

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"PLANIFICACION DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES RURAL
PARA LAS PROVINCIAS DE AZUAY Y CAÑAR"

TESIS DE GRADO
Prevía la obtención del Título de:
INGENIERO ELECTRICO
ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:
JOSE LUIS PLAZA PULGARIN

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.987

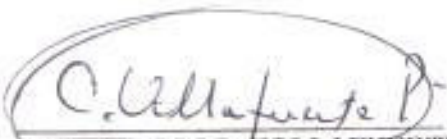
A G R A D E C I M I E N T O

AL ING. JAIME SANTORO, Director
de tesis, al ING. WALTER
MACKLIFF y a IETEL, por su
colaboración para la
realización de este trabajo.

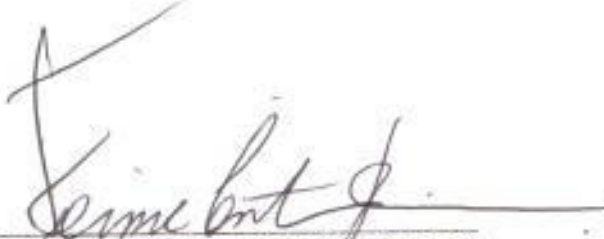
DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS


ING. CARLOS VILLAFUERTE

SUB - DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICA


ING. JAIME SANTORO DONOSO

DIRECTOR DE TESIS


ING. PEDRO CARLO PAREDES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


ING. JUAN CARLOS AVILES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

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

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



JOSE LUIS PLAZA PULGARIN

RESUMEN

En el diseño de un sistema de telecomunicaciones rurales se consideran tres factores importantes. El primer factor constituye la determinación de la demanda de tráfico telefónico de las poblaciones consideradas en el diseño. El segundo factor es el diseño de los enlaces de radio para las poblaciones que presenten facilidades para este tipo de transmisión. Aquí deben considerarse los diferentes sistemas de radio existentes en el mercado y que sea más adecuado de acuerdo a las características de tráfico que presente la zona o la población considerada y que pueden ser sistemas de multiacceso o sistemas de radio de pequeña capacidad. El último factor es el diseño de los sistemas que se transmiten por línea física y que no pueden transmitirse por radioenlace o resulta antieconómico este tipo de enlace. También aquí se consideran los distintos sistemas de transmisión por línea física que pueden ser sistemas de onda portadora o sistemas a frecuencia vocal y además el tipo de conductor que debe utilizarse.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XXII
INTRODUCCION.....	XXIV
 I. CAPITULO.....	 26
CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LAS PROVINCIAS DEL AZUAY Y CAÑAR.....	
1.1 Características geográficas de las provincias de Azuay y Cañar.....	26
1.1.1 Características del Azuay.....	26
1.1.2 Síntesis histórico geográfico del Cañar.....	28
1.2 Distribución de la población y características socio económicas de las provincias de Azuay y Cañar.....	30
1.2.1 Población de la provincia del Azuay.....	30
1.2.2 Población en la provincia del Cañar.....	32
1.2.3 Población económicamente activa del Azuay	36

1.2.4	Población económicamente activa del Cañar	40
1.3	Servicios básicos y grado de desarrollo de los pueblos.....	44
1.3.1	Educación en el Azuay.....	44
1.3.2	Educación en el Cañar.....	46
1.3.3	Vivienda en el Azuay.....	48
1.3.4	Vivienda en el Cañar.....	49
1.3.5	Servicios públicos en el Azuay..	52
1.3.6	Servicios públicos en el Cañar..	55
II.	COMPOSICION GENERAL DE LA RED EXISTENTE.....	59
2.1	Ubicación de las estaciones repetidoras existentes.....	61
2.2	Breve análisis de los enlaces existentes.....	63
2.3	Características de las centrales existentes.....	69
2.4	Servicios adicionales.....	77
III.	ANALISIS DE LAS NECESIDADES TELEFONICAS PARA LOS PUEBLOS DE AZUAY Y CANAR.	
3.1	Estudio de la demanda telefónica de los pueblos.....	78

3.1.1	Relación entre demanda telefónica y el producto interno bruto per cápita	78
3.1.2	Relación entre el pronóstico de demanda telefónica y el servicio eléctrico	82
3.1.3	Determinación año por año de la demanda telefónica a nivel nacional durante el período 1985-2010	86
3.1.4	Demanda a nivel provincial	89
3.1.5	Demanda a nivel cantonal	97
3.1.6	Demanda a nivel parroquial	103
3.2	Determinación de los pueblos que justifiquen tener servicio telefónico..	107
3.3	Determinación del tráfico telefónico de los pueblos escogidos.....	126
IV.	ESTUDIO DE LOS ENLACES ENTRE LOS PUEBLOS.....	130
4.1	Diseño del trayecto para los pueblos que tengan línea de vista con las repetidoras o centrales telefónicas aledañas.....	131
4.2	Asignación de frecuencias para los trayectos diseñados.....	187

4.3	Determinación del sistema de radio a utilizarse.....	281
4.4	Determinación de los trayectos en los que se podría hacer enlace por medio de línea física.....	373
4.5	Selección del tipo de enlace para aquellos trayectos en los que es posible poner enlace físico y enlace de radio.....	446
4.6	Planificación de las centrales para los pueblos que las requieran.....	485
4.7	Estructura general de la red diseñada..	503
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	510
	BIBLIOGRAFIA.....	513

I N T R O D U C C I O N

El área rural del país que se caracteriza por no tener los servicios fundamentales y que constituye una fuente de producción agrícola importante del Estado, debe ser considerada dentro del desarrollo de las telecomunicaciones como paso previo para un óptimo rendimiento de la producción, mejorando consecuentemente las condiciones de vida de la población.

El objetivo de esta tesis es desarrollar un sistema de telecomunicaciones para incorporar el área rural de las provincias del Azuay y Cañar a los centros actualmente desarrollados con la rapidez y seguridad de conexión comparables a los centros urbanos.

La primera fase constituye las zonas o las poblaciones a las que ha de darse servicio, la cantidad de tráfico prevista, las características topográficas y climáticas, tipos de actividades, medios de comunicación existente y recursos económicos. Se trata que la calidad de servicio sea comparable a la ofrecida alas grandes ciudades, quizás con un menor grado de disponibilidad. El fin perseguido es poder integrar tales servicios a las redes nacionales e internacionales de telecomunicaciones.

Se hace un diseño a base de enlaces radioeléctricos, así

como también rutas para sistemas de onda portadora y líneas físicas.

Con este diseño el área rural de las provincias del Azuay y Cañar queda integrada a la infraestructura existente de IETEL.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS DE LAS PROVINCIAS DEL AZUAY Y CAÑAR

1.1 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LAS PROVINCIAS DEL AZUAY Y CAÑAR

1.1.1 CARACTERISTICAS DEL AZUAY

El territorio de la provincia del Azuay estuvo poblado por los CAÑARIS, quienes según González Suárez estaban constituidos por un conjunto de tribus unidas y confederadas entre sí, y habitaban desde las cabeceras del nudo del Azuay hasta Saraguro, y desde las montañas de Gualaquiza hasta las playas de Naranjal, y las costas del canal de Jambelí.

Se estima que los CAÑARIS fueron descendientes de los Mayas y de los Quichés, y que afrontaron con valentía a los incas, quienes los sometieron sin piedad.

La provincia del Azuay limita por el Norte con la provincia del Cañar, al Sur con Loja y El Oro, al Este con las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe; y, por

al Oeste con Guayas.

Topográficamente, la provincia del Azuay no dispone de elevaciones de considerable altitud, al contrario su sistema montañoso está compuesto por una serie de pequeñas elevaciones, y sus valles son de variada y rica vegetación.

La Hidrología es bastante irregular, y está compuesta esencialmente por numerosos afluentes del Paute y del Jubones, que son los sistemas fluviales más importantes. En Cuenca, la ciudad capital, sobresalen los ríos Tomebamba, Machángara, Yanuncay y Tarqui, situándose entre los dos últimos, las conocidas fuentes termales de "Los Baños del Espíritu Santo".

Azuay se caracteriza dentro del contexto de provincias del Callejón Interandino, por poseer una de las artesanías de más variada y fina ejecución. Los bordados a mano, la cerámica y los hermosos trabajos en oro, plata y platino, elaborados en su centro artesanal más importante que es CHORDELES, no son sino un breve testimonio de la enorme capacidad artística de la provincia. Además, se elaboran trabajos en grande escala, de

zapatería y carpintería, que han acaparado con buena parte del mercado a nivel nacional.

1.1.2 Síntesis histórico geográfico del Cañar

Según el padre Juan de Velasco, el territorio de la provincia del Cañar estuvo habitada por numerosas parcialidades que conformaron la Federación Cañari. Cañari proviene del Maya-Quiché y significa Kan-culebra y Ara-guacamaya. Es decir, descendientes de la culebra y de la guacamaya. Entre las parcialidades que anota el padre Juan de Velasco sobresalen las de: Amancayes, Azogues, Bambas, Bucayes, Cañaribambas, Chuquipátas, Molleturos, Tarquis, Tomebambas, etc. etc.

Uno de los restos arquitectónicos mas sobresalientes de la época incásica y de su presencia en tierras cañaris es sin duda el conocido templo de INGAPIRCA construido por disposición de Huaynacápac hacia 1490. Ingapirca proviene de dos raíces, "INGA" que quiere decir monarca del Tahuantinsuyo y "PIRCA" que significa pared. Ingapirca es pues: PARED DEL INCA.

Con una superficie de 3.516 km cuadrados y una población de 184.112 habitantes la provincia del Cañar está conformada por cuatro cantones y 33 parroquias. Sus límites son: al Norte, Chimborazo, al Sur, Azuay, al Este, Morona Santiago y al Oeste, la provincia del Guayas.

La provincia del Cañar fue creada por el Congreso Nacional en el año de 1884, habiéndose llamado con antelación Provincia de Azogues.

La capital de Cañar es San Francisco de Pelasí de Azogues, que en 1582 registró 14.548 habitantes; quienes subsisten en su mayoría de la labranza y del comercio de variados artículos artesanales. Como herencia de la habilidad de los constructores del hermoso palacio de Ingapirca es usual encontrar en Cañar muchos talleres de canterones y Artesanos de la piedra, elemento con el que realizan hermosas pilas, y figuras para plazas y jardines. Si en Cañar encontramos las extraordinarias ruinas y templos como Ingapirca, el Cantón Biblián nos ofrece variedad de productos agropecuarios y minas

de mármol y de carbón como los de Mangan y la de San Luis. Azogues finalmente es muy rico en artesanía de plata, madera y cerámica.

En el aspecto folklórico, la provincia del Cañar es una de las más representativas del país, ya que en ella se encuentra manifestaciones típicas en vestimentas, máscaras y uso de instrumentos musicales y vernáculos.

1.2 Distribución de la población y características socio-económicas de las provincias del Azuay y Cañar

1.2.1 Población en la provincia del Azuay

En 1950, cuando se efectuó en el Ecuador el primer censo de población, el número total de habitantes de la provincia del Azuay con respecto de la población ecuatoriana representaba el 7 por ciento. Treinta y dos años más tarde, y por efectos migracionales, la cuota proporcional de la población del Azuay bajó al 5,4 por ciento.

Desde 1950 la población total de la provincia del Azuay no ha cesado de crecer

entre cada período intercensal a ritmos cada vez más fuertes. En cifras absolutas, su número casi ha llegado a duplicarse, pues, de 250.975 habitantes censados en 1950, encontramos 442.017 personas en 1982.

Las disparidades aparecen cuando desgremos la población por área urbana y rural. En efecto, mientras porcentualmente, la población urbana ha aumentado del 19,6 por ciento en 1950 al 38,3 por ciento en 1982, merced a una tasa de crecimiento que en el mismo período ganó en importancia de 2,9 a 4,7 por ciento; la población rural no ha hecho más que decrecer en términos relativos disminuyendo en consecuencia su tasa de crecimiento (ver tabla I). Se estima que la diferencia porcentual entre ambas zonas tiende a equilibrarse, como consecuencia de los importantes procesos de urbanización que se producen al interior de la provincia.

En términos absolutos, todos los cantones de la provincia registraron un incremento entre el período de 1974-82; en cambio que en valores relativos, el único cantón que experimenta crecimiento es CUENCA que, al

año 1982, retiene un 62,2 por ciento de la población de la provincia. El resto de los cantones como Girón, Gualaquío, Paute, Santa Isabel y Sigsig han visto disminuir su cuota porcentual, en relación con el total de la población provincial (ver Tabla II).

Asimismo, Cuenca obtuvo en el período 1972-82 la tasa de crecimiento más elevada en relación con el resto de Cantones, e inclusive al promedio provincial, es indudable pensar que, al constituirse su capital en la tercera ciudad más importante del Ecuador, como consecuencia de notables progresos efectuados a nivel turístico y artesanal, la gente de los alrededores tiende a establecerse en dicha ciudad, para mejorar en algo su estatus socio-económico.

1.2.2 Población en la provincia del Cañar

Si entre 1950 y 1982 la población de la provincia del Cañar casi se ha duplicado, esta, con respecto a la población total del Ecuador ha disminuido de importancia en términos relativos. En efecto, si en 1950 el 3% de la población del país pertenecía al Cañar, en 1982 la proporción descendió al 2,2 por ciento.

TABLA I

PROVINCIA DEL AZUAY
POBLACION TOTAL Y POR AREA URBANA Y RURAL,
PORCENTAJES Y TASA DE CRECIMIENTO 1950-1986

AÑOS	TOTAL		AREA URBANA		AREA RURAL	
	Poblacion	%	Poblacion	%	Poblacion	%
1950	250.975	100.0	49.118	19.6	201.875	80.4
1962	272.642	100.0	69.722	25.4	204.920	74.6
1974	367.642	100.0	117.493	32.0	272.863	68.0
1982	442.091	100.0	169.156	38.3	272.863	61.7
1986	513.343	100.0	213.354	41.6	299.989	58.4

TASAS DE CRECIMIENTO (%)

1950-62	0.8	2.9	0.1
1962-74	2.5	4.5	1.7
1974-82	2.3	4.7	1.1
1982-86	2.4	4.4	1.0

TABLA II

POBLACION TOTAL, PORCENTAJES Y TASA DE CRECIMIENTO
DE LOS CANTONES DEL AZUAY

CANTONES	1974		1982		Tasa de
	Poblacion	%	Poblacion	%	crecimiento % 74-82
Total	367.324	100.0	442.019	100.0	2.3
Cuenca	213.023	58.0	275.070	62.2	3.2
Biron	34.574	9.4	35.306	8.0	0.3
Gualaceo	34.789	9.5	40.460	9.2	1.9
Paute	33.268	9.0	36.178	8.2	1.0
S. Isabel	28.256	7.7	30.939	7.0	1.1
Sigsig	23.401	6.4	24.066	5.4	0.3

De conformidad a las cifras contenidas en el tabla III se advierte que desde 1950 hasta 1974, se ha producido un incremento en el ritmo de crecimiento poblacional de la provincia del Cañar. La tasa promedio anual de crecimiento que entre el período intercensal 1950-62 era de 1,2 por ciento sube a 2,3 por ciento para 1962-74, y decrece ligeramente (2,2 por ciento) entre 1974-82. Datos del INEC indican una disminución del ritmo de crecimiento (1,8 por ciento) para el lapso 1983-86. Por otra parte, si bien es cierto que la población rural ha sido en toda época mayoritaria, se nota que con el paso del tiempo, la población urbana a pesar de disminuir su tasa de crecimiento, esta continúa manteniéndose en ritmos altos, a tal punto que para el período 1983-86, su tasa promedio anual de crecimiento alcanzó el 3,8 por ciento. En el mismo lapso, la población rural registró una tasa de crecimiento de 1,2 por ciento. Este fenómeno nos demuestra que la pérdida del número de habitantes de las zonas rurales tiene estrecha relación con las migraciones campo-

ciudad, muy frecuentes en esta provincia.

Se puede observar que a nivel cantonal, Cañar se identifica como el de mayor expansión por registrar una tasa de crecimiento del orden del 3%. En segundo lugar de importancia se ubica BILBILIAN con un ritmo de crecimiento del 2,4 por ciento.

El cantón Azogues, muy a pesar de ocupar un segundo sitio en número de habitantes (39,1 por ciento), es el único en haber obtenido para el período una tasa de crecimiento (1,2 por ciento) inferior al promedio provincial (2,2 por ciento).

Si en términos absolutos, el volumen poblacional de la ciudad de Azogues no parece significativo, se puede observar que la tasa de crecimiento de la misma ha venido incrementándose desde el año 1950. Así en el intervalo 1950-62, alcanzó el 1,7 por ciento, para 1962-74 el 2,6 por ciento, para finalmente llegar a su más alta expresión (3,6 por ciento) en el período 1974-82.

Cepar ha estimado que para el año 2000 la

ciudad de Azuqués bordeará los 26.000 habitantes. Paralelamente se producirá una ligera baja en la tasa anual de crecimiento cuyo valor llegará al 3,3 por ciento. Como referencia, vale indicar que una tasa superior al 3 por ciento, implica un duplicamiento de la población cada 20 años aproximadamente.

Entre 1974 y 1982, la población de 12 años y más aumentó en 57.061 personas, de las cuales 40.647 se ubicaron en el área urbana, y 16.205 en la rural.

1.2.3 Población económicamente activa del Azuay

A nivel de PEA, se aprecia una pequeña reducción del porcentaje que, de 49,5 por ciento en 1974 pasó a 47,3 por ciento en 1982. Las pérdidas en población sucedieron en áreas urbanas y rurales. De la misma manera, la proporción de personas ocupadas decreció en tres puntos aproximadamente, y casi en igual porcentaje tanto en sector urbano como en el rural.

Por su parte, la población desocupada, experimentó un leve aumento en la zona rural, en oposición a la urbana que vio

descontar su proporción de 1,7 a 1,5 por ciento.

La población económicamente inactiva creció en un 4 por ciento aproximadamente, gracias al alza producida en el rubro "estudiantes" cuya proporción avanzó del 12,7 al 17,1 por ciento.

Finalmente conviene precisar que la categoría quehaceres domésticos, tendió a reducirse en el período 1974-1982 en sectores urbanos y rurales. La conjugación de estos dos últimos fenómenos, da seña de una evidente elevación del nivel de instrucción de la población azuaya.

Al subdividir las diferentes categorías de la tabla IV, en tres grandes grupos por sectores de producción, vemos primeramente que la agricultura, que en el año de 1974 ocupaba a un porcentaje de población, de largo superior a la que estaba inserta en los sectores secundarios y terciarios, ve disminuir su potencial humano en 1982. De igual manera, pero en menor intensidad, disminuye la proporción de personas de la industria tanto en zonas urbanas como rurales.

TABLA III

PROVINCIA DEL CANAR
POBLACION TOTAL Y POR AREA URBANA Y RURAL,
PORCENTAJES Y TASA DE CRECIMIENTO 1950-1986

AÑOS	TOTAL		AREA URBANA		AREA RURAL	
	Poblacion	%	Poblacion	%	Poblacion	%
1950	97.681	100.0	13.095	13.4	84.586	86.6
1962	112.733	100.0	14.801	13.1	97.932	86.9
1974	146.570	100.0	19.821	13.5	126.749	86.5
1982	174.510	100.0	28.299	16.3	146.211	83.7
1986	198.322	100.0	49.463	25.0	148.859	75.0

TASAS DE CRECIMIENTO (%)

1950-62	1.2	1.0	1.2
1962-74	1.3	2.5	2.2
1974-82	2.2	4.5	1.8
1982-86	1.8	3.8	1.2

TABLA IV

PROVINCIA DEL AZUAY
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.....	115.913	37.041	78.872	137.902	54.130	83.772
Total (porcentajes)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Agricultura.....	40.6	4.8	57.3	35.2	3.3	55.8
Explotacion de minas y canteras....	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3
Manufactura.....	25.2	24.6	25.5	20.0	22.8	18.3
Electricidad, gas y agua.....	0.3	0.5	0.2	0.9	0.9	0.8
Construccion.....	4.6	4.7	4.6	6.9	5.3	7.9
Comercio, restaurantes, hoteles.....	6.4	15.2	2.2	8.1	15.9	3.1
transporte y comunicaciones.....	1.9	4.2	0.8	3.1	5.0	1.9
Establecimientos financieros.....	0.5	1.4	0.0	1.0	2.3	0.1
Servicios.....	15.6	37.3	5.5	20.3	38.5	8.5
Actividades no especificadas.....	3.6	5.8	2.7	2.0	3.6	1.0
Trabajador nuevo...	1.1	1.4	1.0	2.3	2.3	2.3

El único sector de la economía que acusa un crecimiento es el de los servicios o terciario, donde se aglutinan los subempleados y gran mayoría de la población migrante. En el año de 1982 el sector "servicios" acaparó con un 32,5 por ciento de la población económicamente activa, y su diferencia con la agrícola apenas fue 2,9 puntos.

Vale destacar que en las áreas urbanas, el terciario engloba un 61 por ciento del PEA como resultado se cree, del importante desarrollo turístico que ha tenido la provincia en los últimos años.

En lo que respecta a categorías de ocupación, se puede constatar un apreciable crecimiento de patronos o socios activos en niveles urbanos y rurales, al igual que el número de empleados o asalariados rurales en particular. En su totalidad, 3 de cada 4 empleados son privados. Por otra parte, el porcentaje de trabajadores familiares decreció en el período de 1974-82 de 10,4 por ciento a 6,5 por ciento, siendo la disminución más relevante en el área rural

(ver tabla V).

La migración campo-ciudad, y consecuentemente los rápidos procesos de urbanización que se producen en la provincia, deben contribuir a cambios de estructura, no sólo económica sino también de orden social al interior de la institución familiar.

Por último podemos constatar que por una parte, el número de no declarantes llegó a duplicarse en el periodo de análisis, y que el incremento importante, que acusa tanto en áreas urbanas como rurales el porcentaje de trabajadores nuevos, ejerciera sin duda serias presiones en el mercado del trabajo.

1.2.4 Población económicamente activa del Cañar

En el último censo de 1982, la población económicamente activa de la provincia del Cañar reunía a 32.053 individuos, que, relacionados a la PEA total del país representaban el 2,1 por ciento. Atendiéndose a las cifras de la tabla VI, podemos observar que entre 1974 y 1982, la PEA de la provincia registró una disminución, siendo esta de mayor envergadura en la zona rural.

TABLA V

PROVINCIA DEL AZUAY
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA POBLACION
ECONOMICAMENTE ACTIVA, SEGUN AREA
Y CATEGORIA DE OCUPACION

Categoria de ocupacion	AÑO 1974			AÑO 1982		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Total (porcentaje)...	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Patrono ó socio						
activo.....	1.7	4.0	0.6	3.1	5.3	1.7
Cuenta propia.....	49.3	29.2	59.2	43.4	25.2	55.2
Empleado o						
asalariado.....	34.3	58.9	22.7	39.1	58.7	26.3
Del Estado.....	-	-	-	11.8	22.5	4.8
Del Sector Privado.	-	-	-	27.2	36.2	21.5
Trabajador familiar	10.4	2.2	14.3	6.5	2.1	9.4
Otros.....	0.9	1.7	0.4	1.7	2.0	1.4
No declarado.....	1.8	2.6	1.4	4.0	4.4	3.7
Trabajador nuevo...	1.1	1.4	1.0	2.2	2.3	2.3

TABLA VI.

PROVINCIA DEL CANAR
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.....	48.117	6.025	42.029	52.027	8.720	43.307
Total (porcentajes)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Agricultura.....	50.9	6.7	57.3	54.3	12.2	62.8
Explotacion de minas y canteras....	0.6	0.2	0.7	0.3	0.1	0.3
Manufactura.....	26.9	19.3	28.0	14.5	13.7	14.6
Electricidad, gas y agua.....	0.2	0.4	0.1	0.6	1.3	0.5
Construccion.....	3.4	5.9	3.0	4.6	5.0	4.5
Comercio, restaurantes, hoteles.....	4.2	12.0	3.1	4.0	10.0	2.8
transporte y comunicaciones.....	1.8	6.6	1.1	3.6	9.3	2.5
Establecimientos financieros.....	0.1	0.9	0.0	0.3	1.3	0.1
Servicios.....	8.6	41.8	3.8	14.3	42.1	8.8
Actividades no especificadas.....	1.9	3.7	1.7	0.7	1.2	0.6
Trabajador nuevo...	1.4	2.5	1.2	2.8	3.8	2.5

La población ocupada experimenta una preocupante baja del 32,0 por ciento al 45,5 por ciento, fenómeno que se constituye en una evidente prueba de las carentes condiciones socio-económicas en las que se encuentra la provincia desde hace mucho tiempo. Paralelamente, se produjo en el intervalo 1974-1982 un aumento del número de personas desocupadas en áreas urbanas y rurales.

