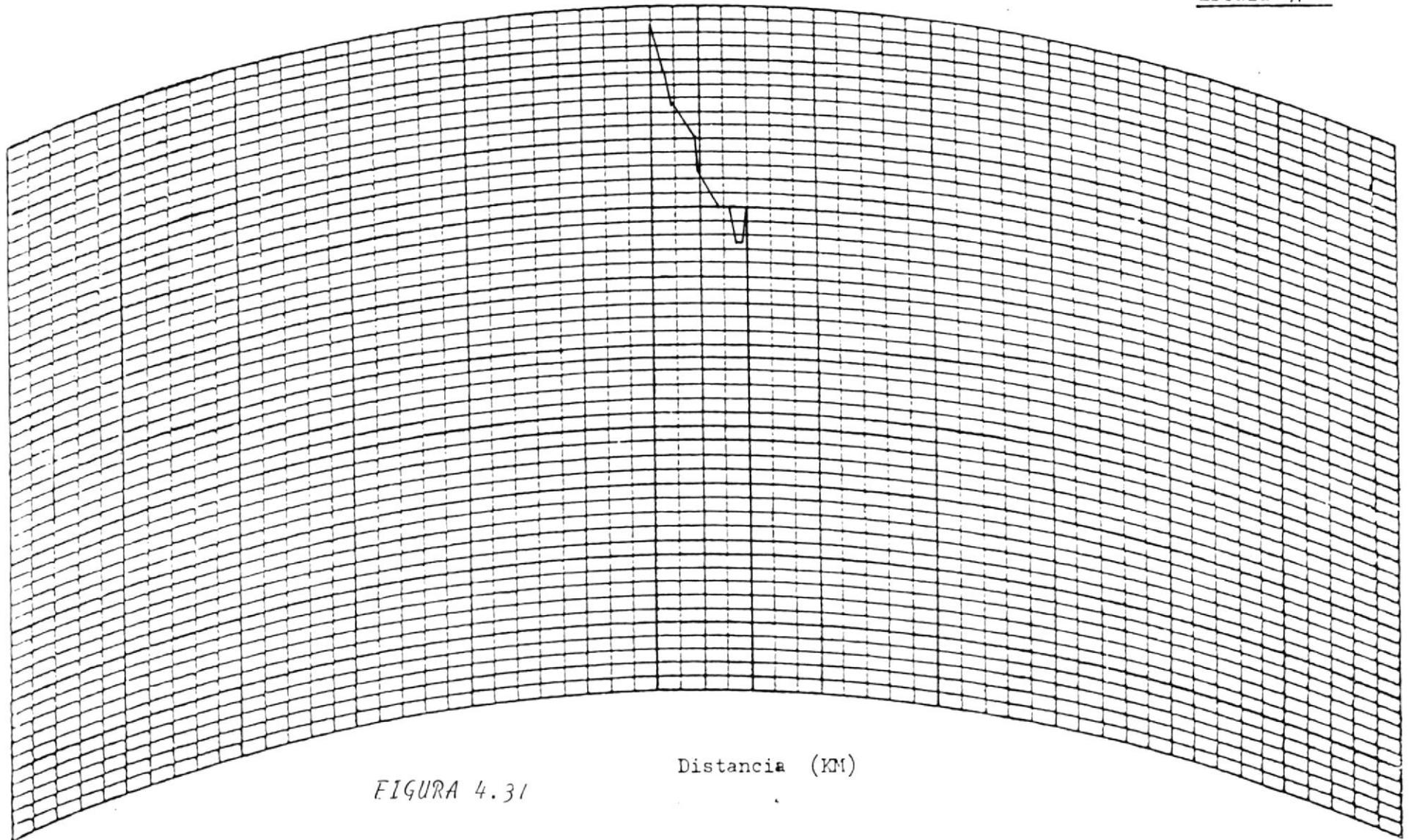


FIGURA 4.31

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

QUIMIAG  
Altura 2800 m

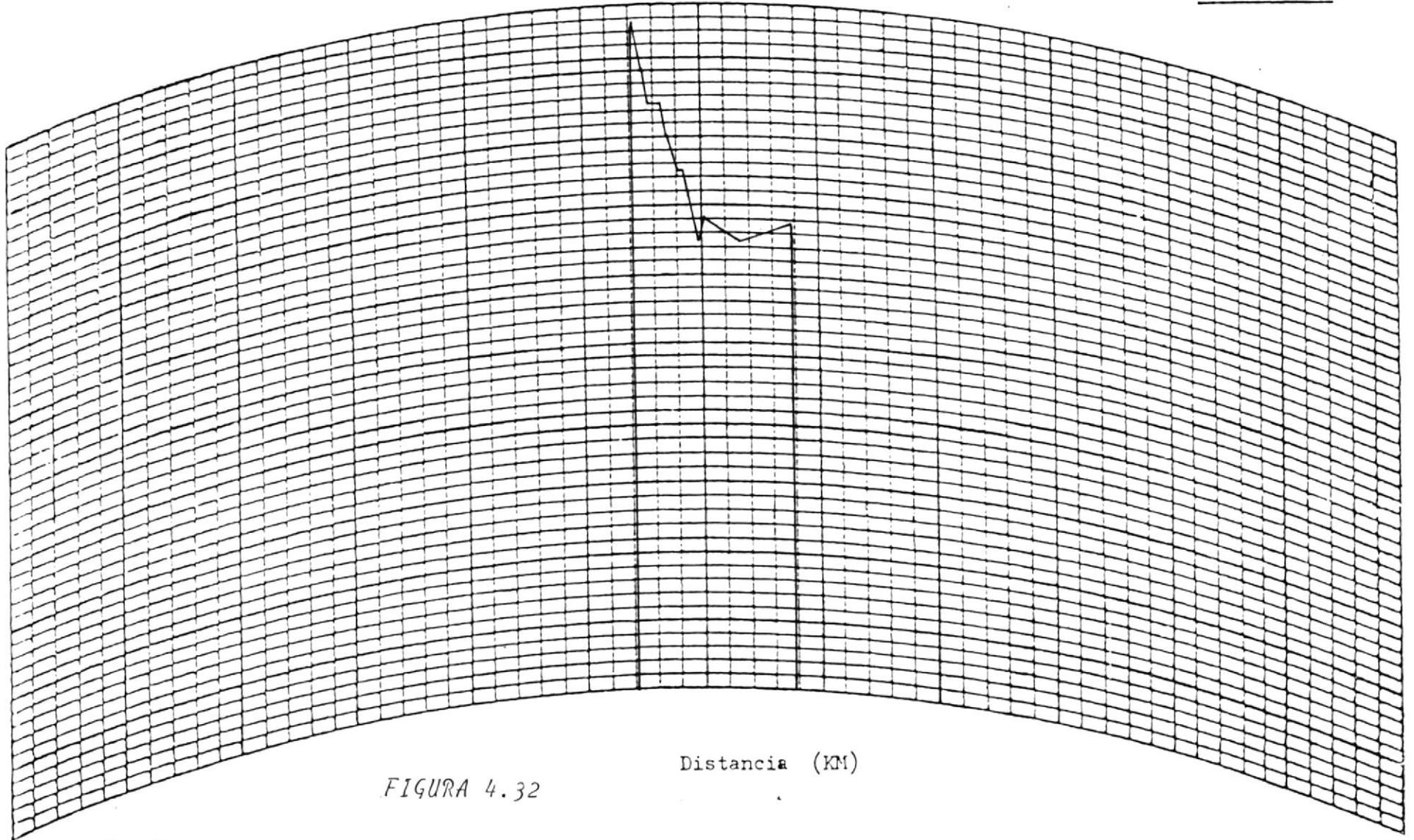
16.2 KM

PERFIL (K= 4/3)

Escala A

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

FIGURA 4.32

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

SAN LUIS  
Altura 2700 m

22.4 KM

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

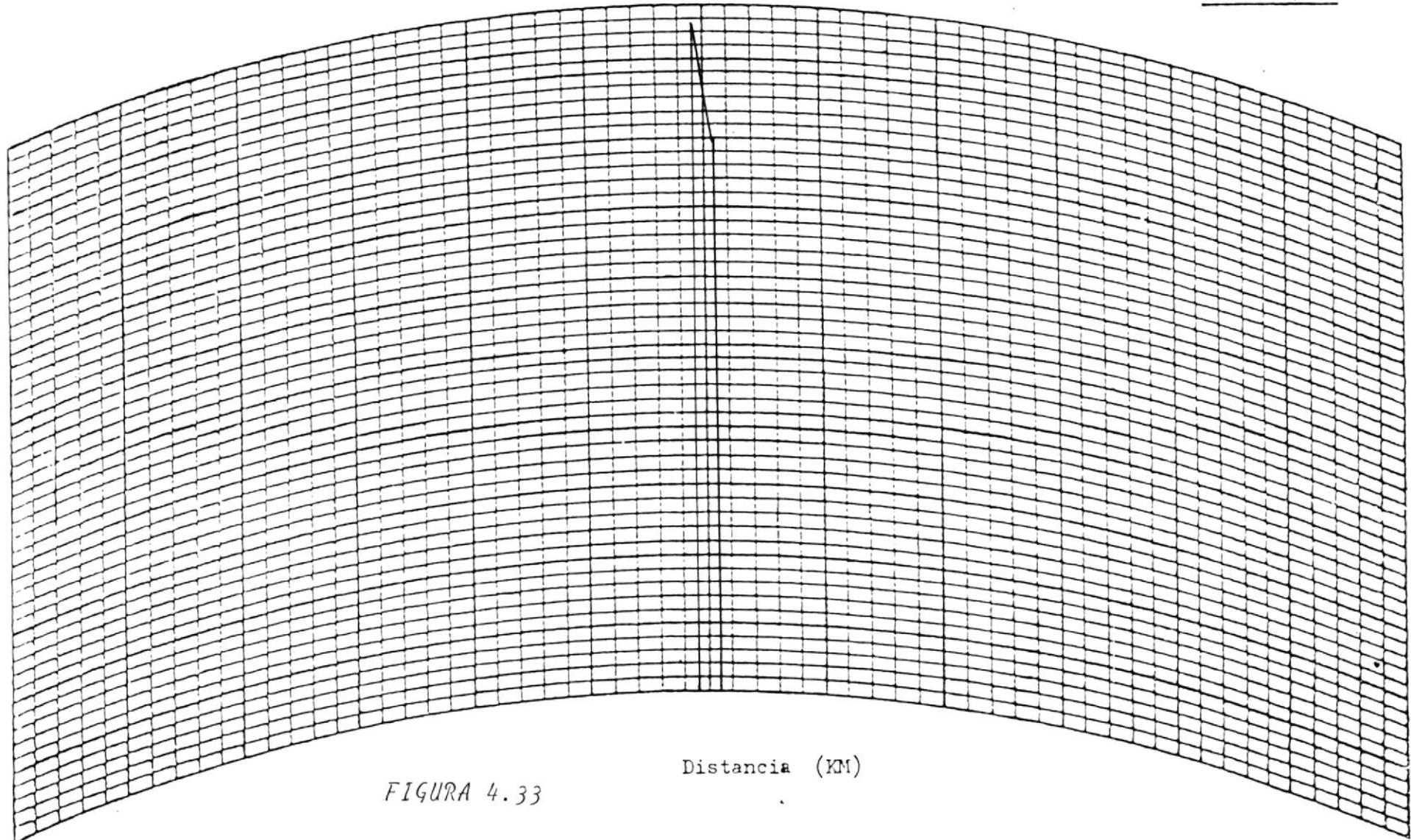


FIGURA 4.33

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA  
Altura 3858 m

3.8 KM

ILAPO  
Altura 3500 m

Escala  
Completa  
A=4000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

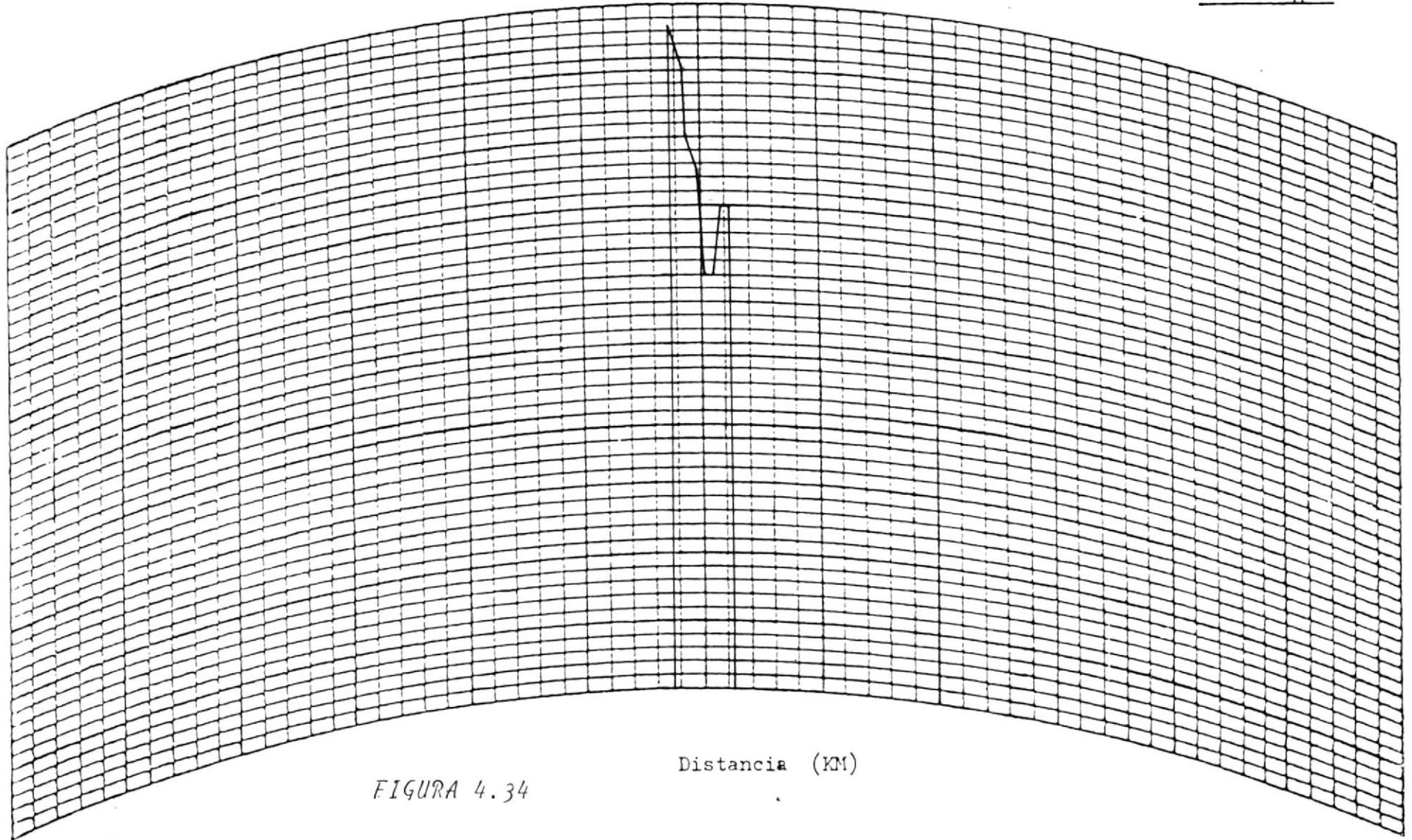


FIGURA 4.34

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

LA MIRA

Altura 3858 m

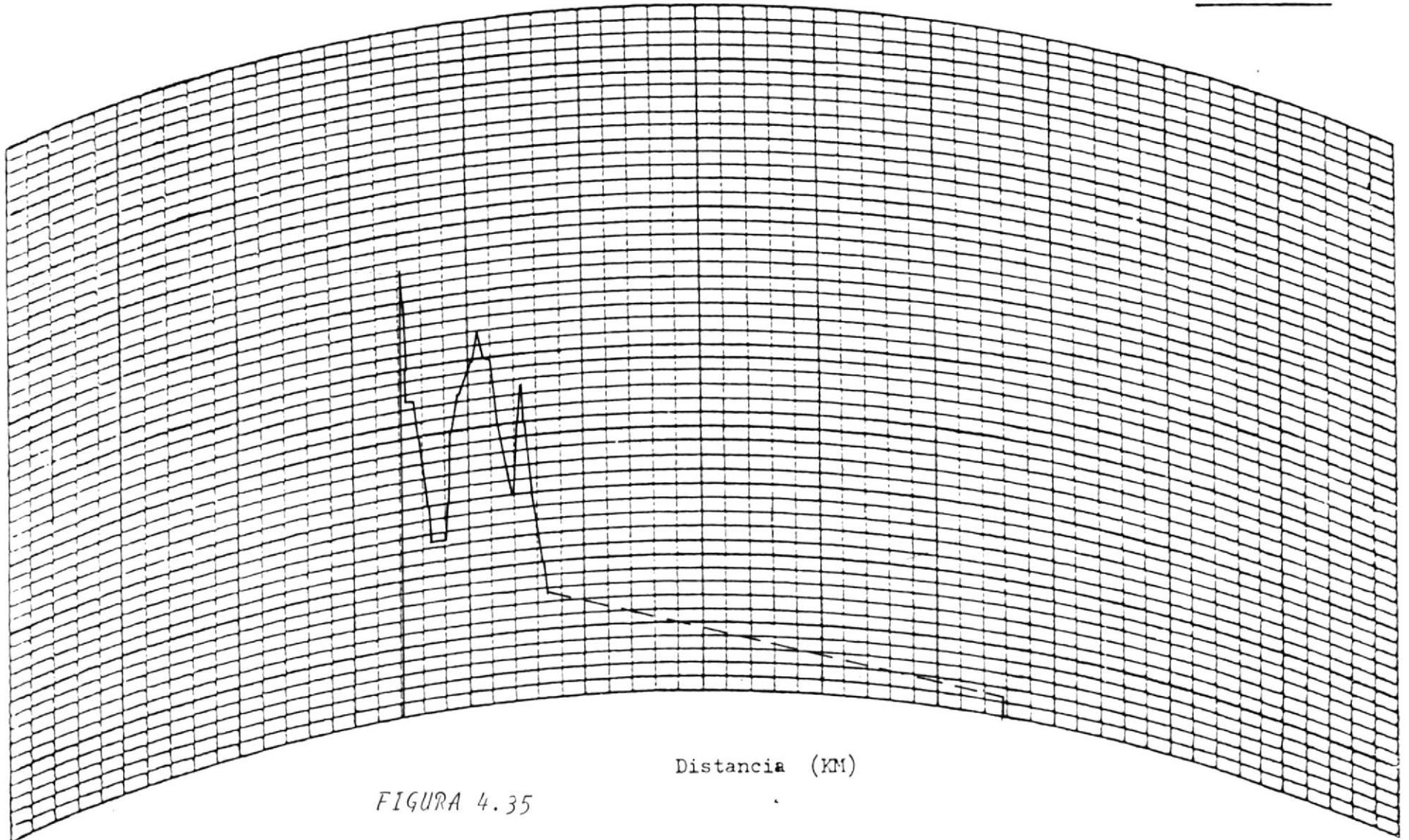
MATUS

Altura 2800 m

10.0 KM

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)



Distancia (KM)

FIGURA 4.35

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

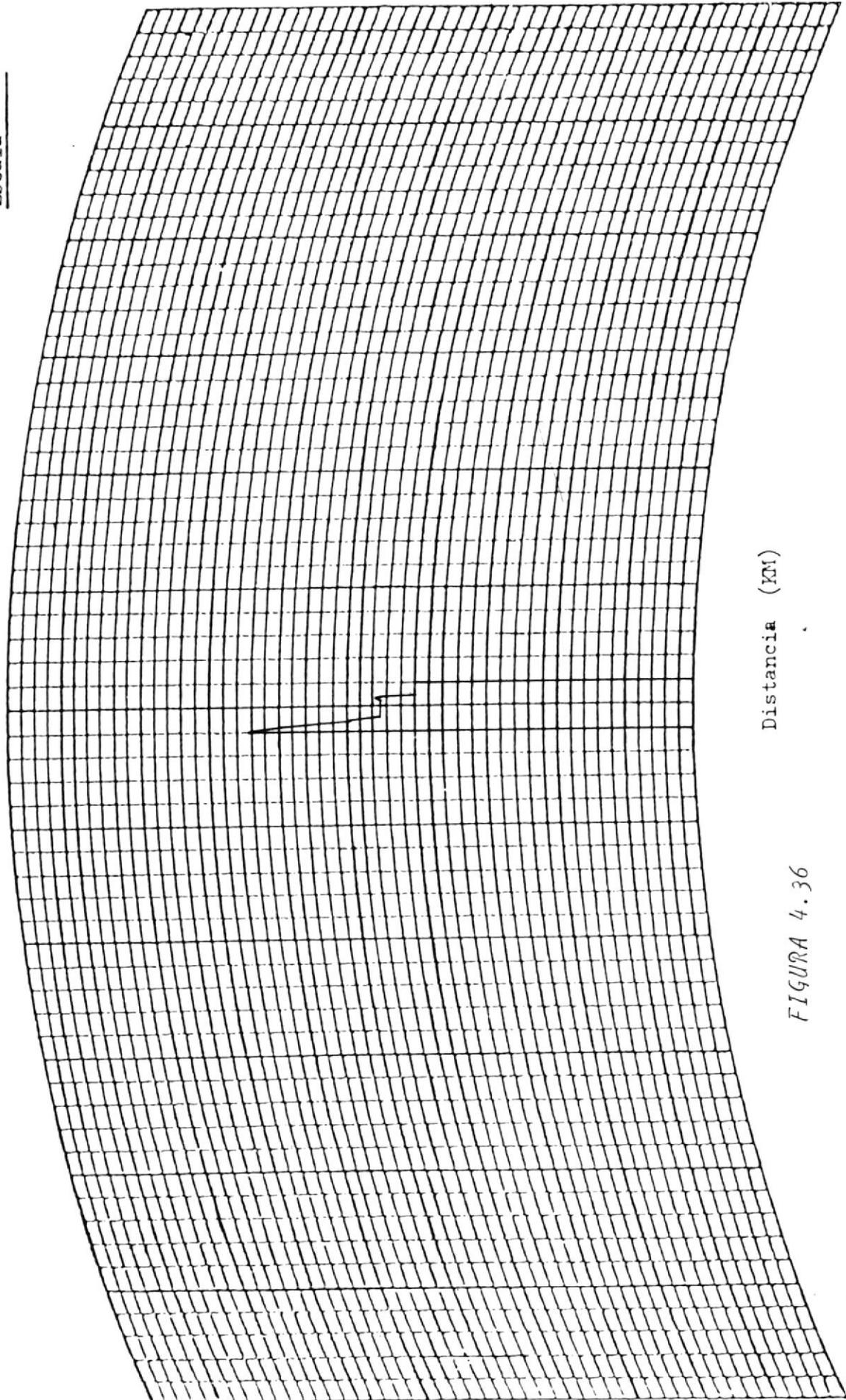
REPETIDOR PALLATANGA

Altura 2553 m

CERRO EL CARMEN

Altura 90 m

103.0 KM



Escala  
 Completa  
 A=4000m  
 B=1000m  
 C= 250m

Altura  
 (m)

Distancia (KM)

FIGURA 4.36

Escala  
 Completa  
 A=240Km  
 B=120Km  
 C= 60Km

REPETIDOR PALLATANGA  
 Altura 2553 m  
 PALLATANGA  
 Altura 1600 m  
 7.8 KM

Escala  
Completa  
A=1000m  
B=1000m  
C= 250m

Altura  
(m)

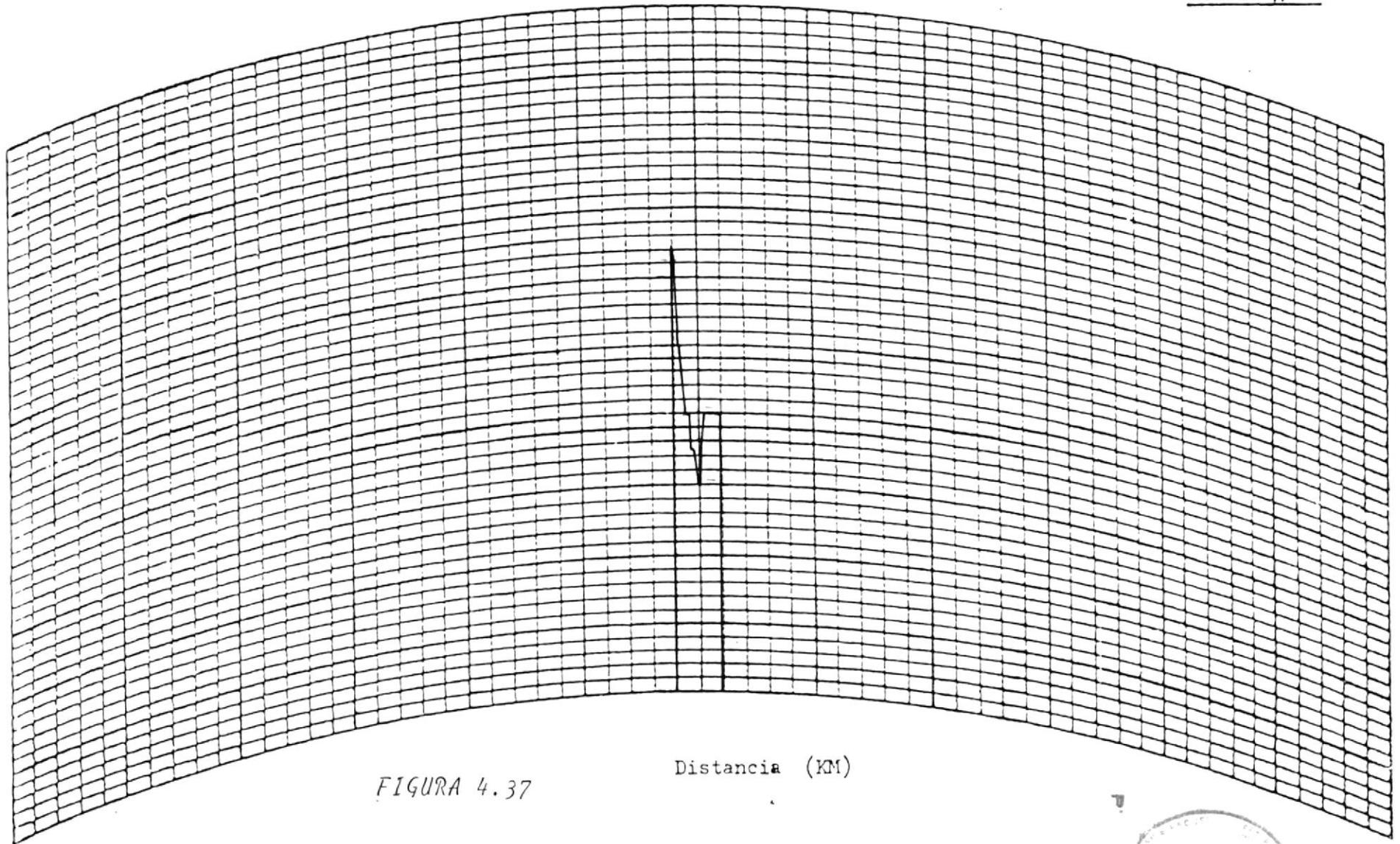


FIGURA 4.37

Distancia (KM)

Escala  
Completa  
A=240Km  
B=120Km  
C= 60Km

REPETIDOR PALLATANGA

Altura 2553 m

7.3 KM

MULTITUD

Altura 1600 m



de la primera zona de fresnel.

- b) Para el caso en que  $K = 2/3$ , la apertura del trayecto sobre las cumbres debe ser mayor que  $2/3$  del radio de la primera zona de fresnel. *harto agua'*

Para proceder al cálculo de la altura de las antenas bajo la condición de que la altura de la otra antena es conocida, primeramente se calculará el radio de la primera zona de fresnel para un punto de cumbre y luego determinar la altura de antena por medio de la siguiente ecuación:

Para  $K=4/3$

Ec. 4.5

$$(ha1) = \frac{d}{d2} (ha+hs) - \frac{d1}{d2} (hg2+ha2) + \frac{d.d1}{2.K.a} - hg1 \quad (m)$$

Para  $K=2/3$

Ec. 4.6

$$(ha1) = (ha1)_{K=4/3} - \frac{d.ho}{3.d2} + \frac{d.d1}{2.K.a}$$

Donde:

hs: altura de la cumbre sobre el nivel del mar (m)

hg1, hg2: altura geográfica de las estaciones transmisora y receptora (m)

ha1: altura de antena de la estación transmisora (m)

ha2: altura de antena de la estación receptora (m)

a: radio de la tierra (6.370 Km)

K: coeficiente de radio ficticio de la tierra

Comparando los resultados para  $K=4/3$  y  $K=2/3$ , tomamos el mayor valor como altura de antena (ver figura 4.38).

Una vez que se tiene las alturas totales de las dos estaciones ( elevación + altura de antena ), el margen de apertura del trayecto sobre las cumbres (hcm) se calcula como sigue:

Para  $k=4/3$ , la apertura del trayecto sobre las cumbres se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$h_c = h_1 - \frac{d_1}{d} (h_1 - h_2) - \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot K \cdot a} - h_s \quad \text{Ec. 4.7}$$

Donde:

h1, h2: alturas totales de las estaciones

La diferencia entre la apertura del trayecto sobre las

cumbres y el radio de la primera zona de fresnel (márgen de apertura del trayecto sobre las cumbres) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$(h_{cm})_{K=4/3} = (h_c)_{K=4/3} - h_o \quad \text{Ec. 4.8}$$

Para  $K=2/3$ , la apertura del trayecto sobre las cumbres se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$(h_c)_{K=2/3} = (h_c)_{K=4/3} - \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot K \cdot a} \quad \text{Ec. 4.9}$$

El márgen de apertura del trayecto sobre las cumbres viene dado por:

$$(h_{cm})_{K=2/3} = (h_c)_{K=2/3} - \frac{2}{3} h_o \quad \text{Ec. 4.10}$$

### *INA* Cálculo del punto de reflexión

Una vez determinadas las alturas de antenas se procede a determinar con la suficiente exactitud, el lugar donde el punto de reflexión está ubicado, para evitar desvanecimientos o distorsiones de la señal ~~de~~ de entrada al receptor. Cuando el punto de reflexión está en un río o lago, o si existe un obstáculo reflector en la

configuración del terreno, se calculará nuevamente las alturas de antenas para conseguir:

- a) Un desplazamiento de la zona de reflexión a sitios en que la onda reflejada sea atenuada al mínimo.
- b) Obtener la condición de trayecto libre.

Existen varios métodos para determinar el punto de reflexión, de ellos presentamos dos métodos.

**Primer método.-** Se calcula el punto de reflexión por medio del desarrollo de una ecuación cúbica, la cual expresa la ubicación del punto para cualquier valor de  $K$ . Se evalúan los parámetros  $r$ ,  $t$  y  $w$  por medio de las siguientes ecuaciones:

$$r = 6.37 \frac{K}{4} d (h_2 - h_1) \quad \text{Ec. 4.11}$$

$$t = \frac{d^2}{12} + 8.5 \frac{K}{4} (h_1 + h_2) \quad \text{Ec. 4.12}$$

$$w = \cos^{-1} \left( \frac{r}{t \cdot \text{SQR}(t)} \right) \quad \text{Ec. 4.13}$$

La distancia  $d_3$ , entre el punto medio del trayecto y el



punto de reflexión depende de los parámetros  $t$  y  $w$  de la siguiente forma (ver figura 4.39):

$$d_3 = 2 \cdot \text{SQR}(t) \cdot \text{COS} \left( \frac{w}{3} + 240 \right) \quad \text{Ec. 4.14}$$

Entonces el punto de reflexión (PRF) está localizado en:

$$d_1 = \frac{d}{3} + d_3 \quad \text{y} \quad \text{Ec. 4.15}$$

$$d_2 = d - d_1 \quad \text{Ec. 4.16}$$

*✓ Concluir*  
**Segundo método.**- La localización del punto de reflexión, es rápidamente calculada por la introducción de un conveniente parámetro  $b$ , obtenido desde un monograma ilustrado en la figura 4.40, para lo cual, previamente deben haberse calculado dos coeficientes  $c$  y  $m$  en base de las dimensiones del trayecto, mediante la utilización de las siguientes ecuaciones:

$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad \text{para } h_1 > h_2 \quad \text{Ec. 4.17}$$

$$m = \frac{1}{4 \cdot K \cdot r_0} \cdot \frac{d^2}{h_1 + h_2} \quad \text{Ec. 4.18}$$

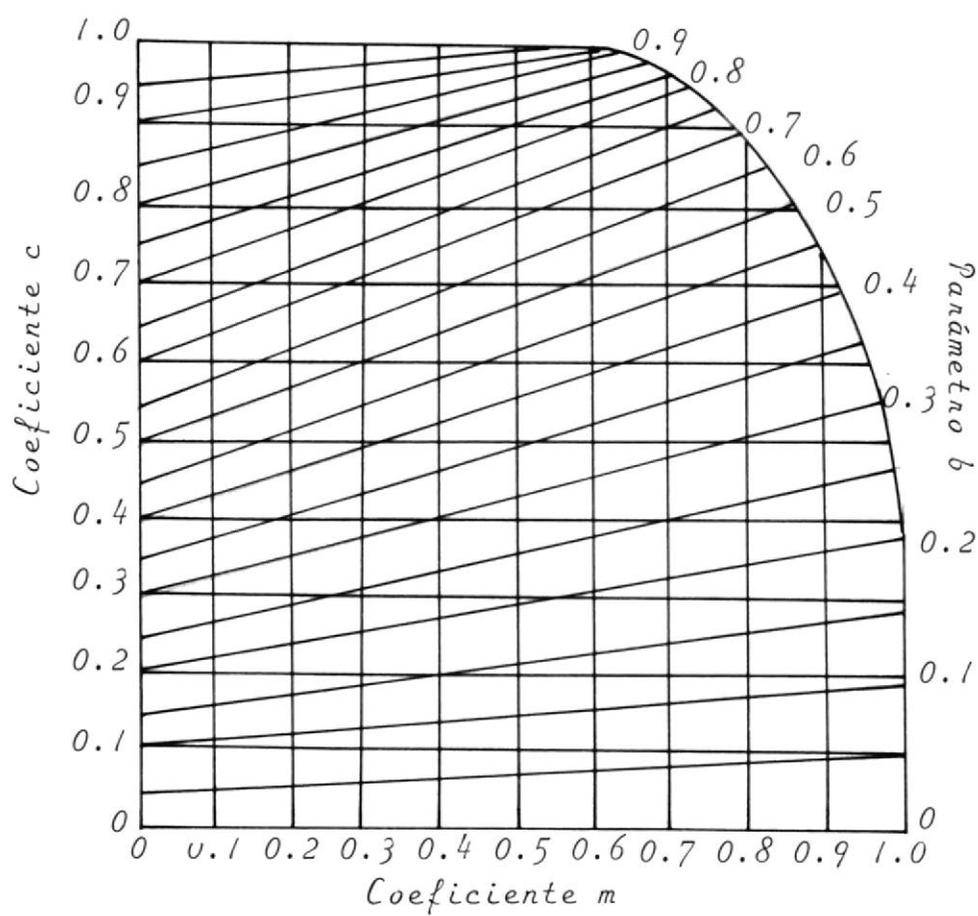


FIGURA 4.40 .- Configuración gráfica para determinar los parámetros  $c$  y  $m$

$r_0 = 6.37 \times 10^6$  m. (radio de la tierra).

Con estos valores obtenemos el parámetro  $b$ , el cual da la solución del Punto de Reflexión de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$d_1 = \frac{d}{2} \cdot (1 + b) \quad \text{Ec. 4.19}$$

$$d_2 = d - d_1 \quad \text{Ec. 4.20}$$

#### Selección y ubicación geográfica de los pueblos

Del estudio de demanda presentado en el capítulo anterior, realizamos la selección de los pueblos que vamos a enlazar a la red nacional. A continuación presentamos la ubicación geográfica de los pueblos seleccionados.

Población	Latitud sur	Longitud oeste	Altura
Alausí	02° 11' 55"	78° 50' 45"	2400
Achupallas	02° 16' 30"	78° 45' 58"	3400
Guasuntos	02° 13' 44"	78° 48' 41"	2700
Cumandá	02° 12' 03"	79° 07' 54"	400
Huigra	02° 17' 15"	78° 58' 55"	1400
Multitud	02° 06' 18"	78° 59' 44"	1600

Población	Latitud sur	Longitud oeste	Altura
Pistishi	02° 14' 39"	78° 46' 21"	2800
Pumallacta	02° 15' 24"	78° 48' 28"	2800
Sevilla	02° 16' 06"	78° 49' 24"	2900
Sibambe	02° 13' 21"	78° 53' 18"	2500
Tixán	02° 08' 54"	78° 48' 00"	2800
Calpi	01° 38' 29"	78° 44' 23"	2800
Cubijíes	01° 38' 25"	78° 35' 12"	2600
Chambo	01° 43' 18"	78° 35' 41"	2600
Flores	01° 48' 44"	78° 38' 35"	3200
Licán	01° 38' 54"	78° 42' 14"	2800
Licto	01° 48' 10"	78° 36' 00"	2800
Pungalá	01° 48' 52"	78° 35' 32"	2800
Punín	01° 45' 45"	78° 39' 08"	2800
Quimiag	01° 39' 20"	78° 33' 50"	2800
San Juan	01° 37' 49"	78° 46' 49"	3000
San Luis	01° 42' 26"	78° 38' 29"	2700
Gatazo	01° 39' 15"	78° 44' 39"	2800
Cajabamba	01° 41' 36"	78° 46' 00"	2800
Columbe	01° 53' 02"	78° 43' 18"	3000
Pallatanga	01° 59' 32"	78° 57' 15"	1600
Santiago de Quito	01° 44' 19"	78° 44' 39"	2800
Chunchi	02° 17' 10"	78° 55' 08"	2500
Capzol	02° 18' 03"	78° 55' 24"	2300
Compud	02° 20' 24"	78° 56' 03"	2600

Población	Latitud sur	Longitud oeste	Altura
Llagos	02° 21' 34"	78° 59' 11"	2600
Cebadas	01° 54' 29"	78° 38' 31"	3000
Palmira	02° 04' 44"	78° 44' 14"	3200
Palmira Dávalos	02° 03' 30"	78° 44' 14"	3000
Guano	01° 36' 05"	78° 38' 29"	2600
El Altar	01° 31' 34"	78° 30' 20"	2400
Guanando	01° 32' 42"	78° 32' 31"	2500
Ilapo	01° 32' 18"	78° 35' 00"	3500
La Providencia	01° 33' 00"	78° 32' 19"	2500
Matus	01° 33' 07"	78° 30' 09"	2800
Penipe	01° 33' 48"	78° 31' 42"	2600
Puela	01° 30' 39"	78° 30' 08"	2400
San Andrés	01° 35' 13"	78° 42' 14"	2800
S.A. de Bayushig	01° 31' 50"	78° 31' 11"	2600
San Gerardo	01° 38' 05"	78° 37' 19"	2600
S.I. de Patulú	01° 35' 00"	78° 41' 17"	2800

Una vez seleccionados los pueblos que vamos a ofrecer servicio telefónico, realizamos el estudio del sistema mediante el cual vamos a cumplir este objetivo.

Entre los principales factores que debemos considerar se mencionan: el estudio de demanda telefónica y las características topográficas de cada región.

## Pueblos que se enlazan por medio de sistemas de radio

## Alausí

No. de líneas de abonado: 300  
Sistema de conmutación : Central automática  
No. de circuitos : 60  
Sistema : Enlace de radio 60 canales FDM  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

## Chunchi

No. de líneas de abonado: 250  
Sistema de conmutación : Central automática  
No. de circuitos : 24  
Sistema : Enlace de radio 24 canales FDM  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

## Guasuntos (Cerro Tioloma)

No. de líneas de abonado: 50  
Sistema de conmutación : Central semiautomática  
No. de circuitos : 8  
Sistema : Enlace de radio 12 canales FDM

Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Pumallacta

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Sevilla (Cerro Ragra)

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Sibambe

No. de líneas de abonado: 2  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 2

Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Compud

No. de líneas de abonado: 2  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 2  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Gonzol

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Palmira

No. de líneas de abonado: 2  
Sistema de conmutación : -----

No. de circuitos : 2  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Tixán

No. de líneas de abonado: 50  
Sistema de conmutación : Central semiautomática  
No. de circuitos : 4  
Sistema de transmisión : enlace de radio 12 canales FDM  
Centro de conexión : Alausí  
Estación repetidora : Ayurco

#### Cubijíes

No. de líneas de abonado: 1  
Sistemas de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistemas de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Flores

No. de líneas de abonado: 1

Sistemas de conmutación : -----  
 No. de circuitos : 1  
 Sistemas de transmisión : enlace de radio multiacceso  
 Centro de conexión : Riobamba  
 Estación repetidora : La Mira

#### Licto

No. de líneas de abonado: 2  
 Sistema de conmutación : -----  
 No. de circuitos : 2  
 Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
 Centro de conexión : Riobamba  
 Estación repetidora : La Mira



#### Pungalá

No. de líneas de abonado: 1  
 Sistema de conmutación : -----  
 No. de circuitos : 1  
 Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
 Centro de conexión : Riobamba  
 estación repetidora : La Mira

#### Punín

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Quimiag

No. de líneas de abonado: 2  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 2  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### San luis

No. de líneas de abonado: 2  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 2  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Penipe

No. de líneas de abonado: 50  
Sistema de conmutación : Central semiautomática  
No. de circuitos : 8  
Sistema de transmisión : enlace de radio 24 canales FDM  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Ilapo

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Matus

No. de líneas de abonado: 1  
Sistema de conmutación : -----  
No. de circuitos : 1  
Sistema de transmisión : enlace de radio multiacceso  
Centro de conexión : Riobamba  
Estación repetidora : La Mira

#### Pallatanga

No. de líneas de abonado: 250  
 Sistema de conmutación : Central automática  
 No. de circuitos : 24  
 Sistema de transmisión : enlace de radio 24 canales FDM  
 Centro de conexión : Riobamba  
 Estación repetidora : Repetidor Pallatanga

### Multitud

No. de líneas de abonado: 3  
 Sistema de conmutación :  
 No. de circuitos : 3  
 Sistema de transmisión : enlace de radio 12 canales FDM  
 Centro de conexión : Riobamba  
 Estación repetidora : Repetidor Pallatanga

Pueblos que se enlazan por medio de líneas físicas

### Cajabamba

distancia : 16 Km  
 centro de conexión : Riobamba  
 circuitos requeridos : 14  
 Sistema : enlace PCM  
 Tipo de línea : cable apantallado

**Guano**

Distancia : 10 Km  
Centro de conexión : Riobamba  
Circuitos requeridos : 20  
Sistema : enlace PCM  
Tipo de línea : cable apantallado

**San Andrés**

Distancia : 15 Km  
Centro de conexión : Riobamba  
Circuitos requeridos : 8  
Sistema : enlace PCM  
Tipo de línea : cable apantallado

**Chambo**

Distancia : 9 Km  
Centro de conexión : Riobamba  
Circuitos requeridos : 14  
Sistema : enlace PCM  
Tipo de línea : cable apantallado

**Licán**

Distancia : 5 Km  
centro de conexión : Riobamba  
circuitos requeridos : 3  
Tipo de línea física : cable multipar  
Número de pares : 6  
Tipo de cable : cable recocido (0.8 mm)  
Resistencia del trayecto: 350 ohmios  
Atenuación del trayecto : 4.35 dB

#### Calpi

Distancia : 8 Km  
Centro de conexión : Riobamba  
circuitos requeridos : 5  
Tipo de línea física : cable multipar  
Número de pares : 10  
Tipo de cable : cobre recocido (0.8 mm)  
Resistencia del trayecto: 560 ohmios  
Atenuación del trayecto : 6.96 dB

#### San Juan

Distancia : 15 Km  
Centro de conexión : Riobamba  
Circuitos requeridos : 4  
Tipo de línea física : cable multipar

Número de pares : 8  
Tipo de cable : cobre recocido (0.8 mm)  
Resistencia del trayecto: 1050 ohmios  
Atenuación del trayecto : 13.05 dB

#### Santiago de Quito

Distancia : 3 Km  
Centro de conexión : Cajabamba  
Circuitos requeridos : 3  
Tipo de línea física : cable multipar  
Número de pares : 10  
Tipo de cable : cobre recocido (0.6 mm)  
Resistencia del trayecto: 375 ohmios  
Atenuación del trayecto : 3.36 dB

#### Enlace Repetidor Guasuntos - Guasuntos

Distancia : 1.5 Km  
Tipo de línea física : cable multipar  
Número de pares : 20 pares  
Tipo de cable : cobre recocido (0.6 mm)  
Resistencia del Trayecto: 187.5 ohmios  
Atenuación del trayecto : 1.68 dB

Las poblaciones de San Juan, Calpi y Licán se enlazarán

por medio de un cable multipar de 40 pares que forma parte de la red de abonados de Riobamba; y su recorrido será paralelo al carretero principal, cubriendo amplias zonas industriales y pequeños caseríos que se encuentran en su trayectoria.

El cable multipar utilizado es del tipo de cobre recocido, autosuspendido con un diámetro de 0.8 mm.

### Achupallas

Distancia : 15 Km  
 centro de conexión : Guasuntos  
 circuitos requeridos : 2  
 tipo de línea física : línea abierta  
 número de pares : 1  
 Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
 tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
 Resistencia del trayecto: 369 ohmios  
 Atenuación del trayecto : 3.285 dB

### Huigra

Distancia : 10 Km  
 Centro de conexión : Chunchi  
 Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : línea abierta  
número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 246 ohmios  
Atenuación del trayecto : 2.19 dB

### Pistishi

Distancia : 10 Km  
centro de conexión : Alausí  
circuitos requeridos : 2  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : Copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 246 ohmios  
Atenuación del trayecto : 2.19 dB

### Llagos

Distancia : 9 Km  
Centro de conexión : Compud  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1

sistema de transmisión : frecuencia vocal  
tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
resistencia del trayecto: 138.6 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.9 dB

### Columbe

Distancia : 5 Km  
Centro de conexión : Guamote  
circuitos requeridos : 2  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 123 ohmios  
Atenuación del trayecto : 1.095 dB

### Capzol

Distancia : 5 Km  
Centro de conexión : Chunchi  
Circuitos requeridos : 2  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : Copperweld (2.642 mm)

Resistencia del trayecto: 123 ohmios

Atenuación del trayecto : 1.095 dB

### **Cebadas**

Distancia : 10 Km

Centro de conexión : Guamote

Circuitos requeridos : 2

Tipo de línea física : línea abierta

Número de pares : 1

sistema de transmisión : frecuencia portadora

Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)

Resistencia del trayecto: 246 ohmios

Atenuación del trayecto : 2.19 dB

### **San Antonio de Bayushig**

Distancia : 2.5 Km

Centro de conexión : Penipe

Circuitos requeridos : 1

Tipo de línea física : línea abierta

Número de pares : 1

Sistema de transmisión : frecuencia vocal

Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)

resistencia del trayecto: 38.5 ohmios

Atenuación del trayecto : 0.25 dB

**San Gerardo**

Distancia : 5 Km  
centro de conexión : Riobamba  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea de física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 123 ohmios  
Atenuación del trayecto : 1.095 dB

**San Isidro de Patulú**

Distancia : 2 Km  
Centro de conexión : San Andrés  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia vocal  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 30.8 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.2 dB

**La Providencia**



Distancia : 5 Km  
Centro de conexión : Penipe  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 123 ohmios  
Atenuación del trayecto : 1.095 dB

#### Guanando

Distancia : 1.5 Km  
Centro de conexión : Penipe  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c.  
Tipo de alambre : copperweld  
Resistencia del trayecto: 36.9 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.329 dB

#### Puela

Distancia : 3 Km  
Centro de conexión : El Altar

Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : Línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia vocal  
Tipo de alambre : copperweld  
Resistencia del trayecto: 46.2 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.3 dB

#### Palmira Dávalos

Distancia : 4 Km  
Centro de conexión : Palmira  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia vocal  
Tipo de alambre : Copperweld  
Resistencia del trayecto: 61.6 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.4 dB

#### Cumandá

Distancia : 1 Km  
Centro de conexión : General Elizalde  
Circuitos requeridos : 1  
Tipo de línea física : línea abierta

Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia vocal  
Tipo de alambre : copperweld  
Resistencia del trayecto: 15.4 ohmios  
Atenuación del trayecto : 0.1 dB

#### El Altar

Distancia : 7.5 Km  
Centro de conexión : Penipe  
Circuitos requeridos : 2  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia portadora (3+1) c  
Tipo de alambre : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 184.5 ohmios  
Atenuación del trayecto : 1.643 dB

#### Enlace Cerro Ragra - Sevilla

Distancia : 1 Km  
Tipo de línea física : línea abierta  
Número de pares : 1  
Sistema de transmisión : frecuencia vocal  
Tipo de cable : copperweld (2.642 mm)  
Resistencia del trayecto: 15.4 ohmios

Atenuación del trayecto : 0.1 dB

En las figuras 4.41 a 4.63 presentamos la configuración de los enlaces diseñados mediante la utilización de líneas físicas.

Las poblaciones de Juan de Velasco y Cañi , presentan dificultades de orden geográfico que nos impiden ofrecer servicio telefónico de buena calidad mediante la utilización de medios que sean factibles económicamente, además no existe mayor demanda de servicio telefónico razón por la cual no han sido considerados en este proyecto.

La población de Juan de Velasco (Pangor), puede conectarse por medio de línea física con las centrales de Pallatanga o Cajabamba con una distancia aproximada de 50 Km. La población de Cañi puede conectarse por medio de línea física con la central de Guaranda con una distancia aproximada de 30 Km.