La población económicamente inactiva, se ha caracterizado por manifestar una alza entre los dos censos, como consecuencia de incrementos producidos en la categoría "estudiantes". Por otra parte, se constata también un leve decrecimiento del porcentaje de personas inciertas en el rubro "quehaceres domésticos". Las bajas en este sentido han sido objeto de la población urbana y más no de la rural, donde al contrario su número aumenta.

Por rama de actividades, se registran algunos cambios en la distribución de la población económicamente activa, que puede resumirse así:

A una reactivación del Sector Agrícola, en

donde se halla concentrada más del 50% de la PEA, se ha producido un decrecimiento de la Industria y un aumento galopante de los "Servicios", en donde se trabajan aproximadamente 6 de cada 10 personas urbanas.

Si vemos que en 1982, de cada 10 personas, 5 trabajan en la agricultura, dos en la industria, dos en los servicios y una está buscando trabajo por primera vez, es evidente afirmar que no existe mucha armonía entre los diferentes sectores productivos, particularmente entre el Primario y el Secundario.

La categoría de ocupación más representativa, si bien es cierto ha tendido a reducirse entre los dos censos de 1974 y 1982, es la de personas que trabajan "por cuenta propia", que tanto en zonas urbanas como rurales abarca un 50 por ciento de los trabajadores. En orden de importancia siguen los "empleados o asalariados", cuyo porcentaje se redujo levemente del 31,6 al 31,3 por ciento, de los cuales, dos de cada tres están insertos en el sector privado. Los "trabajadores familiares", que

concentran a un 11 por ciento de la PEA, se destacan por haberse incrementado en el sector urbano, lo que haría pensar, que buen número de ellos, laboran en actividades terciarias familiares como restaurantes, bares, tiendas, etc.

La única categoría que registre aumento fue la constituida por los "patrones o socios activos", cuya proporción es similar a nivel rural y urbano.

1.3 Servicios básicos y grado de desarrollo de los pueblos

1.3.1 Educación en el Azuay

En 1974 la tasa de analfabetismo de la provincia del AZUAY era de 24,6 por ciento, ocho años más tarde el mencionado indicador descendió al 15,6 por ciento. En ambos períodos se constata que las tasas de analfabetismo rurales son cuatro veces más altas que las urbanas. Por sexo masculino o femenino si bien se han producido bajas significativas desde 1974, las tasas de las mujeres son el doble más altas que las del sexo masculino, siendo más desfavorable la situación en zonas rurales. Los esfuerzos

por mejorar las condiciones adversas del analfabetismo por las que atraviesa la provincia deben ser orientados en áreas rurales y en favor de las mujeres, cuya desventaja es notoria frente al sexo opuesto. Es obvio afirmar que el excesivo recargo de responsabilidades en la mujer es un factor que contraresta el desarrollo de su formación.

Básicamente se puede comprobar un mejoramiento del nivel de instrucción operado a través de un decrecimiento substancial del porcentaje de personas sin ningún nivel de instrucción, en áreas urbanas y rurales y por desarrollo de centros de alfabetización en la zona rural. Asimismo, se aprecia una alza del número de estudiantes con mayor número de años de instrucción tanto primaria y secundaria como superior. Dada la situación favorable en cuanto a infraestructura que disponen las esferas urbanas, éstas tienen enorme ventaja frente a la población rural en lo que tiene relación a los niveles de instrucción secundaria y superior. En efecto mientras existe un 13 por ciento de la población

urbana que dispone de 1 a 3 años de secundaria y 14 por ciento de 4 a 6 años del mencionado nivel, en el sector rural, las proporciones son en su mismo orden del 3,4 por ciento y 1,4 por ciento. En años universitarios las diferencias se establecen de 5,2 y 4,4 por ciento contra 0,4 y 0,2 por ciento.

1.3.2 Educación en el Cañar

En cifras absolutas la población de 10 años y más de la provincia del Cañar se incrementa entre 1974 y 1982 de 21.331 personas. Por otra parte, se puede apreciar que el universo de mujeres se ha mantenido superior al de los hombres en 5.000 personas aproximadamente.

Las tasa globales reflejan que el analfabetismo se ha reducido del 32,5 por ciento al 23,7 por ciento; habiéndose producido progresos más importantes en las zonas rurales, donde desafortunadamente, todavía persiste un 27 por ciento de la población analfabeta. En el área urbana, el porcentaje de analfabetos es 3 veces inferior al de los sectores rurales.

Se puede señalar que entre el período intercensal 1974-82 se ha incrementado el nivel de instrucción en el seno de la población del Cañar. Por una parte, se ha registrado una apreciable disminución del porcentaje de personas sin ningún nivel de instrucción, que en el lapso de 8 años pasó de 33,2 por ciento a 24,5 por ciento, y por otra, el número de centros de alfabetización que creció tanto en zonas urbanas como rurales.

De igual forma, se constata que la proporción de personas con un promedio de 4 a 6 años de estudios primarios es cada vez más importante. A nivel de Educación Media, los progresos se han efectuado, tanto en las personas que tenían entre 1 y 3 años cuanto en aquellas cuyo promedio de años aprobados oscilaba entre 4 y 6.

En menor escala se observa el mismo fenómeno en lo que respecta a la Educación Superior. Es importante señalar, la muy marcada diferencia existente entre los niveles de instrucción de la población urbana y la rural, sobre todo en lo que guarda relación a la educación Media y Superior.

1.3.3 Vivienda en el Azuay

En el período intercensal 1974-1982 el parque inmobiliario de la provincia del Azuay se incrementó de 22.890 viviendas, cuya distribución fue casi idéntica en medios urbanos y rurales.

Por condición de ocupación, vemos que las cifras absolutas acusan un crecimiento más rápido del número de viviendas desocupadas en relación a las ocupadas. Dicha manifestación es más intensa y elocuente en el área rural. El factor migratorio campo-ciudad y el cambio de tipo de vivienda serían sus causas.

De acuerdo a las cifras de la tabla VII queda establecido que entre 1974 y 1982, la estructura de la vivienda de acuerdo a su tipo, varió considerablemente en la provincia.

En 1974, alrededor del 36 por ciento de las viviendas eran "casas o villas" 37.1 por ciento "medieguas" y un 12,2 chozas entre las más relevantes. Ocho años después las proporciones para esos mismos rubros fueron de 60, 4, 19, 7 y 2,7 por ciento

respectivamente.

Se desprende entonces que si bien existe todavía diferencias en el tipo de vivienda entre el mundo rural y el urbano, no hay que ignorar que los progresos han sido substanciales entre el período y que la población tiende más a cambiar lo tradicional por lo más "renovado".

1.3.4. Vivienda en el Cañar

Entre 1974 y 1982, el número de viviendas en la provincia del Cañar se incrementó en 8.376 unidades. Si bien un 87 por ciento de las viviendas son rurales, en 1982, estas, en relación al año 1974 han disminuido en su total, produciéndose al mismo tiempo un aumento de número de viviendas urbanas.

Los datos relacionados con las condiciones de ocupación de las viviendas, revelan que el crecimiento en términos absolutos del número de viviendas ocupadas, fue menor que el de las desocupadas. Este fenómeno queda plasmando, cuando observamos que el porcentaje de las primeras bajó 85,7 por ciento en 1974 a 83,0 por ciento en 1982, y el de las segundas creció de 14,2 a 16,9 por

cientó.

Siendo el área rural la que mayor número de viviendas desocupadas tiene, dicha situación pondría en evidencia la existencia de importantes flujos migratorios campo-ciudad, y de cambios que efectúa la población en cuanto al tipo de vivienda.

En la tabla VIII, se puede apreciar los importantes cambios ocurridos en el período 1974-82 en lo que tiene relación al tipo de vivienda. Así, podemos constatar un significativo aumento tanto en áreas urbanas como rurales del porcentaje de casas o villas. En efecto, más del 60 por ciento de los lugares de habitación pertenecen a dicha categoría. Por otra parte, mientras en el sector urbano encontramos a aproximadamente un 12,6 por ciento de las viviendas de tipo "apartamento", y 10,3 por ciento de cuartos de inquilinato, a nivel rural prevalecen en un 29 por ciento las medianas casas. Un hecho que es importante destacar, es la baja espectacular del número de "chozas", cuya proporción apenas alcanzó el 4,5 por ciento en 1982.

TABLA VII

PROVINCIA DEL AZUAY
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 (Porcentaje)...	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Casa o villa	33.9	36.4	33.8	60.4	55.1	63.4
Departamento. ...	5.9	21.6	0.1	6.5	17.6	0.6
Cuartos o casa de inquilinato.....	7.9	28.2	0.4	6.7	18.1	0.4
Mediagua.....	37.1	13.2	46.0	19.7	6.8	26.7
Rancho o covacha.	0.8	0.1	1.1	3.1	1.0	4.2
Chora.....	12.2	0.2	16.2	2.9	0.2	4.3
Otro.....	0.1	0.2	0.0	0.2	0.4	0.1
Locales no desti- nados para vivien- da.....	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2

TABLA VIII

PROVINCIA DEL CANAR
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 (Porcentaje)...	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Casa o villa	35.8	46.2	34.4	61.8	68.5	60.7
Departamento. ...	1.7	13.4	0.2	2.6	12.6	0.8
Cuartos o casa de inquilinato.....	3.6	21.0	1.3	2.6	12.6	0.8
Mediagua.....	26.7	17.1	30.2	24.6	4.3	28.2
Rancho o covacha.	7.0	0.2	7.9	3.4	2.7	3.5
Choza.....	23.0	1.7	25.8	4.5	0.6	5.2
Otro.....	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2
Locales no desti- nados para vivien- da.....	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1

1.3.5 Servicios públicos en el Azuay

La dotación de agua potable ha experimentado ciertas mejoras entre 1974 y 1982, y particularmente en las esferas urbanas donde el índice de cobertura alcanza el 94,3 por ciento. No obstante, la provincia en su totalidad apenas dispone en 1982 de un 47,9 por ciento de viviendas cuyo aprovisionamiento de agua lo efectúa a través de una red pública. Resta por lo tanto más del 50 por ciento de la población que carece de agua potable.

En el área rural, la situación en este sentido sigue siendo desastrosa, pues algo más de las 3/4 partes de las viviendas no están suministradas de agua potable.

En lo que tiene relación al servicio eléctrico, se puede distinguir que los logros más importantes se han operado en el sector rural, si bien este, se encuentra todavía en desventaja en relación al urbano, cuya cobertura en servicio eléctrico alcanzó el 95,2 por ciento en el año 1982. En las áreas rurales en cambio, y para el mismo año, existe todavía casi un 70 por

ciento de viviendas que no están provistas de servicio eléctrico.

Por otra parte, se constata que las condiciones higiénico-ambientales de la provincia no son satisfactorias, mismo si, desde 1974, el porcentaje de viviendas equipadas de servicio higiénico de uso exclusivo y de alcantarillado se ha elevado. Las cifras desde 1982 demuestran que apenas dos de cada diez viviendas tienen WC de uso propio, y tres de cada diez viviendas un sistema de alcantarilla. Por zonas urbanas y rurales el atraso de estos últimos es alarmante, pues en promedio, un 90 por ciento de los hogares rurales carecen de dicho sistema de saneamiento ambiental.

Para finalizar con las características de las viviendas vale puntualizar que 8 de cada 10 viviendas tanto urbanas como rurales cuentan de un cuarto independiente para realizar las labores de cocina. Sorprende que el porcentaje sea más elevado en los hogares rurales; creemos que esta situación se deba a que la gente campesina tiende a improvisar cocinas fuera de la vivienda para realizar sus tareas culinarias.

En 1982 la provincia del Azuay tenía a su disposición los siguientes establecimientos de salud.

Hospitales.....	18
Centros de Salud.....	3
Subcentros de Salud Rurales.....	56
Subcentros de Salud Urbanos.....	1
Dispensarios.....	36
Puestos de salud.....	-

Es incontestable que hasta 1982, los indicadores básicos de salud referentes a la Mortalidad General, Mortalidad Infantil y Mortalidad Materna han acusado apreciables disminuciones. En efecto, el primero de ellos bajó de 9.2 por mil a 7.8 por mil.

La mortalidad infantil igualmente se redujo de 65.4 por mil a 56.2 por mil y la mortalidad materna de 1.7 por mil a 1.5 por mil. A pesar de los avances operados en el período, los niveles de los índices antes mencionados, y particularmente en cuanto se refiere a los últimos, estos son altos en relación a otras regiones de mejor situación socio-económica, en donde se ha llegado a obtener valores inferiores a 10 y

0,5 respectivamente.

Por otra parte, es necesario precisar que la provincia del Azuay es la única provincia del Ecuador en haber observado alzas en la tasa de natalidad, la misma que, en 1982 es del orden de 13,9 por mil nacidos vivos. El incremento en relación a la tasa de 1980 (31,6 por ciento) ha sido del 7,3 por ciento. Es evidente que el mantenimiento de la alta fecundidad, implicará serios esfuerzos socio-económicos para atender las necesidades básicas del habitante azuayo.

1.3.6 Servicios públicos en el Cañar

En el año 1974, un 22 por ciento de las viviendas de la provincia del Cañar se suministraban de agua a través de un sistema público de distribución. Para ese mismo año, los índices de cobertura tanto para el área urbana como rural fueron de 92,3 por ciento y de 12,6 por ciento respectivamente.

Ocho años después, el porcentaje de cobertura global provincial se elevó a 30,9 por ciento, observándose no obstante, un declinamiento del número de viviendas urbanas abastecidas de agua potable (89,4

por ciento). En contraste, el porcentaje de viviendas rurales con agua potable se eleva al 21,2 por ciento.

El aspecto más lamentable, constituye el alto porcentaje de viviendas que no disponen de agua potable, y que tienen que recurrir a medios antihigiénicos como pozos, acequias, carros repartidores, etc., para proveerse de dicho recurso. Mientras en el sector rural se han operado lentos progresos, en el sector urbano se ha producido lo contrario. En efecto, desde 1974, la gente de centros urbanos tiende a consumir cada vez más agua no apta para consumo humano, situación que refleja un agravamiento de las situaciones de subdesarrollo en las que vive sumergida la provincia desde hace muchos años. Según el censo de 1982, subsiste todavía un 70,8 por ciento de la población rural que continúa utilizando agua contaminada.

En lo que guarda relación con el servicio eléctrico se constata que entre el período 1974-82, se produjo un aumento del porcentaje de viviendas con servicio eléctrico cuya proporción pasó de 14,4 a 41,2 por ciento. Se aprecia también que los

mejores logros fueron obtenidos en el área rural, donde la cobertura en 8 años, aumentó de 5,3 por ciento a 33,5 por ciento.

De todas formas, los esfuerzos por dotar de mayor servicio eléctrico a la provincia deberán ser prioritarios en favor de la población rural, que en 66 por ciento carece de dicho servicio.

Las estadísticas vitales del año 1974, registraron al interior de la provincia del Cañar, tasas de mortalidad infantil y materna de 64,5 y de 2,2 por mil nacidos vivos. Ocho años más tarde dichos indicadores se redujeron a 56,2 y 1,5 por mil nacidos. Sin duda que las bajas observadas, nos llevarán a pensar que fueron producto de procesos de desarrollo económicos ocurridos en la provincia.

Desafortunadamente, se constató que en muchos rubros que tienen que ver con Salud, la realidad es diferente. Se comparte la opinión que por el abandono socio-económico y el aislamiento al que ha sido sometida la provincia desde hace muchos años, la veracidad de los datos es cuestionable por las múltiples barreras de orden

administrativo y geográfico que deben existir en Cañar. Es ilusorio pensar entonces que Cañar registre indicadores de mortalidad infantil y materna, inferiores a los promedios nacionales.

Por último, conviene señalar que la natalidad de Cañar se encuentra entre las más altas del país (31,2 por mil), y que en consecuencia, el número promedio de hijos por mujer prácticamente no ha variado entre 1974 y 1982. No ocurre lo mismo con el porcentaje de hijos sobrevivientes, cuyos valores se incrementaron a nivel rural y urbano.

CAPITULO II

COMPOSICION GENERAL DE LA RED EXISTENTE

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 a pesar de que los ingresos de tráfico telegráfico no cubría en su mínima parte los costos de operación de mantenimiento.

Así como las exigencias para el servicio telefónico fueron cada día mayores se ha ido cambiando el aparato telegráfico, utilizando la misma línea física monofilar. Como es evidente, debido a inconvenientes de orden técnico, el servicio telefónico así ofrecido es deficiente, anotándose como las principales deficiencias las siguientes:

- Casi todos los circuitos monofilares tienen muchos años de vida y su estado es muy deplorable; muchas secciones, con los siguientes problemas de ruido; muchos aisladores rotos, con la siguiente falta de aislamiento; la postera en pésimo estado, donde todavía existe, ya que en muchos casos la línea se sujeta a árboles vivos.

- 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.
- Frecuentes interrupciones del servicio, por el estado de vetustez de las líneas.
- Las líneas monofilares existentes siguen los antiguos caminos de verano; por lo general las nuevas 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.

Por las razones anotadas es necesario reestructurar estas redes rurales introduciendo en esta forma un servicio telefónico de buena calidad y que sea más factible económicamente.

El criterio del IETEL de dar servicio a las comunicaciones 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.

De acuerdo a la experiencia, sabemos que la rentabilidad de esos servicios aunque baja o nula en su comienzo, van 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 actual 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.

Según las características de las Áreas a servir en el Ecuador, donde existen tres zonas geográficas definidas, la selección de los diferentes equipos y enlaces está condicionado a su zona, además de los otros factores técnicos-económicos que intervienen.

2.2 Ubicación de las estaciones repetidoras existentes

La Región 2 que comprende 10 provincias del país, está dividida en zonas para el área de telecomunicaciones y son las siguientes:

- | | | |
|----|--------------|-------------------------|
| I | Zona Norte | (Provincia de Manabí) |
| II | Zona Central | (Provincias: Guayas-Los |

		Ride)
III	Zona Este	(Provincias: Cañar - Azuay Morona Santiago)
IV	Zona Sur	(Provincias: El Oro - Loja Zamora Chinchipe)

En la provincia del Cañar se encuentra la estación repetidora Bueran, la cual tiene tres estaciones terminales de conmutación que son: Cuenca, Azogues, y Cañar.

La provincia del Azuay consta con dos estaciones repetidoras: Sibbala y Saltil, desde los cuales con enlaces de radio hacia la repetidora Bueran integran los cinco cantones del Azuay a su capital provincial.

Actualmente se encuentra en construcción la estación repetidora Fuglla ubicada en la provincia de Loja la cual servirá como centro de enlace para las poblaciones de Nabón y el Cantón Saraguro y proporcionará un enlace directo entre las capitales provinciales de Cuenca y Loja.

A continuación se han tabulado las ubicaciones geográficas de las estaciones repetidoras y terminales de esta zona.

TABLA IX

UBICACION GEOGRAFICA DE LAS REPETIDORAS Y ESTACIONES TERMINALES EXISTENTES EN LAS PROVINCIAS DEL AZUAY Y CAÑAR

ESTACION REPETIDORA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Sueran	02 33'44" S	78 55'35" O	3.810
Saltillo	03 04'18" S	78 48'51" O	3.265
Simbala	03 01'06" S	79 05'02" O	3.160

ESTACION CENTRAL	LONGITUD	LATITUD	ALTURA
Cañar	02 33'24" O	78 56'08" O	3.100
Aroques	02 44'05" S	78 50'38" O	2.520
Cuenca	02 53'22" S	79 00'14" O	2.560
Pasto	02 46'32" S	78 46'32" O	2.200
Baños	02 53'12" S	78 46'09" O	2.200
Baguig	03 02'51" S	78 47'30" O	2.480
Sarón	03 09'25" S	79 23'58" O	2.100
Sta. Isabel	03 09'25" S	79 18'47" O	1.600

2.2 Breve análisis de los enlaces existentes

La actual red de telecomunicaciones a nivel rural se encuentra constituida por líneas físicas (en su

mayoría) y radio enlaces HF y VHF-UHF.

Esta red permite interconectar a una parte de cabeceras parroquiales y caseríos con las cabeceras cantonales prestando servicio de conferencias, telegráficas y/o telefonogramas.

La casi totalidad de las cabeceras parroquiales y todos los caseríos, tienen oficinas de carácter "encargadas", no así las cabeceras cantonales que funcionan con personal del IETEL, o las parroquias que disponen de 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 tienen casos en que las líneas se encuentran soportadas por árboles ramas o estacas con aisladores volantes los que se unen al poste mediante un alambre auxiliar; es por este motivo que los daños se presentan de manera frecuente con el consiguiente perjuicio a las poblaciones conectadas (muchas veces 2 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

porque muchas de ellas presentan inducción por tener una trayectoria paralela a las líneas de fuerza eléctrica. Los equipos de radio HF existentes en algunas localidades son de edad de servicio avanzado por lo que también presentan daños frecuentes.

La red telefónica nacional presenta las siguientes características:

a) La red telefónica nacional es casi en su totalidad automática.

b) Existen:

- Un centro internacional constituido por una central telefónica de tránsito 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 de la firma L.M. ERICSSON tipo ARM 201. En los centros de tránsito de Quito y Guayaquil existen además selectores de grupo del tipo ARF, para transitar parte del tráfico de larga distancia, en soporte a las centrales ARM 201,

con vías de alto uso.

c) La mayor parte de las centrales locales provienen de la firma L.B. ERICSSON, y básicamente son de tres tipos:

ARF = ASF = ARK, con un total de 276.000 líneas telefónicas. A más de eso se tienen centrales con operación manual para el tráfico de larga distancia de la firma GTE con mil líneas y de la ITT tipo Pentaconta con dos mil líneas.

d) Todo el tráfico internacional entrante y solo una parte del tráfico saliente es automático.

e) La central telefónica de Riobamba será reemplazada por una central digital de 6000 líneas de la firma STROMBERG CARLSON, integrándose así a la Red telefónica nacional automática.

A continuación se detallan algunos de los trayectos existentes en la provincia del Azuay.

Trayecto Bueran - Simbala

La repetidora Simbala se encuentra en el cerro del mismo nombre al Nor-Este del cantón Girón Provincia del Azuay y presenta las siguientes características:

La distancia del trayecto es 62,02 Km.

Se utiliza un camino varadero como vía de acceso a la cumbre del cerro. La longitud entre el carretero principal Cuenca - Girón y Simbala es de 6,3 Km.

Presenta facilidades de enlace con Santa Isabel, San Fernando y Girón.

Trayecto Bueran - Gallil

El cerro Gallil ubicado al Sur-Oeste del Cantón Sig-Sig, Provincia del Azuay, tiene una altura de 3.245 m. snm., ésta repetidora por su situación geográfica y altura conecta mediante radio enlaces los cantones de Gualaceo y Panto, y a través de cable multipar el Sig-Sig.

La distancia del trayecto es de 34,09 Km.

Trayecto Simbala - Santa Isabel

La distancia del trayecto es de 29,70 Km.

Santa Isabel también tiene línea de vista con la repetidora de Pujlla, la cual está actualmente en construcción. La distancia de este trayecto es de 40,80 Km.

Los equipos de transmisión de larga distancia con:

Capacidad de radio: 112

Capacidad máxima del multiplex :	-
Canales instalados :	4
Canales funcionando :	2

Trayecto Gallil - Gualaceo

La distancia del trayecto es de 20,88 Km.

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio :	12
Capacidad máxima del multiplex :	-
Canales instalados :	6
Canales funcionando :	6

Trayecto Simbala - Girón

La distancia del trayecto es de 7 Km.