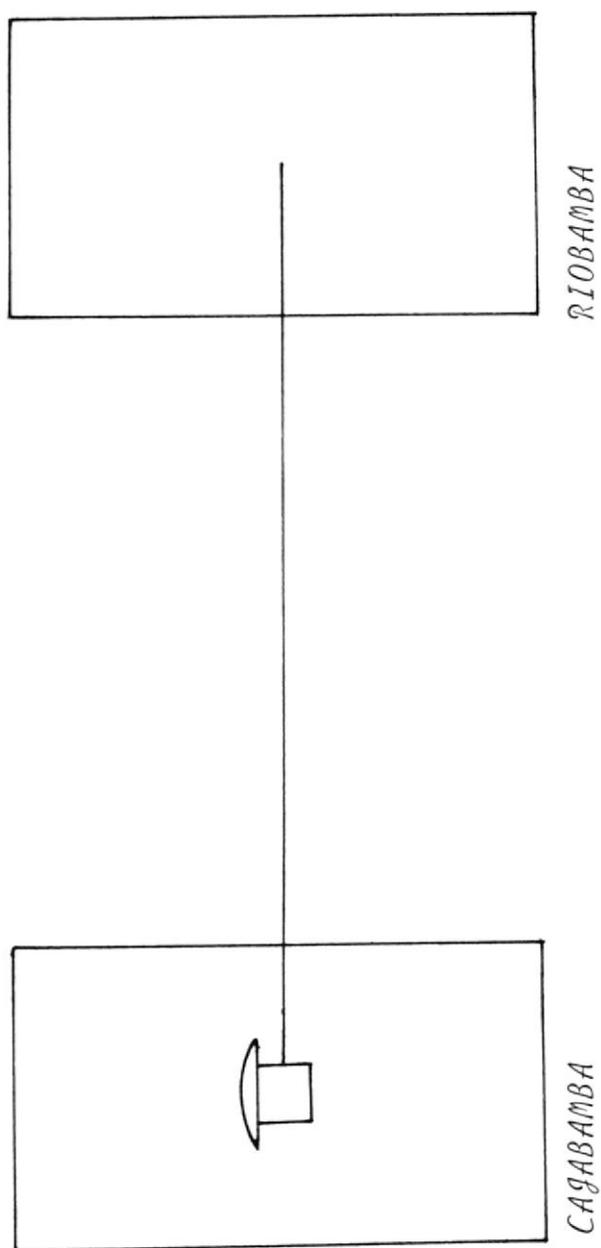


FIGURA 4.41 . - Sistema de enlace PCM Riobamba - Cajabamba

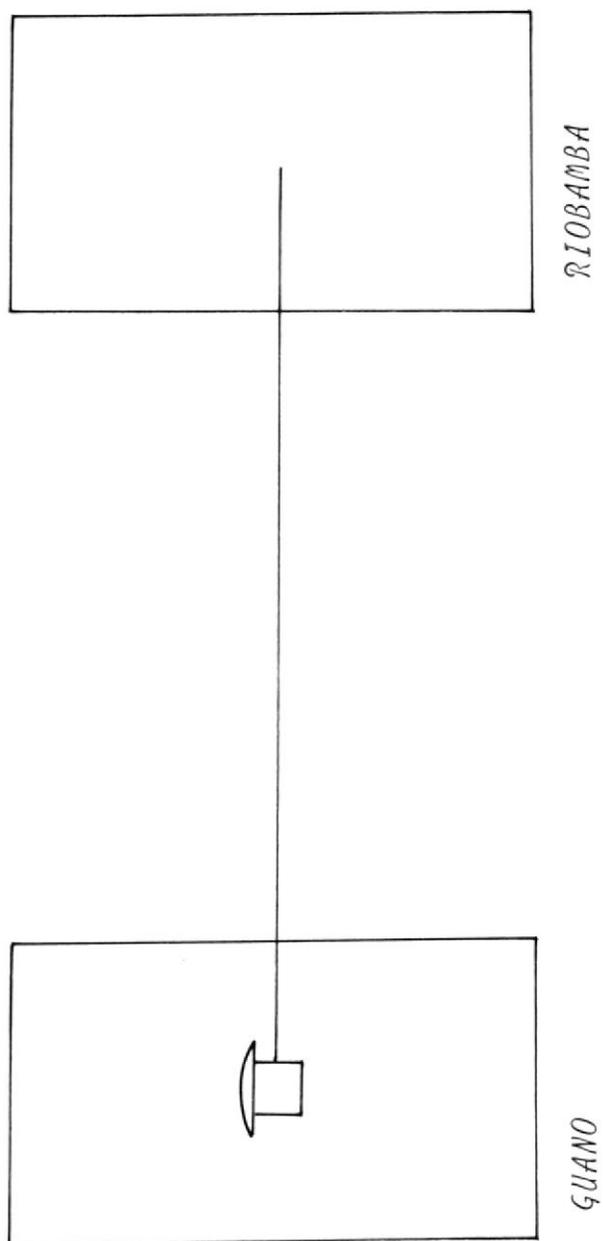


FIGURA 4.42 . - Sistema de enlace PCM Riobamba - Guano

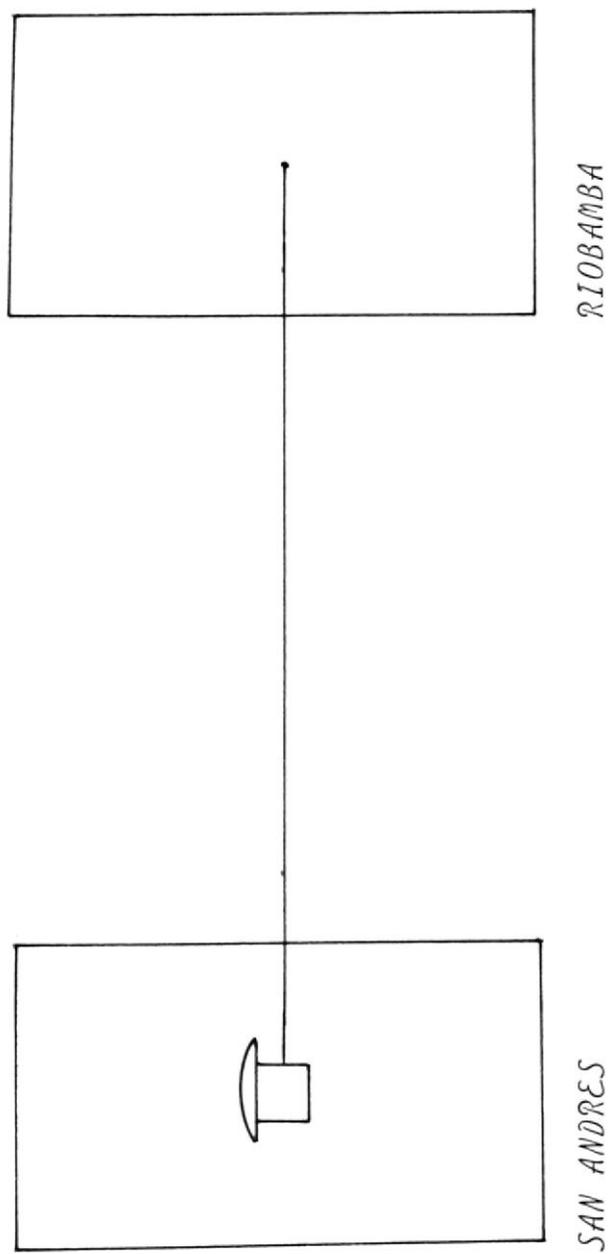


FIGURA 4.43 . - Sistema de enlace PCM Riobamba - San Andrés

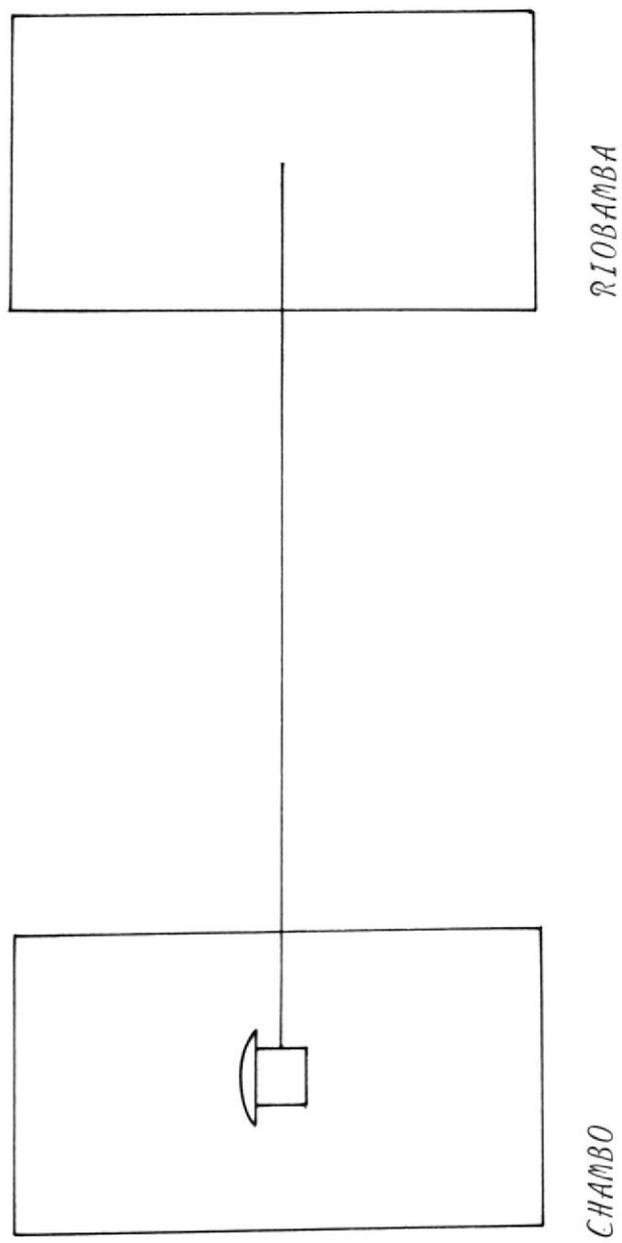


FIGURA 4.44 .- Sistema de enlace PCM Riobamba - Chambo

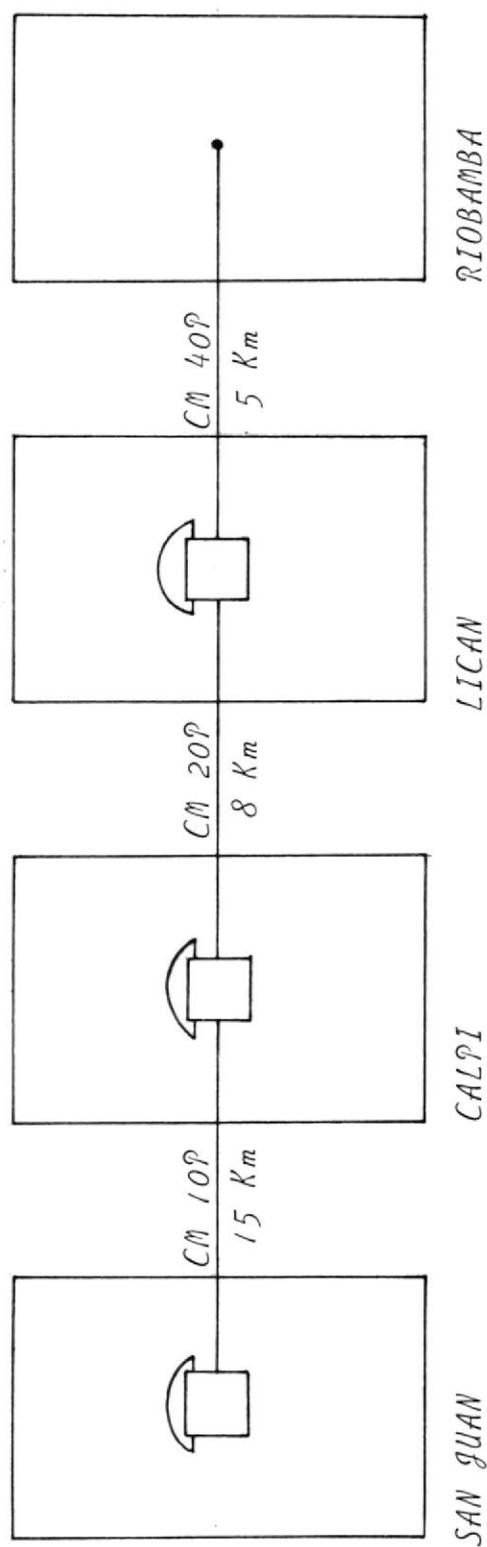


FIGURA 4.45 .-. Enlace por cable multipan Riobamba - Licán, - Calpi, - San Juan

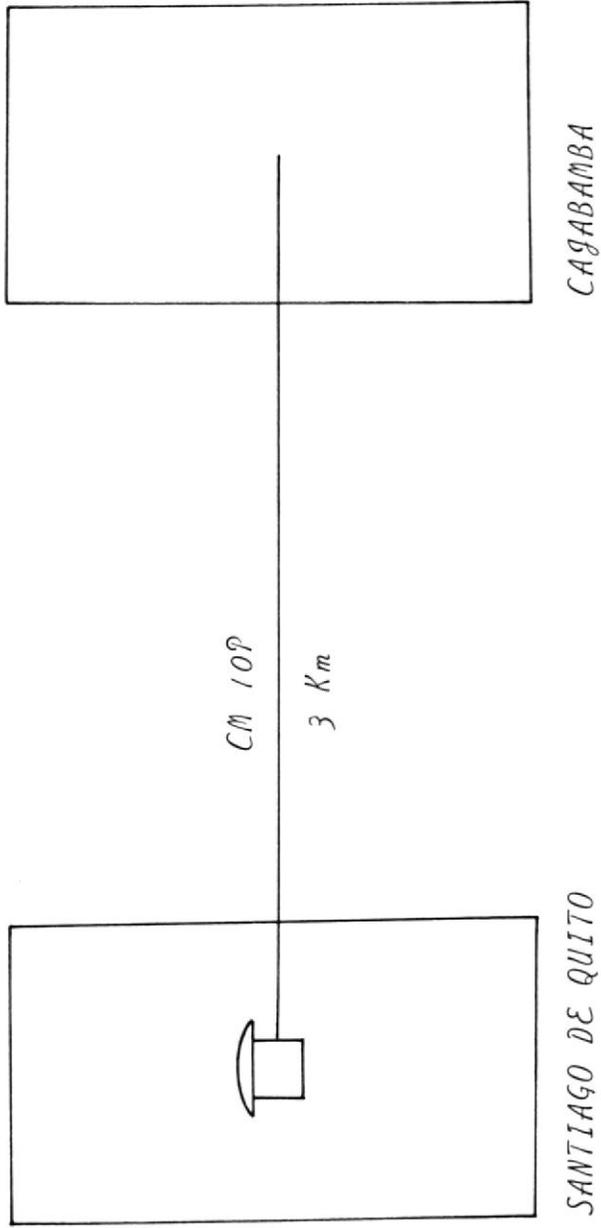


FIGURA 4.46 . - Enlace por cable multipar Santiago de Quito - Cajabamba

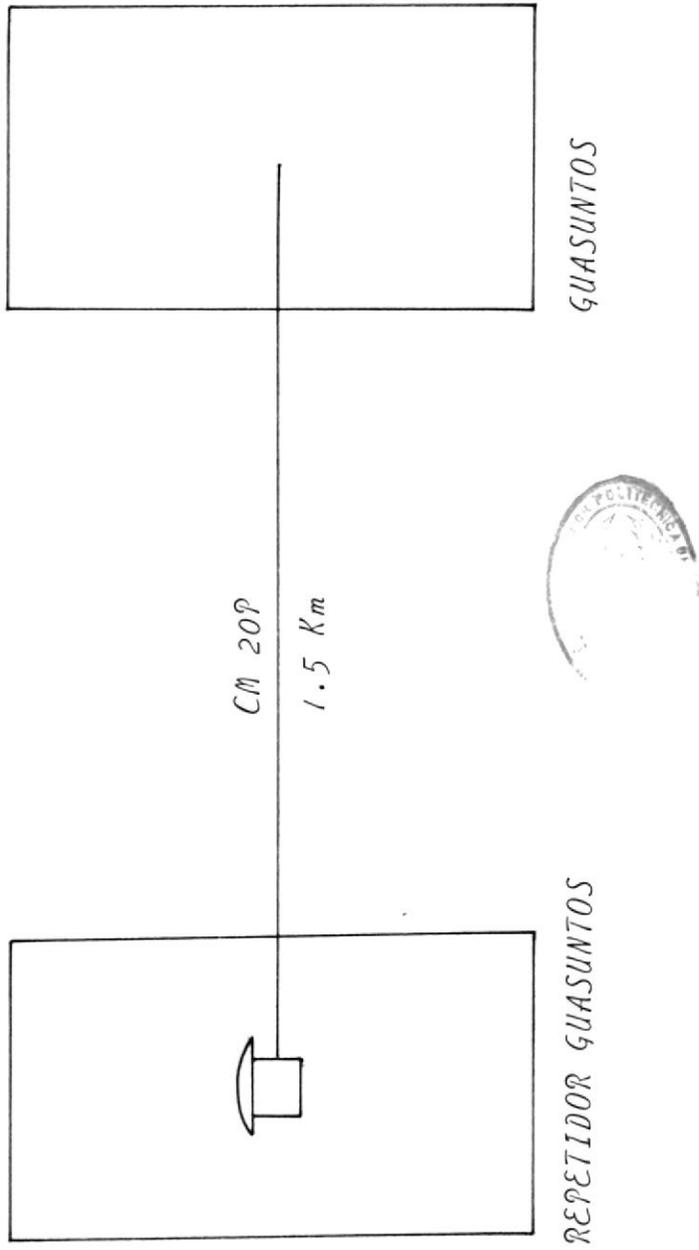


FIGURA 4.47 .- Sistema por cable multipar Repetidor Guasuntos - Guasuntos

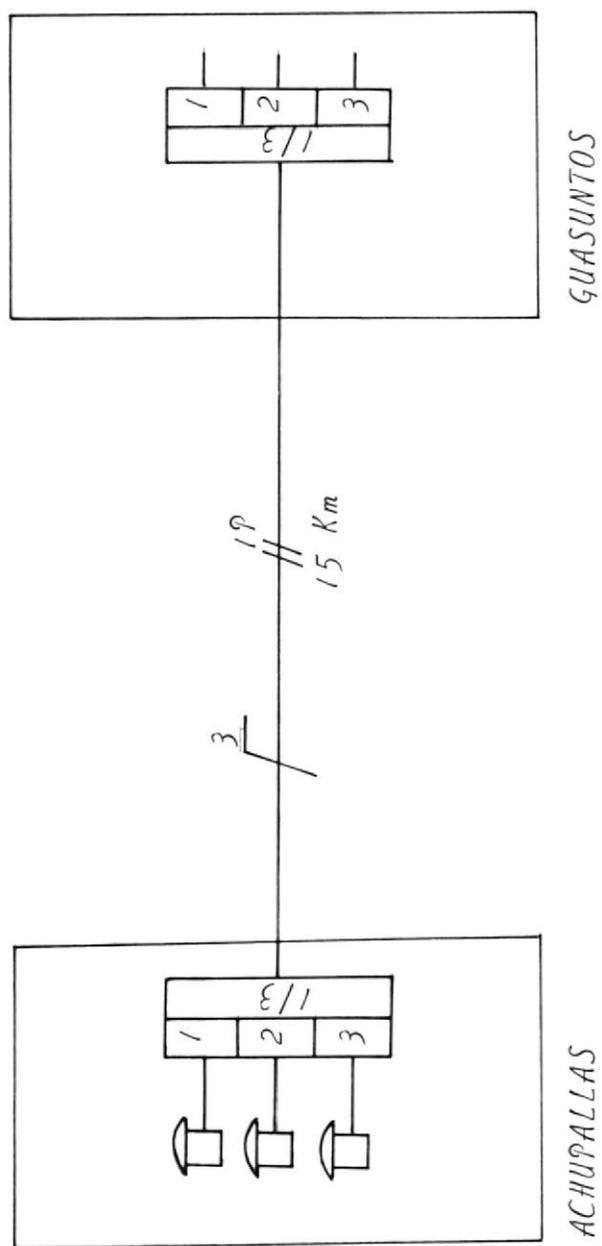


FIGURA 4.48 Sistema de onda pontadona Achupallas - Guasuntos

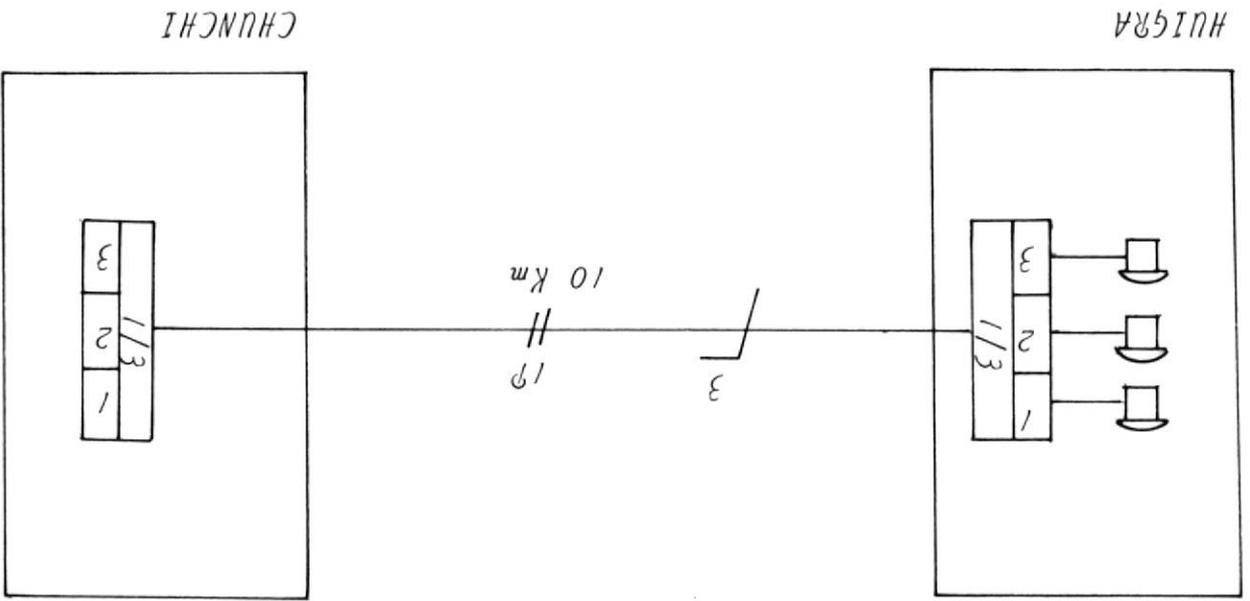


FIGURA 4.49 . - Sistema de onda portadora Huigra - Chunchi

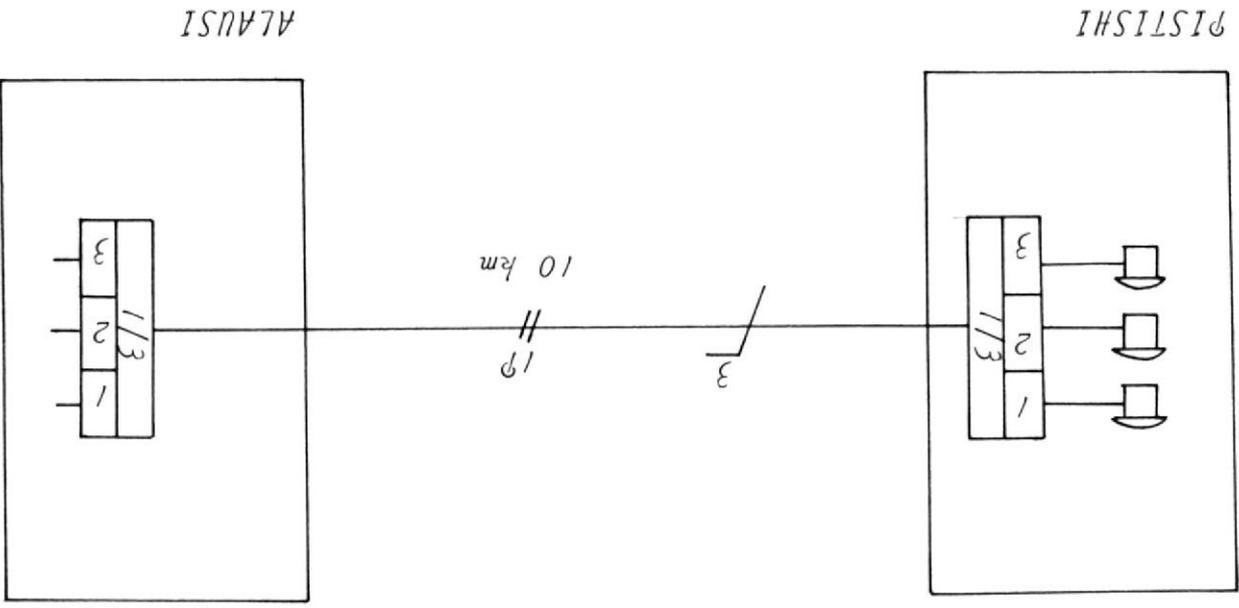


FIGURA 4.50 . - Sistema de onda portadora Piatiahi - Alauat

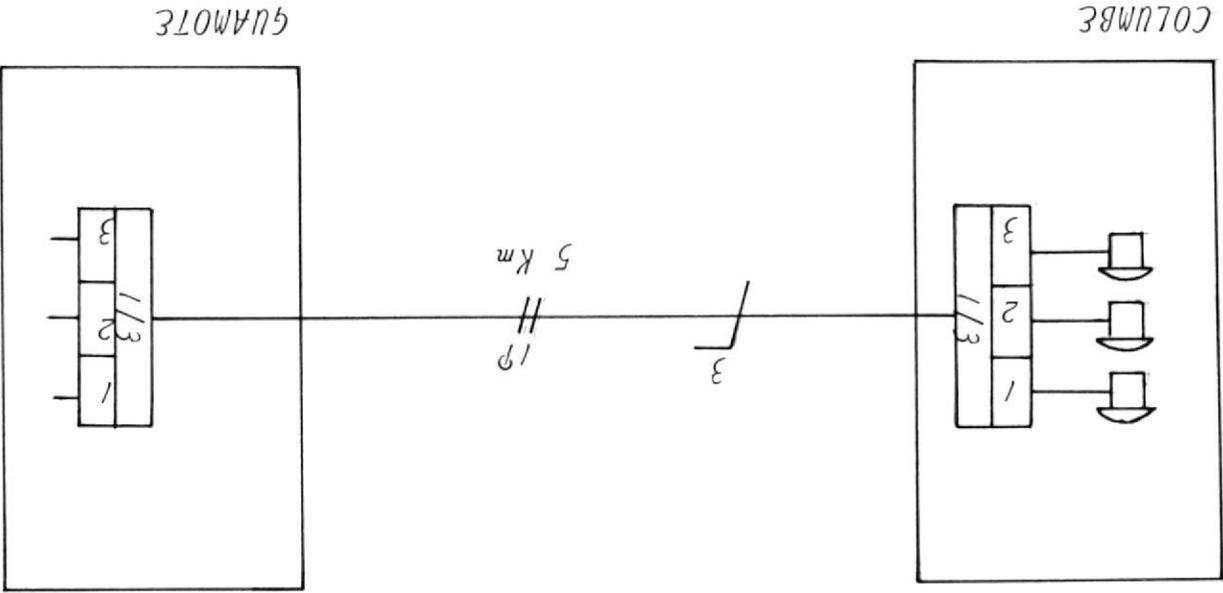


FIGURA 4.51 . - Sistema de onda portadora Columbe - Guamate

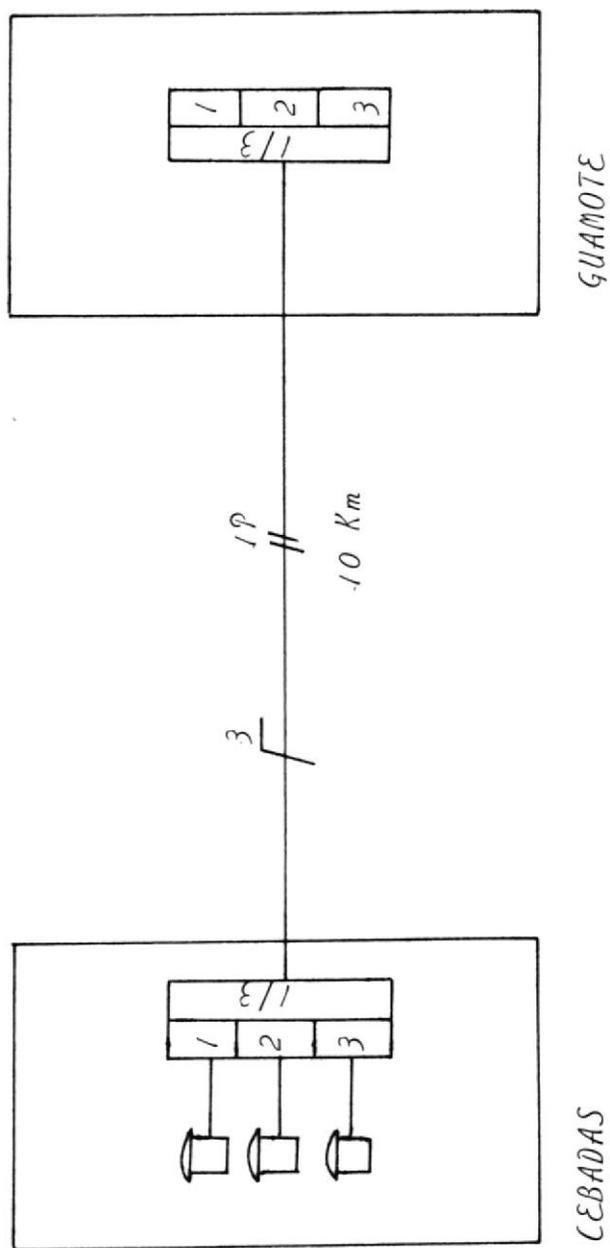


FIGURA 4.52 . - sistema de onda pontadora cebadas - Guamote

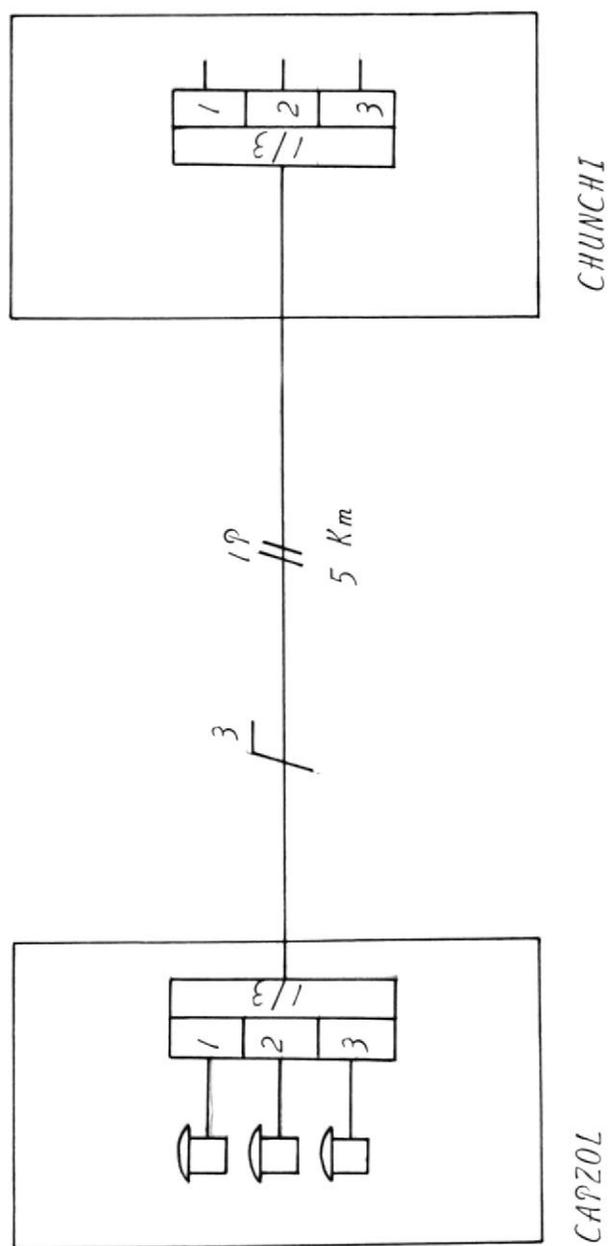


FIGURA 4.53 . - sistema de onda pontadona Capzól - Chunchi

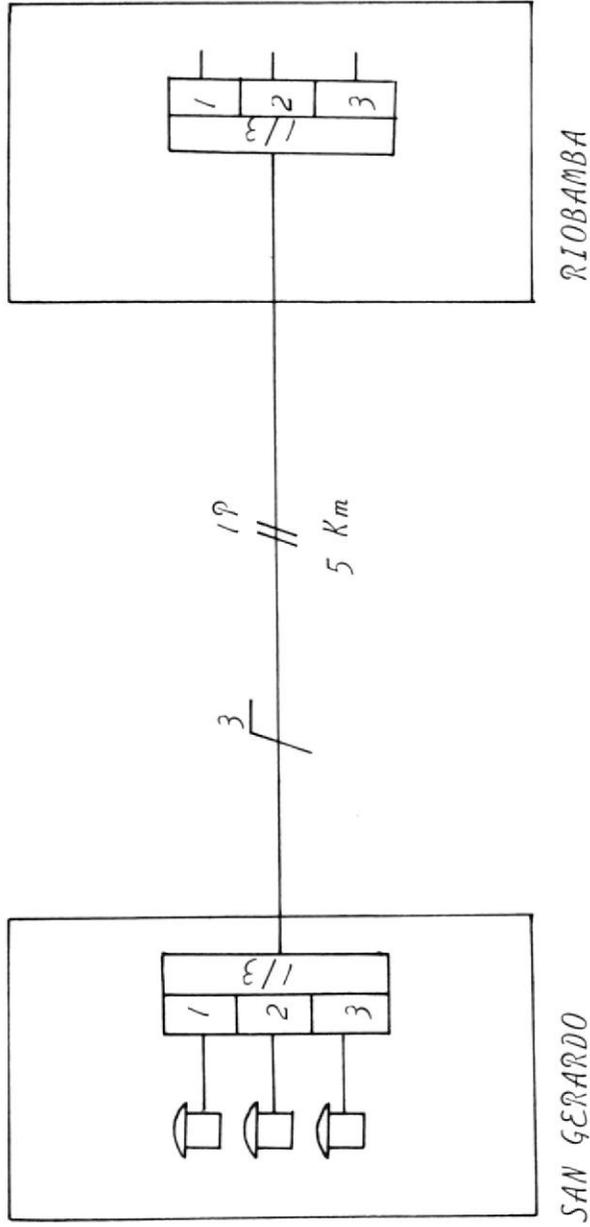


FIGURA 4.54 . - Sistema de onda portadora San gerardo - Riobamba

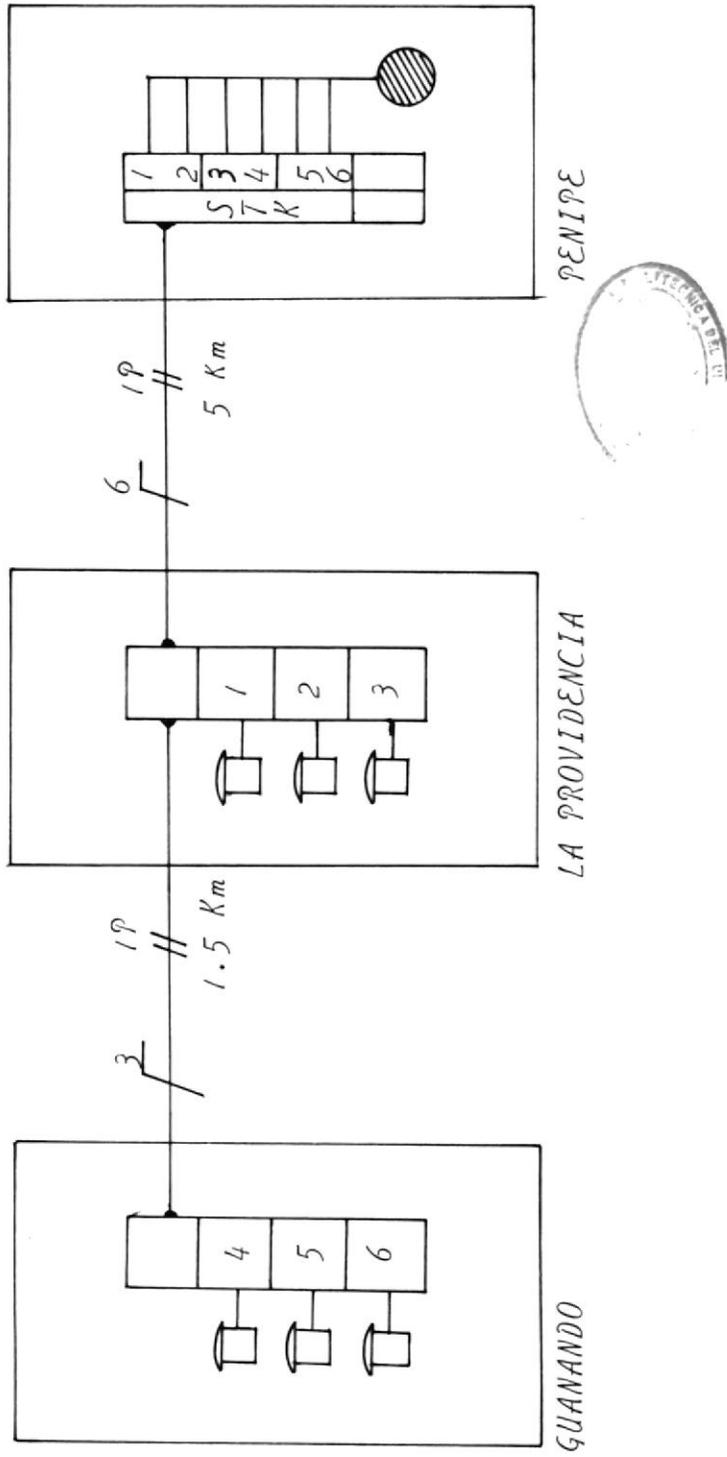
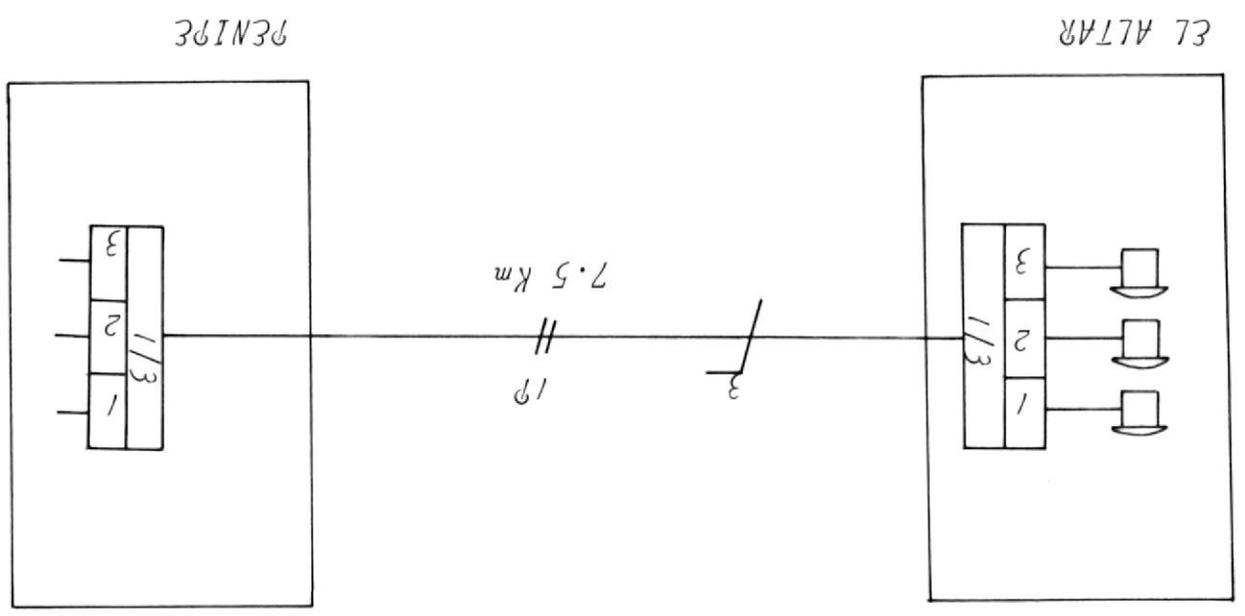


FIGURA 4.55 . - Sistema de onda pontonera Penipe - La Providencia - Guanando

FIGURA 4.56 . - Sistema de onda portadora Penipe - El Altar



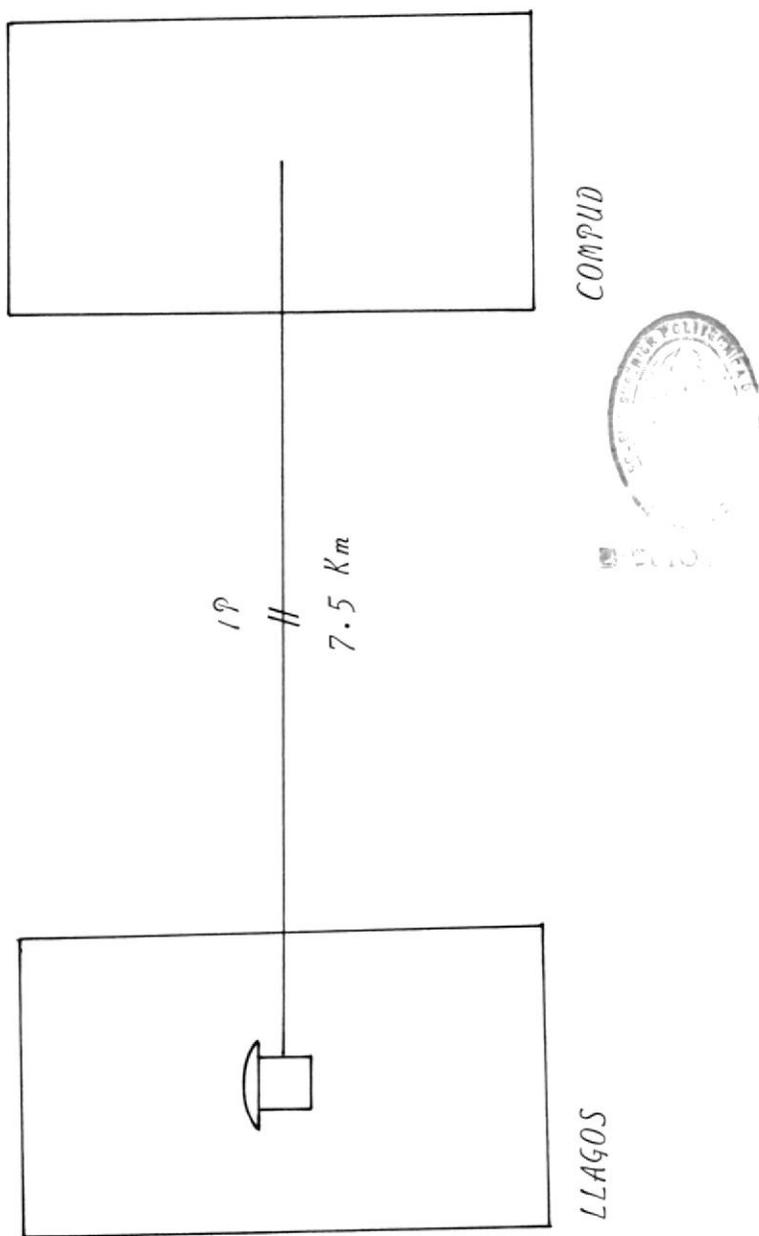


FIGURA 4.57. - Sistema de línea física a frecuencia vocal Llagos - Compud

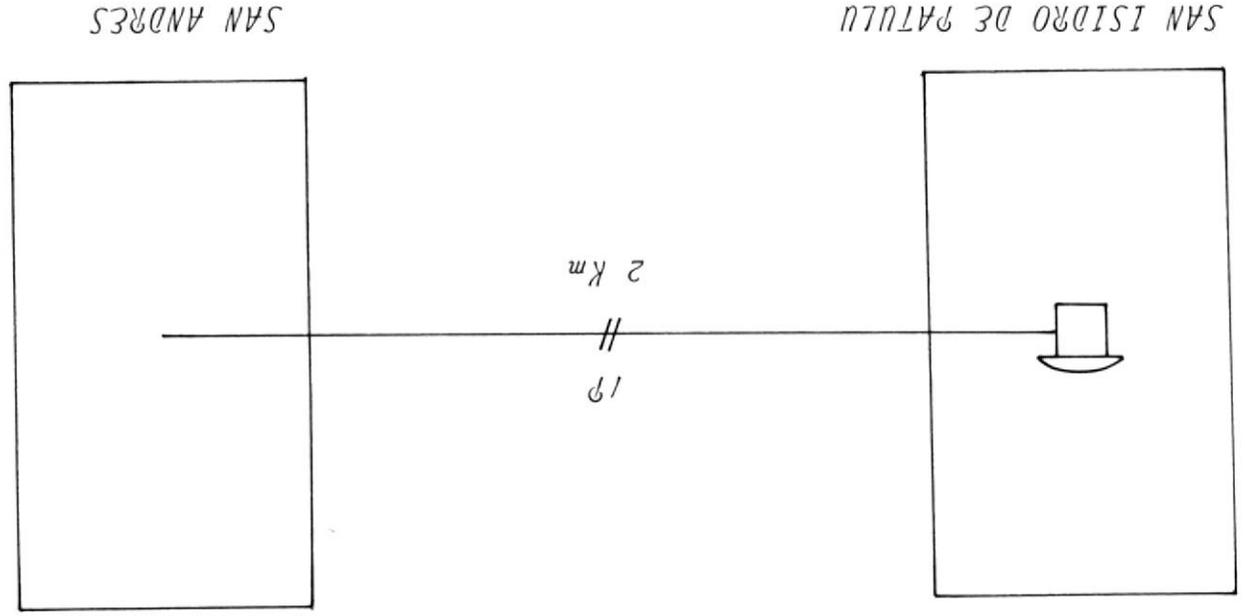


FIGURA 4.58 . - Sistema de línea física a frecuencia vocal  
San Andrés - San Isidro de Patullu

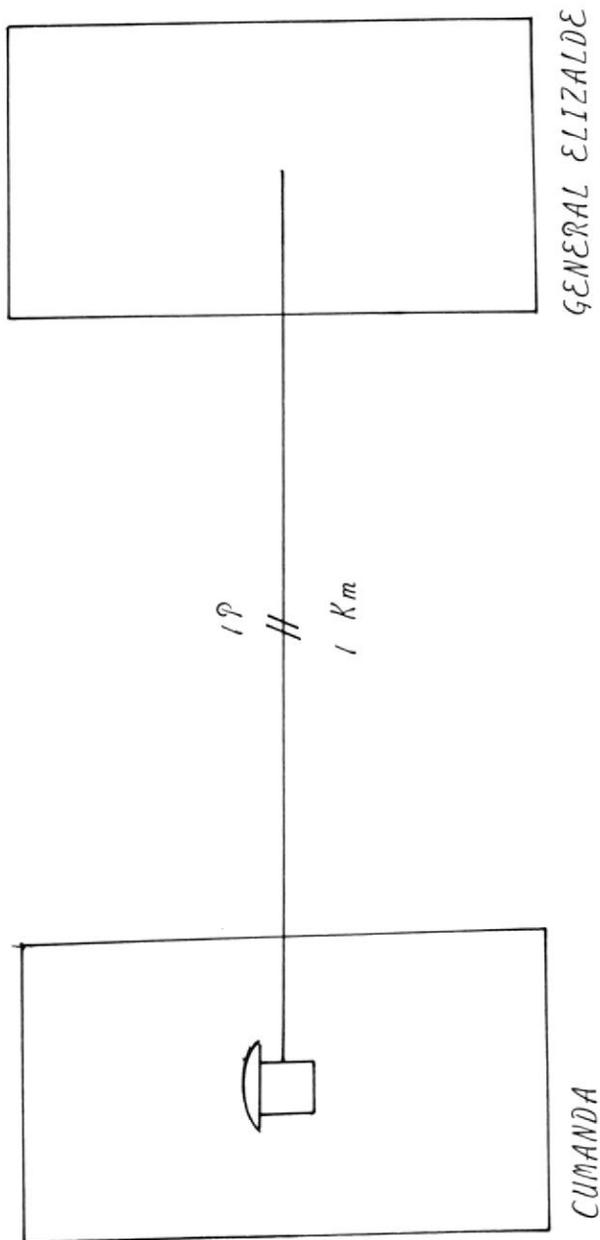


FIGURA 4.59 Sistema de línea física a frecuencia vocal General Elizalde - Cumanda

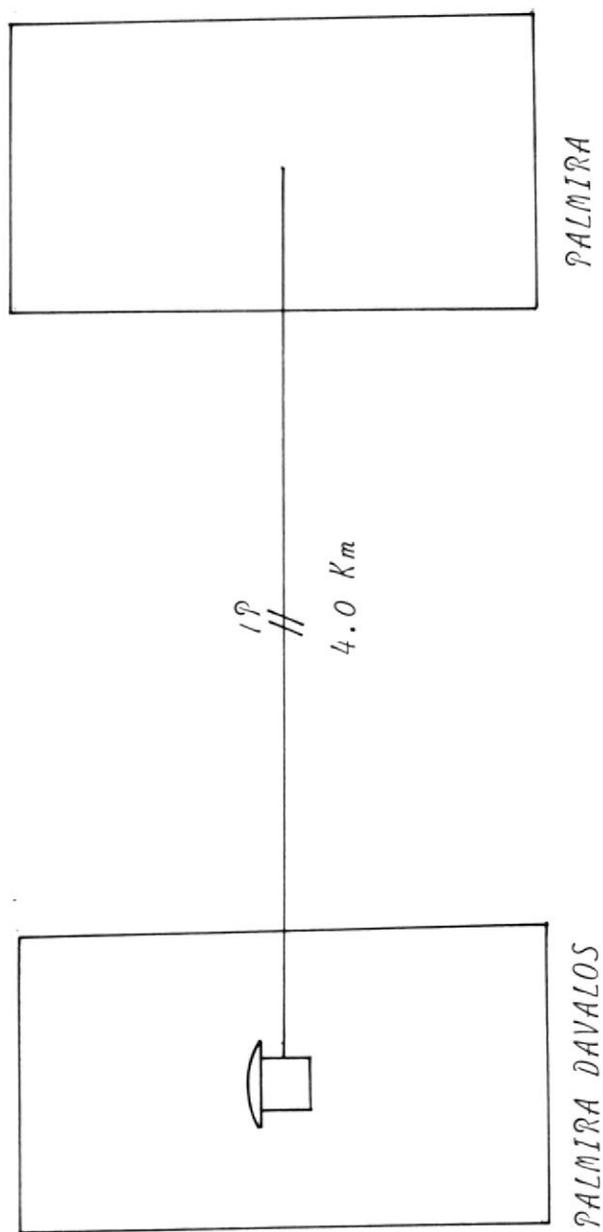
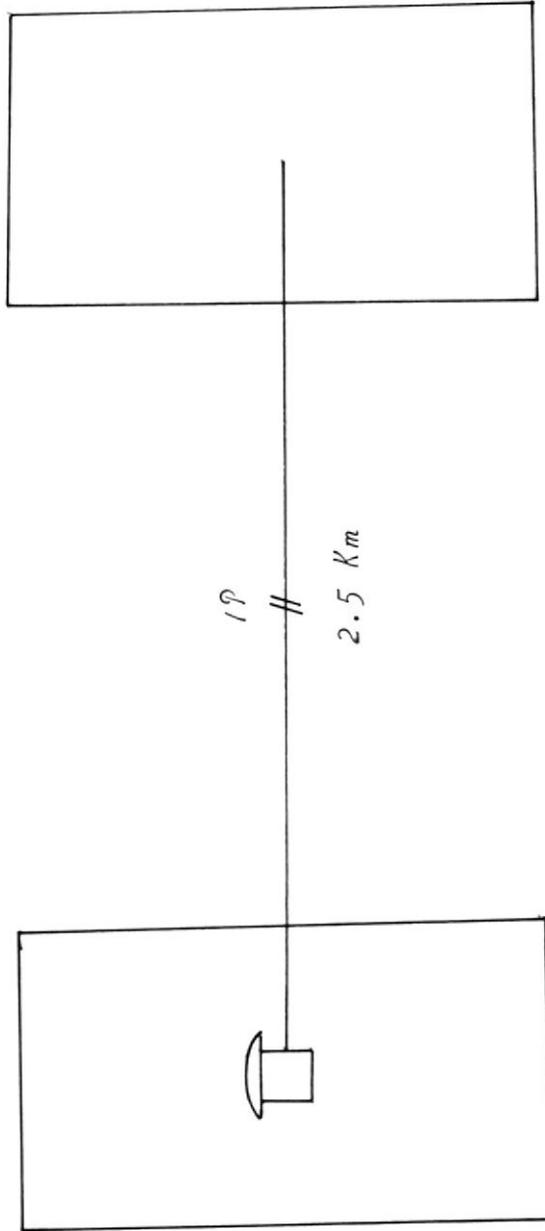


FIGURA 4.60 . - Sistema de línea física a frecuencia vocal Palmira - Palmira Dávalos



SAN ANTONIO DE BAYUSHIG

PENIPE



FIGURA 4.61 . - Sistema de línea física a frecuencia vocal Penipe - San Antonio de Bayushig

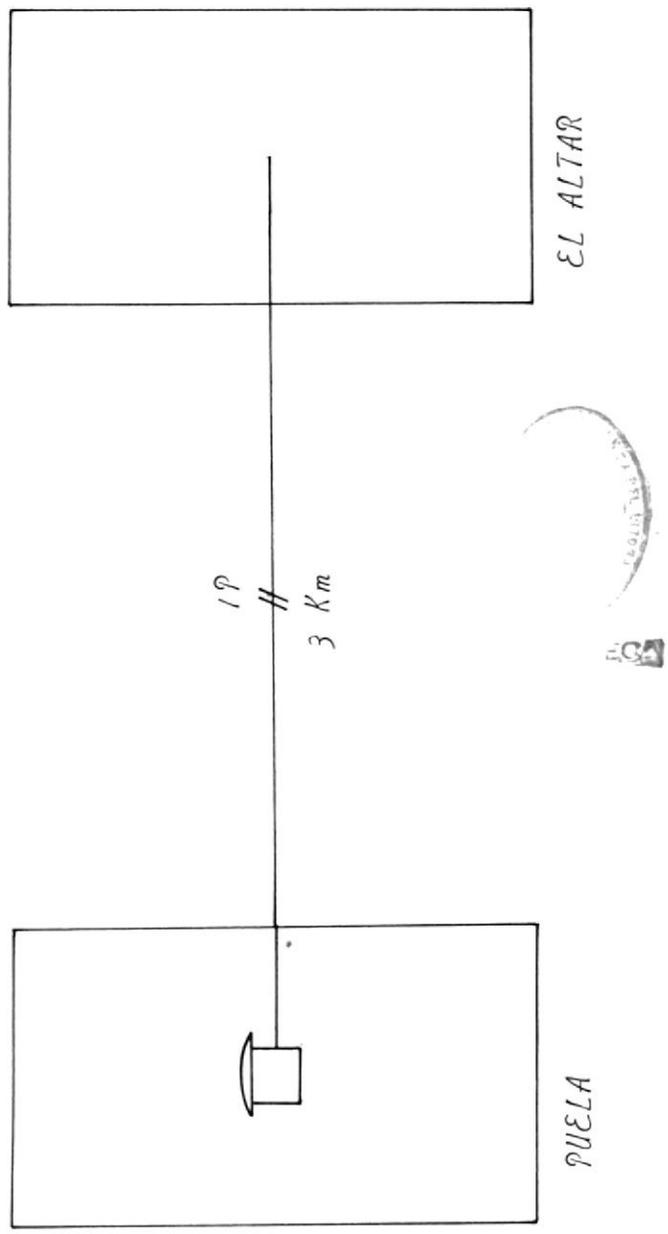


FIGURA 4.62 . - Sistema de línea física a frecuencia vocal El Altar - Puela

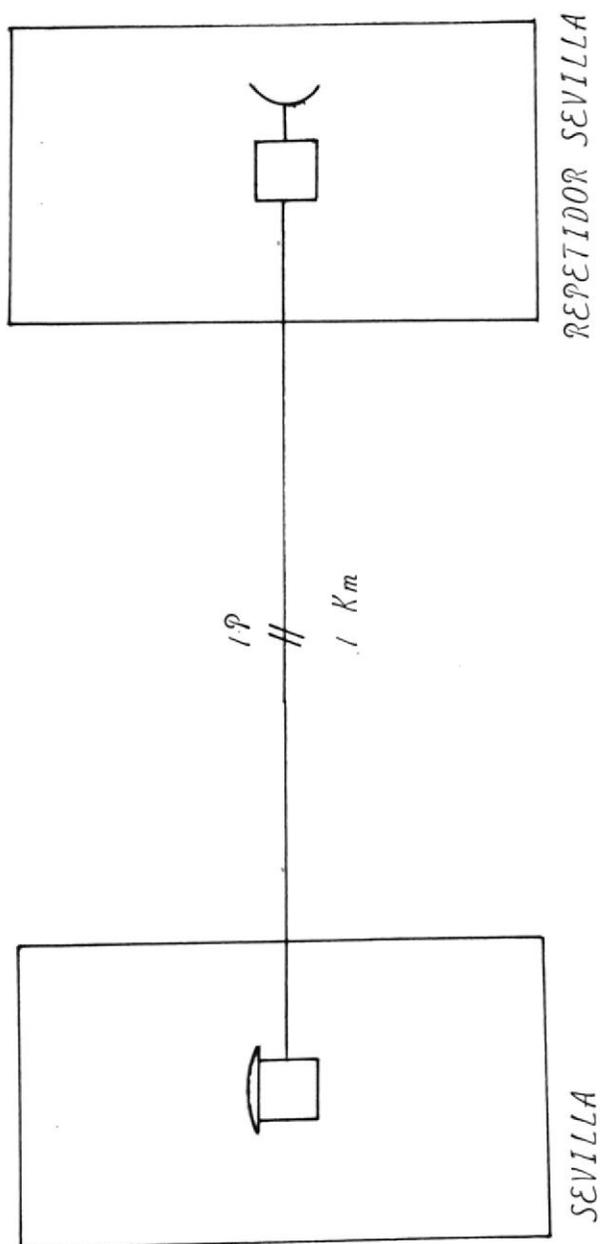


FIGURA 4.63 . - Sistema de línea física a frecuencia vocal Repetidor Sevilla -  
Sevilla

#### 4.6 CONSIDERACIONES TECNICAS SOBRE LOS ENLACES

Como parte de las características técnicas es necesario conocer los medios que vamos a utilizar para cumplir el objetivo de brindar servicio telefónico a los diferentes pueblos de la región.

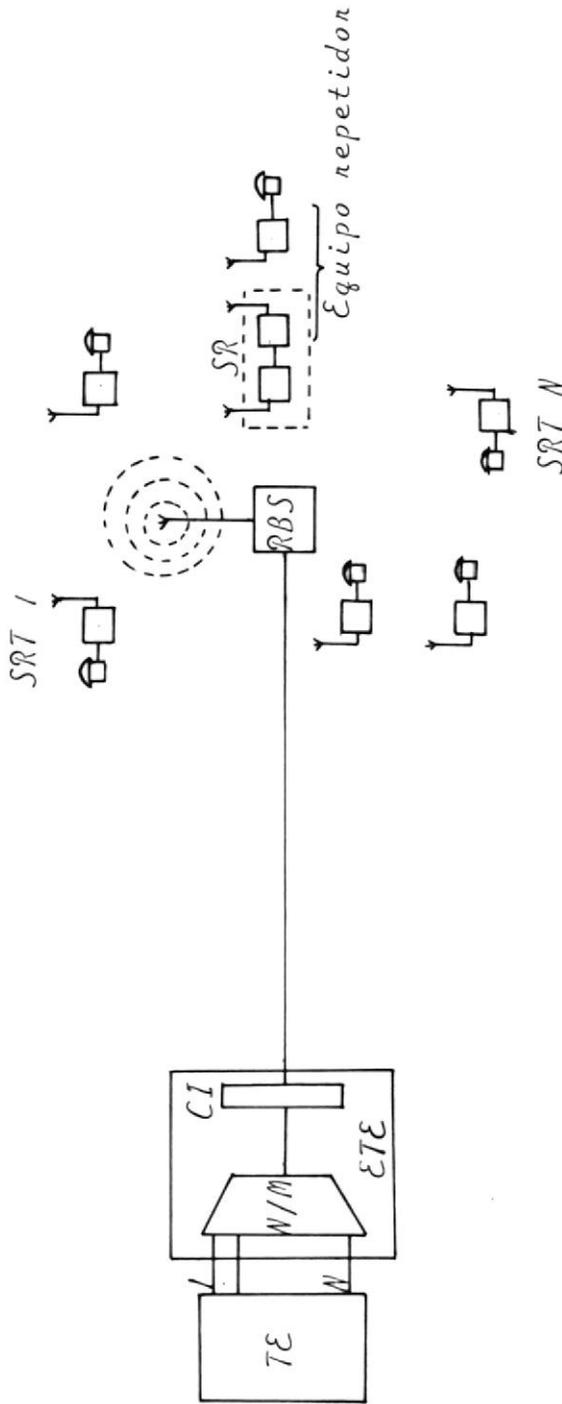
En nuestro diseño utilizamos sistemas radioeléctricos de pequeña y mediana capacidad, multiacceso, monocanales y enlaces por línea física.

Distribución de líneas de abonados en el modo de acceso múltiple.

El sistema radioeléctrico en el modo de acceso múltiple es utilizable cuando el número de usuarios en una zona dada es relativamente elevado o cuando se dispone de un número limitado de canales.

Las configuraciones utilizadas para cubrir las diferentes áreas por medio del sistema multiacceso, pueden definirse como (ver figura 4.64 y 4.65):

- a) Tipo de cobertura de una sola zona: tendrá una estación radioeléctrica de base cerca del equipo de central para prestar servicio a su zona circundante.



TE Central telefónica

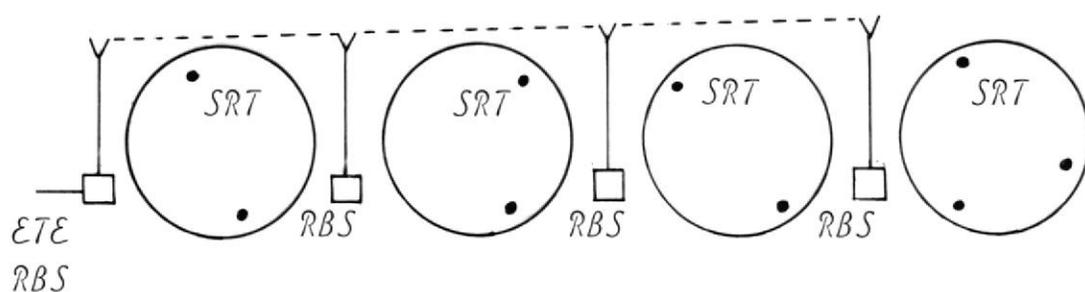
ETE Equipo terminal de central

RBS Estación radioeléctrica de base

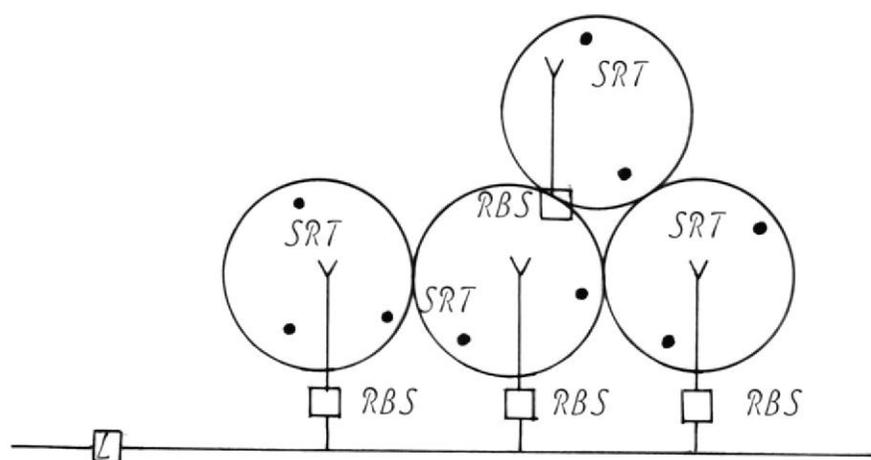
SRT Estación radioeléctrica de abonado



FIGURA 4.64 . - Sistema de distribución con acceso múltiple para una zona



a) Tipo de cobertura con repeticiones



b) Tipo de cobertura con red de derivación

FIGURA 4.65 .- Estructuras básicas de un grupo radio-eléctrico multiacceso en telefonía rural

- b) Para proporcionar servicio a zonas distantes de la central, es más adecuado utilizar la red con derivación, donde se utilizan los medios existentes.
- c) El tipo de red de repetidoras puede utilizarse para ofrecer servicio rural a zonas distantes si no existe un enlace multiplex por microondas. Este tipo de aplicación puede realizarse fácilmente proporcionando la función repetidora al propio sistema telefónico rural.

A continuación presentamos las características técnicas del sistema de radiotelefonía rural de multiacceso de la compañía JRC, SDD-400 .

#### Estación Base

##### Características generales

Rango de frecuencia	: 335.5 a 470 MHz
Espaciamiento de canales	: 25 KHZ
Impedancia RF	: 50 ohmios
Ancho de banda	: 300 a 3400 Hz
Método de acceso de canales RF:	sistema multiacceso
Operación	: full-duplex
Ciclo de trabajo	: 100% continuo

Temperatura	: -10 a + 50°C
Humedad	: hasta 95%
Suministro de energía	: - 48 Vdc

### Características del equipo de radio

Composición: Una antena duplexer

Un combinador de antena

Un distribuidor

4 unidades de transmisión

4 unidades de recepción

2 unidades de suministro de energía



### Transmisor

Potencia de salida RF	: 10 Wattios
Estabilidad de frecuencia	: dentro de 5X10 <sup>-6</sup>
Radiación espúrea	: menos a -60 dB
Tipo de modulación	: modulación de base
Desviación de frecuencia	: 5 KHz máximo
Relación señal-ruido	: más de 50 dB
Distorsión de audio	: menor a 5%

### Receptor

Sensitividad	: 0.5 uv para 20 dB
--------------	---------------------

Estabilidad de frecuencia	: dentro de $5 \times 10^{-6}$
Sistema receptor	: doble superheterodino
Ancho de banda	: más de 12 KHz
Intermodulación	: más de 70 dB
Relación señal-ruido	: más de 50 dB
Distorsión de audio	: menor al 5%

#### Multiplexor de antena

Rango de frecuencia	: 335.4 a 470 MHz
Pérdidas de inserción	: menor a 8.5 dB

#### Duplexor de antena

Separación de frecuencia transmisión-recepción	: más de 3% de la frecuencia portadora
Pérdida de inserción	: menor a 1.5 dB

#### Características del equipo de control

Composición: Una unidad de control común  
 8(4) unidades de canal  
 12(3) unidades de abonado  
 24(3) unidades de enlace y  
 2(1) unidades de potencia

Capacidad de canales RF	: 8(4) canales RF
Capacidad de abonados	: 96(24) suscriptores
Interface de intercambio	: 2w/600 ohmios
Señalización	: fuera de banda 3765 / 3885 Hz

#### Antena colineal (6-array)

Rango de frecuencia	: 300 a 470 MHz
Polarización	: Vertical
Ancho de banda	: Mínimo 20 MHz
Ganancia	: más de 7 dB
Impedancia de entrada	: 50 ohmios
VSWR	: menor a 1.5
Resistencia al viento	: máx. 216 Km/h
Angulo de potencia media	
Plano E	: menor a 7°
Plano H	: omnidireccional



BIBLIOTECA

#### Estación de radio abonado

#### Características generales

Rango de frecuencia	: 335.4 a 470 MHz
Separación de canales	: 25 KHz
Impedancia RF	: 50 ohmios

Número de canales RF	: 1 a 8
Ancho de banda AF	: 300 a 3400 Hz
método de acceso al canal RF	: sistema multiacceso
Operación	: full-duplex
Temperatura	: -10 a +55°C
Humedad	: hasta 95%
Suministro de energía	: 12 Vdc. nominal

### Transmisor

Potencia de salida RF	: 10 wattios
Estabilidad de frecuencia	: dentro de $5 \times 10^{-6}$
Radiación espúrea	: menor a -60 dB
Tipo de modulación	: modulación de fase
Desviación de frecuencia	: 5 KHz. máximo
Relación señal-ruido	: más de 50 dB
Distorsión de audio	: menor que 5%

### Receptor

Sensitividad	: 0.5 uv. para 20 dB
Estabilidad de frecuencia	: dentro de $5 \times 10^{-6}$
Sistema de recepción	: doble superheterodino
Ancho de banda	: más de 6 dB
Intermodulación	: más de 70 dB
Rechazo espúrea	: menor a -80 dB

Relación señal-ruido	: más de 50 dB
Distorsión de audio	: menor del 5%

#### Conexión telefónica

Impedancia	: 600 ohmios
Terminación de audio	: teléfono a 2 hilos
Pérdida de retorno	: más de 20 dB
Señalización	: Señalización fuera de banda

#### Antena Yagui de 5 elementos de banda ancha

Rango de frecuencia	: 300 a 470 MHz
Impedancia	: 50 ohmios
VSWR	: 1.2 o menos
Ganancia	: 13 dB
Angulo de potencia media	
Plano E	: aproximadamente 25°
Plano H	: aproximadamente 35°

En el modo de asignación exclusiva cada canal radioeléctrico es asignado exclusivamente a un abonado y se lo denomina "punto a punto".