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio :	12
Capacidad máxima del multiplex :	-
Canales instalados :	4
Canales funcionando :	4

Trayecto Gallil - Paute

La distancia del trayecto es de 33,30 Km

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio :	12
----------------------	----

Capacidad máxima del multiplex :	-
Canales instalados	1 ó
Canales funcionando	1 ó

2.3 Características de las centrales existentes

Se describen a continuación, de una manera muy general, las características de los sistemas existentes.

Las centrales ARF 102 de la firma L.M. ERICSSON son centrales públicas empleadas para manejar tráfico urbano. La conmutación se realiza a dos hilos. El sistema ARF 102 tiene la red de conmutación formada por selectores de coordenadas de 2.000 líneas y está controlada por lógica cableada. La organización de los registros es de dos tipos: Registro L y sistema ANA 11.

El sistema ARF 102 permite una resistencia de bucle de 1800 Ohmios incluyendo el aparato telefónico. El voltaje nominal de trabajo es de -48 V. DC.. Estas centrales usan señalización multifrecuencial (MFC).

Las centrales AGF de la firma L.M. ERICSSON son centrales públicas locales empleadas para manejar tráfico urbano, la conmutación se realiza a dos hilos. La red de conmutación del sistema AGF está formada por selectores rotativos de 500 líneas y

está controlada por lógica cableada.

Estas centrales permiten una resistencia de bucle de 1800 ohmios incluyendo el aparato telefónico. El voltaje nominal de trabajo es de -24 volts C.D. (La alimentación al aparato telefónico es de -48 volts C.C.).

Las centrales ARM de la firma L.M. ERICSSON, son centrales de tránsito, utilizadas como centrales de tránsito nacional (ARM 201/2) e internacional (ARM 202/2). Estas centrales tienen la red de conmutación formada por selectores de coordenadas y es controlada por registradores y marcadores, con el empleo de lógica cableada. Las características principales de este sistema son:

- Conmutación a 274 hilos
- Accesibilidad completa en todas las vías
- Encaminamiento alternativo
- Utiliza señalización M.F.C.
- Cómputo por impulsos periódicos
- Conmutación de atendadores

Las centrales ARK de la firma L.M. ERICSSON son centrales públicas locales, empleadas para dar servicio telefónico urbano a localidades pequeñas. El sistema de control principal está localizado en la central de tránsito nacional. El

voltaje nominal es de -48 V. D.C.

Situación actual de la Provincia del Cañar

El cantón Azogues tiene una central tipo ARF con una capacidad de 1000 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 13 líneas de central
- 14 líneas de servicio
- 3 teléfonos monederos conectados
- 5 teléfonos monederos por conectarse
- 1 línea sin conexión
- 964 números conectados

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio	: 24
Capacidad máxima del multiplex	: 24
Canales instalados	: 24
Canales funcionando	: 23

Las parroquias del cantón Azogues que tienen servicio de telefonía magneto son:

- Luis Cordero
- Bulán
- Pindilig
- Javier Loyola
- San Miguel
- Solano

- Cojitambo

- Deleg

El cantón Cañar tiene una central tipo AKD con una capacidad de 250 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 2 líneas de central
- 6 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 2 líneas sin conexión
- 240 números conectados

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio	: 24
Capacidad máxima del multiplex	: 24
Canales instalados	: 12
Canales funcionando	: 10

Las parroquias del cantón Cañar que tienen servicio de telefonía magneto son:

- Honorato Vaquez
- Inua
- Suscal
- Sullieturo
- Chontamarca

La parroquia de El Tambo tiene una línea física conectada a la central de El Cañar. El número telefónico es 2780.

El cantón Biblián no tiene central telefónica pero tiene un cable multipar de 20 pares conectada a la central telefónica de Azogues. La única parroquia del Cantón Azogues que tiene servicio de telefonía magneto es Turupamba.

El cantón La Troncal tiene una central tipo AKD con una capacidad de 100 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 7 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 1 línea sin conexión
- 92 números conectados

La Troncal está enlazada con El Triunfo.

Además tienen servicio las siguientes poblaciones:

La población de Manuel de J. Calle tiene una línea física conectada a la central de El Triunfo, el número es 4727.

Cochancay tiene un teléfono remoto de La Troncal número 185. La población de Ducur tiene un teléfono

magneto

Situación actual de la provincia del Azuay

Las centrales telefónicas del Cantón Cuenca están manejadas por ETAPA, solamente los equipos de larga distancia pertenecen a IETEL y son:

Capacidad de radio	: 300
Capacidad máxima del multiplex	: 180
Canales instalados	: 180
Canales funcionando	: 162

Las parroquias del Cantón Cuenca que tienen servicio de telefonía magneto y que están conectadas a la red de Cuenca son:

- Baños
- Cacha
- Chacabamba
- Chigüinda

El cantón Gualaceo tiene una central tipo CPR/100 con una total de 150 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 6 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse

- 16 líneas sin conexión
- 128 números conectados

Actualmente se está colocando un cable multipar de 70 pares para la parroquia Chordeleg que estarán conectados a la central de Sualaceo.

El cantón Sirón tiene una central tipo AKD con una total de 50 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 1 línea de central
- 2 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 1 línea si conexión
- 46 números conectados

Las parroquias del Cantón Sirón que tienen servicio de telefonía magneto son:

- San Fernando
- Asunción
- Sta. Rosa
- Nyon

El cantón Paute tiene una central tipo CPR/30 con una total de 100 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 2 líneas de central

- 4 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 23 líneas sin conexión
- 71 números conectados

Además la parroquia Guachapala tiene una línea física conectada a la central Rante, el número es 530

El cantón Sig-Sig tiene una central tipo AKD con una total de 50 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 1 línea de central
- 3 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 4 líneas sin conexión
- 40 números conectados

Los equipos de transmisión de larga distancia son:

Capacidad de radio	: 12
Capacidad máxima del multiplex	: -
Canales instalados	: 4
Canales funcionando	: 4

Ninguna de las parroquias del Cantón Sig-Sig tiene servicio de telefonía.

El cantón Santa Isabel tiene una central tipo AKD con una total de 50 líneas que se reparten en la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 5 líneas de servicio
- 0 teléfonos monederos conectados
- 0 teléfonos monederos por conectarse
- 30 líneas sin conexión
- 15 números conectados

2.4 Servicios adicionales

La mayoría de las poblaciones del Azuay y Cañar no tienen servicios de telex nacional o internacional (gentex).

En la provincia del Cañar solamente los cantones Azuay y Cañar tienen servicio de telex. El cantón Azuay tienen además servicio de Gentex.

CAPITULO III

ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE SERVICIO TELEFÓNICO PARA LOS PUEBLOS DEL AZUAY Y CAÑAR

Para analizar las necesidades de servicio telefónico de los diferentes pueblos que pertenecen a las provincias del Azuay y Cañar se deben considerar primero ciertos factores de demanda telefónica a nivel nacional y provincial para determinar parámetros y objetivos.

3.1 Estudio de la demanda telefónica de los pueblos

Para pronosticar la demanda telefónica de los pueblos durante el período 1985-2010 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.

3.1.1 Relación entre demanda telefónica y el producto interno bruto per cápita

Amplias investigaciones en otros países han demostrado la existencia de una clara correlación entre la demanda telefónica y el producto interno bruto per cápita a precios constantes (P.I.B.P).

Esta correlación es presentada mediante una relación logarítmica lineal de dos variables, la densidad telefónica (D líneas principales por cada 100 habitantes) y el PIB per cápita a precios constantes (P).

La ecuación que expresa la relación mencionada es la siguiente:

$$\text{Log } D = A + B \log P.$$

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 los del producto interno bruto per cápita a precios constantes.

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 ecuación toma en cuenta los valores 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:

$$\text{Log } D = -1.5498 + 1.6079 \text{ Log } P \quad (3.1)$$

P está en miles de sucres

D: # de líneas principales/100 habitantes

La ecuación 2 a diferencia de la primera toma en cuenta datos del P.I.B.P.75 ajustados, a una curva mediante el método de mínimos cuadrados desde 1963 hasta 1990. Esta ecuación incluye las instalaciones de líneas principales previstas en el plan de desarrollo 1985-1988. La ecuación es como sigue:

$$\log D = -2.2366 + 2.1929 \log P \quad (3.2)$$

Se ha considerado dos hipótesis de crecimiento del PIB per cápita a precios constantes de 1975 a saber:

a) Hipótesis del relativo pesimismo

Toma en cuenta la evolución histórica del P.I.B.P.75 desde el año 1950 hasta 1984. Se obtiene que para el año 2010 se tendrá un P.I.B.P.75 de un valor aproximado a los 38.000 sucres

Del anterior resultado se desprende que la tasa promedio de crecimiento anual

del P.I.B.P.75 es de alrededor del 3%.

b) Hipótesis del relativo pesimismo

Esta hipótesis considera los datos históricos de la década de 1973 a 1982, donde el P.I.B.P.75 creció de una forma regular. Se ha determinado que para el año 2010 el P.I.B.P.75 crecerá aproximadamente a 31.500 sucres, dando como resultado una tasa anual de crecimiento del 1.8%.

TABLA X

RESULTADOS PARA EL AÑO 2010 DEL CRECIMIENTO DEL P.I.B.P.75

	Ecuación 1		Ecuación 2	
	P.I.B.P.75 S/.	Densidad Telefónica	P.I.B.P.75 S/.	Densidad Telefónica
Resultado A	38.000	10	38.000	10.8
Resultado B	31.500	7	31.500	11

En la tabla X se puede apreciar los resultados para el año 2010, considerando las dos hipótesis mencionadas anteriormente.

para el crecimiento del P.I.B.P.75 y tomando en cuenta las ecuaciones que se han establecido para el Ecuador.

El resultado B ha sido descartado por considerar dos situaciones de pesimismo: por un lado que el P.I.B.P.75 crezca con la hipótesis del relativo pesimismo y por otro que la ejecución del Plan de desarrollo 1985-1988 no se realice de acuerdo a lo programado. De presentarse este caso, la situación del IETEL y de las comunicaciones en nuestro país caerían en un estado crítico de lentísimo desarrollo.

Las posibilidades A, D, y C determinan el rango, en donde debe estar la densidad telefónica en el año 2010. El rango es de 10 a 16.8 líneas principales para cada 100 habitantes.

El objetivo deberá estar en el rango sancionado y se establecerá teniendo en cuenta el resultado de la aplicación de otros métodos.

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

En muchos países se realizan sofisticados

estudios para determinar la demanda de servicio eléctrico, pronosticar el crecimiento de abonados, el consumo eléctrico y distribución por diferentes áreas, sectores económicos, etc.

En cambio para el servicio telefónico en muchos casos esos estudios no existen o en su defecto se utilizan sistemas inadecuados y muy primitivos.

Como los factores que influyen en la demanda de energía eléctrica por lo general tiene similares efectos en la demanda telefónica, es posible que un pronóstico del servicio eléctrico pueda convertirse en un pronóstico para el servicio telefónico.

Procesando y analizando los datos estadísticos presentados por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INEEL en el documento "Resumen Estadístico del servicio eléctrico del Ecuador período 1965-1984", así como también los principales datos históricos del servicio telefónico se ha podido determinar que desde el año 1963 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 principales telefónicas como del consumo anual de energía eléctrica, se determinó que existe una buena correlación entre esas dos variables.

La ecuación que representa esa relación es la siguiente:

$$\log Y = -1.0555 + 1.0664 \log X \quad (3.3)$$

Y : Abonados telefónicos en miles

X : Consumo anual de energía eléctrica en millones de KWH

Si se considera 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:

$$\log Y = -0.1836 + 0.7548 \log X \quad (3.4)$$

De acuerdo al pronóstico realizado por INECEL año por año 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 ecuación 3.3 para el año 2010 se debería tener alrededor de 2'875.000 abonados que corresponden a una densidad telefónica de 16.5.

En cambio si crece de acuerdo con la ecuación 3.4 para el mismo año se tendrá 1'027.000 abonados dando una densidad telefónica de 6.

La posibilidad de que el desarrollo del servicio telefónico crezca según la ecuación 3.4 debería descartarse por dos razones fundamentales:

- El crecimiento sería demasiado lento conforme a tasas bajas de los últimos 6 años.

- El total de líneas, suponiendo que el plan de desarrollo 85-88 se ejecute de una forma regular aumentará a un gran ritmo.

Parece razonable pensar que el servicio telefónico aunque no alcance el nivel de desarrollo del servicio eléctrico, el valor determinado por la ecuación 3.3 cuando el país consume alrededor de 17.100 millones de kWh puede ser tomado como punto de

referencia.

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

2.1.2 Determinación año por año de la demanda telefónica a nivel nacional durante el período 1985-2010

Tomando en cuenta los resultados de la aplicación de los métodos anteriores para determinar la demanda telefónica (de líneas principales) a nivel nacional y el uso de la ecuación establecida para la lista de espera en función de la densidad telefónica, se plantea un método para determinar la densidad telefónica, el número de líneas principales, líneas de central, incremento anual, la demanda insatisfecha y la demanda total a nivel nacional para cada uno de los años del período 1985-2010.

Para el período 1985-1990, se establecieron los valores de densidad telefónica conforme a la programación del plan de desarrollo 1985-1988 y a la meta establecida para el año 1990 que es la de contar con una

densidad telefónica de aproximadamente 5, es decir, 540.000 líneas principales.

Desde el año 1990 hasta el año 2010 considerando el resultado de los métodos mencionados anteriormente, se ha llegado a la conclusión que esos resultados se aproximan a los deducidos mediante la ecuación del tipo:

Ecuación (3.5)

$$\log D_n = \log D_1 + (n-1990) \log (1+A).$$

D_n = Densidad telefónica del año n .

D_1 = Densidad telefónica en el año 1990 = 5.01

n = Año

$$A = \frac{\log D_2 - \log D_1}{z - 1990} = 1$$

z = año 2010

$$z = \log D_2 - \log D_1$$

D_2 = densidad telefónica del año 2010 = 13

La ecuación anterior también se pueda escribir así:

$$D_n = D_1 (1 + A)^{n-1990}$$

reemplazando valores de D_1 y A se tiene:

$$D_n = 5.01 (1 + 0.04838)^{n-1990}$$

Considerando los datos de densidad

telefónica y los datos de población que constan en el documento "Proyección de la Población Ecuatoriana 1982-2010" se puede calcular los datos de líneas principales que estarían en funcionamiento cada año,

Las líneas de central para el período 1985-1990 son las líneas de central instaladas una vez que se ejecute el plan de desarrollo 85-88. Para el período 1990-2010 se considera que las líneas de central son un 10% mayor que las líneas principales.

Teniendo en cuenta el resultado del estudio realizado por el Ing Dagoberto Pérez Experto de la UIT, para cuantificar la evolución de la lista de espera de líneas principales en función de las líneas principales en servicio por cada 100 habitantes, se calculó la demanda total.

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

$$\log (LE) = 2,1287 - 0,9739 \log (D) \quad (3.6)$$

$$LE = \frac{\text{Lista de espera}}{\text{Líneas en servicio}} \times 100$$

$D = \text{Líneas principales} / 100 \text{ habitantes}$

$\text{Demanda total} = \text{líneas principales en servicio} +$
 lista de espera

2.1.4 Demanda a nivel provincial

Analizando los datos históricos de líneas principales y población a nivel provincial, se ha podido determinar en general que la provincia con mayor número de habitantes que otra tiene un número mayor de líneas principales.

La relación entre las variables, líneas principales y población es buena y puede expresarse mediante una ecuación de la forma:

$$\log LP = a + b \log P,$$

en donde LP representa líneas principales y P es la población.

Se explicará brevemente el método utilizado para pronosticar la demanda telefónica a nivel provincial para el año 2010 en base a los conceptos mencionados anteriormente.

Los datos de líneas principales de los años 1980 y 1985, se han calculado en base a la información presentada en los documentos

"Actualización del Sistema de Telecomunicaciones", que anualmente elabora la Subdirección de Planificación de la Gerencia General de IETEL. Los datos de líneas principales para el año 1990 son los que tendrían las respectivas provincias con la ejecución del plan de desarrollo 1985-1988 y los datos de población son los que constan en el documento "Proyección de la Población Ecuatoriana 1982-2010".

Para cada uno de los años mencionados se encontró la ecuación que expresa la relación logarítmica lineal para las dos variables, líneas principales y la población. Estas ecuaciones son las siguientes:

$$1980 : \text{Log LP} = -6,5644 + 1,8186 \text{ Log P} \quad (3.7)$$

$$1985 : \text{Log LP} = -5,7974 + 1,69458 \text{ Log P} \quad (3.8)$$

$$1990 : \text{Log LP} = -4,6686 + 1,5535 \text{ Log P} \quad (3.9)$$

Al analizar las ecuaciones se puede ver 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.

Precisamente en el Plan de Desarrollo 1985-1988 de IETEL se han contemplado diversos programas como el de telecomunicaciones rurales que impulsa el desarrollo telefónico en provincias cuya población y líneas principales han sido por lo general bajas.

Es lógico pensar que las rectas calculadas para los años futuros sigan la tendencia descrita hasta llegar a una recta de la siguiente forma:

$$\text{Log LP} = -0.348 + \log P \quad (3.10)$$

Esto significa que en el futuro lejano las provincias del país tendrán una densidad telefónica uniforme independiente de la población.

En el año en el cual se presentaría tal situación sería en el año 2050 con una densidad telefónica de 45

Determinadas las ecuaciones de las rectas para los años 1990 y 2050 se puede encontrar las ecuaciones para los años 2000, 2010, 2020, 2030 y 2040, dividiendo los parámetros a y b de la ecuación en partes iguales. Mediante este procedimiento se determinaron

los siguientes resultados:

Año	PARAMETRO DE LA ECUACION	
	a	b
1990	-4,6686	1,5533
2000	-3,9405	1,4613
2010	-3,2248	1,3690
2020	-2,5063	1,3690
2030	-1,7882	1,1843
2040	-1,0681	1,0923
2050	-0,348	1,0000

Las líneas principales de cada provincia para el año 2010 se podrán calcular mediante la ecuación:

$$\text{Log LP} = -3,2284 + 1,3690 \text{ Log P} \quad (3.11)$$

Este método da resultados más confiables si es aplicado en forma independiente tanto para la población concentrada como para la población dispersa de cada una de las provincias.

Al aplicar el método descrito, considerando solamente la población concentrada de cada una de las provincias se obtuvo la siguiente ecuación para el año 2010:

$$\text{Log LP} = -1,5858 + 1,1227 \text{ Log P} \quad (3.12)$$

Con esta ecuación se calcula para cada provincia las líneas principales en servicio para el año 2010. Los resultados para las provincias de Azuay y Cañar fueron:

Provincia del Azuay

-Población concentrada : 499478

-Líneas principales : 65451

-Densidad telefónica : 13.10

Valores ajustados

-Líneas principales : 73858

-Densidad telefónica : 14.79

Provincia del Cañar

Población concentrada : 103122

-Líneas principales : 11299

-Densidad telefónica : 10.80

Valores ajustados

-Líneas principales : 12750

-Densidad telefónica : 12.19

Los valores encontrados fueron ajustados de tal forma que la densidad telefónica a nivel nacional sea 13.

Para la relación entre líneas principales y población dispersa se considera los siguientes supuestos:

-La densidad telefónica de líneas principales en servicio para la población dispersa nacional para el año 1990 es de 0.3.

-Para el año 2050, la densidad telefónica para la población dispersa es aproximadamente igual a una cuarta parte de la que se obtendrá para la población concentrada.

-La penetración telefónica aumentará en forma regular en los próximos 60 años.

La ecuación que relaciona las variables líneas principales y la población dispersa es de la forma:

$$\log LP = a + b \log P$$

LP : Líneas principales

P : Población

Para una densidad de 0.3 en el año 1990

$$a = -2,3229 \text{ y } b = 1$$

Para una densidad de 12 en el año 2050

$$a = -0,3229 \text{ y } b = 1$$

Determinados los parámetros de las ecuaciones para los años 1990 y 2050, se puede determinar la ecuación para el año

Provincia

2010.

Población

b) siempre es igual a 1

a) variará así:

Valores

Año Valor de a

1990

-2,5229

1995

-2,3192

2000

-2,1319

2005

-1,9398

2010

-1,8015

.

.

.

.

.

.

2050

-0,9186

Entonces la ecuación para el año 2010 es:

Entonces la ecuación para el año 2010 es:

$$\log LP = -1,8015 + \log P. \quad (3.13)$$

Aplicando la ecuación para las provincias de

Agua y Cañar se obtienen los siguientes

resultados:

para Agua

Provincia del Cañar

Población dispersa : 172339

Líneas principales : 2746

Densidad telefónica : 1,59

Valores ajustados

Líneas principales : 3073

Densidad telefónica : 1,78

Provincia del Azuay

Población dispersa : 296583

Líneas principales : 4723

Densidad telefónica : 1.59

Valores ajustados

Líneas principales : 5285

Densidad telefónica : 1.78

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

$$f = \frac{2'259.270}{1'926.330 + 73.748}$$

1'926.330 es el número de líneas principales para la población concentrada.

73.748 es el número 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 de 13.

Con los principios básicos descritos en anteriormente se determinó la demanda telefónica tanto para la población concentrada como dispersa de las provincias de Cañar y Azuay para el periodo 1985-2010.

Segunda telefónica para la provincia de Cañar

Año	1985	1990	1995	2000
Población dispersa :	61910	70532	79713	88350
Líneas principales :	1314	3205	4631	6564
Densidad :	2.12	4.54	5.81	7.43
Población concentr.	132865	142832	152117	159548
Líneas principales :	-----	428	715	1165
Densidad :	-----	0.3	0.47	0.73
Población total :	194775	213364	231830	247898
Líneas principales :	1314	3633	5346	7729
Densidad :	0.67	1.7	2.31	3.12
Líneas de central :	1445	3996	5881	8502

Segunda telefónica para la provincia de Azuay

Año	1985	1990	1995	2000
Población concentr. :	230812	277813	331164	386828
Líneas principales :	15034	21978	30600	41777
Densidad :	6.51	7.91	9.24	10.8
Población dispersa :	270779	284894	295481	300263
Líneas principales :	-----	855	1389	2192
Densidad :	-----	0.3	0.47	0.73
Población total :	501591	562725	626645	687091
Líneas principales :	15034	22833	31989	43969
Densidad :	3	4.06	5.1	6.4
Líneas de central :	16537	25116	33186	48365

2.2.2 Segunda a nivel cantonal

Analizando los datos de líneas principales y población concentrada a nivel cantonal, se ha podido determinar en general que un cantón con mayor número de habitantes que otro tiene un número mayor de líneas principales.

La relación entre variables líneas principales y población concentrada es buena y se puede expresar mediante una ecuación de la forma:

$$\text{Log LP} = a + b \log P.$$

en donde LP representa líneas principales y P es la población concentrada.

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

$$\text{Log LP} = a + b \log P \text{ considerando las condiciones siguientes:}$$

Ecuación 1 (alternativa 1):

Se consideran los datos de todos los cantones.

Ecuación 2 (alternativa 2)

Se consideran los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1990 tienen una densidad telefónica $>$ que 5 (este valor de 5 corresponde a la densidad telefónica nacional en 1990) pero sin incluir los cantones cuyas cabeceras cantonales son capitales provinciales.

Ecuación 3 (alternativa 3)

Se consideran los cantones cuyas cabeceras cantonales tienen en 1990 una densidad mayor que 5.

Ecuación 4 (alternativa 4)

Se consideran los cantones cuyas cabeceras cantonales son capitales provinciales.

Los resultados fueron:

Alternativas:

$$1. \text{ Log LP} = -2,1030 + 1,1537 \text{ Log P} \quad (3.14)$$

$$2. \text{ Log LP} = -1,4742 + 1,0456 \text{ Log P} \quad (3.15)$$

$$3. \text{ Log LP} = -1,7023 + 1,1060 \text{ Log P} \quad (3.16)$$

$$4. \text{ Log LP} = -1,7761 + 1,1287 \text{ Log P} \quad (3.17)$$

Con estas ecuaciones y siguiendo el mismo método empleado a nivel provincial, se determinaron las siguientes ecuaciones para

el año 2010.

Alternativas:

$$1. \text{ Log LP} = -1,5180 + 1,1025 \text{ Log P} \quad (3.18)$$

$$2. \text{ Log LP} = -1,0988 + 1,0304 \text{ Log P} \quad (3.19)$$

$$3. \text{ Log LP} = -1,2510 + 1,0707 \text{ Log P} \quad (3.20)$$

$$4. \text{ Log LP} = -1,3001 + 1,0858 \text{ Log P} \quad (3.21)$$

Para los cantones de Azuay y Dañar se determinó, utilizando la alternativa apropiada, los valores de líneas principales y densidad telefónica para el año 2010.

Para relacionar la alternativa más apropiada para cada uno de los cantones, se ha dividido los cantones en cuatro categorías dependiendo del valor de densidad telefónica en el año 1990, así:

Categoría 1 : corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1990 tienen una densidad telefónica $0 < D < 2$.

Categoría 2 : corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1990 tienen una densidad telefónica $2 < D < 5$.

Categoría 3 : corresponde a los cantones

Provincia del Cañar
 Resultado Parcial
 Cuyas cabeceras cantonales
 en 1990 tienen una densidad
 telefónica D>5.

Categoría 4 : corresponde a los cantones
 cuyas cabeceras cantonales
 son capitales provinciales.

Los valores parciales fueron ajustados de
 tal forma que el valor total a nivel
 provincial coincida con los valores
 determinados a nivel provincial.

Provincia del Cañar

Resultado Parcial

Cantón	Población	Líneas Princip.	Densidad Telefónica	Tipo de Cantón
Albarracín	34982	4301	12.29	4
Albarracín	8726	916	10.50	2
Cañar	35129	3846	10.95	2
La Troncal	24285	2629	10.83	2
Total	103122	11692	10.83	

Resultado Final

Cantón	Población	Líneas Princip.	Densidad Telefónica	Tipo de Cantón
Albarracín	34982	4690	13.41	4
Albarracín	8726	999	11.45	2
Cañar	35129	4194	11.94	2
La Troncal	24285	2867	11.81	2
Total	103122	12750	12.36	

Provincia del Azuay

Resultado Parcial

Cantón	Población	Líneas Princip.	Densidad Telefónica	Tipo de Cantón
Cuenca	449432	68796	15.31	4
Albino	7671	802	10.43	2
Bañosco	20075	2161	10.76	2
Pasto	6880	721	10.48	3
San Isabel	5446	563	10.34	2
Alpuz	9975	1051	10.54	2
Total	499479	74094	14.83	

Resultado Final

Cantón	Población	Líneas Princip.	Densidad Telefónica	Tipo de Cantón
Cuenca	449432	68577	15.26	4
Albino	7671	752	10.42	2
Bañosco	20075	2154	10.73	2
Pasto	6880	719	10.45	3
San Isabel	5446	561	10.30	2
Alpuz	9975	1048	10.51	2
Total	499479	73859	14.79	

Tomando en cuenta los resultados del estudio a nivel provincial para la población dispersa en cuanto al número de líneas principales, éstas se las ha distribuido de tal forma que todos los cantones en el año 2010 tengan una densidad igual y con un

valor aproximado de 1,78.

Los resultados para Azuay y Cañar son:

Provincia del Cañar

Cantón	Población	Líneas Principales	Densidad Telefónica
Albarracín	54360	969	1,78
Albino	23893	426	1,78
Cañar	77898	1389	1,78
San Francisco	16248	290	1,78
Total	172339	3073	1,78

Provincia del Azuay

Cantón	Población	Líneas Principales	Densidad Telefónica
Albino	32009	570	1,78
Albino	35149	626	1,78
Santa Isabel	32938	587	1,78
Albino	17332	309	1,78
Total	296584	5285	1,78

Tabla Resumida 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 1985-1990, se estableció tres ecuaciones de la forma:

$$\log LP = a + b \log P.$$

Ecuación 1 (alternativa 1)

Esta ecuación se la ha determinado en base al estudio de demanda realizado para el proyecto de telecomunicaciones rurales.

Ecuación 2 (alternativa 2)

Se consideran los datos de todas las cabeceras cantonales.

Ecuación 3 (alternativa 3)

Se consideran los datos de todas las cabeceras cantonales que en 1990 tienen una densidad telefónica mayor que 5.

Ecuación 4 (alternativa 4)

Se consideran los datos de todas las cabeceras cantonales que corresponden a capitales provinciales.

Las ecuaciones son las siguientes:

Alternativas:

$$1. \log LP = -1,5229 + \log P \quad (3.22)$$

$$2. \log LP = -0,8879 + 0,8955 \log P \quad (3.23)$$

$$3. \log LP = -1,1278 + 1,0028 \log P \quad (3.24)$$

$$4. \log LP = -1,4467 + 1,0571 \log P \quad (3.25)$$

Alternativa 5

Con estas ecuaciones y siguiendo el mismo

método empleado a nivel provincial, se determinaron las siguientes ecuaciones para el año 2010:

Alternativas:

$$1. \log LP = -1,1313 + \log P \quad (3.26)$$

$$2. \log LP = -0,7079 + 0,9303 \log P \quad (3.27)$$

$$3. \log LP = -0,8679 + 1,0019 \log P \quad (3.28)$$

$$4. \log LP = -1,0805 + 1,0501 \log P \quad (3.29)$$

Se determinó, para las provincias de Azuay y Cañar, utilizando la alternativa más apropiada, los valores de líneas principales y densidad telefónica para el año 2010.

Para asignar la alternativa más apropiada para cada una de las cabeceras cantonales y parroquiales, estas se las ha dividido en cuatro tipos dependiendo del valor de la densidad telefónica en el año 1990, así:

Tipo 1: en 1990 tienen una densidad telefónica $0 < D < 2$.

Tipo 2: en 1990 tienen una densidad telefónica $2 < D < 5$.

Tipo 3: en 1990 tienen una densidad telefónica $D > 5$.

Tipo 4: corresponde a las cabeceras cantonales que son capitales provinciales:

Para la determinación año por año de la demanda telefónica a nivel parroquial de la población concentrada, se considera lo siguiente:

-Se aplican los principios básicos utilizados en el estudio a nivel nacional, estos en forma resumida son:

Para el período 1985-1990, se establecen los valores de densidad telefónica conforme a la programación del plan de desarrollo 1985-1990.

Desde el año 1990 hasta el año 2010 la densidad telefónica variará de acuerdo a una ecuación del tipo:

$$D = \frac{X}{Z - 1990} - 1$$

10

$$X = \log D2 - \log D1$$

$$Z = \text{año 2010}$$

D2 = Densidad telefónica de cada cabecera parroquial o cantonal para el año 2010.

2.2. Determinación de los pueblos que justifiquen tener servicio telefónico

Para fines de esta tesis, el término telecomunicaciones rurales se refiere a situaciones en las que existe una interacción entre varios factores que dificultan el establecimiento de servicios de telecomunicaciones. Tales situaciones no se limitan a zonas o regiones con población dispersa.

Una zona rural consta generalmente de poblados, ranchos y pequeñas ciudades dispersos y presenta una o varias de las siguientes características:

- a) escasez o ausencia de servicios públicos, como, por ejemplo, un abastecimiento de electricidad fiable, agua, carreteras de acceso y transportes regulares;
- b) condiciones de vida sencillas (la preocupación primordial de los habitantes es la supervivencia y sus necesidades básicas); puede escasear el personal técnico calificado local;
- c) condiciones topográficas (por ejemplo, existencia de lagos, de desiertos, de zonas nevadas o montañosas);
- d) en algunas zonas, condiciones tropicales,

subtropicales y otras situaciones
climáticas rigurosas que imponen exigencias
críticas para asegurar la vida útil y el
mantenimiento necesario del equipo;

se puede considerar que la necesidad de
telecomunicaciones tiene una motivación
social y que éstas sólo son económicas en un
sentido más amplio. Por su limitado régimen
económico, una instalación rural individual
a las mejoras que en ella se hagan pueden no
ser rentables, pero son necesarias para el
bienestar económico y social global de la
zona rural de que se trate;

una distribución escasa y dispersa de la
población, con viviendas relativamente aisladas
y provisionales;

escasez o ausencia de servicios sanitarios y
de educación entorpecidos actualmente por la
falta de telecomunicaciones;

una actividad económica limitada a las
actividades básicas, como la agricultura, la
pesca o las industrias domésticas.

La finalidad de telecomunicaciones rurales es el
establecimiento de comunicaciones en zonas rurales
mediante servicios con una calidad apropiada.

En esta tesis, la zona rural a la que ha de darse servicio serán solamente las parroquias rurales de las provincias de Azuay y Cañar.

Con los datos de población concentrada de cada una de las cabeceras cantonales, y parroquiales que constan en el documento "Proyección de la población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial 1985-2010" y aplicando los principios antes mencionados, se calculan las líneas principales para cada una de las cabeceras cantonales y parroquiales durante el período 1985-2010.

Las cabeceras cantonales y parroquiales que no fueron contempladas ni en el plan de desarrollo ni en el plan de reubicación de centrales, dispondrán de por lo menos en el año 1990 de una línea principal. En estos casos la línea principal puede ser un arroyo, un enlace HF, línea física, etc.

Región (población tipo 4)

	# población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	27.113	5,73	981	49,05	69
1990	38.806	7,51	1491	74,55	90
2000	55.405	11,22	3123	156,15	176
2010	74.870	13,93	4189	209,45	230

Región (población tipo 1)

	# población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	387	0,33	1	0,05	1
1990	349	0,31	1	0,05	1
2000	326	1,46	5	0,25	2
2010	343	7,35	23	1,15	5

Salas (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	489	0,20	1	0,05	1
1990	509	0,20	1	0,05	1
2000	520	1,16	6	0,3	2
2010	499	7,42	37	1,05	6

Super (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	863	-	-	-	-
1990	897	0,11	1	0,05	1
2000	918	0,87	8	0,4	3
2010	680	7,39	65	3,25	8

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	637	0,16	1	0,05	1
1990	663	0,15	1	0,05	1
2000	678	1,01	7	0,35	3
2010	650	7,39	63	3,25	8

San Fernando (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	428	0,23	1	0,05	1
1990	445	0,22	1	0,05	1
2000	455	1,23	6	0,30	3
2010	436	7,33	32	1,60	5

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	625	0,16	1	0,05	1
1990	650	0,15	1	0,05	1
2000	665	1,02	7	0,35	3
2010	637	7,38	32	1,60	5

Rivera (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	388	0,26	1	0,05	1
1990	404	0,25	1	0,05	1
2000	413	1,29	5	0,25	2
2010	396	7,33	29	1,45	5

San Miguel (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	337	0,30	1	0,05	1
1990	330	0,29	1	0,05	1
2000	358	1,38	5	0,25	2
2010	343	7,28	25	1,25	5

San Juan (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	149	0,67	1	0,05	1
1990	155	0,65	1	0,05	1
2000	158	2,07	3	0,15	2
2010	152	7,24	11	0,55	3

San José (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	595	0,17	1	0,05	1
1990	619	0,16	1	0,05	1
2000	633	1,05	7	0,35	3
2010	606	7,42	45	2,25	7

Total del Cantón Azogues

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	21.932	4,51	990	49,50	63
1990	24.586	6,04	1501	75,05	90
2000	30.528	8,36	2551	127,55	146
2010	34.982	13,01	4551	227,55	246

San Mateo (población tipo 2)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	3.818	0,08	3	0,15	2
1990	4.508	3,31	144	7,45	14
2000	6.025	6,26	377	18,85	28
2010	7.671	10,51	866	40,30	53

San Rafael (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	210	0,48	1	0,05	1
1990	203	0,44	1	0,05	1
2000	203	1,93	5	0,25	2
2010	207	7,48	20	1,00	5

San. De Sago (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	171	-	-	-	-
1990	185	0,54	1	0,05	1
2000	206	2,12	4	0,20	2
2010	218	7,34	16	0,80	4

San. de Sago (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	447	0,22	1	0,05	1
1990	483	0,21	1	0,05	1
2000	539	1,31	7	0,35	3
2010	570	7,37	42	2,10	6

Total del Cantón Biblian

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	4.646	0,11	5	0,25	2
1990	5.402	2,81	152	7,60	14
2000	7.024	5,60	393	19,65	29
2010	8.726	10,13	884	44,20	57

San. de Sago (población tipo 2)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	12.680	1,92	243	12,15	20
1990	15.372	4,85	745	37,25	50
2000	21.391	7,65	1636	81,80	97
2010	27.298	12,08	3297	164,85	185

San. de Sago (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	310	0,32	1	0,05	1
1990	342	0,29	1	0,05	1
2000	408	1,65	7	0,35	3
2010	470	9,37	44	2,20	7

San. de Sago (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	235	-	-	-	-
1990	246	0,41	1	0,05	1
2000	293	1,94	6	0,30	3
2010	378	9,30	31	1,55	5

General Morales (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	175	0,57	1	0,05	1
1990	193	0,52	1	0,05	1
2000	230	2,21	5	0,25	2
2010	265	7,54	20	1,00	4

Guadalupe (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	738	0,14	1	0,05	1
1990	814	0,12	1	0,05	1
2000	970	1,07	10	0,50	3
2010	1117	5,34	104	5,20	11

General Vasquez (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	361	0,28	1	0,05	1
1990	398	0,25	1	0,05	1
2000	474	1,52	7	0,35	3
2010	546	9,22	50	2,50	7

Agua Blanca (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	310	-	-	-	-
1990	342	0,29	1	0,05	1
2000	408	1,65	7	0,35	3
2010	470	9,37	44	2,20	6

General (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	114	-	-	-	-
1990	126	0,60	1	0,05	1
2000	150	2,75	4	0,20	2
2010	172	9,48	16	0,80	4

La Pradera (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	14,096	0,64	90	4,50	10
1990	15,345	4,79	745	37,25	50
2000	18,552	7,68	1422	71,10	86
2010	21,531	12,29	2622	131,11	150

Barrio J. Calle (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1550	-	-	-	-
1990	1710	0,06	1	0,05	1
2000	2037	0,74	15	0,75	4
2010	2346	9,27	217	10,85	18

Barrio Negro (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	402	-	-	-	-
1990	443	0,23	1	0,05	1
2000	528	1,45	8	0,40	3
2010	608	9,30	57	2,85	7

Barrio Antonio (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	248	-	-	-	-
1990	273	0,37	1	0,05	1
2000	326	1,85	6	0,30	3
2010	375	9,39	35	1,75	5

Barrio (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	657	0,15	1	0,05	1
1990	725	0,14	1	0,05	1
2000	864	1,14	10	0,50	3
2010	995	7,44	74	3,70	9

Barrio (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1.952	0,11	2	0,10	2
1990	2.042	3,67	73	3,75	9
2000	2.433	7,22	176	8,80	16
2010	2.902	14,18	397	19,85	29

Barrio (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	196	0,54	1	0,05	1
1990	206	0,49	1	0,05	1
2000	345	2,13	5	0,25	1
2010	402	9,36	26	1,30	5

Total de los Cantones del Cañar y La Troncal

Pop.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	33.903	1,01	341	17,05	26
1990	38.777	4,07	1577	78,85	94
2000	49.278	6,75	3324	166,20	186
2010	59.411	9,45	5617	280,85	

Provincia del Azuay

Barro (población tipo 2)

Pop.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	3.059	1,63	50	2,50	7
1990	3.350	4,45	149	7,45	14
2000	3.903	7,06	276	13,80	22
2010	4.478	10,90	488	24,40	35

Barro (población tipo 1)

Pop.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	194	0,52	1	0,05	1
1990	198	0,50	1	0,05	1
2000	198	1,93	4	0,20	2
2010	195	7,17	14	0,70	4

Barro (población tipo 1)

Pop.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	122	0,82	1	0,05	1
1990	125	0,80	1	0,05	1
2000	125	2,46	3	0,15	2
2010	123	7,32	9	0,45	3

Barro (población tipo 1)

Pop.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	208	0,35	1	0,05	1
1990	204	0,34	1	0,05	1
2000	208	1,59	5	0,25	3
2010	200	7,24	21	1,05	4

San Mateo (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	248	0,40	1	0,05	1
1990	253	0,40	1	0,05	1
2000	253	1,71	4	0,20	2
2010	249	7,22	16	0,90	4

San Mateo (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	671	-	-	-	-
1990	685	0,15	1	0,05	1
2000	686	1,05	7	0,35	3
2010	675	7,40	50	2,50	7

San Mateo (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	448	-	-	-	-
1990	457	0,22	1	0,05	1
2000	458	1,28	6	0,30	3
2010	451	7,32	33	1,65	6

San Fernando (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1,021	0,08	1	0,05	1
1990	1,225	4,08	50	2,50	7
2000	1,228	7,07	87	4,35	10
2010	1,208	11,92	144	7,20	34

Turkey del Cantón Girón

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	6,231	0,88	55	2,75	7
1990	6,987	3,11	205	10,25	18
2000	7,148	5,48	392	19,60	29
2010	7,671	10,13	777	38,85	51

San Mateo (población tipo 2)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	7,883	1,40	110	5,50	12
1990	8,444	2,37	224	11,20	19
2000	12,112	5,15	675	33,75	45
2010	16,742	9,94	1667	84,35	100

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1.268	0,08	1	0,05	1
1990	1.336	0,07	1	0,05	1
2000	1.416	0,79	11	0,55	3
2010	1.395	7,38	103	5,15	11

Sancti Cordova Toral (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	288	0,35	1	0,05	1
1990	303	0,33	1	0,05	1
2000	321	1,64	5	0,25	2
2010	317	7,26	23	1,15	5

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	264	-	-	-	-
1990	278	0,36	1	0,05	1
2000	295	1,71	5	0,25	2
2010	290	7,23	21	1,05	4

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	161	0,62	1	0,05	1
1990	170	0,59	1	0,05	1
2000	180	2,20	4	0,20	2
2010	178	7,32	13	0,65	3

Sancti Spiritus (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	360	0,28	1	0,05	1
1990	379	0,26	1	0,05	1
2000	402	1,47	6	0,30	3
2010	386	7,32	29	1,45	5

Sancti Spiritus Toral (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	10	-	-	-	-
1990	17	2,72	1	0,05	1
2000	39	4,09	2	0,10	2
2010	38	7,81	3	0,15	2

San Juan (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	347	0,29	1	0,05	1
1990	365	0,27	1	0,05	1
2000	387	1,50	6	0,30	2
2010	382	7,34	28	1,40	3

San José (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	95	-	-	-	-
1990	100	1	1	0,05	1
2000	106	2,94	3	0,15	2
2010	104	7,66	8	0,40	3

Total del Cantón Gualaceo

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	10.679	1,08	115	5,73	12
1990	12.412	1,17	212	10,60	16
2000	16.257	4,41	717	35,85	47
2010	20.075	9,54	1915	95,75	117

Paute (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	2.695	3,71	100	5	11
1990	3.005	6,19	166	9,30	17
2000	3.594	8,96	322	16,10	25
2010	5.979	13,77	546	27,40	38

Padua (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	78	-	-	-	-
1990	81	1,24	1	0,05	1
2000	83	2,94	2	0,10	2
2010	81	7,41	6	0,30	3

Salas (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	221	0,45	1	0,05	1
1990	229	0,44	1	0,05	1
2000	236	1,75	4	0,20	2
2010	229	7,41	17	0,85	4

Alcalá (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	195	-	-	-	-
1996	202	0,50	1	0,05	1
1997	206	1,86	4	0,20	2
1998	202	7,41	15	0,75	4

Castellón (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	787	0,13	1	0,05	1
1996	817	0,12	1	0,05	1
1997	842	0,93	8	0,40	3
1998	819	7,45	61	3,05	8

Guernica (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	237	0,42	1	0,05	1
1996	246	0,41	1	0,05	1
1997	253	1,67	4	0,20	2
1998	246	7,31	18	0,90	4

Valencia (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	388	0,26	1	0,05	1
1996	403	0,25	1	0,05	1
1997	415	1,32	5	0,25	2
1998	404	7,43	50	1,50	5

Valencia (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	217	0,46	1	0,05	1
1996	226	0,44	1	0,05	1
1997	232	1,77	4	0,20	2
1998	226	7,52	17	0,85	4

Valencia (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1995	138	-	-	-	-
1996	132	0,76	1	0,05	1
1997	136	2,32	3	0,15	2
1998	133	7,54	10	0,50	3

Sevilla de Oro (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	397	0,25	1	0,05	1
1000	412	0,24	1	0,05	1
1000	424	1,92	5	0,25	2
1000	413	7,27	30	2,00	6

Manabita (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	143	0,70	1	0,05	1
1000	148	0,68	1	0,05	1
1000	153	2,17	3	0,15	1
1000	148	7,14	11	0,55	3

Total del Cantón Paute

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	5,484	1,95	107	5,35	11
1000	5,899	3,32	196	9,80	17
1000	6,577	5,53	364	18,20	28
1000	6,880	11,09	763	38,15	51

Santa Isabel (población tipo 2)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	2,538	0,01	1	0,05	1
1000	2,758	2,72	73	3,65	9
1000	3,097	5,70	177	8,85	16
1000	3,209	11,16	358	17,90	27

Santa Calderón (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	339	0,26	1	0,05	1
1000	377	0,27	1	0,05	1
1000	401	1,46	6	0,30	3
1000	402	7,46	30	1,50	5

Santa Fátima (población tipo 1)

Alt.	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	792	0,13	1	0,05	1
1000	805	0,12	1	0,05	1
1000	888	0,98	9	0,45	3
1000	890	7,42	66	3,30	8

Carmen de Pijili (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	63	-	-	-	-
1990	67	1,50	1	0,05	1
2000	71	3,36	2	0,10	2
2010	71	7,04	5	0,25	2

Esora (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	595	0,17	1	0,05	1
1990	628	0,18	1	0,05	1
2000	663	1,12	7	0,35	3
2010	667	7,02	47	2,35	7

Magü (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	183	0,66	1	0,05	1
1990	193	0,52	1	0,05	1
2000	205	2,01	4	0,20	2
2010	206	7,29	15	0,75	4

Total del Cantón Santa Isabel

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	4,329	0,11	8	0,25	2
1990	4,858	1,65	60	3,00	6
2000	5,330	3,85	200	10,00	16
2010	5,445	9,60	523	26,15	37

Magü (población tipo 2)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	3,545	1,11	50	2,50	7
1990	4,330	4,30	165	9,25	17
2000	4,204	6,92	429	21,45	31
2010	5,013	10,47	839	41,95	55

Carmen (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	437	0,23	1	0,05	1
1990	440	0,23	1	0,05	1
2000	426	1,34	6	0,30	3
2010	374	7,484	26	1,40	5

San Bartolomé (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	722	-	-	-	-
1990	722	0,14	1	0,05	1
2000	700	1,04	7	0,35	3
2010	619	7,43	46	2,30	7

San Bartolomé (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	236	0,42	1	0,05	1
1990	238	0,42	1	0,05	1
2000	232	1,82	4	0,20	2
2010	203	7,40	15	0,75	4

San Bartolomé (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	143	0,70	1	0,05	1
1990	144	0,69	1	0,05	1
2000	140	2,33	3	0,10	2
2010	122	7,36	9	0,45	3

San Bartolomé (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	510	0,20	1	0,05	1
1990	515	0,19	1	0,05	1
2000	500	1,23	6	0,30	3
2010	437	7,32	32	1,60	5

San José de Raranga (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	241	-	-	-	-
1990	243	0,41	1	0,05	1
2000	236	1,79	4	0,20	2
2010	306	7,27	15	0,75	4

Total del Cantón Sigsig (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1985	5.931	0,93	54	2,70	7
1990	6.678	2,69	192	9,60	17
2000	8.447	5,13	459	22,95	33
2010	9.973	9,86	984	49,20	63

Tabla 1 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	1.636	0,06	1	0,05	1
1000	1.752	0,06	1	0,05	1
1000	1.896	0,67	13	0,65	4
1000	1.907	7,39	140	7	14

Tabla 2 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	1.209	0,08	1	0,05	1
1000	1.294	0,08	1	0,05	1
1000	1.401	0,77	11	0,55	3
1000	1.409	7,39	103	5,15	11

Tabla 3 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	137	-	-	-	-
1000	147	0,68	1	0,05	1
1000	159	2,27	4	0,20	2
1000	160	7,40	12	0,60	3

Tabla 4 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	301	0,20	1	0,05	1
1000	337	0,18	1	0,05	1
1000	381	1,19	7	0,35	3
1000	384	7,40	43	2,15	6

Tabla 5 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	1.301	0,09	1	0,05	1
1000	1.372	0,09	1	0,05	1
1000	1.560	0,82	10	0,50	3
1000	1.567	7,39	56	4,50	10

Tabla 6 (población tipo 1)

Altura	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1000	337	-	-	-	-
1000	377	0,18	1	0,05	1
1000	446	1,23	6	0,50	3
1000	449	1,15	6	0,40	3

Millares (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	634	-	-	-	-
1990	893	0,12	1	0,05	1
2000	966	0,90	9	0,45	3
2010	972	7,39	72	3,60	9

Millas (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	304	-	-	-	-
1990	326	0,31	1	0,05	1
2000	353	1,51	6	0,30	3
2010	355	7,39	24	1,20	5

Millares Cordero (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	273	-	-	-	-
1990	292	0,34	1	0,05	1
2000	316	1,60	5	0,25	2
2010	318	7,32	35	1,75	6

Millas (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	403	-	-	-	-
1990	432	0,23	1	0,05	1
2000	467	1,30	6	0,30	3
2010	470	7,39	32	1,60	5

Millares (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	127	-	-	-	-
1990	136	0,74	1	0,05	1
2000	148	2,34	4	0,20	2
2010	149	7,39	11	0,55	3

Millares (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1.635	-	-	-	-
1990	1.751	0,06	1	0,05	1
2000	1.895	0,67	13	0,65	4
2010	1.905	7,39	140	7,00	14

San Joaquín (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	870	-	-	-	-
1990	932	0,11	1	0,05	1
2000	1.008	0,90	9	0,45	3
2010	1.014	7,39	75	3,75	9

Santa Rosa (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	386	-	-	-	-
1990	306	0,33	1	0,05	1
2000	331	1,56	5	0,25	2
2010	333	7,39	25	1,25	5

San José (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	1.013	-	-	-	-
1990	1.085	0,09	1	0,05	1
2000	1.174	0,82	10	0,50	3
2010	1.181	7,39	25	1,25	5

San Juan (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	297	-	-	-	-
1990	318	0,31	1	0,05	1
2000	344	1,51	5	0,25	2
2010	346	7,39	41	2,05	6

San Marcos (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	479	-	-	-	-
1990	513	0,19	1	0,05	1
2000	555	1,22	7	0,35	3
2010	558	7,32	41	2,05	6

San Miguel (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	278	-	-	-	-
1990	298	0,34	1	0,05	1
2000	322	1,78	6	0,30	3
2010	324	7,39	24	1,20	5

San... (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	650	-	-	-	-
1990	695	0,14	1	0,05	1
2000	753	1,02	7	0,35	3
2010	757	7,39	50	2,80	7

Valle... (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	457	-	-	-	-
1990	489	0,20	1	0,05	1
2000	530	1,13	6	0,30	3
2010	533	7,32	39	1,95	6

Victoria de Portete... (población tipo 1)

	población	densidad	L.P.	erlangs	# circuitos
1980	336	-	-	-	-
1990	360	0,27	1	0,05	1
2000	390	1,44	6	0,30	3
2010	392	7,32	39	1,45	5

2.2.2 Determinación del tráfico telefónico de los pueblos

Resumen

La capacidad del equipo de conmutación y la cantidad de líneas vienen determinados por el número medio de llamadas por línea de abonado y la duración media de las mismas, en la hora cargada.