Es conveniente la utilización de este tipo de sistema en

lugares donde la densidad de abonados es muy baja y no hay problemas en lo referente a la disponibilidad de canales radioeléctricos.

Los equipos de radio de la firma ARE, en la banda de los 170 MHz., poseen dos series: RT y TRF, que presentan las siguientes características:

Banda de frecuencia	: 68-188	146-174	400-470
Número de canales	: 1 ó 2 a 6		
Canalización RF	: 25KHz		
Modulación	: FM		
Potencia de salida	: 10w	10w	5w
Ancho de banda AF	: 300 a 3400 Hz		
Distorsión armónica	: menor a 5%		
Frecuencia de señalización:	3825 Hz		
Voltaje de llamada	: 60/70 V, 50/25 Hz		
Suministro de potencia	: 220 Vac / 24 Vdc		
Temperatura en operación	: -10 a +45°C		

Las antenas utilizadas serán tipo Yagui de 10 db de ganancia de características similares a la antena de la estación radio-abonado del sistema de acceso múltiple.

**Sistemas radioeléctricos de pequeña capacidad**

Las zonas rurales poseen demanda relativamente baja, por lo general se requiere capacidades de 12, 24 ó 60 canales, especialmente en los lugares que convergen varios enlaces.

Debido a los problemas que involucra la instalación de este tipo de problemas, los equipos deben poseer características como: bajo consumo de energía, pequeñas dimensiones, fiabilidad y resistencia a las condiciones ambientales.

Este sistema puede dividirse en los siguientes bloques principales.

- Equipo radioeléctrico
- Equipo multiplex
- Antenas
- Fuentes de alimentación de energía
- Equipo auxiliar



Las especificaciones que deben cumplir los diferentes equipos en una instalación están mutuamente relacionados y deberán ser lo suficientemente flexibles para que pueda obtenerse la calidad requerida.

La disponibilidad de fuentes primarias de energía, en el

caso repetidores aislados, es muy limitada, por lo que en lo posible se deben utilizar equipos de bajo consumo de energía.

Las antenas utilizadas para áreas rurales deben reunir las siguientes características:

- Dimensiones pequeñas y poco peso para facilitar su instalación, para evitar la construcción de grandes torres.
- Ajuste mecánico simple, para facilitar la sintonización del sistema.
- Bandas anchas, de modo que no sea necesario la sintonización a la frecuencia de trabajo y que varios transmisores puedan trabajar con la misma antena a frecuencias distintas.

#### **Especificaciones técnicas para enlaces de radio UHF**

Presentamos las características del equipo de radio ZRL-910 de ERICSSON. Cada radiocanal es capaz de llevar una banda base telefónica conteniendo: 24, 60 o 120 canales telefónicos FDM ó 10, 30 canales telefónicos digitales. El equipo opera en las frecuencias de 790 a 960 MHz.



### Equipo de radio transmisor

Potencia de salida RF nominal	:	37 dBm
Impedancia RF	:	50 ohmios
VSWR de salida RF	:	menor a 1.20
Estabilidad de frecuencia	:	$5 \times 10^{-6}$
Emisión espúrea	:	menor a -70 dB

### Equipo de radio receptor

Nivel de entrada nominal	:	-45 dBm
Máximo nivel de entrada RF	:	-10 dBm
Capacidad de canales RF	:	24      60      120      Ch
Nivel de entrada RF umbral	:	-94    -94    -90    dBm
Figura de ruido	:	menor a 7 dB
Impedancia RF	:	50 ohmios
VSWR de entrada RF	:	menor a 1.5
Estabilidad de frecuencia	:	$5 \times 10^{-6}$

### Pérdidas en la unidad de ramificación

#### Lado transmisor

Filtro de antena	:	1.7 dB
Circulador	:	0.6 dB
Pérdidas del cable aprox.	:	0.2 dB

Lado receptor

Filtro de antena	:	1.7	dB
Capacidad de canales RF:	:	24	60 120 Ch
Valor del sistema para	:	165	160 160.7 dB
Pout=-37 dBm.			

Se usará la banda de los 900 MHz. La antena será del tipo paraboloide malla y sus características son:

Rango de frecuencia	:	890-960 MHz
VSWR	:	1.3 - 1.0
Ganancia	:	17 dB
Diámetro	:	1.23 m

Los alimentadores serán cables coaxiales con una pérdida de 3.28 dB/100 mt.

#### Utilización de líneas físicas en sistemas de transmisión para redes rurales

En las zonas rurales donde no es posible establecer enlaces radioeléctricos, se ha previsto la utilización de líneas físicas, razón por la cual es necesario conocer sus características y que los conductores cumplan requisitos tales como:

- Satisfacer en mayor grado los requerimientos de transmisión sobre los rangos de frecuencia involucrados.
- Que posean una resistencia adecuada para suministrar un grado satisfactorio de servicio continuo, y
- Que sean tan económicos como sea posible.

Las posibles soluciones que cumplen con los requisitos mencionados, son las siguientes:

- Líneas aéreas para frecuencias vocales, de alambre desnudo.
- Líneas aéreas para frecuencias potradoras, de alambre desnudo.
- Líneas aéreas para cable multipar autosuspendido.

Líneas aéreas para frecuencias vocales, de alambre desnudo

Las líneas aéreas para frecuencias vocales presentan un coeficiente de atenuación menor por unidad de longitud que la que presenta un par por cable, razón por la cual a igualdad de atenuación se pueden alcanzar distancias mayores. Este medio de transmisión se usa normalmente para distancias de alrededor de 10 Km. e incluso mayores (20 o más kilómetros) cuando las características topográficas hacen difícil, a un costo razonable el empleo

de otros medios.

Es importante señalar algunos inconvenientes, como por ejemplo: la menor calidad de transmisión de las líneas de hilo desnudo, por ser más afectadas por las perturbaciones eléctricas, y al hecho de requerir un mantenimiento más laborioso que el de los sistemas por cable.

Las líneas aéreas de hilo desnudo están constituidos por hilos paralelos, no protegidos, suspendidos a cierta altura del suelo. Cada conductor está sujeto a aisladores montados en crucetas. como material conductor suele utilizarse cobre estirado en frío, acero recubierto de bronce o cobre, o cable de aluminio reforzado con acero; por razones de tipo mecánico, las líneas aéreas de hilo desnudo tienen mayores diámetros de conductor (entre 2.5 y 5 mm.) que las líneas por cable.

Cuando se instalan varios pares de conductores de alambre desnudo en forma paralela, debemos tomar precauciones para reducir la diafonía debido a acoplamientos inductivos y capacitivos que existen entre dichos conductores.

La diafonía en las líneas aéreas de hilo desnudo se pueden minimizar reduciendo el acoplamiento entre las

líneas y efectuando transposiciones de la línea a cortos intervalos de modo que se anulen los acoplamientos de dos secciones de línea consecutivas.

### Líneas aéreas para frecuencias portadoras, de alambre desnudo

El empleo de sistemas de ondas portadoras de tipo rural (con extracción de canales individuales) es altamente recomendable. En este caso la línea física deberá ser bien construida y mantenida. Par que estos dos objetivos se cumplan los esquemas de transposición deberán ser simples y de fácil realización.

Cuando existen condiciones climáticas favorables y es necesario encaminar a través de largas distancias, haces de circuitos para suministrar servicio telefónico a lugares donde la población se encuentra dispersa, o en zonas de desarrollo, los sistemas de portadora en líneas de hilo desnudo constituyen una buena solución.

### Requerimientos eléctricos de los alambres desnudos

a) Para líneas troncales en frecuencia vocal se requiere baja atenuación en el rango de estas frecuencias. Para líneas troncales largas los valores de atenuación



BIBLIOTECA

típica son de 0.5 dB/Km. o menos.

- b) En el rango del canal de programación (típicamente de 100 Hz a 10 KHz) se requiere una baja atenuación y la variación de impedancia sobre el rango debe ser mínima.
- c) En el rango de frecuencias portadoras, la característica es la atenuación de la frecuencia más alta a transmitirse y bajo las peores condiciones ambientales. La máxima atenuación permitida en esta frecuencia dependerá de los requisitos para la relación señal-ruido. En sistemas de onda portadora, se utilizan alambres que tienen bajos porcentajes de variación de atenuación en condiciones ambientales muy variables.

#### Tipo de alambre a usarse

Los tipos de alambre comunmente usados para circuitos telefónicos de larga distancia son : cobre endurecido , copperweld, aluminio y ocasionalmente acero. El alambre más utilizado ha sido el de cobre, aún cuando es más caro, por que ha satisfecho mejor los requerimientos de transmisión usuales para los rangos de transmisión de frecuencia portadora.

El alambre copperweld es más barato que el alambre de cobre y mucho más fuerte, por tanto su uso es deseable donde se requiera una resistencia mecánica grande, obteniendo una economía en el diseño de la estructura de postes. El uso del alambre copperweld desde el punto de vista de funcionamiento de transmisión debe ser revisado para ciertas aplicaciones, debido a los siguientes factores:

- a) A frecuencia de voz el alambre copperweld tiene aproximadamente el doble de atenuación del alambre de cobre del mismo diámetro. Esto no es significativo si los circuitos se construyen principalmente como un medio de transmisión de onda portadora, por que los sistemas modernos de portadora tales como el sistema Western Electric tipo "0A" y el sistema Lenkurt tipo 45C-A utilizan frecuencias arriba de los 2 KHz. y el circuito de frecuencia vocal físico no es utilizado. Este tipo de operación supera los problemas de ruido inductivo, permite un acoplamiento de impedancia efectivo, las facilidades de línea abierta, y evita la necesidad de repetidores para frecuencia vocal.
  
- b) La atenuación del alambre copperweld es más grande en el rango de frecuencias portadoras hasta alrededor de 30 KHz., hecho que debe ser tomado en cuenta para el

diseño de las líneas en estas frecuencias. En la figura 4.66 presentamos las características de atenuación para los alambres utilizados.

- c) En el rango de frecuencias del sistema 45A, el alambre copperweld bajo la mayoría de las condiciones tendrá una atenuación menor a un alambre de cobre.

El uso adecuado para el alambre copperweld será para la construcción de líneas nuevas que utilizan saltos de hasta 100 m.. En esta clase de situaciones un solo par con equipo de portadora apropiado suministrará hasta 16 circuitos de larga distancia de alta calidad.

#### Selección del conductor

Tradicionalmente, el alambre copperweld 40% de conductividad y 3.251 mm. ha sido elegido como el conductor estandar para las líneas de larga distancia en muchos sistemas de telecomunicaciones. Sin embargo se han obtenido buenos resultados con la utilización de alambre copperweld 40% de conductividad y 2.642 mm. en líneas largas, medianas y cortas. El alambre "Alumowell" es de características eléctricas y mecánicas similares al copperweld; es usado para líneas de larga distancia con un diámetro mínimo de 3.251 mm..



BIBLIOTECA

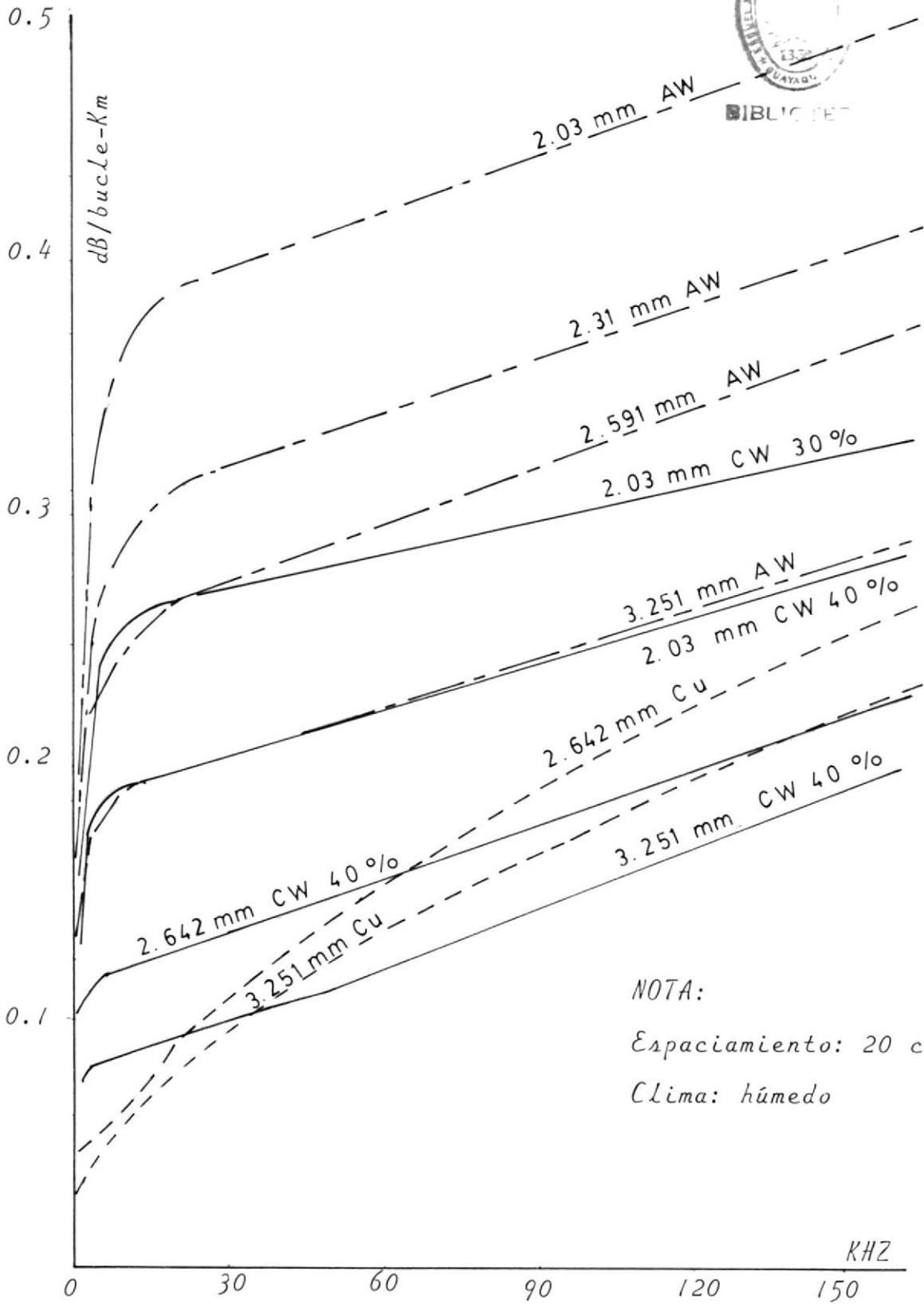


FIGURA 4.66 .- Atenuación vs Frecuencia para alambres Copperweld, Alumoweld, Cobre

La resistencia y la atenuación son los factores eléctricos críticos asociados con la selección del conductor. El análisis de estas características se lo hará en rango de frecuencias de 0 a 160 KHz.. aún cuando la práctica común es estandarizar el uso de frecuencias como sigue:

<u>Frecuencia (KHz)</u>	<u>Uso</u>
2	Voz
10	Portadora de 1 canal
40	Portadora de 3 canales
80	Portadora de 8 canales
150	Portadora de 12 canales

La figura 4.67 compara gráficamente las características de resistencia de Alumoweld, Copperweld y cobre.

Para frecuencias altas, el alambre copperweld tiene resistencia más baja, que el alambre de cobre del mismo tamaño. Por ejemplo en el tamaño de 3.251 mm. las curvas de resistencia se cruzan a 53 KHz., de tal forma que a frecuencias más altas el alambre bimetálico exhibe menor resistencia que todos los conductores de cobre, esto se debe al efecto piel en los conductores bimetálicos. Los fabricantes presentan en forma tabulada los valores de resistencia y atenuación para los diferentes tipos de

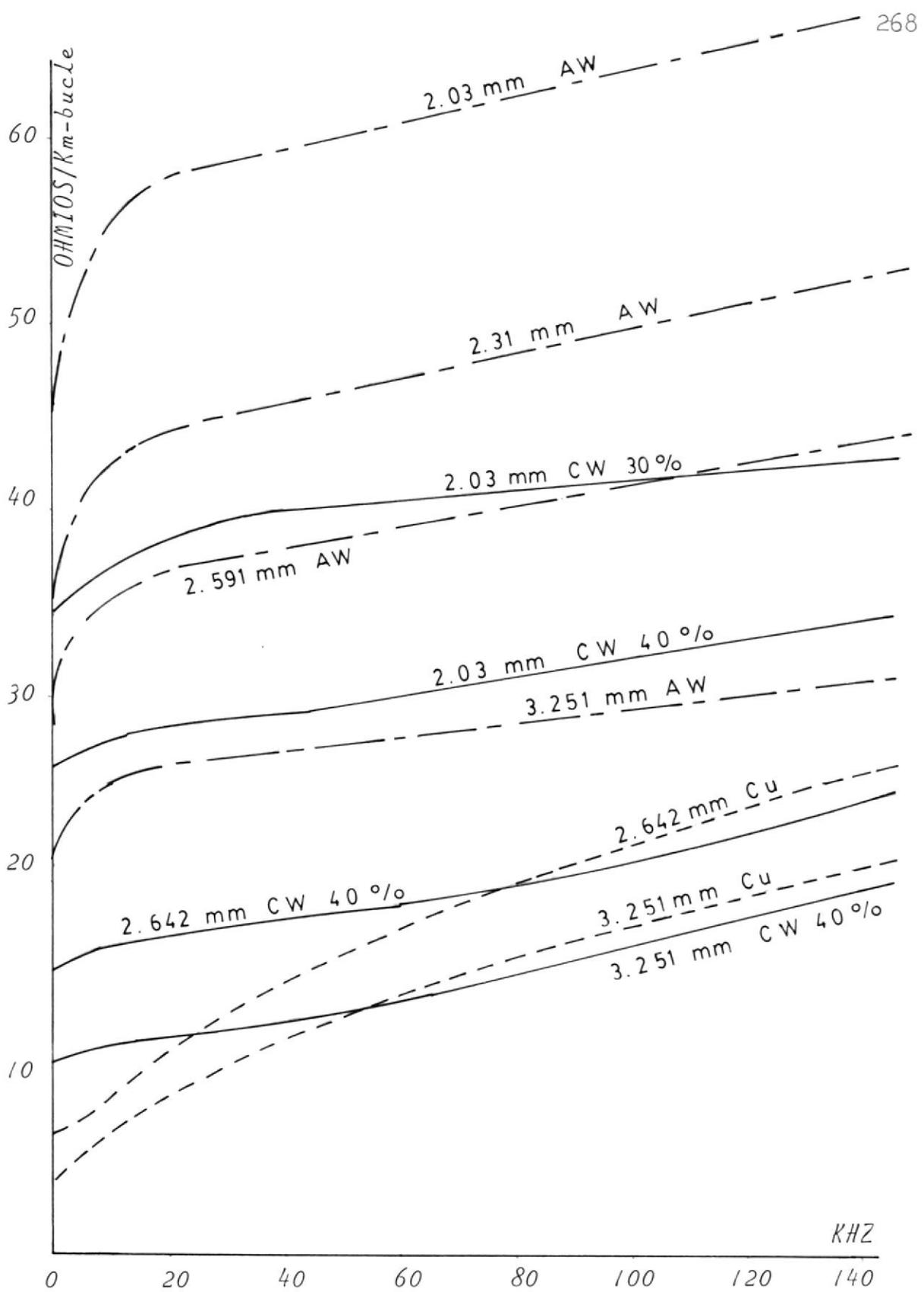


FIGURA 4.67 .- Resistencia vs Frecuencia para alambres  
Copperweld, Alumoweld, Cobre

alambres y cables.

Solamente a frecuencias bajas (voz) los conductores de cobre tienen atenuación más baja que el alambre copperweld del mismo tamaño. Por ejemplo, el punto de cruce para 3.251 mm. es 36 KHz. y sobre este punto el conductor de cobre tiene atenuación más alta que el de copperweld. Este punto es significativo al elegir repetidores, ya que la necesidad de repetidores está determinada por la atenuación máxima. Por lo tanto, una línea diseñada para manejar portadoras a 150 KHz. tendrá reserva de repetidores grande para cualquier frecuencia más baja, ya que esta atenuación de alta frecuencia del copperweld es menor que la del cobre, se necesitará un menor número de repetidores.

Los equipos de portadora se emplean para obtener una utilización múltiple del soporte de transmisión que consiste bien en una línea aérea de hilo desnudo, una ruta de cable o un trayecto radioeléctrico. Una de las ventajas de la aplicación de estos sistemas portadoras en lugar de la transmisión a frecuencias vocales es que la atenuación en los circuitos telefónicos no dependen de la longitud.

Todos los sistemas de transmisión por portadora tienen

una característica común: los circuitos telefónicos deben tener una banda de transmisión de por lo menos 300 a 3400 Hz. Además deben permitir que la transmisión de señales de conmutación sea dentro de la banda telefónica o fuera de ella.

Al utilizar la atenuación como guía en la selección del conductor se debe recordar que en una línea real la atenuación total es la resultante de muchos factores : el clima, patrones de transposición, número de aisladores. Es necesario también considerar el calibre del alambre a ser utilizado para obtener características aceptables de transmisión.

La resistencia mecánica del alambre copperweld es tal que la elección del calibre será determinado en base a consideraciones de transmisión.

Desde el punto de vista del patrón de transposición de portadora, 100 m. es el intervalo de transposición permisible máximo y por lo tanto determina la longitud del salto máximo que debe ser utilizado.

#### Equipos utilizados

Tenemos dos tipos de sistema portadora utilizados, el



el sistema portadora 45A y el 45C.

BIBLIOTECA

Estos dos sistemas se distinguen por: el posicionamiento de frecuencia de línea empleado y en la máxima distancia para la cual están adaptados. Los dos planes de posicionamiento se muestran en la figura 4.68. Ambos posicionamientos suministran 12 canales duplex en el rango de frecuencia entre 40 y 160 KHz. Los sistemas difieren en el número de canales asignados a bloques continuos de frecuencias en cada dirección de transmisión.

El posicionamiento del sistema 45A asigna el bloque de frecuencias entre 40 y 88 KHz para la transmisión oeste-este de todos los 12 canales, con la transmisión este-oeste tomando lugar en la región de 99 a 150 KHz.

El sistema 45C contempla tres grupos de canales en la región de 40 a 160 KHz, con direcciones opuestas de transmisión que ocurren en bandas de frecuencia adyacentes para cada grupo.

Ya que los posicionamientos no son compatibles, no pueden ser usados en la misma línea.

El sistema 45A es utilizado esencialmente en trayectos largos y presenta facilidades para la extracción e

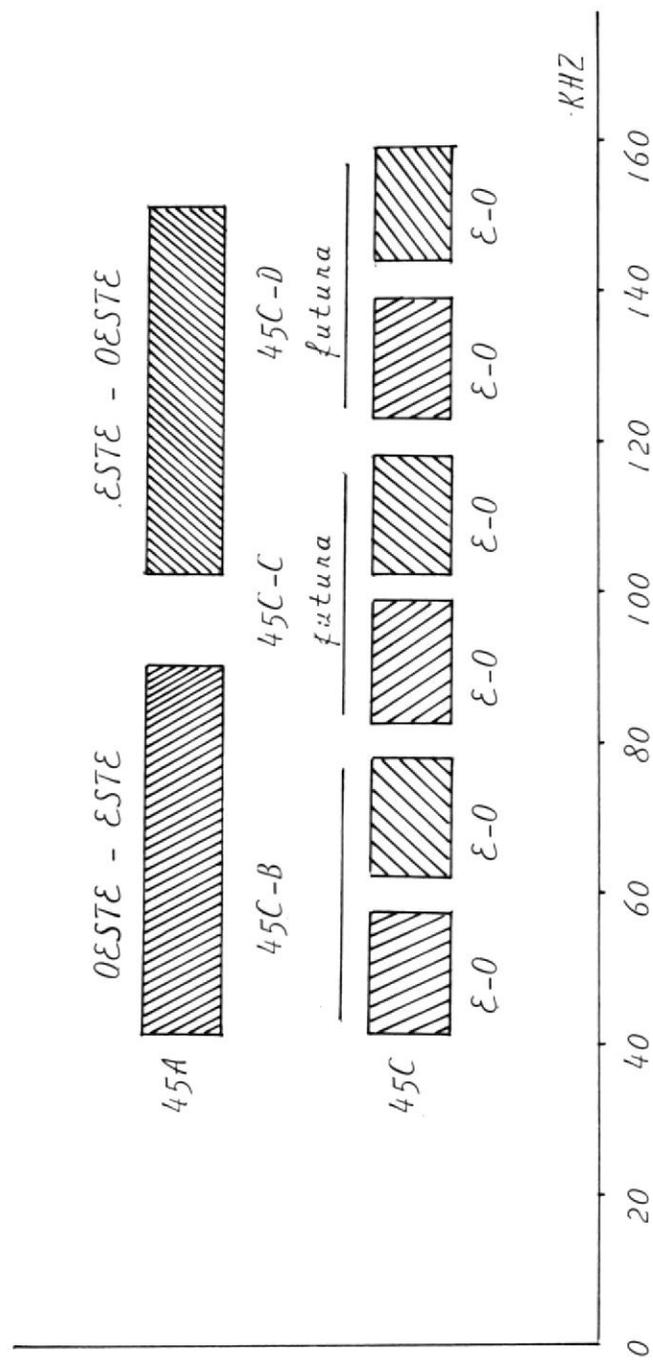


FIGURA 4.68 . - Posicionamiento de frecuencia para Los sistemas de onda portadora 45A - 45C

inserción de canales (en bloques de 4) en puntos intermedios sin la necesidad de demodular todos los canales a frecuencia de voz.



BIBLIOTECA

### Enlaces por cable

Los conductores de cable son generalmente hilos de cobre recocido. Como conductores de cables de acometida pueden utilizarse hilos de acero revestido de bronce o de cobre. El diámetro de los conductores fluctúa mucho y depende de la situación de la red. Pueden utilizarse tipos de aislamiento de plástico y de papel.

El empleo de cables multipares para zonas rurales es normal, sobre todo cuando existen muchos abonados rurales dispersos en el trayecto de la línea y la longitud del trayecto no es muy extenso.

Las características de transmisión de los cables, varían de acuerdo al tipo y diámetro, entre los más utilizados, tenemos:

Diámetro del conductor (mm.)	:	0.6	0.8
Atenuación a 800 Hz (dB/Km.)	:	1.12	0.87
Resistencia del bucle (ohm/Km.)	:	125.4	70.3
Capacidad a 800 Hz (nf/Km..)	:	42.4	42.4

A continuación presentamos las características de los cables más utilizados.

#### Cables aéreos autosuportados

Conductor	: cobre recocido, menor a 0.5 mm
Aislante	: polietileno sólido
Configuración	: pares o cuadretes
Capacidad máxima	: 100 pares
Disponibilidad de pares	: concéntrica o en subunidades
Envoltura del núcleo	: cinta de material sintético
Apantallamiento	: de cinta de aluminio

Cubierta de polietileno (PE) con un cable de suspensión de acero trenzado galvanizado, de gran resistencia mecánica.

#### Cable apantallado para sistemas de líneas digitales

Conductor	: cobre recocido, 0.623 mm.
Aislante	: polietileno sólido
Configuración	: pares en dos grupos
Capacidad máxima	: 100 pares
Disponibilidad de pares	: en subunidades
Envoltura del núcleo	: cintas de material sintético
Apantallamiento exterior:	cinta de aluminio

#### 4.6.1 DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN LOS ENLACES

Para predecir el funcionamiento de un circuito de radio-enlace, se debe calcular la atenuación que sufren las ondas de radio en su trayectoria desde un lugar a otro.