Los valores de intensidad de tráfico por línea de abonado dependen de la categoría de este (abonado privado, abonado comercial, organismo estatal, abonado de previo pago), de la densidad de abonos y de la población, de la política de servicios y de la cantidad de servicios.

servicios ofrecida.

El paso de la explotación manual a explotación automática dará lugar a un considerable aumento de llamadas.

La población de las zonas rurales depende de servicios vecinos más grandes para satisfacer sus necesidades cotidianas, es decir que en aquellas el porcentaje que representa el tráfico a larga distancia con relación al tráfico total es mayor que en las zonas urbanas. En muchos casos, el número de llamadas a larga distancia puede incluso superar al de llamadas locales.

El tiempo medio de ocupación del equipo depende del tipo de tráfico (local, a corta distancia, a larga distancia), del comportamiento del abonado (el abonado se acerca, marca un número equivocado, marca un número lentamente, el número marcado se halla ocupado, etc.) y de la calidad de servicio (conmutaciones erróneas, averías de la línea, todos los canales ocupados, etc.) y varía generalmente entre 45 y 120 segundos, o en casos extremos entre 20 y 150 segundos. Este valor es inferior en el caso de las redes sobrecargadas. Es típico un valor de unos 60 segundos, valor medio para el tráfico entrante y saliente.

la intensidad de tráfico total (saliente y entrante) referida a cada abonado varía considerablemente entre 0.01 y 0.10 erlangas por abonado, según su categoría. Sin embargo, en casos excepcionales estos valores pueden ser considerablemente mayores (p. ej., unos 0.3 erlangas por abonado); un valor de 0.05 erlangas por abonado supone unas 15 llamadas entrantes y salientes por abonado por día. Los valores típicos para todos los sistemas atendidos por una central varían entre 4 y 6 erlangas por cada 100 abonados aproximadamente en las zonas rurales. Naturalmente, deberán utilizarse valores locales cuando se disponga de ellos.

Para el dimensionamiento del equipo es necesario establecer un valor admisible de pérdida B (grado de servicio). La siguiente información puede servir como guía de orientación.

	Valor de pérdida B (grado de servicio) aproximado.		
Caudal dentro de la central	de 0,001 a 0,02		
Caudal saliente	0,005	Sin haces de circuitos de	enlace
Caudal entrante			
Caudal de circuitos de enlace	de 0,005 a 0,		

El grado de servicio global para una conexión de larga distancia podría asumir un valor de B entre 0,04 y 0,07 sin que el abonado experimente dificultades, especialmente por ser mucho más probable que no se establezca la conexión por otras razones (abonado ocupado o no contesta). Pero a esto, generalmente se prevén valores inferiores por razones de seguridad.

Los lazos de circuitos de enlaces dimensionados por defecto dan lugar a casos frecuentes de ocupación de todos los enlaces. Esto significa que los abonados deben repetir demasiado a menudo sus intentos de llamada, lo cual produce a su vez una carga mayor, particularmente del equipo de central de control. Aun cuando el abonado puede aguardar a que se desocupe un registrador, estos pueden dimensionarse según tablas de pérdidas del sistema para simplificar. Para una comprobación aproximada respecto las tablas de demora del sistema se adopta la siguiente orientación: menos del 1% al 2% de los abonados tendrán que esperar más de 3 a 5 segundos hasta recibir el tono de invitación a hablar.

Para el cálculo de nuestra red utilizaremos un valor de pérdida B de 0,01 y una intensidad de tráfico de cada abonado de 0,05 Erlangs.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LOS ENLACES ENTRE LOS PUEBLOS

Se estudian aquí las características de los sistemas y los modos de transmisión más adecuados para las comunicaciones rurales. En muchos casos los sistemas ya utilizados de manera general en las redes de comunicaciones pueden emplearse también en las redes rurales.

En la planificación de una red rural de comunicaciones las Administraciones han de resolver el problema de la elección del sistema de transmisión más adecuado para suministrar las conexiones telefónicas rurales. Dentro de las condiciones particulares de la zona, las condiciones a tener en cuenta son, entre otras, el clima, la densidad de población y su distribución geográfica, y el nivel de desarrollo económico.

Se utilizarán los siguientes tipos de sistemas de transmisión:

- a) Líneas aéreas de hilo desnudo;
- b) Líneas por cable, incluidos los sistemas de distribución de líneas de abonado;
- c) Líneas radioeléctricas (por ondas decimétricas, centimétricas o milimétricas).

PERFIL DEL TRAYECTO ENTRE LOS PUEBLOS QUE TENGAN
UNA DE VISTA CON LAS REPETIDORAS O CENTRALES
TELEFONICAS ALEDANAS.

Perfil del trayecto

Un perfil de trayecto se entiende la sección
vertical de la superficie de la tierra a lo largo
del trayecto cruzado por un haz de radio de un
punto a otro. El perfil de la tierra tiene que ser
mostrado a escala, tomando en cuenta las escalas y
altitudes. Todas las elevaciones y obstáculos,
naturales o artificiales, los cuales pueden afectar
las alturas de las antenas tienen que ser mostradas
tal y como sea posible. También, áreas
pantanosas, lagos, etc deben ser mostradas claramente,
ya que estas pueden causar reflexiones o indicar
otras dificultades de propagación.

Debido a refracciones en la atmósfera, las ondas de
radio viajando paralelamente a la tierra no siguen
una línea recta. En su lugar, el haz de radio es
curvado, hacia abajo levemente normalmente, lo cual
hace las longitudes de trayecto algo más largas.

Normalmente, este efecto de inclinación se
compensa por un factor de corrección k , llamado
factor de radio de la tierra efectivo.

$$r' = k \cdot r \quad (4.1)$$

R = radio de la tierra radio-óptico en Km.

R_v = radio de la tierra verdadero = 6,370 Km

k = factor de radio de la tierra efectivo, donde $k = 1.0$ corresponde a la llamada atmósfera estandar, y $k = 1.33$ para el radio verdadero de la tierra.

Por lo tanto, los sistemas de radio que están basados en líneas de vista entre dos estaciones, también requieren claridad completa de la primera zona de Fresnel o por lo menos su parte principal, como se describirá en la figura 4.1.

Para obtener la primera zona de Fresnel se tiene que determinar el radio de la primera zona, r_1 en la figura 4.1, a diferentes valores de d_1 y d_2 . Este radio es el cual constituye el eje menor del segmento que describe la primera zona de Fresnel, derivando de las siguientes relaciones:

Para el punto medio del trayecto:

$$r_m^1 = 8.67 \sqrt{d/f} \quad (4.2)$$

Para otros puntos: $r^1 = 17.3 \sqrt{(d_1 \cdot d_2) / (f \cdot d)}$ (4.3)

Para la antena: $r_a^1 = 17.3 \sqrt{d_{1,2}/f}$ (4.4)

donde r^1 = radio de la primera zona de Fresnel a cierto punto en metros

d = distancia de un lugar a ese punto en Km.

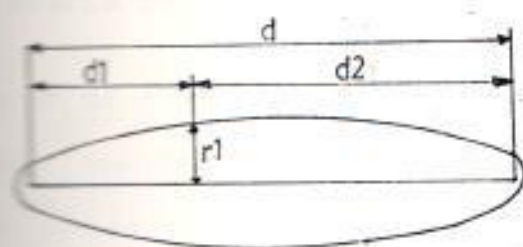
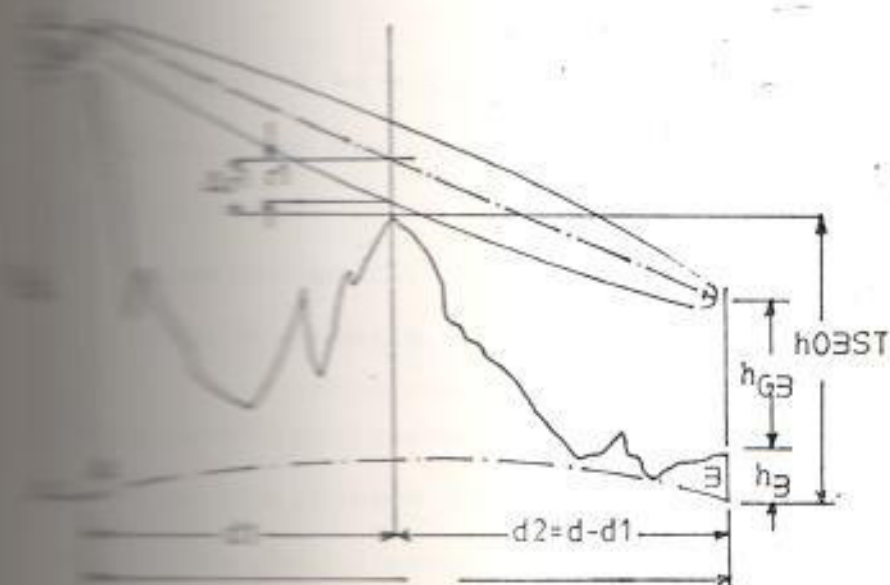


Fig. 4.1
Esquema describiendo la primera zona de Fresnel



que determinan la geometría de un trayecto

d Longitud del trayecto en Km.

$d_1 = d - d_2$, en Km.

f Frecuencia de radio en GHz.

Atenuación básica de espacio libre

Para predecir el funcionamiento de un circuito de radio-enlace, se debe calcular la atenuación que sufren las ondas de radio en su camino desde un lugar a otro. Esto debe también incluir los efectos de obstáculos, desvanecimiento, reflexiones de la tierra y, a frecuencias altas, precipitación.

Bajo condiciones normales, la atenuación básica de espacio libre puede ser calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A_0 = 92.44 + 20 \lg(d) + 20 \lg(f) \quad (4.5)$$

A_0 atenuación básica de espacio libre en dB

d distancia entre la antena transmisora y receptora en Km.

f radio frecuencia en GHz

Se obtienen resultados correctos con esta fórmula, siempre la primera zona de Fresnel este libre de obstáculos por lo menos al 60%, o más exactamente 75%. De lo contrario, debe considerarse atenuación adicional causada por pérdidas de difracción.

Requisito de planeamiento para claridad del trayecto

Las alturas de las antenas requeridas para obtener una claridad de la primera zona de Fresnel depende de la altura de los obstáculos a lo largo del trayecto, así como también del factor k aplicable para esa área. Para diferentes valores de k se obtiene un cambio aparente en la altura de los obstáculos. Mientras más bajo sea el valor de k anticipado, más se tiene que incrementar las alturas de las antenas para obtener propagación de espacio libre, o más se tiene que compensar la atenuación adicional introducida por difracción. Las consideraciones de claridad gobiernan las alturas de las antenas. Ya que una claridad pequeña lleva a alturas de antenas más pequeñas, las pérdidas del alimentador también serán reducidas. Esto compensa en algo las pérdidas de trayecto adicionales.

La cantidad que la claridad puede ser reducida depende del trayecto y de las condiciones de propagación esperadas; así como también cuanto de la pérdida adicional puede ser compensada usando antenas más grandes o potencia de salida del transmisor más alta. Las siguientes reglas pueden, sin embargo, ser usadas como una guía.

Reducción de altura

TABLA XI

Reglas de claridad para frecuencias abajo de 26Hz

Frecuencia	terreno	terreno	k
	llano	montañoso	
300 kHz	$0.4 r^1$	$0.2 r^1$	4/3
400 kHz	$0.6 r^1$	$0.4 r^1$	1
500 kHz	$0.8 r^1$	$0.6 r^1$	1

$k = 4/3$, o $k = 1$ depende de las condiciones de propagación esperadas o conocidas del trayecto;

Las alturas de las antenas deben ser elegidas de tal forma que las pérdidas de obstrucción durante condiciones de refracción, es decir, cuando k es menor que el valor de k promedio para el área de interés, sean aceptables. Además, debemos considerar el peligro mayor por reflexiones en la tierra si se usan claridades demasiado grandes. En los siguientes métodos se muestran para la determinación de las alturas de antenas mínimas aceptables con respecto a pérdidas de obstrucción aceptables.

Cálculo de alturas de las antenas

El primer paso es calcular el radio de la primera zona de Fresnel en puntos críticos. La condición para el cálculo es entonces que la altura de la antena en uno de los lugares es conocida o puede ser estimada. Si la altura resultante en el lado opuesto es demasiado desfavorable, una nueva altura tiene que ser escogida (Ver figura 4.2). Conociendo la altura de la antena en A, la altura de la antena en B puede ser calculada de acuerdo a:

Ecuación 4.6

$$h_B = \frac{1}{4(12.74)} \left(\Delta r + h_{OBST} + \frac{d_1(d-d_1)}{d} - \frac{(d-d_1)(h_A + h_{OBST})}{A} \right)$$

Donde:

- 1. altura de la antena a ser calculada en m.
- 2. altura sobre el nivel del mar para la estación B en m.
- 3. altura sobre el nivel del mar para la estación A en metros.
- 4. altura sobre el nivel del mar para el obstáculo (con respecto a la propagación) en metros.
- 5. altura sobre el nivel del mar para la antena A en metros.

trayecto y nivel de entrada del

4. atenuación del trayecto total (o neto) en dB

5. atenuación básica de espacio libre en dB

6. atenuación (es) adicional (es) en dB

7. atenuación del alimentador de la antena en el extremo del transmisor y del receptor respectivamente en dB

8. atenuación en el ensamble de la ramificación RE del equipo de radio-enlace en dB

9. ganancia de la antena en el extremo transmisor y receptor respectivamente, en dB

10. ganancia en una repetidora pasiva en dB

11. es decir, la atenuación adicional puede ser

12. atenuación parcial;

13. atenuación parcial;

14. atenuación parcial;

15. repetidora pasiva.

Para facilitar la conexión de más de un transmisor

al receptor a la misma antena, es necesario usar

en un tipo de ramificación, el cual básicamente
 consiste de circuladores y filtros de ramificación.
 La atenuación de ramificación, A_L , depende de
 cuántos transmisores y receptores estén conectados
 a la misma antena, ya que cada nuevo
 transmisor/receptor debe ser conectado a través de
 un circulador. Cada circulador introduce una
 pérdida la cual está normalmente abajo de 0.5 dB.

El nivel calculado A_L , el nivel de entrada al
 receptor L_{Rx} durante el tiempo libre de
 desvanecimiento se obtiene usando la fórmula:

$$L_{Rx} = L_{Tx} - A_L \quad (4.8)$$

donde L_{Rx} es el nivel de entrada del receptor durante
 el tiempo libre de desvanecimiento en dB

L_{Tx} es la potencia de salida del transmisor en dBm.

A_L es la atenuación del trayecto total en dB

La influencia de los obstáculos y claridad práctica de
 la primera zona de Fresnel en la atenuación del
 trayecto

En las bandas de frecuencia más bajas es a menudo
 necesario operar con claridad reducida para
 asegurar las alturas de las antenas a un nivel

Debenos, por lo tanto, determinar la atenuación adicional causada por esta claridad.

La cantidad de atenuación depende del carácter del terreno. Se considerarán obstáculos con bordes agudos, los cuales son obstáculos muy estrechos y atenuación parcial debida a obstáculos de superficie como los dos casos extremos. Debe notarse que la atenuación de borde agudo o llano, está asociada con la frecuencia de radio utilizada, o más bien la longitud de onda. Así un terreno particular puede ser considerado como llano a 300 MHz ($\lambda = 1 \text{ m}$) mientras que es áspero a 3 GHz ($\lambda = 10 \text{ cm}$). Lo mismo se aplica para un borde agudo.

Atenuación de difracción causada por obstáculos de borde agudo

Tomando en cuenta los parámetros de la figura 4.3, es posible determinar las pérdidas adicionales causadas por bordes agudos aplicando la siguiente

fórmula:

$$A_{\text{dB}} = 20 \log \left(\frac{1}{\sin^2 \theta} \right) \quad (4.9)$$

donde θ es el ángulo para ser usado en la fórmula

La diferencia en altura entre la línea de vista y el obstáculo en metros. La diferencia es positiva cuando el obstáculo está abajo de la línea de vista y negativo cuando el obstáculo está arriba. Este parámetro puede ser medido en el perfil del trayecto o puede ser calculado usando la fórmula 4.6 con h como parámetro conocido o como desconocido.

radio de la primera zona de fresnel en m.

$$R_1 = 17.32 \cdot \sqrt{2 + \sqrt{1 + 2 \cdot v}} \quad (4.10)$$

El error de aproximación de esta fórmula está siempre dentro de 0.5 dB

que la pérdida adicional at grazing es 5 dB al variar la frecuencia de radio y la longitud del trayecto.

Reflexión en la tierra

Una parte de la señal transmitida es reflejada en algún lugar a lo largo del trayecto, la señal reflejada llega al receptor retrasada en comparación con la señal directa.

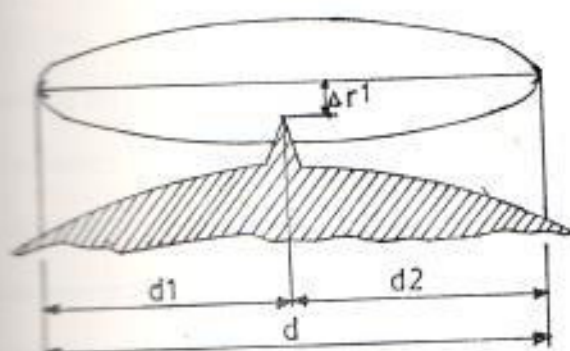


Fig 4.3

Parámetros geométricos para trayectos de borde agudo

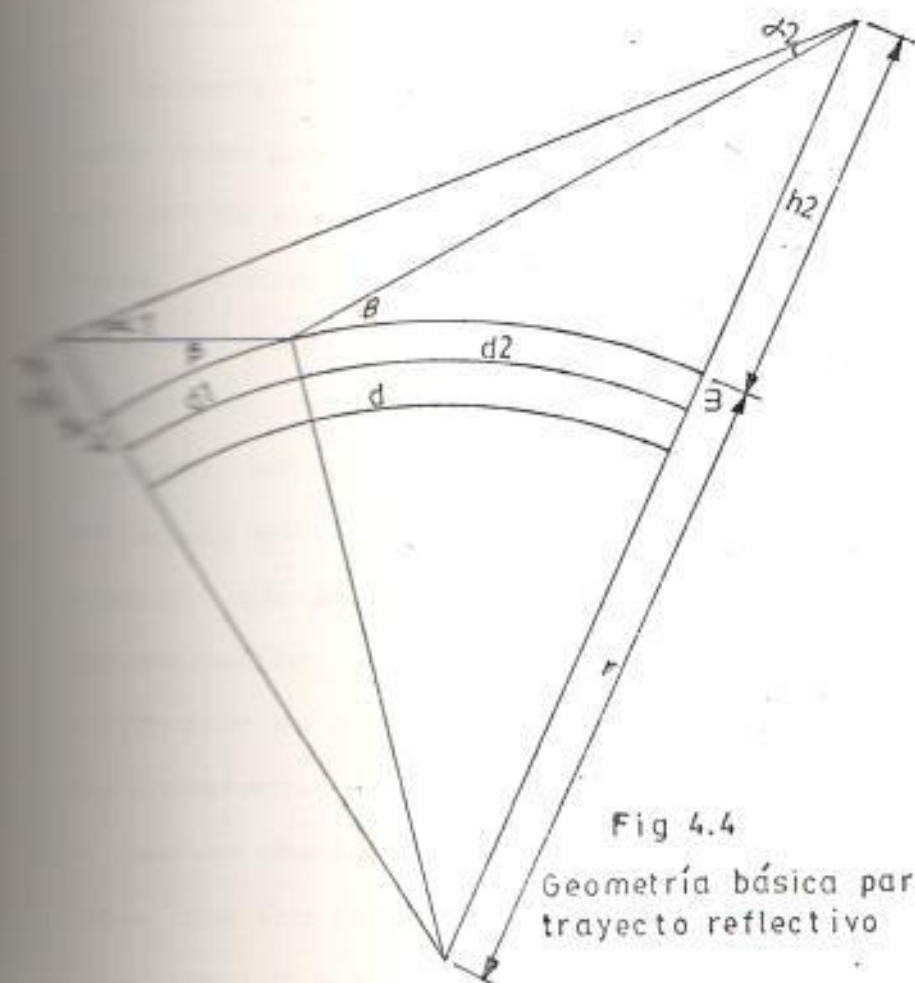


Fig 4.4

Geometría básica para un trayecto reflectivo

señal reflejada, si es suficientemente fuerte, puede ser la causa de una reducción en la señal de entrada al receptor, así llamada desvanecimiento reflejado. También puede causar ruido de interferencia, distorsión de la forma de onda o interferencia intersímbolo. Dos condiciones básicas deben existir al mismo tiempo para que se produzca esto lo mencionado. En primer lugar, debe haber una gran superficie, a lo largo (arriba o abajo) del trayecto de radio, las cuales puedan reflejar la señal con suficiente eficiencia y en segundo lugar, el rayo reflejado debe golpear la antena receptora.