Las pérdidas totales se expresan por medio de la siguiente ecuación:

$$A_t = A_o + A_f + A_c - (G_t + G_r) \quad \text{Ec. 4.21}$$

Donde:

$A_t$ : atenuación total

$A_o$ : pérdida en el espacio libre

$A_f$ : pérdida en los alimentadores de antenas

$A_c$ : pérdidas en filtros y circuladores de antenas

$G_t$ : ganancia de la antena de transmisión

$G_r$ : ganancia de la antena de recepción

La figura 4.69 muestra la configuración básica de un sistema de comunicaciones, y la figura 4.70 presenta los componentes de la atenuación total.

**Pérdidas en el espacio libre.-** Las pérdidas de

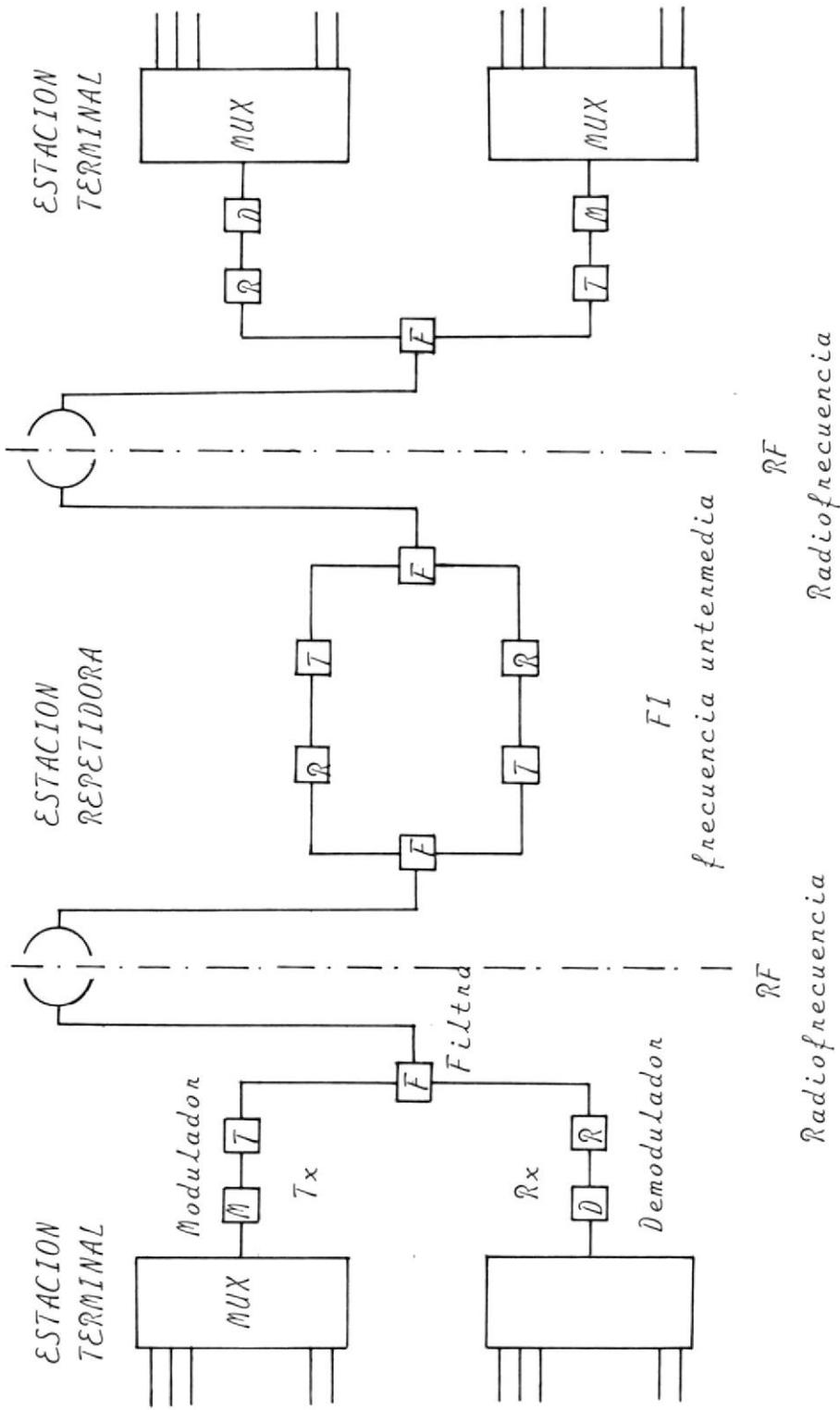
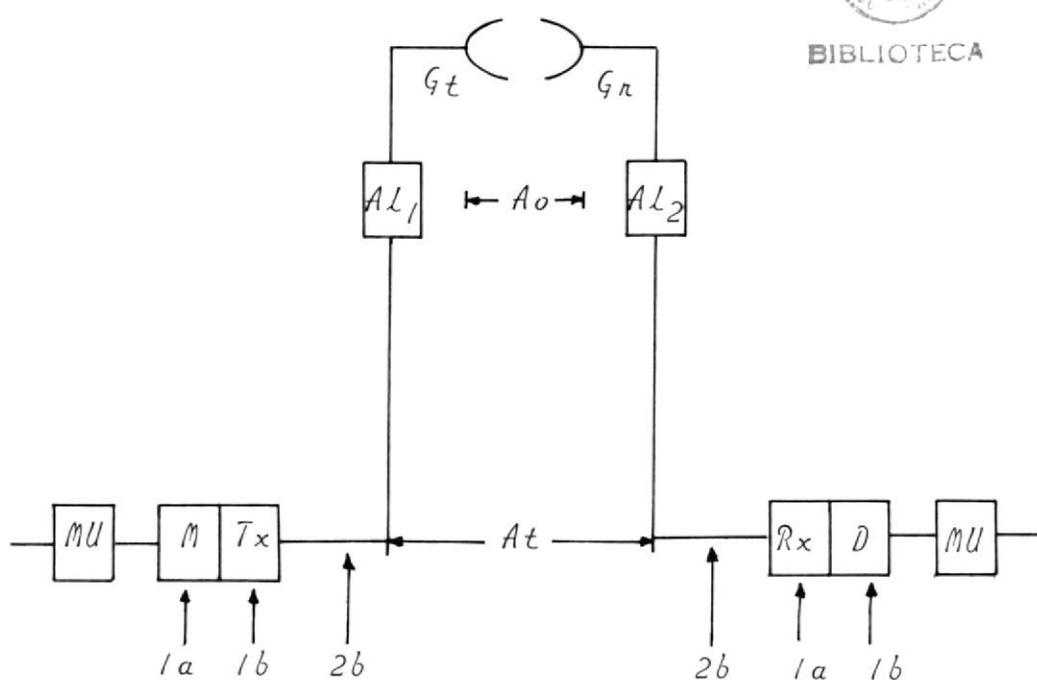


FIGURA 4.69 . - Configuración básica de un sistema de comunicaciones



BIBLIOTECA



$MU$  : equipo multiplex

$M$  : modulador

$D$  : demodulador

$AL_1, AL_2$  : pérdidas en alimentadores de antenas y filtros

FIGURA 4.70 .- Componentes de la atenuación total

espacio libre  $A_0$  se obtienen entre dos antenas isotrópicas, donde no hay influencia de la tierra ni obstrucciones.

Una antena isotrópica irradia o recibe energía en todas las direcciones, es una antena ideal, utilizada en los cálculos.

Considerando dos antenas isotrópicas separadas una distancia  $d$ , donde una transmite una potencia  $P_t$  y la otra recibe una potencia  $P_r$ . Para una distancia y la frecuencia dada, la atenuación en el espacio libre viene dado por la relación  $P_t/P_r$ .

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_t \cdot G_r} \quad \text{Ec. 4.22}$$

La ecuación 4.22 puede ser expresada en decibeles, obteniendo la siguiente expresión

$$A_0(\text{dB}) = 10 \text{ LOG} \left( \frac{P_t}{P_r} \right)$$

Asumiendo  $G_t = G_r = 1$

$$A_0(\text{dB}) = 92.5 + 20 \text{ LOG}(D) + 20 \text{ LOG}(F) \quad \text{Ec. 4.23}$$

Donde:

D: distancia en Km

F: frecuencia en GHz

Con esta fórmula se obtienen resultados correctos, mientras la primera zona de fresnel se encuentre libre de obstáculos por lo menos el 60 % ; de lo contrario, debe considerarse atenuación adicional causada por pérdidas de difracción.

**Atenuación de filtros y circuladores.-** Para habilitar la conexión de más de un transmisor y/o receptor a la misma antena , es necesario usar un equipo de ramificación, el cual básicamente consiste de circuladores y filtros de ramificación.

La atenuación en filtros y circuladores Ac, depende de cuantos transmisores y receptores esten conectados a la misma antena, ya que ellos deben ir conectados a través de circuladores. Cada circulador introduce una pérdida la cual está normalmente abajo de 0.5 dB.

**Pérdidas en alimentadores de antenas.-** El acoplamiento entre la antena y el equipo de radio es por

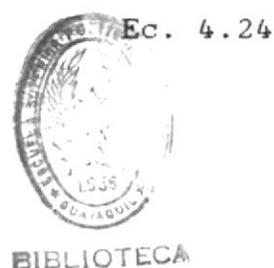
medio del alimentador de antena, este medio es importante tanto para el cálculo de las pérdidas como para el acoplamiento entre antena y radio para evitar la distribución del eco.

**Potencia de recepción.**- La potencia recibida en el receptor viene dada por la siguiente ecuación:

$$Pr = Pt - At$$

Donde:

Pr: potencia de recepción



Con las ecuaciones antes descritas se procederá a calcular las pérdidas totales de transmisión y la potencia recibida para cada uno de los enlaces de radio diseñados.

**Relación señal/ruido.**- Generalidades

En todo sistema de comunicación la capacidad de transmisión está limitada por el ruido presente en la banda que contiene la información, principalmente el ruido térmico. El ruido es una función de la atenuación en el trayecto de radio entre la

salida del transmisor y la entrada al receptor.

Para un rango considerable de valores sobre el umbral del receptor, un rango sobre el cual el ruido térmico es el factor dominante, los valores de atenuación transmisor-receptor (X) y la relación señal/ruido (Y) tienen una suma conocida como valor del sistema (S), cuyo comportamiento se presenta en la figura 4.71 .

$$S = S/R + A_t$$

$$S/R = S - A_t \quad \text{Ec. 4.25}$$

Donde:

S/R : relación señal/ruido en dB

S : valor del sistema en dB

A<sub>t</sub> : atenuación total del trayecto en dB

Conociendo la atenuación del trayecto, se puede en forma simple calcular la relación señal/ruido, para un tipo particular de equipo, caracterizado por su valor de sistema.

En un equipo de radio enlace, el valor del sistema

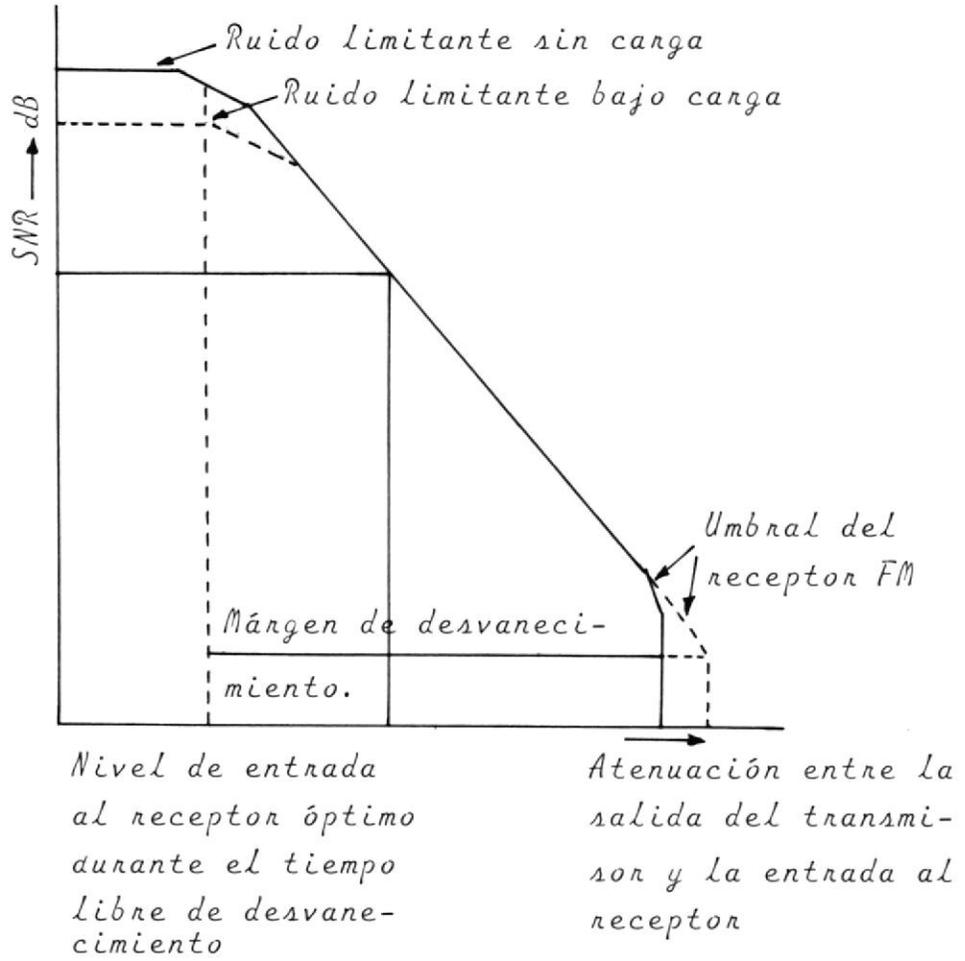


FIGURA 4.71 .- Valor del sistema del equipo de radio

es el parámetro que determina el comportamiento del ruido como objetivo del diseño para el sistema de comunicación y está dado por:

$$S = 10 \text{ LOG } \frac{P_t}{NKT B} \cdot \frac{(f_d)}{(f_m)} + P + 2.5 \quad \text{Ec. 4.26}$$

Donde:

$P_t$  : potencia de transmisión

$N$  : factor de ruido igual a :  $F = 10 \text{ LOG}(N)$

$F$  : figura de ruido

$K$  : constante de Boltzman ( $1.38 \times 10^{-23}$  joule/°K)

$T$  : temperatura en °K

$B$  : ancho de banda del canal telefónico (3.1 KHz)

$f_d$  : desviación de frecuencia producida por la potencia de referencia ( 1 mw en el nivel relativo  $0 = 0 \text{ dBm}$  ), (ver tabla XIV).

$f_m$  : frecuencia más elevada de la banda base o frecuencia de modulación (tabla XV).

$P$  : factor de pre-acentuación en dB

En el canal más elevado de la banda base, se puede realizar mediciones utilizando una señal con espectro uniforme continuo, con características similares a la señal FDM.

TABLA XIV . - RECOMENDACIONES DEL CCIR: 404-2

MAXIMO NUMERO DE CANALES VALOR R.M.S DE DESVIACION DE FRECUENCIA POR CANAL  
 $f_d$  (KHz)

12	35		
24	35		
60	100	50	200
120	100	50	200
300	200		
600	200		
960	200		
1260	140	140	
1800	140		
2700	140		



TABLA XV .-- RECOMENDACIONES DEL CCIR 399-2

CAPACIDAD DEL SISTEMA NUMERO DE CANALES	LIMITE DE BANDA OCUPADA POR CANALES TELEFONICOS (KHz)	FRECUENCIAS SUPERIOR (KHz)
60	60 300	70 270
120	60 552	70 270 534
300	60 13.300	70 270 534 1.248
	64 1.296	
960	60 4.028	70 270 534 1.248
	64 4.024	3.886

La transferencia de la máxima potencia de ruido ,  
entre la antena transmisora y la receptora está  
dada por:

$$P_{rr} = NKT B$$



Ec. 4.27

Donde:

**BIBLIOTECA**

$P_{rr}$  : potencia de ruido a la entrada del receptor

En la recomendación 393-1 y 395-1 del CCIR indica que el nivel de potencia de un ruido de espectro uniforme debe disminuirse en 2.5 para un ancho de banda de 3.1 KHz para obtener el nivel de potencia sofométrica.

Según la recomendación 404-1 se indica para la desviación de frecuencia el valor efectivo el cual solamente corresponde por razones de pre-énfasis al canal neutral. Vale aclarar que para todos los equipos cuya modulación es a frecuencia, se emplea una red de pre-énfasis para obtener una relación S/R constante en el ancho de banda. Sin pre-énfasis es decir con desviación de frecuencia constante en toda la banda, se tuviera una relación S/R inferior en los canales superiores.

Para obtener una relación S/R constante en todos los canales se intercala a la etapa de modulación una red de pre-énfasis, la cual provoca desviaciones menores en la parte inferior al punto neutral y permite desviaciones mayores más allá de ese punto.

El factor de pre-acentuación (P), es la distribución uniforme de la relación S/R en los canales de un sistema multicanal, utilizando red pasiva RLC de pre-acentuación. El CCIR en su recomendación 275-1 indica la siguiente ecuación para calcular el factor P (Ec. 4.28).

$$P = 5 - 10 \text{ LOG} \left[ 1 + \frac{6.90}{1 + \frac{5.25}{\left( \frac{f_r}{f_{\text{max}}} - \frac{f_{\text{max}}}{f_r} \right)^2}} \right]$$

Donde:

$f_r$ : frecuencia resonante del sistema ( $f_r = 1.25 f_m$ )

$f_{\text{max}}$ : frecuencia del canal telefónico más alto de la banda base.

Según la recomendación 275-2 del CCIR, indica que

para sistemas con capacidad inferior o igual a 1800 canales el valor de P es de 4 dB, y se usa como factor de pre-acentuación.

En la recepción se realiza la desacentuación, con lo que se disminuye la importancia relativa del ruido en las frecuencias elevadas.

Conocido el valor del sistema se puede obtener el valor S/N de la ecuación 4.25 .

$$S/N = S - P_t + P_r \quad \text{Ec. 4.29}$$

El nivel de potencia de ruido está siempre referido a 1 mwtt.

Como el nivel de la señal se supone cero dB, las potencias de ruido son negativas y tienen como valor absoluto el de la relación S/R.

$$\begin{aligned} (S/R) \\ \text{dBm} \end{aligned} = -90 + 10 \text{ LOG}(S/R)$$

$$N_{\text{pw}} = \text{ANTILOG} \left( \frac{90 - (S/R)}{10} \right) \quad \text{Ec. 4.30}$$

Utilizando las ecuaciones 4.25, 4.26 y 4.30 se

procede a realizar los cálculos correspondientes.

#### Nivel umbral del receptor

El nivel de umbral es uno de los parámetros que limita a un valor determinado la calidad de señal de recepción.

Por nivel umbral del receptor se entiende al nivel RF mínimo para el receptor necesario para detectar la información transportada con un cierto grado de seguridad. Si disminuimos más el nivel de entrada del receptor, el detector de señal ya no será capaz de diferenciar la información deseada apropiadamente del ruido térmico.

El margen de desvanecimiento es el valor entre la línea de umbral y la señal útil, está dado por la siguiente ecuación:

$$Mu = Pr - Nu \qquad \text{Ec. 4.31}$$

Donde:

Mu: margen de desvanecimiento

Nu: nivel de umbral

Un sistema de radiocomunicación falla cuando existen desvanecimientos profundos en los cuales el ruido térmico suprime la señal útil.

El nivel umbral de trabajo, a menudo llamado el umbral de mejoramiento FM o simplemente el nivel del receptor FM es definido cuando la potencia de la señal útil en la entrada del receptor es 10 dB más que la potencia de ruido. Esta diferencia de 10 dB se debe al hecho de que los picos de la señal de ruido tienden a ser mayores que el nivel de la portadora útil.

El nivel de umbral de ruido se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$Nu = 10 \text{ LOG} \left( \frac{KTBF}{Pt} \right) - 10 \text{ dB} \quad \text{Ec. 4.32}$$

#### Distribución del ruido de los enlaces

Para evaluar la calidad de un radio enlace de comunicación es necesario conocer la distribución del ruido en dichos enlaces de radio.

Las clases de ruido que existen son:

I.- Ruido básico (ruido térmico)

Ia.- Ruido térmico del receptor , depende de la atenuación en el tramo.

Ib.- Ruido básico de los equipos de modulación

Ic.- Ruido básico de los equipos de radio

II.- Ruido de intermodulación

Debido a la no linealidad de los equipos de transmisión se producen obstrucciones de la señal de banda base y reflexiones múltiples en las instalaciones de antenas.

IIa.- En equipos modem

IIb.- En equipos de radio

Con el valor del ruido térmico se puede hacer un balance de ruido en el canal superior de medición. Los valores de ruido son datos característicos que son ofrecidos por el fabricante que presentamos en la tabla XVI.

Clasificación de los mecanismos de interferencia

Las principales causas de interferencia son:

TABLA XVI .- VALORES DE RUIDOS PARA EQUIPOS DE RADIO Y  
MODEM

CLASES DE RUIDO	POTENCIA DE RUIDO (pwtt)	
	CANAL DE MEDICION 270 MHz	CANAL DE MEDICION 100 MHz
	Ruido Básico para un equipo IF-RF	8.5
Ruido básico para un MODEM	8.0	8.0
Ruido de intermo- dulación en IF-RF	8.7	8.5
Ruido de intermo- dulación en MODEM	8.0	8.0

- a) Interacción entre dos canales utilizados bien en la misma zona o en zonas diferentes.
- b) Interacción no lineal entre portadoras de radiofrecuencia (productos de intermodulación).
- c) Ruido artificial.

Pueden señalarse los siguientes mecanismos de interferencia.

- a) Interferencia cocanal por una sola portadora.
- b) Interferencia caótica dentro de la banda.
- c) Interferencia entre canales adyacentes.
- d) Interferencia por ruido impulsivo.

Las consecuencias de la interferencia pueden ser:

- Degradación de la calidad de transmisión.
- Simulación de un estado incorrecto de canal.

La interferencia puede clasificarse en intrínseca (interna del sistema), causada por transmisores que funcionen en el propio sistema, o extrínseca, causada por transmisores ajenos al sistema.

Los mecanismos de interferencia intrínseca pueden dividirse en cuatro clases, que son:

a) La interferencia cocanal debida a la reutilización de frecuencias en zonas diferentes.- Este tipo de interferencia causa un aumento en el nivel del ruido cuando su nivel es bajo con relación al de la señal útil. Puede obtenerse una protección contra estos efectos mediante circuitos silenciadores y/o procedimientos de señalización adecuados ; otra solución sería la transmisión continua de la portadora deseada con el objeto de asegurar una mejor relación portadora/interferencia.

b) La interferencia cocanal debida a productos de intermodulación de tercer orden.- Puede tratarse de interferencia de tipo monocanal o multicanal, los productos de intermodulación aparecen cuando tiene lugar una interacción entre dos o más portadoras en un dispositivo de características no lineales. Debemos tener en cuenta tres mecanismos básicos de intermodulación:

- Intermodulación en los transmisores de las estaciones base.
- Intermodulación en los receptores del equipo de abonado.

- Intermodulación en los receptores de la estación base.

c) La interferencia entre canales adyacentes.- Se debe a los mecanismos de bloqueo del receptor o al ruido debido a las bandas laterales de los transmisores. En los sistemas rurales, la condición más desfavorable de interferencia de canal adyacente tiene lugar en la estación base solamente, cuando un enlace funciona en condiciones extremas (desvanecimientos, obstáculos en el trayecto) y al mismo tiempo funciona un enlace corto en un canal adyacente.

d) La interferencia por medio artificial.- En radioenlaces para áreas rurales, esta clase de interferencia no es importante.

#### Dimensionamiento de los centros de conmutación

A nivel de conmutación para áreas rurales podemos elegir centrales automáticas y centrales semiautomáticas, dependiendo de las características de tráfico.

Las ventajas más importantes de la conmutación automática son:

- Servicio continuo durante las 24 horas.
- Rapidez en el establecimiento de las comunicaciones.
- Igualdad de servicios para todos los abonados.
- Costos reducidos de personal.
- conexión automática a la red telefónica nacional.

Las ventajas más importantes de la conmutación manual son:

- Bajo costo inicial.
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Posibilidad de usar líneas muy largas con un aislamiento mediocre.

Las centrales manuales a pesar de su bajo costo inicial, se vuelven antieconómicas a largo plazo, debido a los costos de personal de explotación y a que deben ser atendidas permanentemente. Las centrales rurales automáticas no precisan ser atendidas, solo se necesita un técnico que cubra una amplia zona.

El tráfico de larga distancia es importante en las zonas rurales aisladas, razón por la cual se considera en la planificación la instalación de centrales automáticas.

Las centrales automáticas para áreas rurales, además de

sus características propias deben cumplir los siguientes requisitos:

- Explotación económica, incluso con un número reducido de abonados.
- El equipo debe ser de pequeñas dimensiones, de tipo modular.
- Instalación rápida y sencilla
- Explotación permanente no atendida, autocontrol.
- Elevada fiabilidad.
- Menor sensibilidad a las condiciones climáticas.
- Que permitan utilizar líneas con pobres características eléctricas.
- Bajo consumo de energía.

La capacidad de las centrales está de acuerdo con el número de líneas de abonado determinadas para cada localidad.

En el dimensionamiento de la central debemos prever la proyección de la demanda, tomando en consideración que una vez inaugurado el servicio automático se reciben más solicitudes de instalación.

Al elegir el sistema de conmutación adecuado, debemos tener presente que el costo por línea tiende a

aumentar a medida que disminuye el tamaño del concentrador. Además debemos tomar en cuenta los costos debidos al terreno, edificación, suministro de energía que involucra cada central.

Debemos plantear la posibilidad del futuro crecimiento de abonados para determinar la capacidad total de los mismos, en esto no hay problema debido a que son modulares y la capacidad final no será elevada.

Por lo general las líneas de abonados para centrales rurales son más extensas que para zonas urbanas y la densidad de abonados es inferior. La máxima longitud admisible de las líneas de abonado viene determinado por los requisitos en materia de señalización y transmisión. El alcance de la señalización para las líneas de abonado viene determinado normalmente por la máxima resistencia del bucle (1000 a 2000 ohmios) y la mínima resistencia de aislamiento (20 Kilohmios) permitidos.

Algunos equipos permiten alcances de transmisión en líneas de abonados superiores a 2000 ohmios, por ejemplo:

- Repetidores de largo alcance con relés de línea muy sensibles.
- Amplificadores.

- Relevadores de tensión para corriente de alimentación.

En nuestro diseño se ha previsto la instalación de centrales automáticas en las cabeceras cantonales que no poseen, y en dos parroquias de relativo crecimiento se prevee la instalación de centrales semiautomáticas con mesa de operadora para el servicio de cabina y de larga distancia. Las centrales automáticas deberán cumplir los requisitos señalados anteriormente.

#### Estructura general de la red diseñada

En la figura 4.72 se presenta la estructura de los sistemas de radio diseñados y en la figura 4.73 la estructura de los sistemas de líneas físicas diseñadas.

Las configuraciones muestran la red en forma independiente de la red nacional, sin embargo mediante la técnica de inserción-extracción de canales se puede conectar a la red de telecomunicaciones existente.

Se ha utilizado las estaciones desarrolladas de IETEL La Mira y Ayurco, se ha diseñado el repetidor Pallatanga; el sistema se completa con enlaces por medio de líneas físicas.