La primera condición la satisfacen áreas llanas tales como planicies, lagos, ríos, etc. La cima de una colina llana, si no está cubierta de árboles, puede también actuar como un punto de reflexión. Para satisfacer la segunda condición, el punto de reflexión debe estar situado a lo largo del trayecto en una posición tal que la señal sea reflejada en la dirección de la antena receptora y también que esta dirección no este obstruida. La determinación de la localización de este punto de reflexión es necesaria para ver si esta condición es satisfecha. Como las variaciones en el valor de n aparentemente afectan el radio de la tierra es claro que los cambios en k también afectarán a la localización y a los efectos de una reflexión. En

Para valores altos de k , mientras que para valores bajos, el punto de reflexión está más cerca.

Debe también notarse, que más de un punto de reflexión puede existir. Este es el caso en propagación sobre tierra, con terrenos que tienen constantes variables.

De esto, se sigue que se deben determinar la localización de puntos de reflexión potenciales para un rango de valores de k . Esto se hace usando las siguientes fórmulas:

$$d = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (4.11)$$

- a) parámetro a ser usado en la fórmula 4.13
- b) altura de la antena sobre el punto de reflexión en el sitio A en m.
- c) altura de la antena sobre el punto de reflexión en el sitio B en m.

$$d = \frac{k \cdot 51 (h_1 + h_2)}{2 \cdot d} \quad (4.11)$$

- d) parámetro para ser usado en la fórmula 4.13 y 4.14

a) Factor del radio de la tierra efectivo

b) Longitud total del trayecto en Km.

$$V = \frac{q}{1 + \frac{1}{Q}} \quad (4.13)$$

El parámetro a ser usado en la fórmula 4.14

Desarrollo 4.14

$$V = \frac{q}{1+Q} + 3 \frac{\frac{q}{V}}{(1+Q)^2} + 12 \frac{\frac{q}{V}}{(1+Q)^3} + 48 \frac{\frac{q}{V}}{(1+Q)^4} + \dots$$

El parámetro para ser usado en la fórmula 4.15

Se que la serie en la fórmula 4.14 converge bastante rápidamente, puede terminarse con una buena aproximación después del cuarto término, y la fórmula 4.14 consecuentemente puede ser escrita como sigue:

$$V = \frac{q}{1+Q} + 3 \frac{\frac{q}{V}}{(1+Q)^2} + 12 \frac{\frac{q}{V}}{(1+Q)^3} \quad (4.15)$$

$$d_1 = \frac{d}{2} (1 + Z) \quad (4.16.1)$$

$$d_2 = \frac{d}{2} (1 - Z) = d - d_1 \quad (4.17.2)$$

d_1 y d_2 son las distancias en Km. al punto de reflexión desde cualquier lado del trayecto de acuerdo a la figura 4.4

Determinación de la diferencia en la longitud del trayecto entre el rayo directo y reflejado

Después que el punto de reflexión está localizado, se puede calcular la diferencia en la longitud del trayecto, DLT , entre el rayo directo y reflejado, lo cual se hace de acuerdo a la fórmula

$$DLT = \sqrt{d_1^2 + \left(\frac{d_2}{k}\right)^2} - \sqrt{d_2^2 + \left(\frac{d_1}{k}\right)^2} \quad (4.17)$$

donde d_1 , d_2 y k tienen su significado anterior

Expresado en términos de longitud de onda, la diferencia será:

$$NLO = \frac{DLT \cdot f}{0.3} \quad (4.18)$$

donde NLO es la diferencia en longitud del trayecto entre rayo directo y reflejado en número de longitudes de onda

f es la frecuencia de radio en GHz

Después que el número de longitudes de onda, NLO ,

el un entero positivo (1, 2, etc), el nivel de entrada del receptor pasa a través de un mínimo. Esta condición tiene que ser evitada. Si la diferencia entre NLO para el valor más alto de k (NLO(k1)) y el valor mas bajo de k (NLO(k2)) es:

$$NLO(k2) - NLO(k1) > 2;$$

el nivel de entrada del receptor pasará a través de uno de un mínimo cuando k está variando.

El nivel de entrada del receptor, el cual es la suma del rayo directo y reflejado, depende del retardo del rayo reflejado y también de las alturas de las antenas. Si la altura de la antena en una de las estaciones es incrementada gradualmente (el mismo efecto también ocurrirá como resultado de los cambios en el valor de k), el nivel de entrada del receptor se comportará como se muestra en la figura 4.2.

El punto, v_1 o (v_2), es decir, la distancia entre mínimos adyacentes o máximos en el nivel de entrada, pueden ser calculadas usando las fórmulas:

$$d = \frac{0.3(d)}{2.4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^3 \quad (4.19)$$

$$h_2 = \frac{d^2}{12.74(k)}$$

de diversidad de espacio, es decir, el uso de dos antenas separadas, cada una conectada a un mismo receptor (ver figura 4.6).

El espaciamiento óptimo entre las antenas, para un cierto valor de k , se obtiene dividiendo el nivel $v_1(k)$ respectivamente por un factor de 2,

$$v_2(k) = \frac{v_1(k)}{2} \quad (4.21)$$

donde $v_2(k)$ es el espaciamiento de antena entre antenas de diversidad en m.

Los cálculos deben ser realizados para un rango de valores de k para habilitar la selección de un espaciamiento de diversidad que da protección para un rango esperado de k .

La profundidad de los mínimos, y por lo tanto también la atenuación de la señal recibida depende de cómo bien la señal sea reflejada, el cual es una función de la rugosidad de la superficie, la frecuencia de radio y el ángulo de grazing.

Coefficiente de reflexión

La habilidad de una superficie para reflejar una onda se describe a través del coeficiente de reflexión el cual varía desde 0 (no hay

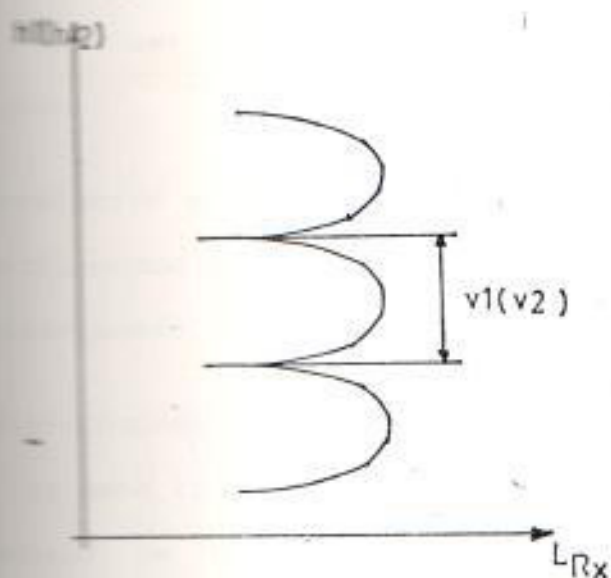


Fig. 4.5
 Nivel de ruido al receptor versus altura de antena
 para un objeto reflectivo

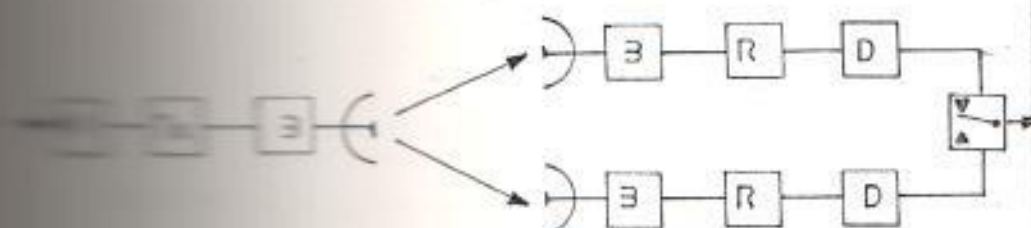


Fig. 4.6
 Diversidad de espacio

reflección a -1 (100% de reflexión). El signo menos representa el cambio de fase de 180° de la señal la cual tiene lugar en el punto de reflexión.

La correlación entre el coeficiente de reflexión y la profundidad de desvanecimiento causada por la reflexión puede verse en la figura 4.7.

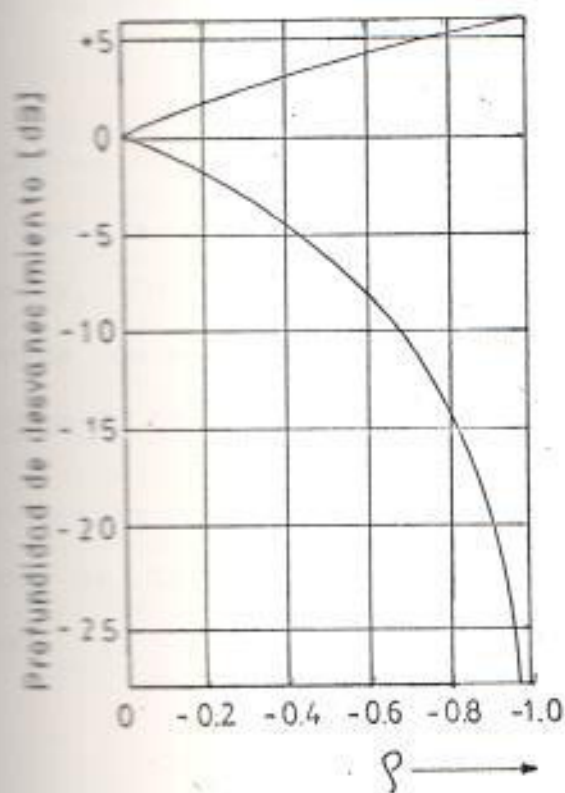
La determinación del valor de ρ puede ser hecha durante la prueba del trayecto, ya que la profundidad de desvanecimiento corresponde a un cierto valor de ρ . Una indicación de valores típicos versus el tipo de terreno se da a continuación:

TABLA XII

Coeficientes de reflexión para diferentes tipos de terreno

Tipo de terreno	coeficiente de reflexión
-----------------	--------------------------

Terrenos ondulados cubiertos de vegetación de desvanecimiento	> -0.2
Terrenos cubiertos de vegetación	> -0.2
Terrenos ondulados cubiertos de vegetación	> -0.2
Terrenos cubiertos de vegetación	> -0.2
Terrenos cultivados	> -0.7
Terrenos sin vegetación	> -0.95
Agua	> -1.0



Profundidad de desvanecimiento debido a la reflexion
 versus coeficiente de reflexión ρ

Estos valores pueden también hasta cierto punto ser dependientes de la frecuencia, es decir, el mismo tipo de terreno puede tener diferentes coeficientes de reflexión a diferentes frecuencias. Hablando generalmente, mientras más baja es la frecuencia, más grande es la reflexión. Por otra parte, se requiere una área más grande para reflejar una onda a una frecuencia baja que a una frecuencia alta.

En traxectos con un pequeño ángulo de roce, una buena ventaja puede ser tomada del factor de convergencia, F_6 , el cual, multiplicado con el coeficiente de reflexión para el terreno, da el coeficiente de reflexión efectivo.

Esta reducción en la reflexión es causada por la curvatura de la tierra la cual dispersa el rayo reflejado.

$$F_6 = \frac{1}{\frac{5}{16 \cdot k} \cdot \frac{d_1^2 + d_2^2}{d_1 \cdot d_2}} \quad (4.22)$$

$$d(h) = \frac{4 \cdot d_1^2}{51 \cdot k}$$

El coeficiente de reflexión efectivo será

$$Q_{eff} = 9.75$$

(4.23)

Protección contra el efecto de las ondas reflejadas

Para evitar una reflexión, al menos uno de los lugares debe ser defendido del punto de reflexión, lo cual puede ser hecho reubicando el lugar, o a veces cambiando las alturas de las antenas. Sin embargo, tiene que observarse que el obstáculo el cual bloquea el punto de reflexión puede penetrar en la primera zona de Fresnel a valores bajos de k . La atenuación adicional causada por esto tiene que ser considerada durante el planeamiento. Además, el efecto de borde agudo en el rayo reflejado debe ser considerado.

Si es imposible bloquear el rayo reflejado se debe tratar de elegir las alturas de las antenas de tal forma que el punto de reflexión caiga en terreno irregular.

Si las condiciones topográficas lo permiten, se puede usar la técnica HI-LQ. Los sitios son elegidos de tal forma que uno de ellos este muy bajo y el otro muy alto. Al hacer esto el punto de reflexión caerá muy cerca del extremo bajo y así se evitará mucho con cambios en el valor de k .

Debido a la diversidad de espacio, diversidad de

... y de banda cruzada se usan para obtener ... de diversidad. Sin embargo, la diversidad ... a menos que sea diversidad de banda ... realmente dará poco o ningún ... en el desvanecimiento causado por ... de la tierra.

En trayectos escalonados o trayectos con gran ... es a veces posible tomar ventaja del ... de radiación de las antenas para discriminar ... reflejada. Entonces los ángulos α_1 y α_2 en la figura 4.4 deben ser determinadas. Con ... valores podemos entrar al patrón de ...

Figura 4.24

$$\alpha_1 = \frac{180}{\pi} \left(\frac{h_1}{d_1} - \frac{h_1 - h_2}{d} - \frac{d_2}{12.74(k)} \right) \cdot 10^3$$

Figura 4.25

$$\alpha_2 = \frac{180}{\pi} \left(\frac{h_1}{d_1} - \frac{h_1 - h_2}{d} - \frac{d_2}{12.74(k)} \right) \cdot 10^3$$

α_1 y α_2 ángulos entre el rayo directo y ... en grados.

La cantidad discriminación también depende de los ... de k ya que este afecta el ángulo, por lo ... se deben realizar cálculos para los valores

... de k y usar el valor menos favorable cuando el sistema es diseñado. A veces puede ser conveniente dirigir la antena levemente hacia arriba para aumentar la discriminación de la antena.

Resultado de funcionamiento

En los sistemas de radio enlace provistos para la transmisión de señales FDM, el ruido es una función de la atenuación en el trayecto de radio entre la salida del transmisor y la entrada del receptor (ver figura 4.8), la cual muestra las características típicas en una forma algo simplificada.

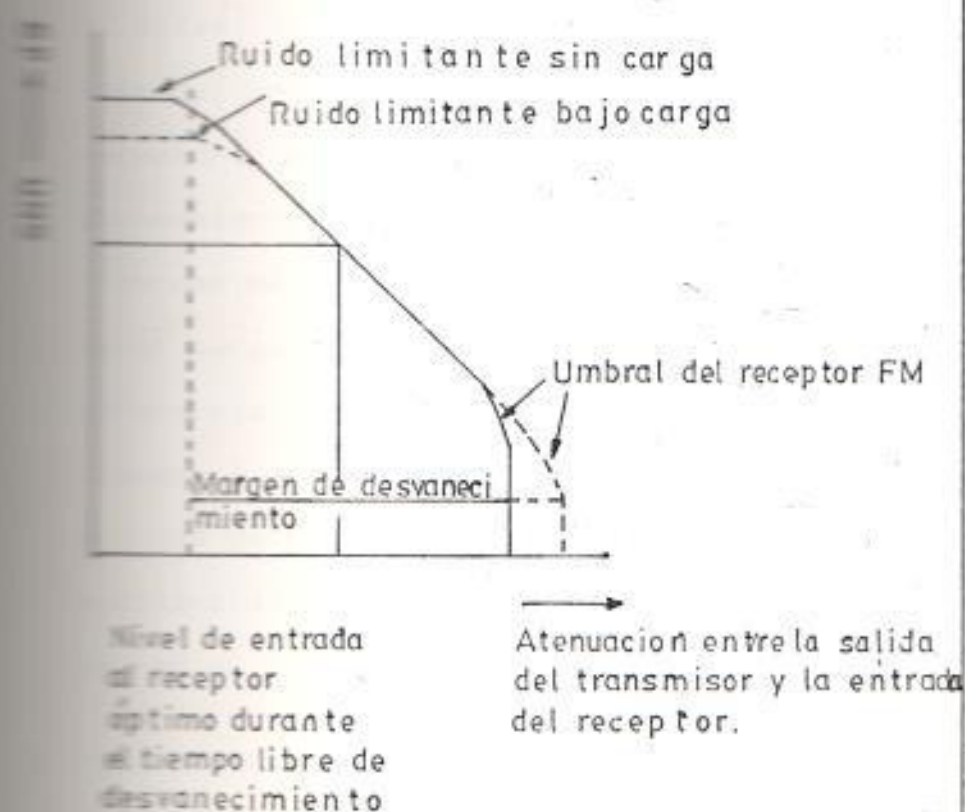
Para una combinación particular del transmisor (Tx) y receptor (Rx), esta función es fijada una vez y para todo por los parámetros de diseño del transmisor y el receptor involucrados. Para un rango considerable de valores sobre el umbral del receptor, un rango sobre el cual el ruido térmico es el factor dominante, los valores y (relación señal-ruido) y x (atenuación transmisor-receptor) tienen una tasa prácticamente constante conocida como valor del sistema.

La parte lineal de la curva del valor del sistema como el funcionamiento señal a ruido (o el funcionamiento de ruido es una función dB-per-dB de

Figura 2

Nivel del sistema del equipo de radio enlace

(Los valores en el eje X también pueden ser expresados en términos del nivel de entrada del receptor)



la atenuación Tx-a-Rx (o el nivel de entrada del Rx) está limitada:

- a valores bajos de atenuación de propagación (es decir, niveles de entrada del Rx altos) por las contribuciones de ruido del equipo en sí mismo (ruido básico y de intermodulación). El SNR de un trayecto de radio nunca puede ser mejor que la contribución de ruido propia del equipo,
- a altas atenuaciones (es decir, niveles de entrada del Rx bajos) por el nivel umbral del receptor, el cual es de nuevo un parámetro de planeamiento dependiente del diseño del equipo. Mientras más bajo sea el nivel umbral, más alta es el margen de desvanecimiento, es decir, la diferencia entre el nivel de entrada durante el tiempo libre de desvanecimiento y la señal de entrada detectable más baja. Esto puede influir substancialmente en la longitud de un trayecto de radio.

Si designamos el valor del sistema por S , y la atenuación transmisor-receptor por A , entonces:

$$S = A + \text{SNR} \quad (4.26)$$

$$\text{SNR} = S - A \quad (4.27)$$

El valor del sistema en dB

dB relación señal ruido en dB

4. atenuación del trayecto (attenuation
transmisor-receptor) en dB.

Conociendo la atenuación del trayecto, se puede en
un primer momento calcular la relación señal-a-ruido
del canal es lo mismo que el ruido térmico del
receptor, para un tipo particular de equipo,
caracterizado por su valor de sistema S.

Para poder aplicar las fórmulas 4.26 y 4.27 para la
atenuación del ruido térmico del receptor en un
canal telefónico, se tiene que saber el valor del
sistema de ese equipo, para ese canal telefónico
particular.

Como el valor del sistema depende del ruido
térmico solamente, este puede ser calculado de la
siguiente expresión:

$$S = N + 141.5 + 20 \lg (f_n/f_m) + D \quad (4.28)$$

S = valor del sistema en dBmOp

N = potencia de salida del transmisor en dBm

f_n = figura de ruido del receptor en dB

D = corrección, para tomar en cuenta la influencia
de la red de pre-énfasis, en dB.

f_m = valor ras de la desviación de frecuencia

producida por el nivel de la señal de referencia (0 dBmD) en esa frecuencia de banda base la cual no es afectada por el pre-ecualizado.

La frecuencia de modulación, es decir, el posicionamiento de la frecuencia en la banda base para el canal telefónico modulado.

El S/N figura determinada por el ancho de banda de un canal telefónico convencional, temperatura de ruido y peso sofométrico.

Nivel umbral del receptor

El nivel umbral del receptor significa el 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 al receptor, el detector de señal ya no será capaz de diferenciar la información deseada completamente del ruido térmico.

Para sistemas de radio enlace con una temperatura de ruido de antena absoluta asumida de 290 K, el ruido inducido por la antena en la entrada del receptor ha sido calculada para que sea -174 dBm/Hz. En un receptor perfecto, esta sería la única fuente del ruido frontal/posterior. En un

receptor real, el cual el mismo contribuye con ruido adicional y limita el ancho de banda, el ruido total en la salida del receptor puede ser calculado como:

$$N_{\text{total}} = -174 + N + 10 \lg(B) \quad (4.29)$$

Esta clase de nivel umbral es a menudo llamado el nivel de detección, el umbral de ruido absoluto, el nivel N_0 , o en forma similar, y expresada en dBm. Los parámetros son:

- N_0 nivel umbral N_0 en dBm
- N figura de ruido del receptor en dB
- B ancho de banda de ruido efectivo del receptor, normalmente aquel de los filtros pasabanda IF, en Hz
- -174 la potencia de ruido teórica en dBm por Hz del ancho de banda.

Debe entenderse claramente que, en un sistema de modulación FM, este nivel no representa ningún nivel de señal útil. El nivel umbral de trabajo real, a menudo llamado el umbral de mejoramiento FM o el punto de ruptura FM o simplemente el nivel del receptor (FM) es aquel nivel donde la potencia de la señal RF recibida está 10 o 12 dB más alta que el nivel del ruido. A este nivel los picos de la

que RF empiezan a exceder los picos del ruido. Para niveles de señales excediendo estos 10 a 12 dB, el ruido térmico en un canal tipo-telefónico disminuirá un dB por cada un dB de nivel de entrada incrementada.

En sistemas de radio enlace FM/FDM prácticos una relación señal RF-a-ruido, o, como es normalmente llamado, una relación portadora (RF)-a-ruido CNR de 12 dB es requerida. El nivel umbral del receptor puede ser calculado ahora introduciendo el CNR en la fórmula anterior:

$$P_{eq} = -174 + N + CNR + 10 \lg B \quad (4.30)$$

donde P_{eq} es el nivel umbral del receptor FM en dBm

N es la relación portadora RF-a-ruido dentro del ancho de banda B , en dB.

Después, que N y B son parámetros de diseño del equipo, mientras que el CNR depende de la naturaleza de la señal transportada. El CNR depende también del tipo de detección. Se puede notar además que el nivel umbral FM es independiente del ancho de banda de la banda base, la desviación de frecuencia, el pre-énfasis, etc. El ruido en un canal telefónico particular, sin embargo, depende de estos parámetros.

Asociación geográfica de las poblaciones a las
cuales se dará servicio telefónico

A continuación se han detallado las ubicaciones
geográficas de las poblaciones de las provincias
del Azuay y Cañar.