## SIMBOLOGIA UTILIZADA

## Commutación



*Cabina telefónica*



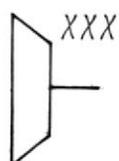
*Central semiautomática*



*Central automática*



*Mesa de operadora*



*Concentrador*

XXX

*Indicador de capacidad*

## Transmisión de radio



*Equipo de radio - incluye antena*

xx

*Puede ser:*

$R_1$

*Radio analógico de 1 canal*

$R_{12}$  Radio analógico de 12 canales

$R_{24}$  Radio analógico de 24 canales

$R_{60}$  Radio analógico de 60 canales

$R_{120}$  Radio analógico de 120 canales

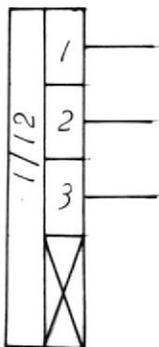
$R_{300}$  Radio analógico de 300 canales



Estación base del sistema multiacceso



Estación central del sistema multiacceso



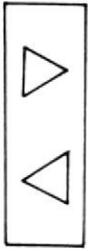
Equipado

Multiplex analógico  
para 12 canales

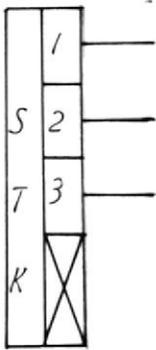
No equipado



Equipo de línea para transmisión de  
señales analógicas por cable



*Regenerador*

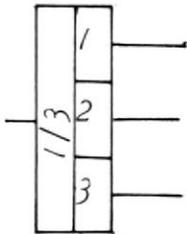


*Equipado*

*Equipo terminal para sistemas de transmisión de onda portadora por línea física, con posibilidad de derivar canales en el trayecto*

*No equipado*

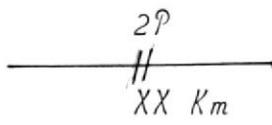
*Equipo terminal para sistemas de onda portadora punto a punto de 3 canales por línea física*



*Equipo terminal para sistemas de onda portadora punto a punto de 3 canales por línea física*

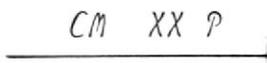


*Filtro de grupo primario de base*



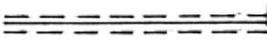
*Línea física 2 pares*

*XX= distancia en kilómetros*



*Cable multipar*

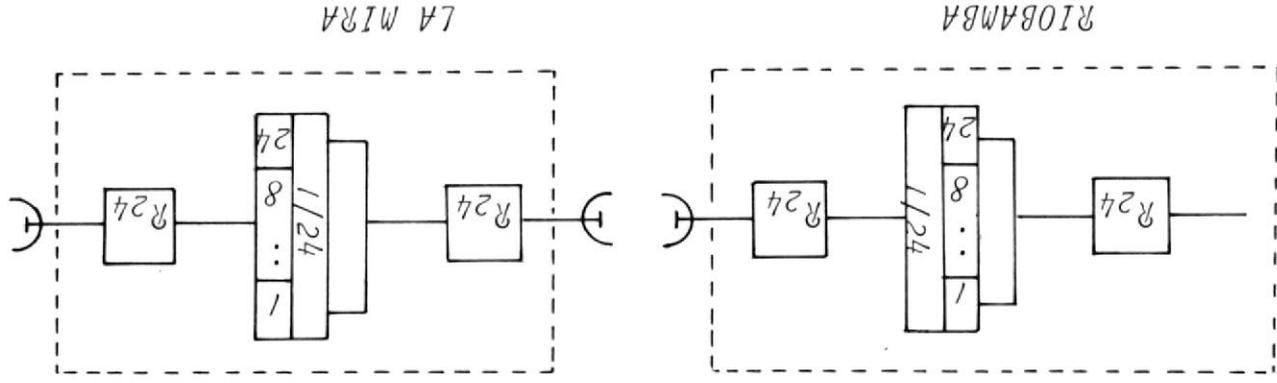
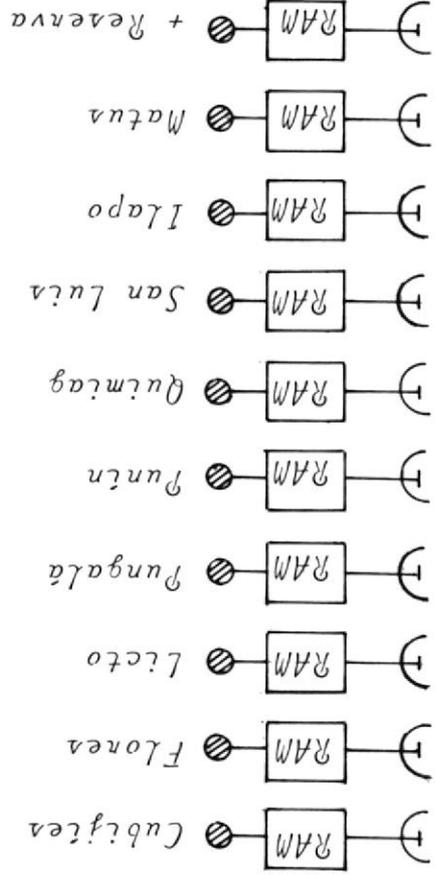
*XX= número de pares*

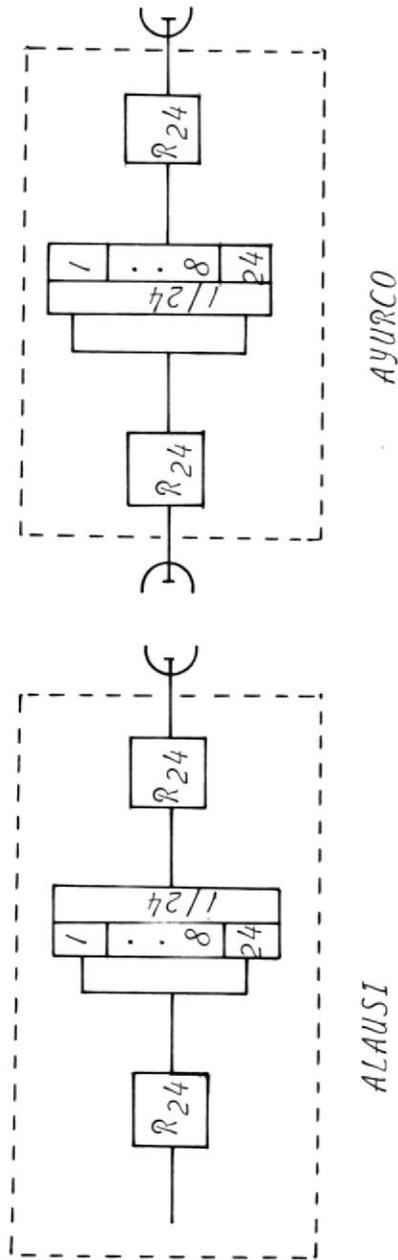
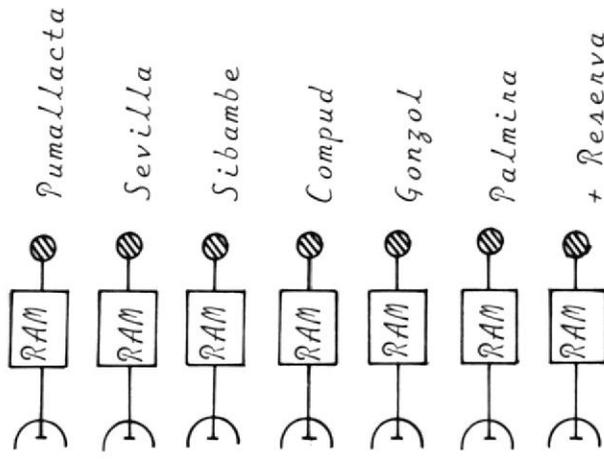


*Cable coaxial*

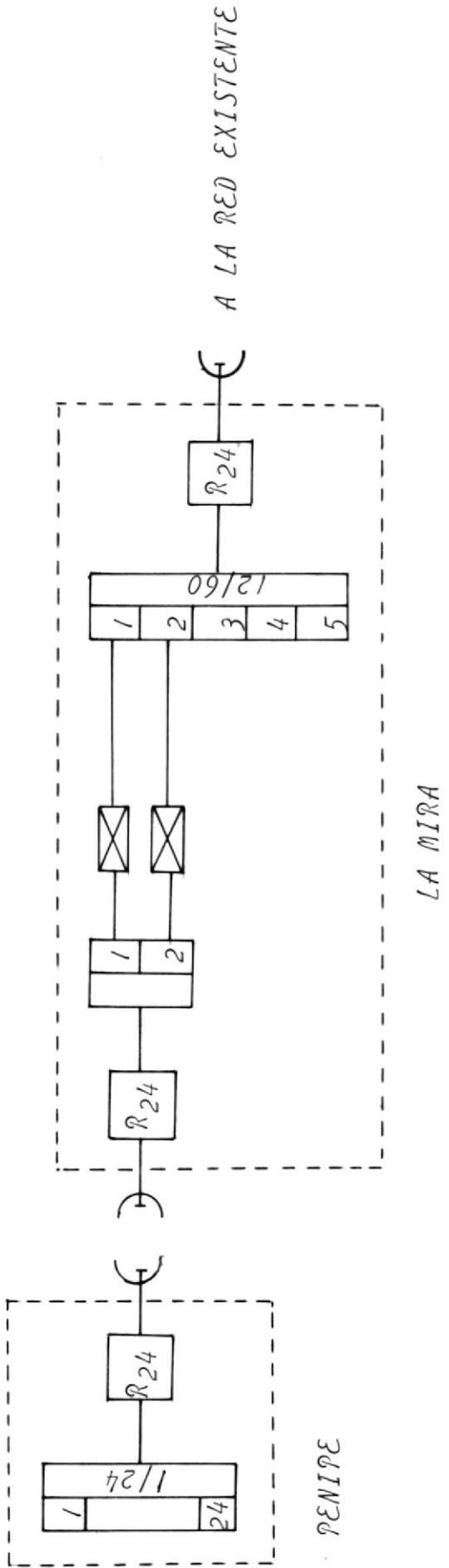
SISTEMA DE RADIO MULTIACCESO

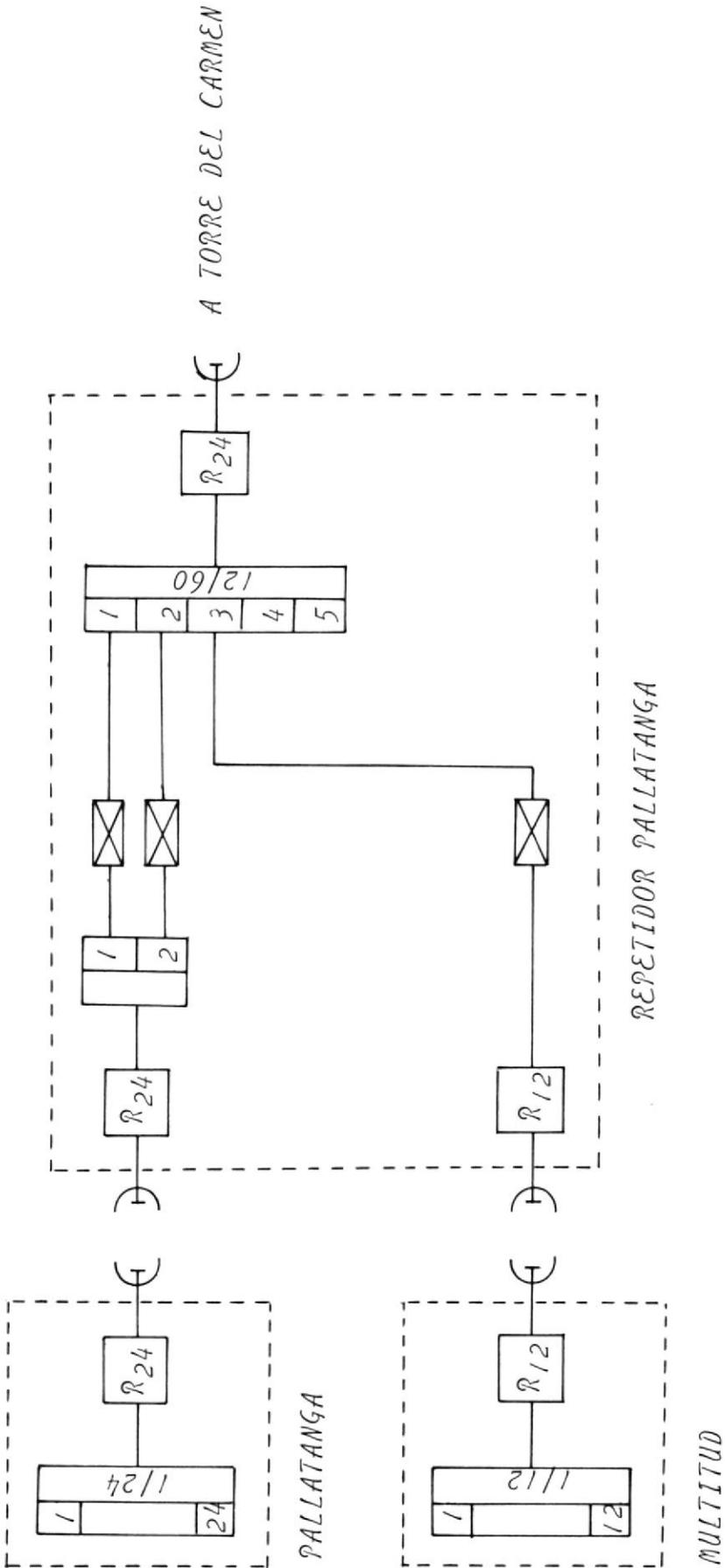
FIGURA 4.72 . - Sistema de radio diseñado

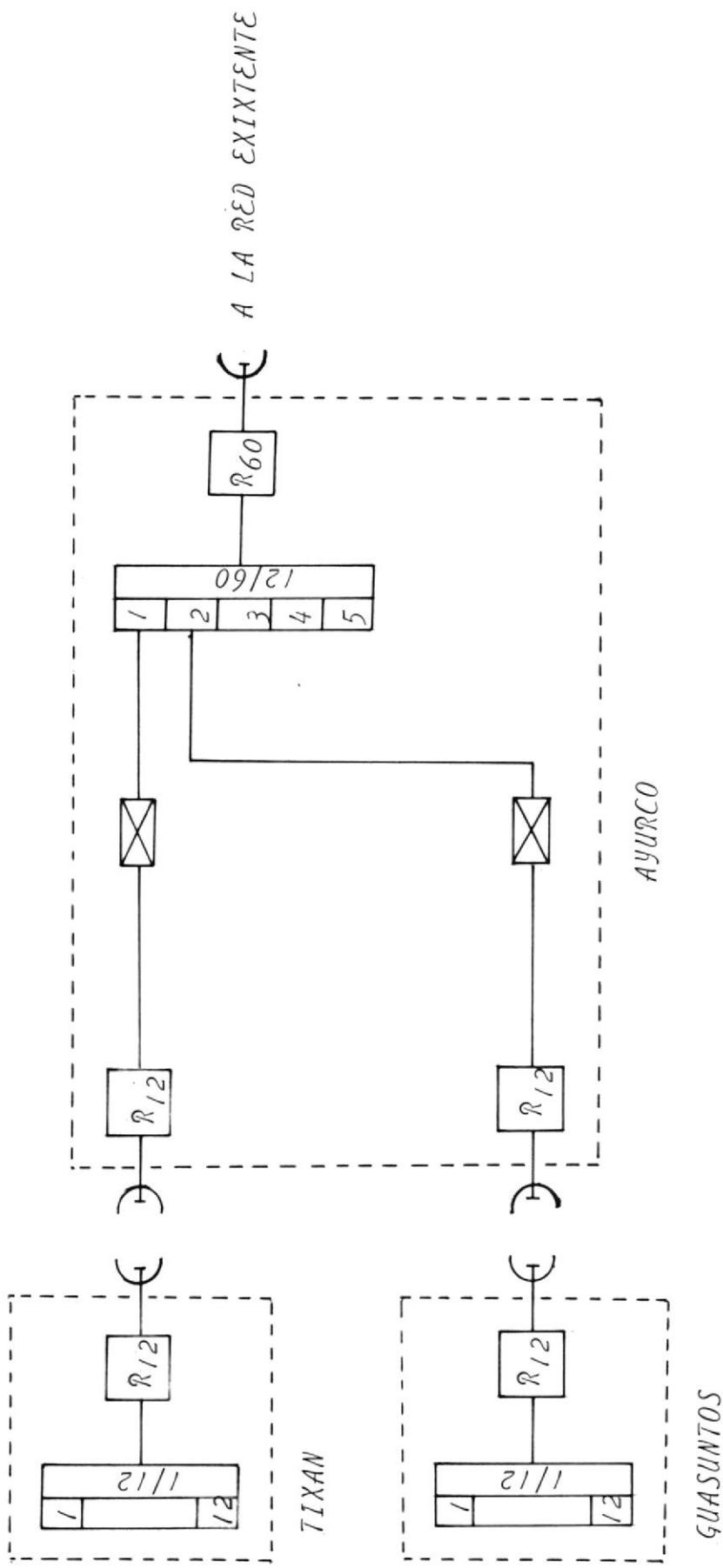




SISTEMA DE RADIO MULTIACCESO







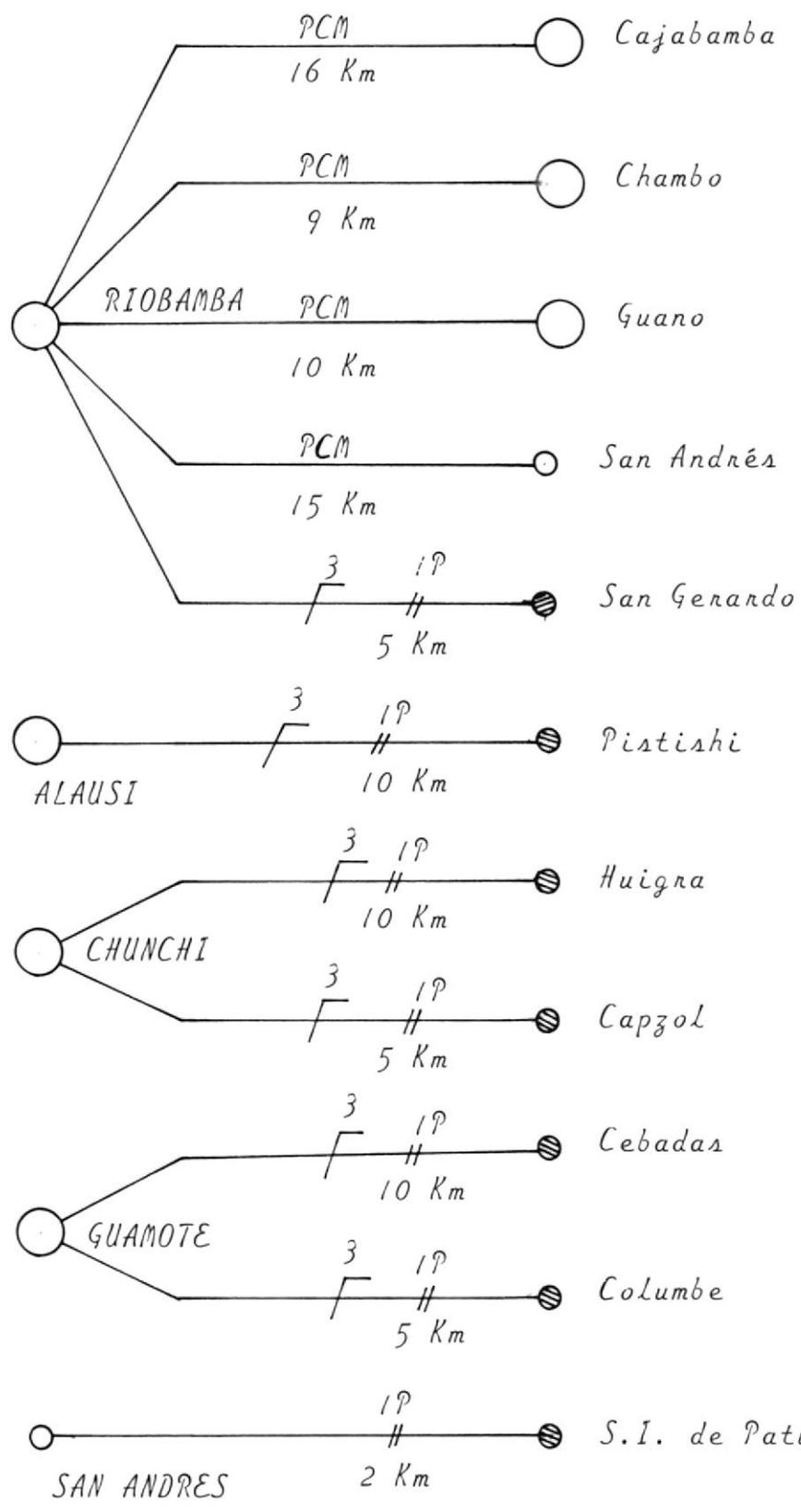
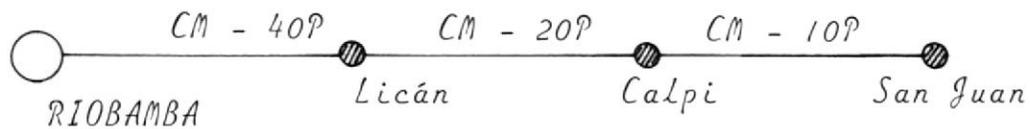
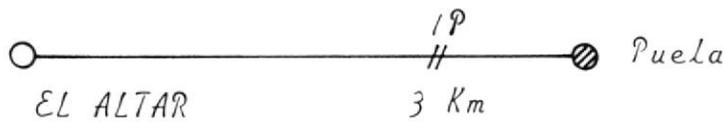
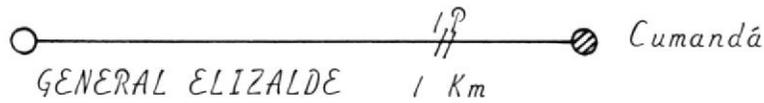
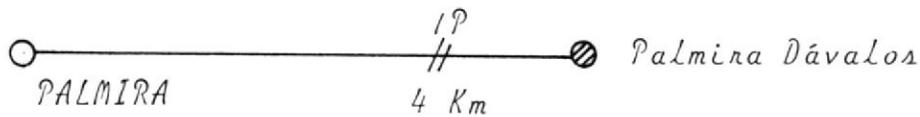
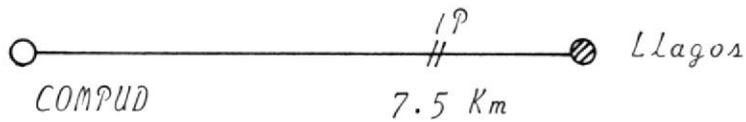
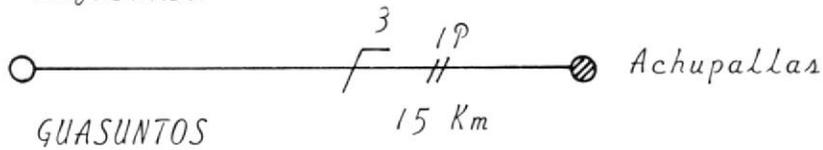
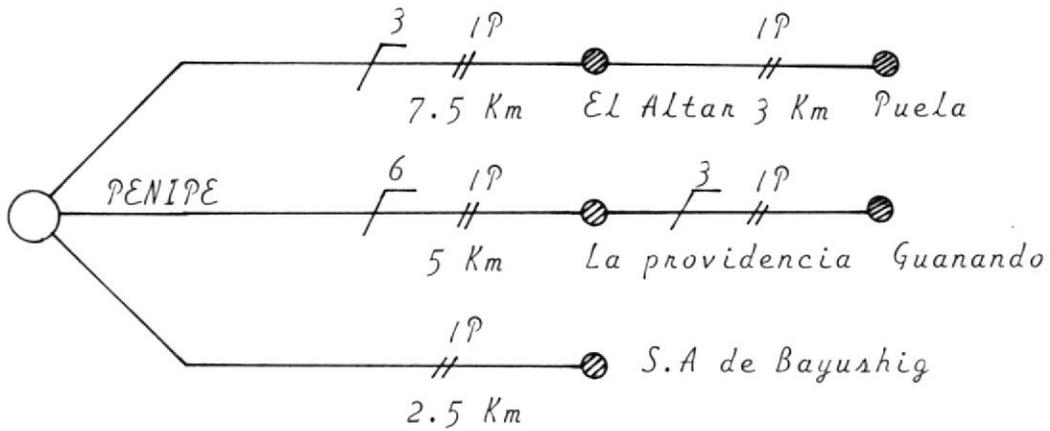


FIGURA 4.73 .- Configuración del sistema de líneas físicas diseñadas



Para realizar los cálculos de los enlaces de radio entre la estación base y la estación abonado se han tomado los siguientes parámetros como valores estándar:

Altura máxima de antena de base igual a 30 m.

Altura máxima de antena de abonado igual a 10 m.



Los cálculos para la estación multiacceso base, se realizan tomando en consideración que existe línea de vista perfecta entre la base y el abonado, y no hay pérdidas debido a reflexiones.

Banda de frecuencia	: 350 MHz
Potencia de salida del Tx	: estación base, 10 w (40 dBm)
	: abonado, 10 w (40 dBm)
Antena	: base, antena colineal 9 dB
	: abonado, antena Yagui 11 dB
Alimentador de antena	: base, 5 dB/100 m
	: abonado, 10 dB/100 m
Pérdida del combinador	: 8 dB
Pérdida del duplexor	: 1.5 dB
Longitud del cable coaxial:	base, 40 m
	abonado, 20 m
Valor de desvanecimiento asumido:	0.2 dB/Km . D + 3 (dB)
	D es la distancia

La entrada de recepción mínima requerida para

suministrar un  $S/N = 40$  dB a un radio enlace es 20 dBuV, es decir, -93 dBm.

A continuación presentamos los resultados de los cálculos para los trayectos diseñados:

#### Trayecto Ayurco - Alausí

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2410 m
Longitud del trayecto	: 3.8 Km
Primera zona de fressnel	: 28.14 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	1.75 Km
Atenuación en el espacio libre	: 94.98 dB
Atenuación total del trayecto	: 86.48 dB
Nivel de entrada al receptor	: -46.48 dB
Potencia de ruido térmico	: 4.44 pw

#### Trayecto Ayurco - Chunchi

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2410 m
Longitud del trayecto	: 10.2 Km
Primera zona de fressnel	: 42.55 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	4.7 Km
Atenuación en el espacio libre	: 103.55 dB

Atenuación total del trayecto	: 95.05 dB
Nivel de entrada al receptor	: -55.05 dB
Potencia de ruido térmico	: 32.01 pw

#### Trayecto Ayurco - Repetidor Guasuntos (Cerro Tioloma)

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación repetidora	: 2903 m
Longitud del trayecto	: 6.1 Km
Primera zona de fressnel	: 36.11 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	3.09 Km
Atenuación en el espacio libre	: 99.08 dB
Atenuación total del trayecto	: 90.58 dB
Nivel de entrada al receptor	: -50.59 dB
Potencia de ruido térmico	: 11.45 pw

#### Trayecto Ayurco - Pumallacta

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 10.4 Km
Primera zona de fressnel	: 47.12 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	5.19 Km
Atenuación en el espacio libre	: 103.72 dB
Atenuación total del trayecto	: 95.22 dB
Nivel de entrada al receptor	: -55.22 dB

Potencia de ruido térmico : 10.52 pw

**Trayecto Ayurco - Sevilla (Cerro Ragra)**

Altura de la estación base : 2820 m  
 Altura de la estación abonado : 3010 m  
 Longitud del trayecto : 7.8 Km  
 Primera zona de fressnel : 32.98 m  
 Distancia desde A al punto de reflexión: 3.77 Km  
 Atenuación en el espacio libre : 101.22 dB  
 Atenuación total del trayecto : 92.72 dB  
 Nivel de entrada al receptor : -52.72 dB  
 Potencia de ruido térmico : 5.92 pw



**Trayecto Ayurco - Sibambe**

Altura de la estación base : 2820 m  
 Altura de la estación abonado : 2510 m  
 Longitud del trayecto : 2.2 Km  
 Primera zona de fressnel : 19.32 m  
 Distancia desde A al punto de reflexión: 1.03 Km  
 Atenuación en el espacio libre : 90.23 dB  
 Atenuación total del trayecto : 81.73 dB  
 Nivel de entrada al receptor : -41.73 dB  
 Potencia de ruido térmico : 0.47 pw

### Trayecto Ayurco - Compud

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2610 m
Longitud del trayecto	: 16 Km
Primera zona de fressnel	: 58.03 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	7.69 Km
Atenuación en el espacio libre	: 107.46 dB
Atenuación total del trayecto	: 98.96 dB
Nivel de entrada al receptor	: -58.96 dB
Potencia de ruido térmico	: 24.91 pw

### Trayecto Ayurco - Gonzol

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2710 m
Longitud del trayecto	: 6.2 Km
Primera zona de fressnel	: 28.77 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	3.04 Km
Atenuación en el espacio libre	: 99.23 dB
Atenuación total del trayecto	: 90.73 dB
Nivel de entada al receptor	: -50.73 dB
Potencia de ruido térmico	: 3.74 pw

### Trayecto Ayurco - Palmira

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 3210 m
Longitud del trayecto	: 22 Km
Primera de zona de fressnel	: 68.58 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	10.29 Km
Atenuación en el espacio libre	: 110.23 dB
Atenuación total del trayecto	: 101.73 dB
Nivel de entrada al receptor	: -61.73 dB
Potencia de ruido térmico	: 47.09 dB

#### Trayecto Ayurco - Tixán

Altura de la estación base	: 2820 m
Altura de la estación abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 10.6 Km
Primera zona de fressnel	: 47.6 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	5.29 Km
Atenuación en el espacio libre	: 103.89 dB
Atenuación total del trayecto	: 95.39 dB
Nivel de entrada al receptor	: -55.38 dB
Potencia de ruido térmico	: 34.57 pw

#### Trayecto La Mira - Riobamba

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación de abonado	: 2810 m

Longitud del trayecto	: 19.6 Km
Primera zona de fressnel	: 62.03 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	8.24 Km
Atenuación en el espacio libre	: 109.2 dB
Atenuación total del trayecto	: 100.72 dB
Nivel de entrada al receptor	: -60.72 dB
Potencia de ruido térmico	: 118.21 pw

#### Trayecto La Mira - Penipe

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación abonado	: 2610 m
Longitud del trayecto	: 8.6 Km
Primera zona de fressnel	: 39.38 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	3.46 Km
Atenuación en el espacio libre	: 102.07 dB
Atenuación total del trayecto	: 93.57 dB
Nivel de entrada al receptor	: -53.57 dB
Potencia de ruido térmico	: 22.76 pw

#### Trayecto La Mira - Cubijies

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación abonado	: 2610 m
Longitud del trayecto	: 15.0 Km
Primera zona de fressnel	: 50.85 m

Distancia desde A al punto de reflexión:	6.03 Km
Atenuación en el espacio libre	: 106.9 dB
Atenuación total del trayecto	: 98.4 dB
Nivel de entrada al receptor	: -58.40 dB
Potencia de ruido térmico	: 21.8 pw

#### Trayecto La Mira - Flores

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación de abonado	: 3210 m
Longitud del trayecto	: 34.0 Km
Primera zona de fressnel	: 81.48 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	15.4 Km
Atenuación en el espacio libre	: 114.0 dB
Atenuación total del trayecto	: 105.51 dB
Nivel de entrada al receptor	: -65.51 dB
Potencia de ruido térmico	: 112.48 pw

#### Trayecto La Mira - Licto

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 31.6 Km
Primera zona de fressnel	: 77.6 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	13.33 Km
Atenuación en el espacio libre	: 113.37 dB



BIBLIOTECA

Atenuación total del trayecto	: 104.87 dB
Nivel de entrada al receptor	: -64.87 dB
Potencia de ruido térmico	: 97.16 pw

#### Trayecto La Mira - Pungalá

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 38.0 Km
Primera zona de fressnel	: 90.0 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	15.98 Km
Atenuación en el espacio libre	: 114.97 dB
Atenuación total del trayecto	: 106.47 dB
Nivel de entrada al receptor	: -66.47 dB
Potencia de ruido térmico	: 140.5 pw

#### Trayecto La Mira - Punín

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 29.0 Km
Primera zona de fressnel	: 54.3 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	12.19 Km
Atenuación en el espacio libre	: 112.6 dB
Atenuación total del trayecto	: 104.1 dB
Nivel de entrada al receptor	: -64.12 dB

Potencia de ruido térmico : 81.83 pw

#### Trayecto La Mira - Quimiag

Altura de la estación base : 3878 m  
Altura de la estación abonado : 2810 m  
Longitud del trayecto : 16.2 Km  
Primera zona de fressnel : 57.8 m  
Distancia desde A al punto de reflexión: 6.8 Km  
Atenuación en el espacio libre : 107.57 dB  
Atenuación total del trayecto : 99.07 dB  
Nivel de entrada al receptor : -59.07 dB  
Potencia de ruido térmico : 25.53 pw

#### Trayecto La Mira - San Luis

Altura de la estación base : 3878 m  
Altura de la estación de abonado : 2710 m  
Longitud del trayecto : 22.4 Km  
Primera zona de fressnel : 54.01 m  
Distancia desde A al punto de reflexión: 9.22 Km  
Atenuación en el espacio libre : 110.38 dB  
Atenuación total del trayecto : 101.88 dB  
Nivel de entada al receptor : -61.88 dB  
Potencia de ruido térmico : 48.82 pw

**Trayecto La Mira - Ilapo**

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación de abonado	: 3510 m
Longitud del trayecto	: 3.8 Km
Primera zona de fressnel	: 28.46 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	1.8 Km
Atenuación en el espacio libre	: 94.97 dB
Atenuación total del trayecto	: 86.47 dB
Nivel de entrada al receptor	: -46.47 dB
Potencia de ruido térmico	: 1.4 pw

**Trayecto La Mira - Matus**

Altura de la estación base	: 3878 m
Altura de la estación de abonado	: 2810 m
Longitud del trayecto	: 10.0 Km
Primera zona de fressnel	: 44.1 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	4.2 Km
Atenuación en el espacio libre	: 103.38 dB
Atenuación total del trayecto	: 94.88 dB
Nivel de entrada al receptor	: -54.88 dB
Potencia de ruido térmico	: 9.73 pw

**Trayecto El Carmen - Repetidor Pallatanga**

Altura de la estación base	: 110 m
Altura de la estación de abonado	: 2573 m
Longitud del trayecto	: 103 Km
Primera zona de fressnel	: 98.56 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	5.31 Km
Atenuación en el espacio libre	: 123.6 dB
Atenuación total del trayecto	: 103.4 dB
Nivel de entrada al receptor	: -63.4 dB
Potencia de ruido térmico	: 218.8 pw

#### Trayecto Repetidor Pallatanga - Pallatanga

Altura de la estación base	: 2573 m
Altura de la estación de abonado	: 1620 m
Longitud del trayecto	: 7.8 Km
Primera zona de fressnel	: 40.82 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	3.01 Km
Atenuación en el espacio libre	: 101.22 dB
Atenuación total del trayecto	: 92.72 dB
Nivel de entrada al receptor	: -52.72 dB
Potencia de ruido térmico	: 18.72 pw

#### Trayecto Repetidor Pallatanga - Multitud

Altura de la estación base	: 2573 m
Altura de la estación de abonado	: 1620 m

Longitud del trayecto	: 7.3 Km
Primera zona de fressnel	: 39.3 m
Distancia desde A al punto de reflexión:	2.82 Km
Atenuación en el espacio libre	: 100.6 dB
Atenuación total del trayecto	: 92.1 dB
Nivel de entrada al receptor	: -52.1 dB
Potencia de ruido térmico	: 16.4 pw

## C A P I T U L O V

### ANALISIS ECONOMICO DE LA RED

#### 5.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Las zonas rurales se caracterizan por la escasa concentración humana, la dispersión de los centros poblados y las difíciles condiciones de vida en que se desenvuelve la población, razón por la cual los proyectos de servicios de telecomunicaciones no se pueden enfrentar con los mismos conceptos con que se tratan las zonas urbanas.

Implantar, operar y mantener un servicio de telefonía de buena calidad de transmisión y operación significa emplear recursos humanos y financieros, que son al principio desproporcionados a los ingresos que ellos producen. Por lo tanto es preciso utilizar medios técnicos acordes a la baja densidad de abonados.

El objetivo final siempre es el servicio totalmente automático en todo el país, motivo por el cual el

desarrollo y ejecución de este proyecto deberá cumplirse por etapas a corto plazo.

Mediante el siguiente proyecto se prestará servicio a 47 poblaciones de las cuales 4 tienen más de 3.000 habitantes, 13 entre 1.000 y 3.000 habitantes y 30 con población menor a 1.000 habitantes.

El número de habitantes considerado se refiere a la población concentrada de la localidad, y que por lo tanto recibirá los beneficios directos del proyecto.

Los servicios que se han planificado en el presente proyecto, se detallan a continuación:

- Instalación de centrales de discado directo a nivel nacional en las siguientes localidades.

Alausí : capacidad inicial de 300 líneas

Guano : capacidad inicial de 250 líneas

Cajabamba : capacidad inicial de 300 líneas

Pallatanga: capacidad inicial de 250 líneas

Penipe : capacidad inicial de 200 líneas

- Instalación de centrales del tipo local, semiautomáticas, con mesa de operadora en las localidades de :

San Andrés y Guasuntos.

- Se realizarán enlaces vía cable (PCM) con la central digital de Riobamba para brindar servicio a las poblaciones de: Cajabamba, Guano, San Andrés y Chambo.
- Se enlazarán por medio de cable multiplexar las poblaciones de: Licán, Calpi, San Juan, Gatazo y los sectores cercanos al carretero principal.
- Por medio de líneas físicas a frecuencia portadora se enlazarán a la red nacional las siguientes poblaciones: Achupallas, Huigra, Pistishi, Columbe, Capzol, Cebadas, San Gerardo, Guanando, La Providencia, El Altar; a frecuencia vocal: San Isidro de Patulú, Puela Llagos, Cumandá, Palmira Dávalos, San Antonio de Bayushig.
- Mediante sistemas de radio: de 60 canales a la población de Alausí, de 24 canales a Chunchi, Pallatanga y Penipe; de 12 canales a Guasuntos, Tixán y Multitud.
- Mediante sistemas de radio multiacceso que se enlazan a la estación Ayurco, las siguientes localidades: Pumallacta, Sevilla, Sibambe, Compud, Gonzol y Palmira; a la estación La Mira: Cubijíes, Flores, Pungalá,

Licto, Punín, Quimiag, San Luis, Ilapo, Matus.

Para el desarrollo de este proyecto en lo que respecta a transmisión, se ha basado en la utilización de las estaciones repetidoras desarrolladas de IETEL; La Mira y Ayurco. Se ha diseñado una estación repetidora en la región montañosa de Pallatanga, en el sitio denominado "Loma Corazón", para ofrecer servicio al cantón Pallatanga y poblados cercanos.

## 5.2 ORGANIZACION PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO

El desarrollo de las telecomunicaciones rurales en el Ecuador se ha visto limitado, por la falta de recursos financieros suficientes, aplicables a inversiones de difícil recuperación pero importantes para el desarrollo global de la zona. La necesidad actual de no demorar por más tiempo la satisfacción de las necesidades existentes en el área rura lleva a estudiar la aplicación de nuevos procedimientos de explotación.

Estos nuevos procedimientos se deben apoyar en dos aspectos básicos: la Organización y la Capacitación.

### Organización

La organización de la explotación de las redes rurales debe apoyarse en ideas distintas de las aplicadas en las redes principales, ya que tratándose de un problema de características particulares, debe resolverse con soluciones propias, acordes con la naturaleza del problema.

Con este orden de cosas se ha considerado la creación de áreas de explotación en las diferentes regiones, con la finalidad de delegar responsabilidades, dependiendo de la cantidad de centrales y cabinas públicas, la cantidad de abonados servidos y la cantidad y clase de los circuitos interurbanos existentes o proyectados. Esta información será útil no solo para definir los límites de cada sector, sino para establecer las dotaciones de personal, de acuerdo a especialidades y los elementos necesarios tales como herramientas, vehículos y repuestos.

Existen requisitos básicos para una organización como la propuesta, ellos son:

- 1.- La mayor uniformidad posible en cuanto a las tecnologías empleadas.
- 2.- La adecuada capacitación del personal.
- 3.- Que los equipos y redes sean de alta confiabilidad, a fin de que las intervenciones por averías sean mínimas, lo que implica, desde el punto de vista

eléctrico, sistemas confiables y desde el punto de vista mecánico, aptitud para soportar satisfactoriamente las condiciones ambientales.

- 4.- El suficiente equipamiento de los diferentes grupos de trabajo.
- 5.- Manuales y repuestos, en particular unidades modulares de recambio.

La zonificación debe ser efectuado en forma tal que con costos bajos pueda prestarse un servicio eficiente. Ello puede lograrse mediante una adecuada distribución del personal de manera que las diferentes funciones relacionadas con la explotación pueden ser realizadas en tiempo y forma aceptables.

Ello implica tomar varias consideraciones: la distancia desde un centro de mantenimiento al sitio más alejado de su sector debe ser tal que el tiempo consumido en viajes no supere un cierto límite. Esto significa que estas distancias serán variables, ya que naturalmente el tiempo empleado depende de las características de las vías de acceso y de los medios de transporte disponibles.

### Personal

Como se ha expresado precedentemente es necesario

introducir algunos cambios fundamentales en la composición del personal asignado a la explotación de la red rural, lo que implica la creación de nuevas clasificaciones.

Seguidamente se describen las que se consideran principales:

- 1.- **Técnicos de la red rural.**- Los técnicos de la red rural deben ejecutar el mantenimiento preventivo de las centrales telefónicas rurales, de los equipos radioeléctricos y de los equipos de fuerza motriz.
- 2.- **Instaladores - Reparadores telefónicos.**- Este personal deberá ejecutar la instalación de aparatos telefónicos y reparación de los mismos. Su localización estará relacionada con la cantidad de líneas en servicio y proyectadas en cada sector.
- 3.- **Cuadrillas de construcción y reparación de líneas físicas.**- Estas cuadrillas deben estar integradas de 8 a 10 personas. Parte de este personal puede ser contratado localmente en el sitio de los trabajos, obviamente se tratará de personal no calificado.

Los trabajos a realizarse por medio de este personal

deberán ser programados, de tal forma que no sean afectados por las condiciones climáticas de la zona.

4.- **Supervisores técnicos.**- Serán los encargados de vigilar la ejecución de un proyecto, a fin de que las situaciones anómalas que puedan presentarse, puedan ser solucionadas a tiempo sin perjuicios para el feliz término de los proyectos.

5.- **Operadores.**- Deberán realizar las siguientes funciones: Operación telefónica para el servicio de larga distancia y el de cabina, recaudación de los valores correspondientes a planillas y conferencias, recepción de reclamos y atención al público.

### Capacitación

Para que una organización determinada funcione de acuerdo a los objetivos para lo cual fué concebida, es necesario contar con el recurso humano suficiente y preparado para las funciones que deben cumplir.

En materia de telecomunicaciones rurales se debe disminuir los gastos de explotación al mínimo, en particular los gastos de personal, mediante un racional empleo de este.

Obviamente, es necesario comenzar por conocer de que personal se dispone, cual es su calificación y dónde se encuentra localizada. Seguidamente es necesario hacer una evaluación de las necesidades.

Cumplidas estas dos acciones, queda entonces por estudiar que personal existente puede transferirse, reemplazarse o mantenerse, cual está en condiciones de ser capacitado en términos más avanzados.

### 5.3 INGRESOS PROVENIENTES DEL USO DE LA RED

El principal y primer resultado de la explotación de este proyecto de telecomunicaciones rurales es ofrecer estos servicios a la mayoría de las poblaciones rurales del país y contribuir así a sacarlos del aislamiento social en que viven actualmente.

El segundo resultado se refiere a los ingresos provenientes del uso de la red. A continuación presentamos las fuentes posibles de ingreso.

#### 1.- Producción de suscripción de abonados

- a) Se establece la "proyección de abonados telefónicos" en forma anual y por población.

- b) Se asume un valor por cada suscripción de abonado telefónico, dentro de la zona básica de cada población.
- c) El producto de abonados instalados por el valor de cada suscripción nos determina el producto de suscripción de abonados.

## 2.- Producción mensual por pensiones de servicio telefónico

- a) De los datos de "proyección de abonados instalados" se parte para establecer las facturaciones mensuales correspondientes a servicio telefónico.
- b) Establecer los promedios de rendimiento mensual de los abonados telefónicos, de acuerdo a la población y la zona.
- c) Con el número promedio de abonados instalados en cada año, y con el promedio de rendimiento mensual por teléfono, se calcula la producción del rubro pensiones de servicio.

## 3.- Producción de cabinas telefónicas

- a) Debemos obtener el número de circuitos de larga distancia para la provincia. Con los rendimientos alcanzados en los últimos tres años se establece

el promedio de ocupación diaria de cada canal en el servicio de cabinas telefónicas.

- b) Se asume un valor promedio por cada minuto de ocupación del canal.
- c) Con los datos anteriores se obtiene el rendimiento anual de cada provincia, en lo que respecta a cabinas telefónicas.

#### 4.- Producción de telegrafía

- a) Se considera el número de poblaciones consideradas en el proyecto.
- b) Se asume un valor promedio por cada palabra.
- c) Multiplicando los valores anteriores se obtiene la producción anual por provincias del servicio de telegrafía.

#### 5.4 GASTOS DE OPERACION

Entre los gastos corrientes que intervienen en este tipo de proyectos se pueden establecer los siguientes:

- Por operación: Sueldos
  - Explotación de cabinas
  - Arriendo de locales

- Gastos generales
- Por mantenimiento: de equipos de conmutación  
de equipos de radio  
de líneas físicas
- Interés y otros cargos de la deuda



Los costos de operación y mantenimiento dependen principalmente de las características de las zonas a servir.

Entre los factores que determinan los costos de una estación repetidora podemos mencionar los siguientes:

- a) El edificio es el parámetro de costo que depende de las dimensiones de la planta. El espacio físico debe ser tal que pueda abarcar la torre autosoportada, las instalaciones para el equipo de radio, fuentes de suministro de energía y unidades de trabajo para el personal de operación y mantenimiento. Este factor se considera que incide en un 45 % del costo total.
- b) En lo que respecta al equipo radioeléctrico no existe mayor ahorro en el costo, a menos que se reduzca su capacidad o su grado de confiabilidad; se considera que contribuye con un 15 % del costo total.
- c) El costo debido a utilización de fuentes de

alimentación se considera aproximadamente en un 15 % del costo total, dependiendo de la existencia de fuentes de suministro cercanas y del consumo de energía de los equipos.

- d) En cuanto a las vías de acceso se considera que contribuyen con un 15 % al costo total, y deben cumplir el objetivo de permitir el traslado de materiales y repuestos para la normal operación y funcionamiento de la estación.

Para nuestro sistema se deben tomar en consideración los costos originados por la estación repetidora de "Pallatanga", ya que las demás son estaciones desarrolladas.

Los costos que más influyen en la ejecución de proyectos de esta naturaleza, tienen que ver con los gastos originados por equipos radioeléctricos, de conmutación y líneas físicas.

Analizando los costos para la Provincia de Chimborazo de cada uno de sus componentes, obtenemos los siguientes resultados.

- 1.- Costos de los equipos de conmutación.

Las centrales automáticas son las más utilizadas:

Hasta 300 abonados tomando como referencia la central CPR-30 de la compañía EQUITEL, el costo de esta central es de US\$ 51.129,00 lo cual significa que el costo por línea será de US\$ 170,43 .

Según nuestro diseño se instalarán este tipo de centrales con una capacidad inicial total instalada de 1300 líneas telefónicas, resultando un costo total de US\$ 321.559,00.

## 2.- Costos de los equipos radioeléctricos

Los equipos de radio de acceso múltiple cubren la mayoría de los pueblos de la zona rural, razón por la cual presentamos el estudio económico de este equipo.

Descripción	Precio Unitario	Precio Total
	US\$	US\$
1 Sistema multiacceso JRC modelo SDD-400 compuesto de 8 canales de radiofrecuencia en la banda UHF, potencia de salida 10 w . control de asignación por demanda	\$ 66.678,00	\$ 66.678,00

el ciclo de trabajo es 100 % continuo, completo con sistema de control, combinadores híbridos y antenas tipo colineal de 7 dB de ganancia, incluye racks de montaje y accesorios de instalación, el voltaje de alimentación es 48 Vdc.

400 m de cable coaxial tipo DB - 2068.	\$	6,00	\$	2.400,00
--	----	------	----	----------

20 Juegos de conectores	\$	25,00	\$	500,00
-------------------------	----	-------	----	--------

20 Suscriptor para sistema de acceso múltiple marca JRC modelo 1HV-486, opera en la banda UHF, potencia de salida 5/10 w, operación telefónica normal full duplex, el ciclo de trabajo es 100 % continuo, alimentación 12 Vdc.	\$	2546,00	\$	50.920,00
--	----	---------	----	-----------

20 Antenas Yagi, ganancia 10 dB de ganancia.	\$	263,00	\$	5.260,00
--	----	--------	----	----------

1 Lote de repuestos	\$	10.810,00	\$	10.810,00
---------------------	----	-----------	----	-----------

20 Manuales de instalación y mantenimiento. \$ 34,00 \$ 680,00

20 Aparatos telefónicos con discado. \$ 76,00 \$ 1.520,00

20 Sistemas de alimentación fotovoltaicas que incluye 4 paneles solares de 48 Vdc, un regulador de voltaje, una batería sellada, estructuras, cables y accesorios de montaje. \$ 2.415,00 \$ 48.300,00

COSTO TOTAL

-----  
US\$ 187.168,00

En nuestro diseño utilizamos dos equipos de radio de multiacceso, por lo tanto el costo total es de US\$ 374.336,00.

### 3.- Costos de los enlaces físicos

Se ha proyectado utilizar 96.5 Km. en líneas abiertas, 24.5 Km. en cables multipares y 50 Km. en enlaces PCM. Considerando una distancia entre poste de 63 metros y una altura de los postes de madera de 10 metros y basados en costos obtenidos de las

licitaciones de IETEL, tenemos:



BIBLIOTECA

a) Líneas abiertas

- Distancia: 96.5 Km		
- Costo de línea		
96.5 Km x \$ 0.985 c/m .....	\$	95.052,00
- Costo de los postes		
1532 postes x \$ 57,50 c/poste ...	\$	88.090,00
- Trabajos varios de colocación de postes		
1532 postes x \$ 21,00 c/poste ...	\$	32.172,00
- Montaje de crucetas con sus aisladores, transposiciones, tirantes, etc.		
1532 x 2,82 c/poste .....	\$	4.320,00
- Montaje y templada de la línea		
193.000 m x \$ 0,112 c/m .....	\$	21.616,00
- Colocación de retenidas		
180 unid. x \$ 17,63 c/unid. ....	\$	3.173,00
TOTAL .....		
	US\$	244.969,00

b) Cables multipares

- Distancia: 24.5 Km		
- Costo de los cables multipares		
24.5 Km x \$ 0.875 c/m .....	\$	21.437,00

- Costo de los postes		
516 postes x 57,50 c/poste .....	\$	29.670,00
- Desbroce y limpieza		
24.5 Km x \$ 39,40 c/Km .....	\$	965,30
- Apertura de hoyos y parada de postes		
516 postes x 25,29 c/u.....	\$	13.049,64
- Colocación de herrajes a postes de madera		
516 postes x 4,62 c/u .....	\$	2.383,92
- Tendido de cable autoportado		
24.5 Km x \$ 0,38 c/m .....	\$	9.310,00
- Colocación de retenidas		
61 unid. x \$ 13,88 c/unid.....	\$	846,68
TOTAL .....		
		-----
	US\$	77.707,54

El costo de los enlaces PCM los consideramos relativamente similares a los costos de los enlaces por cable multipar en lo que respecta a la red, lo que varía es el costo del cable utilizado, obteniendo los siguientes resultados:

- costos del enlace PCM		
50 Km. x \$ 1.16 c/m .....	\$	58.000,00
- Costos de tendido de la red.....	\$	54.200,23
TOTAL .....		
		-----
	US\$	112.200,23

En el análisis de los costos originados por enlaces que utilizan líneas físicas no se ha considerado el valor de los equipos de onda portadora, de los equipos terminales MIC utilizados y de sus respectivos repetidores.

#### 5.5 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La conciencia esclarecida, a nivel político e institucional, de la importancia de las telecomunicaciones rurales, se ha concretado con la inclusión de objetivos para el sector.

La responsabilidad en el área es de competencia de IETEL como organismo del estado responsable de la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones, según lo establecido por la ley básica de telecomunicaciones.

De acuerdo a las cifras del último censo de población, el 58 % de la población total del Ecuador se encuentra localizada en el área rural. Ello justifica plenamente, por razones diversas la preocupación de llevar las telecomunicaciones a la periferia y coadyudar al desarrollo de los sectores dedicados a la producción agropecuaria.

Hasta el pasado reciente el Ecuador se caracterizó, desde el punto de vista de su estructura económica, como un



BIBLIOTECA

país agro-exportador, en la actualidad la exploración y explotación de sus recursos minerales, primordialmente hidrocarburos, ha transformado al país en minero-agro-exportador. Sin embargo la mayoría de la población se dedica a la agricultura.

No obstante el Ecuador como país de estructura agrícola, la situación del sector rural debe ser mejorada, para lo que se debe crear una infraestructura de servicios que favorezca al aumento de la productividad.

Estos factores unidos a programas de salud, educación y otros, facilitará el afianzamiento de la población rural evitando los exódos a las grandes ciudades.

Podemos mencionar que el sector agrícola ha crecido en menor porcentaje con referencia a los demás sectores, y a un valor menor a la tasa de crecimiento poblacional, lo que lleva a una insuficiencia alimentaria que se traduce en el deterioro de la balanza de pagos, a causa de las importaciones que dicho déficit conlleva.

El mejoramiento de las telecomunicaciones a nivel rural, deberá ser un gran esfuerzo de los gobiernos, para obtener un desarrollo económico y social de la gran mayoría de la población del país.

Podemos decir que se trata de un proyecto de carácter social, por cuanto las inversiones necesarias para la implementación del mismo serán recuperables a largo plazo, dados los bajos ingresos de la población rural. Por ello se debe recurrir a la asistencia financiera externa para no demorar más la realización de estas obras de infraestructura que revisten carácter de alta prioridad, pero que con recursos propios serán realizables en un periodo más amplio que el programado en este proyecto.

Así mismo, la red rural será parcialmente financiada, en forma indirecta, a través del incremento de tráfico, debido a la mayor extensión de las redes, que se originará en los centros pertenecientes a la red principal.

Los beneficios derivados de este proyecto solo pueden describirse de modo general, por cuanto es difícil establecer en forma cuantitativa en que medida puede crecer el PIB o el ingreso por habitante, como consecuencia de la implementación de las obras.

No obstante, la experiencia demuestra que la provisión de servicios de telecomunicaciones favorece las actividades económicas y provee el desarrollo social. El acceso a los mercados consumidores por parte de áreas tradicionalmente dedicadas al trueque de bienes ; la

disponibilidad de asistencia médica en tiempo oportuno, el abastecimiento de mercaderías, el apoyo al transporte son algunos de los ejemplos en que se puede apreciar los beneficios derivados de un proyecto de esta naturaleza.

Por último, este proyecto crea las condiciones necesarias para una mayor penetración futura de los servicios de telecomunicaciones a las localidades más pequeñas, al disponerse de una infraestructura básica a nivel rural apta para ello, lo que permitiera la integración de nuevos sectores a todas las actividades socio-económicas del país.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



La estructurade la red telefónica rural propuesta está basada en la instalación de sistemas de radio y enlaces por línea física que se interconectarán a la red telefónica nacional, existente, con la finalidad de atender a las localidades con el servicio telefónico automático.

Mediante la implementación del presente proyecto se prestará servicio a 47 poblaciones por medio de 22 enlaces de radio y 25 enlaces utilizando líneas físicas. Los sistemas utilizados son: Enlaces de 60,24 y 12 canales, dos sistemas de radio multiacceso y enlaces por medio de línea física; 50 Km. de enlace PCM por cable, 24.5 Km. por cable multipar autosuspendido, 74 Km. de enlaces a frecuencia portadora y 22.5 Km. a frecuencia vocal.

En el diseño de la tesis se ha seleccionado un sitio para ubicar una estación repetidora para la región de Pallatanga, ya que el enlace actual presenta grandes dificultades de orden técnico. Además se prevee la utilización de las estaciones repetidoras de IETEL, La Mira y Ayurco, en las cuales se ha diseñado sistemas de radio multiacceso

para cubrir las diferentes poblaciones de la provincia. Los sitios escogidos presentan perfecta línea de vista a la mayoría de las zonas pobladas de la provincia.

Se ha previsto la instalación de centrales automáticas en: Alausí, Guano, Cajabamba, Pallatanga y Penipe; y centrales semiautomáticas con mesa de operadora para las poblaciones de San Andrés y Guasuntos.

La implementación de enlaces PCM vía cable se han diseñado aprovechando la infraestructura existente y debido a que las distancias no sobrepasan los 16 Km., se recomienda la utilización de equipos terminales PCM a 2 Mb/s; para los enlaces mediante líneas físicas se recomienda utilizar alambre copperweld de 2.642 mm. y cable multipar autosoportado.

La implementación de la red puede realizarse sin problemas con equipos que se encuentran en el mercado, tal es el caso de los sistemas multiacceso SDD-400 y sistemas de onda portadora con capacidades hasta 16 canales.

La futura instalación de la central telefónica centro nos permite disminuir la congestión telefónica y poder ampliar las capacidades de los sistemas diseñados para la región de la provincia de Chimborazo.

Se recomienda la implementación de la red ya que la mayoría de las poblaciones no poseen servicio telefónico , o en su defecto los sistemas instalados son obsoletos y ofrecen servicio nominal.

## BIBLIOGRAFIA

- Broadhage/Hormuth, " Planning and engineering of radio relay links ", 8 ava. edición, 1987.
- D. Bear, " Principles of telecommunication - traffic engineering ", IEE telecommunications series 2, 1980.
- Kraus, " Antenas ", Mc. Graw-Hill, 1950.
- M. Montaleza, "Diseño de la red integral de la provincia de Galápagos", Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica, ESPOL, 1986.
- W. Franco, " Análisis del trayecto de microondas San Juan - Guayaquil " , Tesis , Facultad de Ingeniería Eléctrica, ESPOL, 1980.
- " Boletín socio-demográfico de la provincia de Chimborazo ", CEPAR, 1986.
- " Transmisión digital por microondas " , Japan International Corporation Agency, 1979.
- " PCM - TDMA Multi-purpose multiplex radio telephone system SDD-400 ", Japan Radio Co., Ltd.
- " Engineering considerations for microwave communication system ", GTE Lenkurt Incorporated, 1978.
- IETEL, Demanda Telefónica, Documento SDP 87-04-1, Quito, 1986.

A P E N D I C E A

INFORMACION BASICA PARA REALIZAR ESTUDIO DE DEMANDA  
TELEFONICA EN AREAS RURALES

CABECERA PARROQUIAL:

CANTON:

FECHA:

-----  
I TENDENCIA DE URBANIZACION  
-----

1.- Equipamiento:

Mercados -----

Salud -----

Educación -----

No. de establecimientos: Existentes ( )    Proyectados ( )

2.- Infraestructura:

Existe

Proyectos

Energía eléctrica -----

Agua potable -----

Alcantarillado -----  
-----

## 3.- Telecomunicaciones:

Demanda total = Demanda satisfecha + Lista de espera

(        )        =        (        )        +        (        )

Lista de espera: Registrada (        )        Estimada (        )

## 4.- Sistema vial:

No. de vías

Vías de 1er. orden

Vías de 2do. orden

Vías de 3er. orden

Vías en proyecto

Describir algunas características especiales de la  
situación geográfica de la zona:

-----  
-----

## II INDUSTRIA

## 1.- Número y localización de establecimientos industriales:

-----  
-----

## 2.- Ubicación de áreas industriales:

-----  
-----

---

### III TURISMO

---

1.- Número y localización de centros turísticos:

---

---

2.- Desarrollo turístico futuro:

---

---

---

### IV. EMPLEO

---

1.- Población económicamente activa:

---

---

2.- Localización de las fuentes de empleo:

---

---

3.- Ocupación por ramas de actividad:

---

---

---

### V POBLACION Y VIVIENDA

---

1.- Cabecera parroquial

- Población:

- Vivienda:

2.- Resto de la parroquia

- Población:

- Vivienda:

-----  
VI RELACION CON OTRAS POBLACIONES  
-----

Enumerar en orden de importancia las poblaciones con las  
que posee mayor relación:

-----  
-----

-----  
Persona que suministra la información:

-----

-----