Población	Longitud	Latitud	Altura (m)
Alcázar	79°23'54" O	2°45'29" S	2600
Alto	78°55'14" O	2°51'47" S	2480
Alto	78°56'00" O	2°53'48" S	2600
Alto	78°55'48" O	3°01'40" S	2800
Alto	78°57'43" O	2°51'32" S	2440
San Joaquín	78°02'37" O	2°53'33" S	2640
Santa Ana	78°55'02" O	2°56'10" S	2800
Santa Ana	79°04'42" O	2°52'05" S	2800
Santa Ana	78°57'32" O	2°50'35" S	2440
Santa Ana	79°00'45" O	2°50'48" S	2650
Santa Ana	79°01'53" O	3°00'55" S	2800
Victoria Portete	79°03'40" O	3°03'26" S	2600
Chacabamba	79°05'03" O	3°23'20" S	2680
El Progreso	79°12'10" O	3°20'13" S	2680
La Reunión	79°15'24" O	3°12'31" S	2120
Las Nieves	79°06'46" O	3°20'18" S	2520
San	79°03'43" O	3°20'09" S	2760
San	79°09'04" O	3°28'00" S	2360
San Fernando	79°15'11" O	3°08'34" S	2720

Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)
Chandabaz	79°46'25''O	2°55'08''S	2360
El C. Toral	78°44'23''O	2°52'17''S	2600
Chandabaz	78°52'41''O	2°53'03''S	2760
El Toral	78°43'42''O	2°52'17''S	2600
Chandabaz	78°45'19''O	3°01'09''S	2400
El C. Toral	78°44'47''O	2°55'16''S	2600
Chandabaz	78°48'51''O	2°57'46''S	2500
Chandabaz	78°54'15''O	2°55'43''S	2720
Chandabaz	78°33'54''O	2°36'19''S	2200
Chandabaz	78°46'24''O	2°43'45''S	2520
Chandabaz	78°45'09''O	2°49'00''S	2640
Chandabaz	78°42'42''O	2°46'08''S	2320
Chandabaz	78°37'48''O	2°39'25''S	2600
Chandabaz	78°37'49''O	2°42'51''S	2400
El Toral	78°39'55''O	2°47'07''S	2560
El Cristobal	78°49'52''O	2°49'24''S	3000
Sanilla de Oro	78°39'06''O	2°47'55''S	2360
Chandabaz	78°40'39''O	2°47'55''S	2360
San Calderón	79°41'45''O	3°15'16''S	1400
El P. Enriquez	79°45'08''O	3°03'38''S	—
El Carmen Pijili	79°33'14''O	2°55'59''S	1300
Chandabaz	79°27'43''O	3°12'54''S	3160
Chandabaz	79°22'01''O	3°10'13''S	2760
Chandabaz	78°47'39''O	3°04'26''S	2520
Chandabaz	79°37'21''O	3°11'21''S	2800

Población	Longitud	Latitud	Altura (m)
Sac	78°46'07''O	3°00'32''S	2720
Sac	78°53'21''O	3°04'42''S	2680
S. Bartolomé	78°50'46''O	3°00'17''S	2800
S. J. Paranga	78°57'48''O	3°07'54''S	2880
Sac	78°56'25''O	3°50'00''S	2680
Sac	79°24'13''O	2°54'18''S	2000

Provincia del Cañar

Población	Longitud	Latitud	Altura (m)
Sac	78°50'24''O	2°43'22''S	2600
Sac	78°50'49''O	2°46'07''S	2440
Sac	78°52'54''O	2°45'19''S	2660
Sac	78°54'59''O	2°46'07''S	2680
Sac	78°50'32''O	2°42'21''S	2600
S. Lucha	78°50'28''O	2°47'18''S	2600
Sac Cordero	78°49'03''O	2°44'14''S	2860
Sac	78°40'54''O	2°37'31''S	2840
Sac	78°39'54''O	2°34'15''S	2600
S. Miguel	78°50'40''O	2°47'38''S	2660
Sac	78°54'52''O	2°48'17''S	2640
Sac	78°40'22''O	2°38'18''S	3000
Sac	78°54'49''O	2°41'54''S	2680
S. P. de Sago	78°52'18''O	2°43'00''S	2600
Sac	78°55'24''O	2°43'21''S	2920
Sac	79°05'17''O	2°25'22''S	1600
General Morales	79°01'14''O	2°24'11''S	2000

Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)
Molletruro	79°07'04''O	2°30'26''S	2600
El Negrete	78°55'16''O	2°33'09''S	3200
Ingapitza	78°32'24''O	2°32'31''S	3120
Sanca	78°58'12''O	2°29'01''S	2800
El Z. Calle	79°23'51''O	2°20'45''S	-----
Rancho Negro	79°28'51''O	2°30'12''S	-----
El Antonio	79°10'32''O	2°29'06''S	-----
Sanca	79°03'27''O	2°27'16''S	2000
Sanca	79°00'32''O	2°27'30''S	2400

A continuación se listan los trayectos de radioenlaces de los pueblos que tienen línea de radio con repetidores o estaciones terminales.

Provincia del Azuay

Localidad : Molletruro

Comutación

No de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

No de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Monocanal

Centro de conexión : El Triunfo

Estación Repetidora : -----

Localidad : Nulti
Comutación
Nº de líneas de abonado : 1
Sistema de conmutación : ----
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 1
Sistema : Enlace de radio
Proceso : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en San Cristobal

Localidad : Paccha
Comutación
Nº de líneas de abonado : 1
Sistema de conmutación : ----
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 1
Sistema : Enlace de radio
Proceso : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en Buenan

Localidad : Quingeo
Comutación
Nº de líneas de abonado : 1
Sistema de conmutación : ———
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 1
Sistema : Enlace de radio
Sistema de radio : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en Bueran

Localidad : Ricaurte
Comutación
Nº de líneas de abonado : 2
Sistema de conmutación : ———
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 2
Sistema : Enlace de radio
 monocanal
Sistema de radio : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación

base en San Cristobal

Localidad : Santa Ana

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace punto a punto

Proceso : Radio monocanal

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : -----

Localidad : Sayausi

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en San Cristobal

Localidad : Sinincay

Comutación

Número de líneas de abonado : 1
 Sistema de conmutación : —
 Transmisión de larga distancia
 Número de circuitos : 1
 Sistema : Enlace de radio
 Sistema : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
 Centro de conexión : Cuenca
 Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en San Cristóbal
 Localidad : El Progreso

Número de líneas de abonado : 1
 Sistema de conmutación : —
 Transmisión de larga distancia
 Número de circuitos : 1
 Sistema : Enlace de radio
 Sistema : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
 Centro de conexión : Cuenca
 Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en Cerro Zhula
 Localidad : La Asunción

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : ———

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio punto a punto

Modo : Sistema de radio monocanal

Centro de conexión : Santa Isabel

Estación Repetidora : —————

Centro de recepción

Localidad : Nabón

Comutación

Nº de líneas de abonado : 3

Sistema de conmutación : ———

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 3

Sistema : Enlace de radio

Modo : Sistema de radio de 12 FDM canales telefónicos

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Burren

Centro de recepción

Localidad : Oña

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : ———

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema de enlace : Enlace de línea física hasta el repetidor en Loma Shunshi y enlace de radio hacia el multi acceso en Cerro Shalu

Acceso : Sistema de radio - telefonía rural de multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación base en Cerro Shalu

Localidad : San Fernando

Comutación

Nº de líneas de abonado : 50

Sistema de conmutación : Central automática

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 8

Sistema de enlace : Enlace de radio

Acceso : Sistema de radio de 24 FDM canales telefónicos

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Fuglla y Bueran

Localidad : Jadan

Comutación

Número de líneas de abonado	: 1
Sistema de conmutación	: ———
Transmisión de larga distancia	
Número de circuitos	: 1
Sistema de enlace	: Enlace de radio
Sistema de transmisión	: Sistema de radio -
telefonía rural de	
multi-acceso	
Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación
	base en Bueran y también
	puede conectarse a la
	estación base en San
	Cristobal
Características	
Capacidad	: Amaluza
Conmutación	
Número de líneas de abonado	: 1
Sistema de conmutación	: ———
Transmisión de larga distancia	
Número de circuitos	: 1
Sistema de enlace	: Enlace de radio
Sistema de transmisión	: Sistema de radio -
telefonía rural de	
multi-acceso	
Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación
	base en Santa Rita y

luego a través del
enlace troncal Santa
Rita-Buenos Aires

Ubicación : Guarainac

Características

Número de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Número de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Procedimiento : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Sistema de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Santa Rita

Ubicación : Palmas

Características

Número de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Número de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Procedimiento : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación base en Santa Rita
Localidad	: El Pan
Comutación	
Nº de líneas de abonado	: 2
Sistema de conmutación	: ----
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 2
Sistema	: Enlace de radio
Proceso	: Sistema de radio -
Estación Repetidora	telefonía rural de multi-acceso
Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación base en Santa Rita
Localidad	: Camilo Ponce Enriquez*
Comutación	
Nº de líneas de abonado	: 50
Sistema de conmutación	: Central Automática
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 8
Sistema	: Enlace de radio
Proceso	: Sistema de radio de 24
Estación Repetidora	FDM canales telefónicos
Centro de conexión	: Cuenca

Estación Repetidora	:	Balao
Localidad	:	El Carmen de Pijili
Comutación		
Nº de líneas de abonado	:	2
Sistema de conmutación	:	-----
Transmisión de larga distancia		
Nº de circuitos	:	2
Sistema	:	Enlace de radio punto a punto
Proceso	:	Sistema de radio monocanal
Centro de conexión	:	Balao
Estación Repetidora	:	-----
Localidad	:	Shagli
Comutación		
Nº de líneas de abonado	:	1
Sistema de conmutación	:	-----
Transmisión de larga distancia		
Nº de circuitos	:	1
Sistema	:	Enlace de radio
Proceso	:	Sistema de Radio - telefonía rural de multi-acceso
Centro de conexión	:	Cuenca
Estación Repetidora	:	Se conecta a la estación base en Cerro Zhalu,

luego al enlace troncal
Cerro Zhalu-Puglia y
Puglia-Bueran

Localidad : Eutchi

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Gallil y luego
al enlace troncal
Gallil-Bueran

Localidad : Guel

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -

telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Cerro Gallil

Localidad : Ludo

Comutación

Nº de líneas de abonado : 2

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 2

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Cerro Gallil

Localidad : San Bartolomé

Comutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -

telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenda
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Cerro Gallí
Localidad : San José de Raranga

Conmutación

Número de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Número de circuitos : 1

Enlace : Enlace de radio

Equipo : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenda
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Cerro Gallí

Residencia del Cañar

Localidad : Cojitambo

Conmutación

Número de líneas de abonado : 2

Sistema de conmutación : -----

Transmisión de larga distancia

Número de circuitos : 2

Enlace	: Enlace de línea física
Repetidor	hasta un repetidor
Repetidor pasivo	pasivo en línea
Repetidor activo	Curiquinga y luego
Repetidor de radio	enlace de radio a la
Repetidor de radio	estación base de
Repetidor	multi acceso
Repetidor	: Sistema de radio -
Repetidor	telefonía rural de
Repetidor	multi-acceso
Centro de conexión	: Cuenca
Situación Repetidora	: Se conecta a la estación
	base en Bueran
Localidad	: Rivera
Conmutación	
Número de líneas de abonado	: 1
Sistema de conmutación	: ----
Transmisión de larga distancia	
Número de circuitos	: 1
Enlace	: Enlace de radio
Repetidor	: Sistema de radio -
Repetidor	telefonía rural de
Repetidor	multi-acceso
Centro de conexión	: Cuenca
Situación Repetidora	: Se conecta a la estación
	base en Santa Rita

Localidad : Solano
Commutación :
Nº de líneas de abonado : 1
Sistema de conmutación :
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 1
Sistema : Enlace de radio
Proceso : Sistema de radio -
 telefonía rural de
 multi-acceso
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : Se conecta a la estación
 base en San Cristobal.

Localidad : Taday
Commutación
Nº de líneas de abonado : 50
Sistema de conmutación : Central Automática
Transmisión de larga distancia
Nº de circuitos : 8
Sistema : Enlace de radio
Proceso : Sistema de radio de 24
 FDM canales telefónicos
Centro de conexión : Cuenca
Estación Repetidora : San Cristobal

Localidad : Turupamba

Nº de líneas de abonado	: 2
Sistema de conmutación	: manual
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 2
Sistema	: Enlace de línea física
desde línea de abonado	hasta un repetidor
estación repetidora	pasivo en Loma Shurray y
Transmisión de larga distancia	luego enlace de radio
hasta el multiacceso	hasta el multiacceso
Sistema	: Sistema de radio
estación	telefonía rural de
	multi-acceso
Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación
estación repetidora	base en Bueran
Localidad	: Chontamarca*
Conmutación	
Nº de líneas de abonado	: 1
Sistema de conmutación	: manual
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 1
Sistema	: Enlace de radio punto a
estación	punto
Sistema	: Sistema de radio
estación	monocanal
Centro de conexión	: Guayaquil
Estación Repetidora	: Santa Ana y luego al

Enlace troncal Santa Ana- El Carmen

Localidad : Chorocopte

Conmutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio

Proceso : Sistema de radio -
telefonía rural de
multi-acceso

Centro de conexión : Cuenca

Estación Repetidora : Se conecta a la estación
base en Bueran

Localidad : General Morales*

Conmutación

Nº de líneas de abonado : 1

Sistema de conmutación : —

Transmisión de larga distancia

Nº de circuitos : 1

Sistema : Enlace de radio punto a
punto

Proceso : Sistema de radio
monocanal

Centro de conexión : Guayaquil

Estación Repetidora	:	Santa Ana y luego al
		enlace troncal Santa
		Ana- El Carmen
Localidad	:	Gualleturo*
Commutación	:	
Nº de líneas de abonado	:	1
Sistema de conmutación	:	man
Transmisión de larga distancia	:	
Nº de circuitos	:	1
Sistema	:	Enlace de radio punto a
		punto
Proceso	:	Sistema de radio
		monocanal
Centro de conexión	:	Guayaquil
Estación Repetidora	:	Santa Ana y luego al
		enlace troncal Santa
		Ana- El Carmen
Localidad	:	Ingapirca
Commutación	:	
Nº de líneas de abonado	:	50
Sistema de conmutación	:	Central Automática
Transmisión de larga distancia	:	
Nº de circuitos	:	3
Sistema	:	Enlace de radio
Proceso	:	Sistema de radio de 24
		FDM canales telefónicos

Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Bueran
Localidad	: Juncal
Commutación	
Nº de líneas de abonado	: 2
Sistema de conmutación	: ----
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 2
Sistema de enlace	: Enlace de radio
Acceso	: Sistema de radio - telefonía rural de multi-acceso
Centro de conexión	: Cuenca
Estación Repetidora	: Se conecta a la estación base en Bueran
Localidad	: San Antonio*
Commutación	
Nº de líneas de abonado	: 1
Sistema de conmutación	: ----
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 1
Sistema de enlace	: Enlace de radio punto a punto
Acceso	: Sistema de radio monocanal
Centro de conexión	: Guayaquil

Estación Repetidora	: Santa Ana y luego al enlace troncal Santa Ana- El Carmen
Fig. 4.9	
Acimut	
Estación	: Zhud *
Comutación	
Nº de líneas de abonado	: 2
Sistema de conmutación	: —
Transmisión de larga distancia	
Nº de circuitos	: 2
Enlace	: Enlace de radio punto a punto
Sistema	: Sistema de radio monocanal
Centro de conexión	: Guayaquil
Estación Repetidora	: Santa Ana y luego al enlace troncal Santa Ana- El Carmen

Las Figuras 4.9 al 4.18 muestran los perfiles topográficos y los acimuts de los radioenlaces respecto de las poblaciones marcadas con * debido a que en esta parte no existen cartas topográficas pero que es probable que tengan línea de vista con la repetidora indicada.

4.2.3. Asignación de frecuencia de los trayectos diseñados

Selec. de frecuencia disponibles para enlaces

Fig 4.9

Acimut del enla. Bueran-Loma Shurray



m

Fig 4.10 sitio A: BUERAN sitio B: LOMA SHURRAY - TURUPAMBA
Perfil topográfico Buera-Loma Shurray (Turupamba)

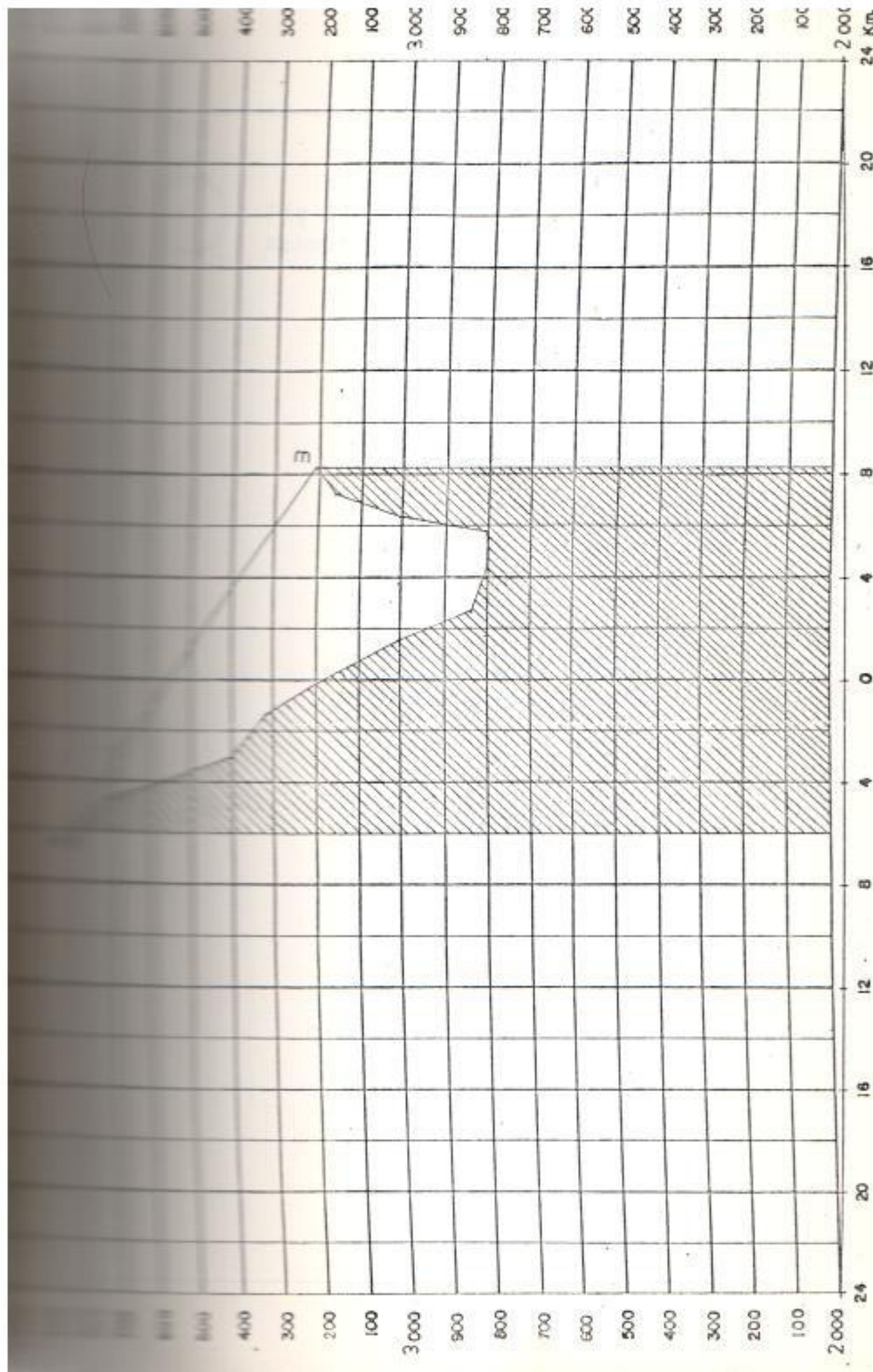
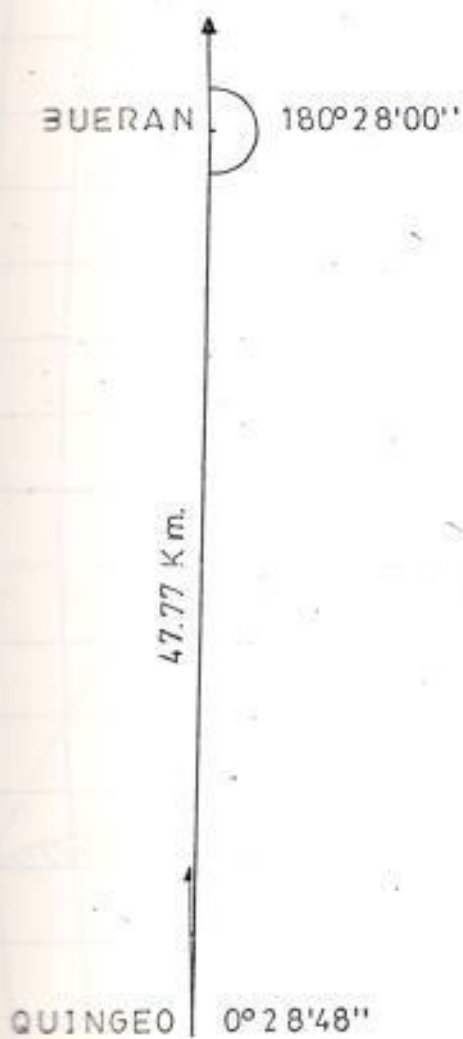




Fig 4.11

Acimut del enlace Bueran-Quingeo



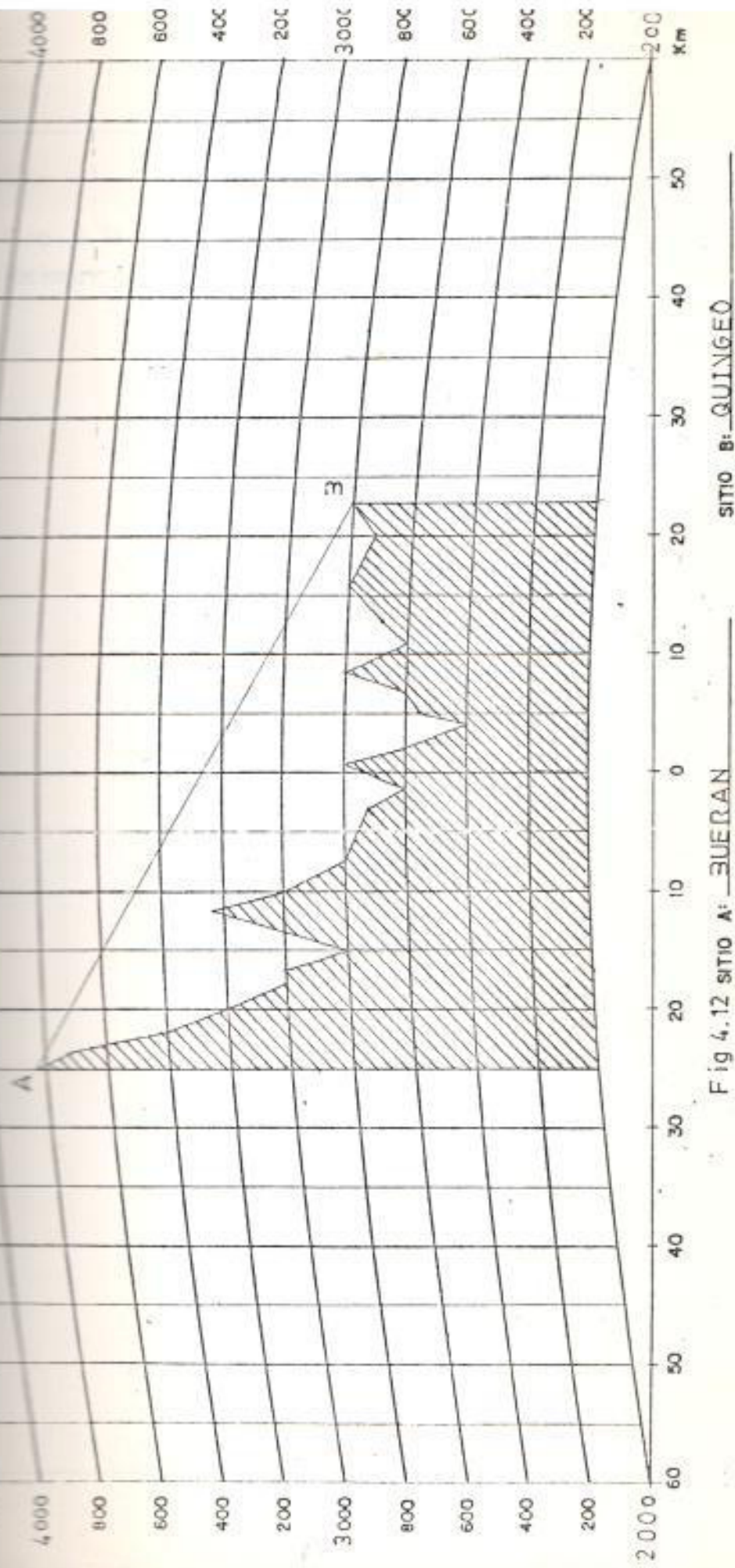


Fig 4.12 sitio A: BUERAN
 Perfil topográfico Bueran-Quingao

sitio B: QUINGAO

Fig 4.13

Acimut del enlace Bueran-Paccha



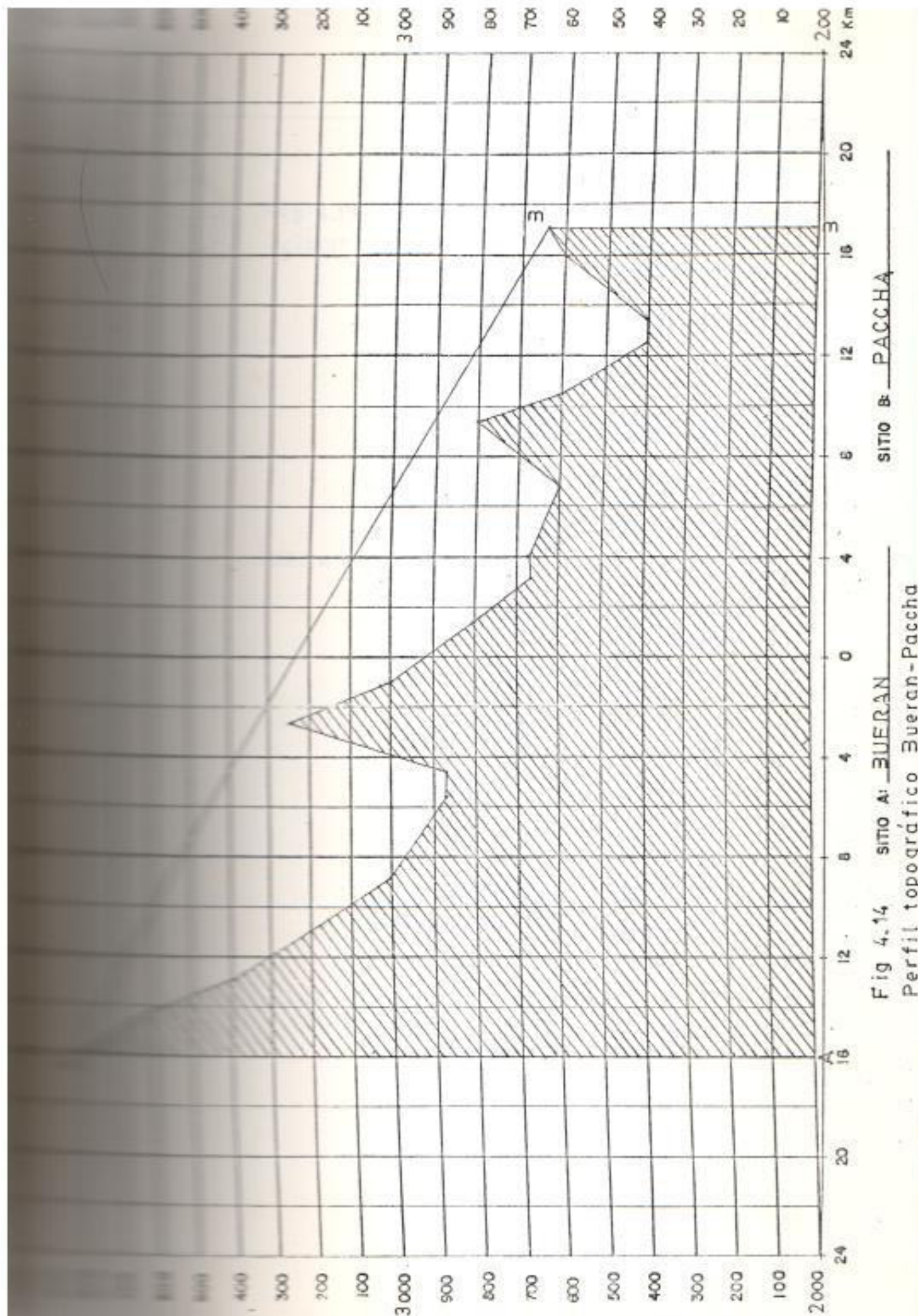


Fig 4.14 sitio A: BUERAN sitio B: PACCHA
 Perfil topográfico Bueran-Paccha



Fig 4.15

Acimut del enlace Bueran-Loma Curiquinga



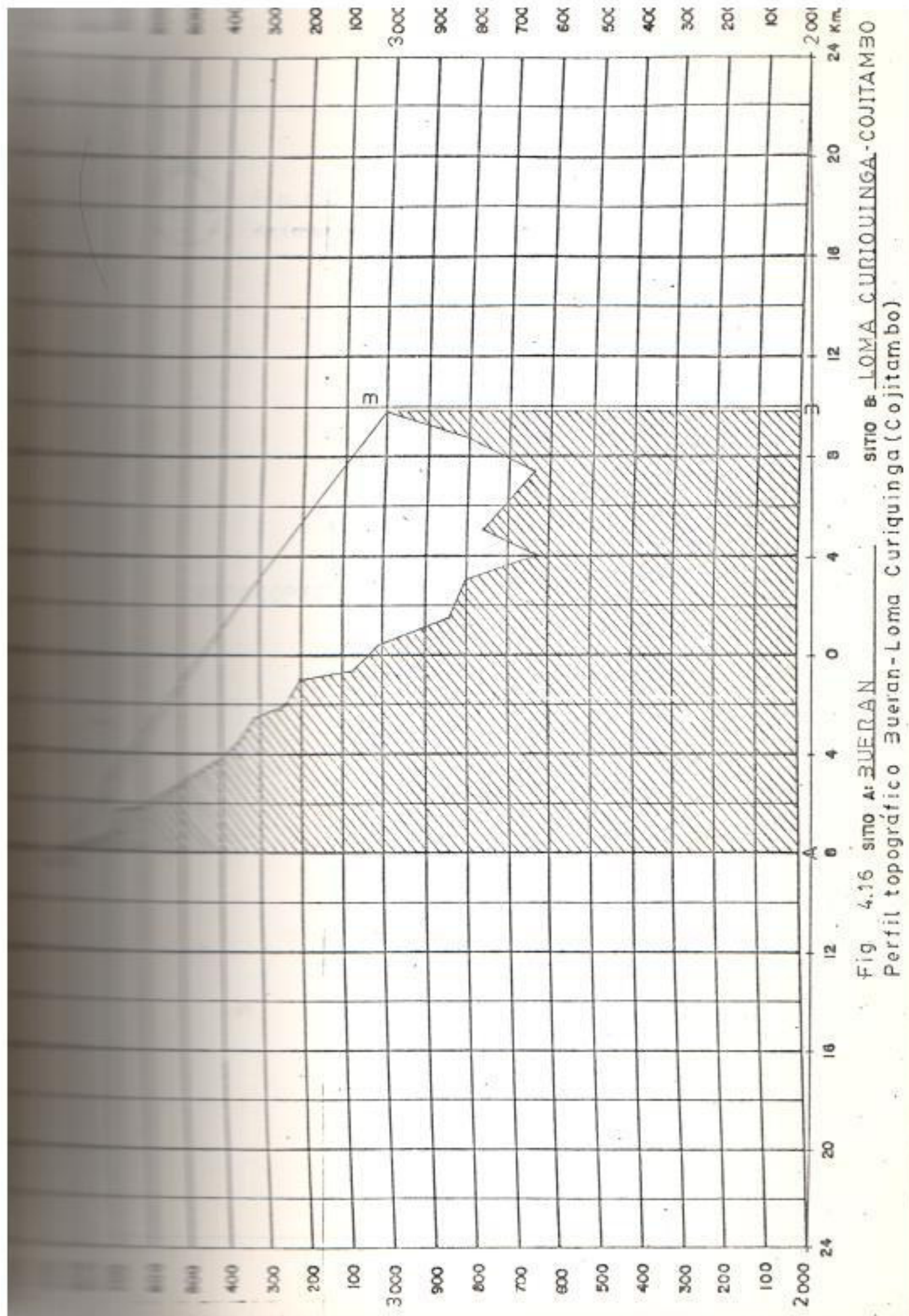


Fig 4.16 smo A: BUERAN
 Perfil topográfico Bueran-Loma Curiquinga (Cojitambo)

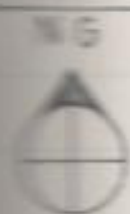
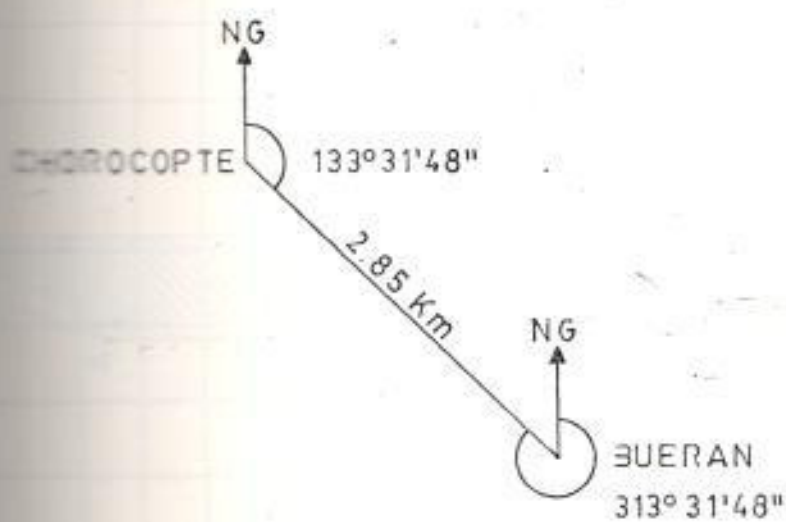


Fig 4.17

Acimut del enlace Chorocopte-Bueran



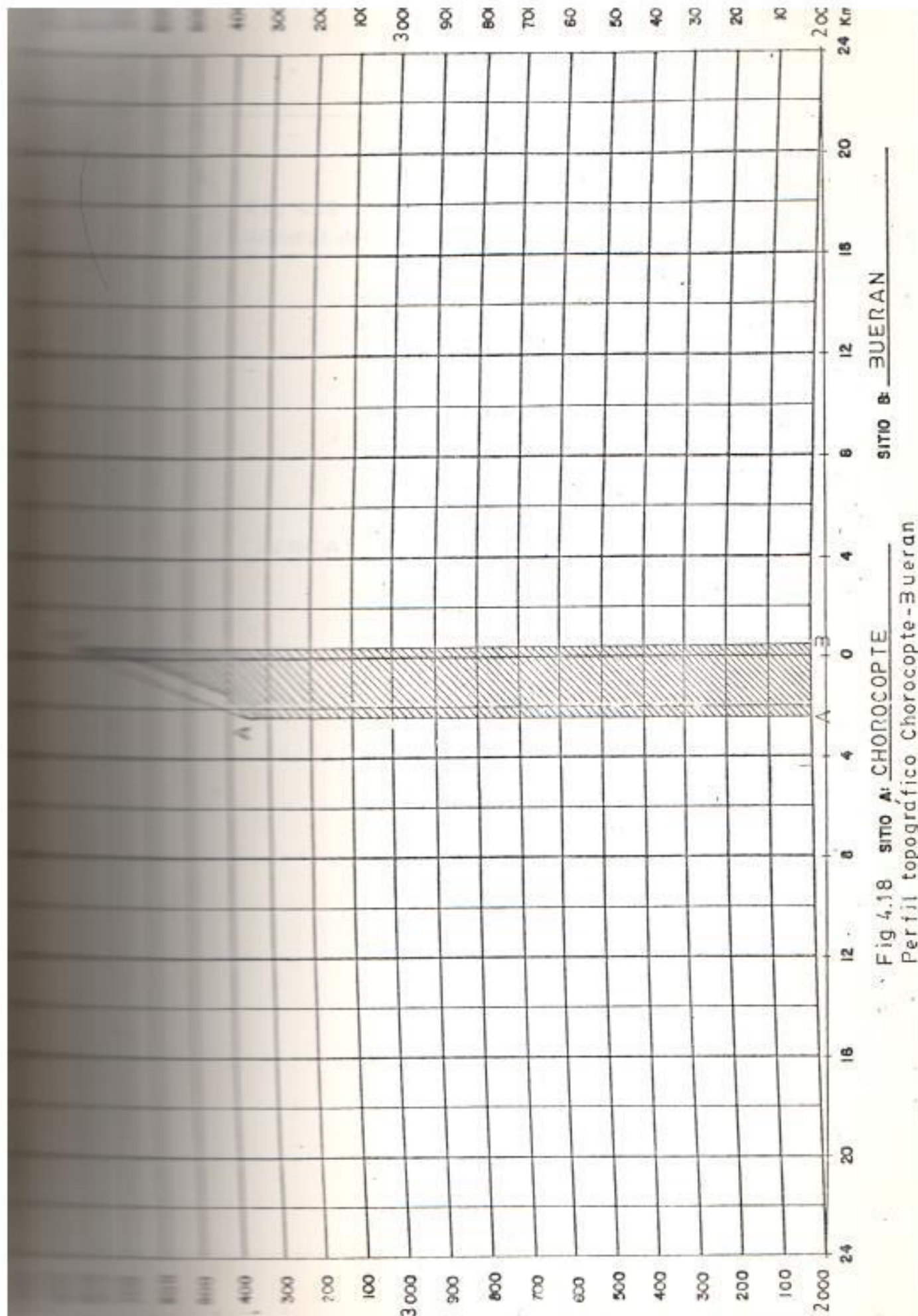
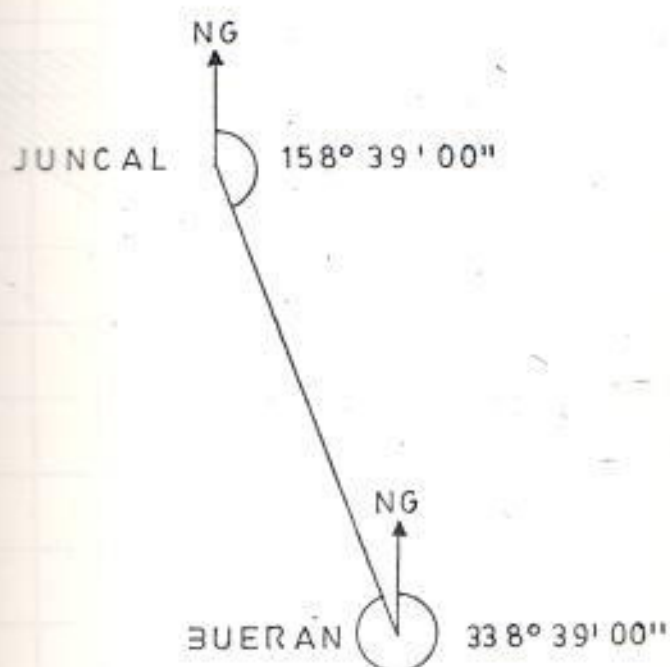


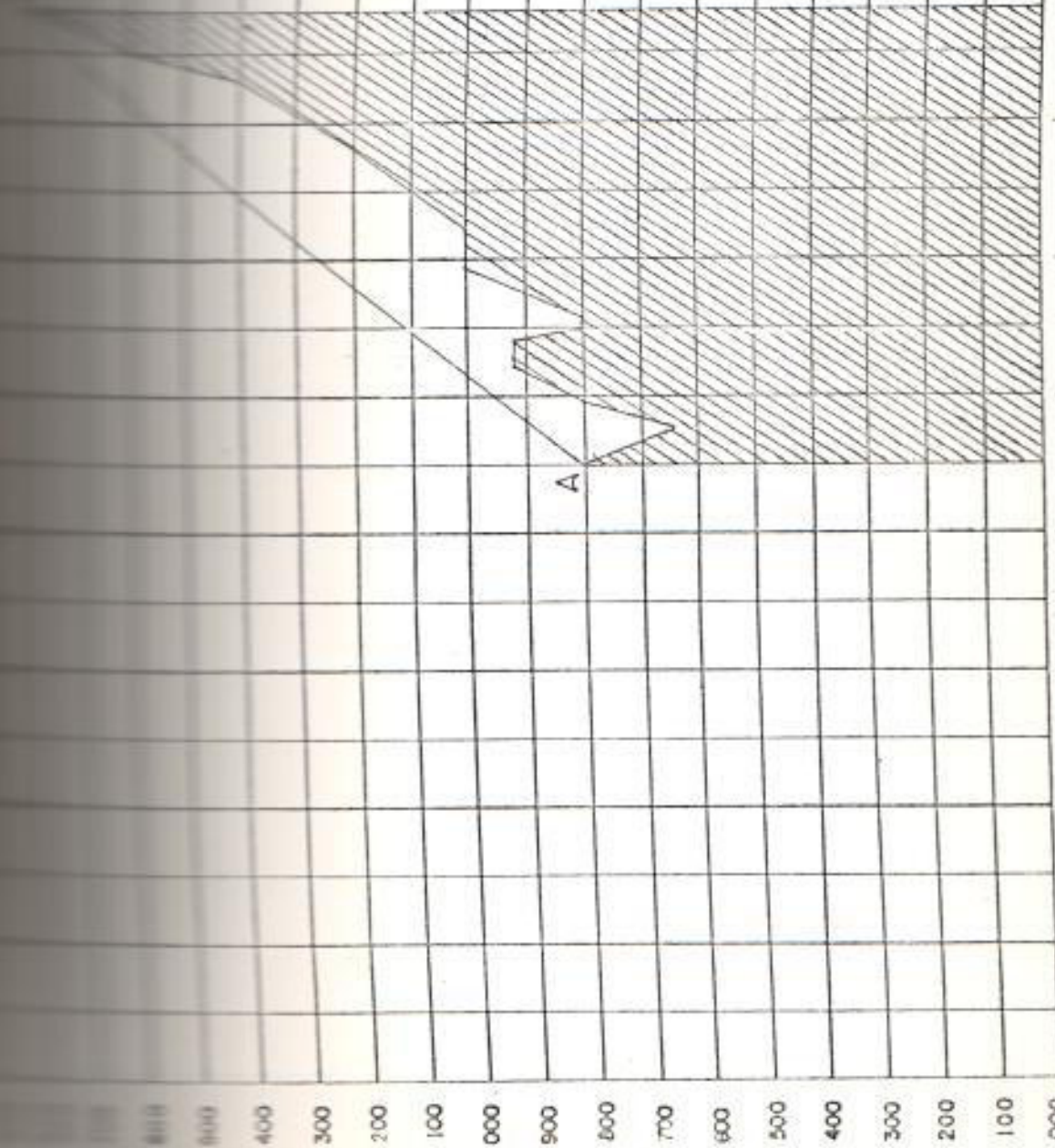
Fig 4.18 SITIO A: CHOROCOPE
 Perfil topográfico Chorocope-Bueran



Fig 4.19

Acimut del enlace Juncal-Bueran





SITIO B - BUERAN

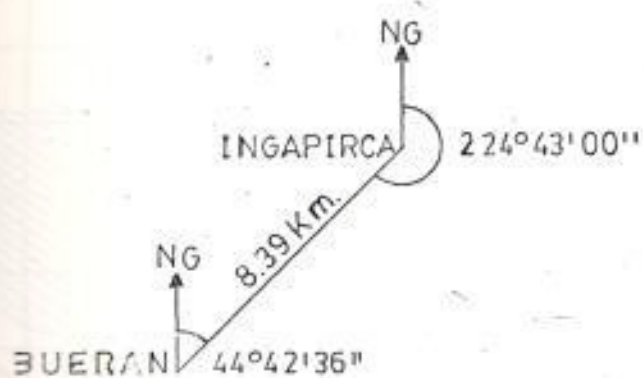
Fig. 4.20 smo A: JUNCAL

Perfil topográfico Juncal - Bueran



Fig 4.21

Acimut del enlace Ingapirca-Bueran



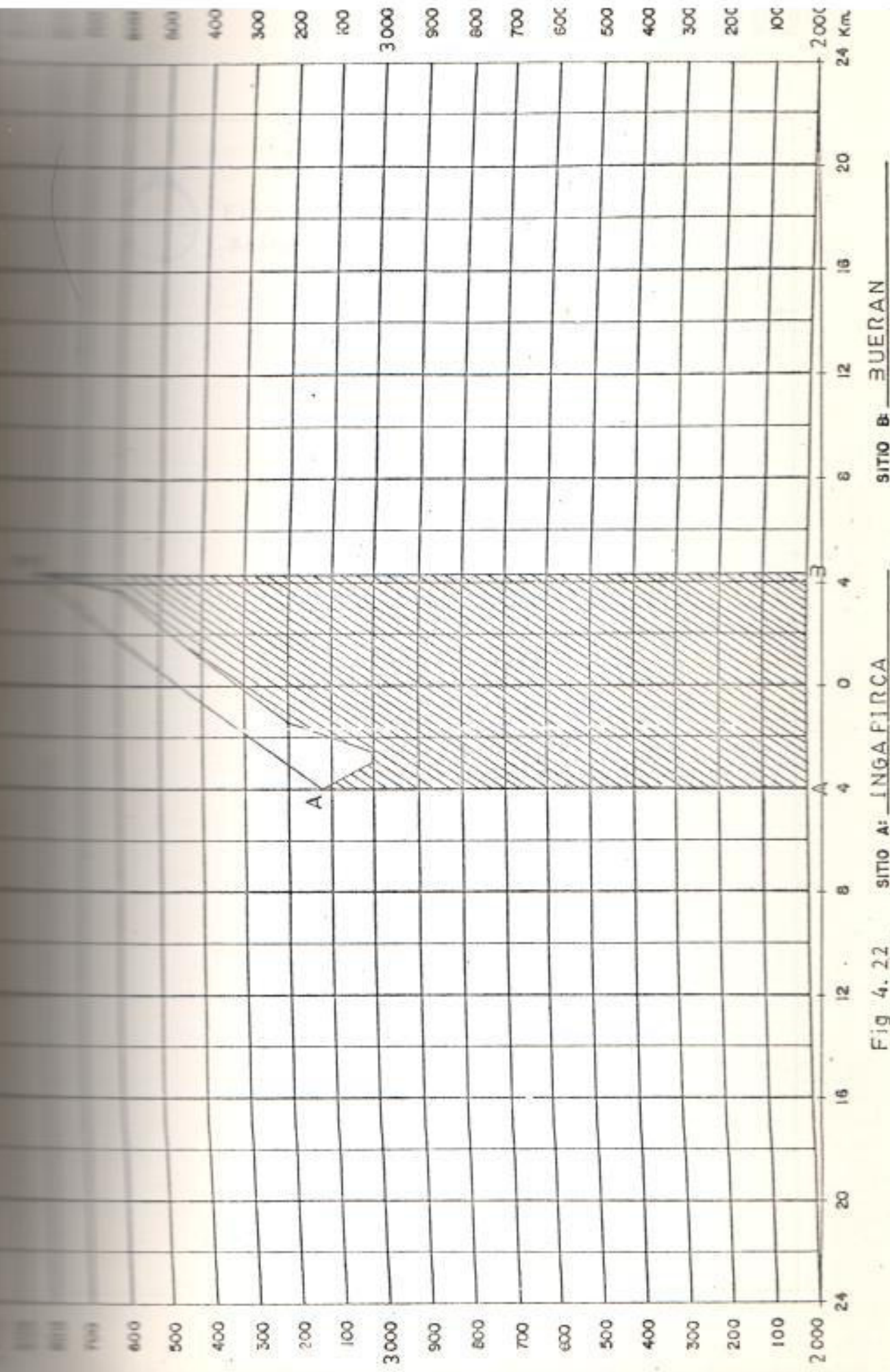


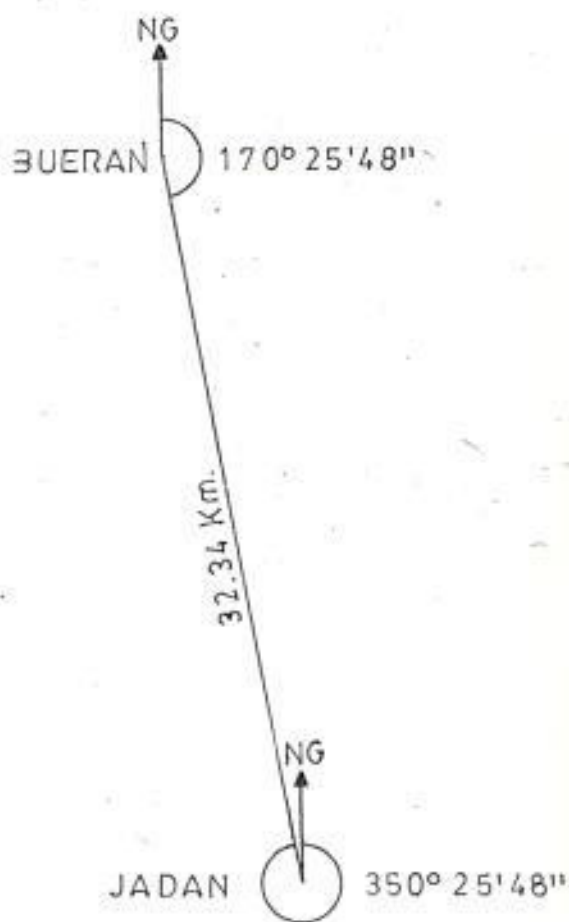
Fig 4.22 sitio A: INGA FIRCA
Perfil topográfico Inga Firca-Bueran

sitio B: BUERAN



Fig 4.23

Acimut del enlace Bueran-Jadan



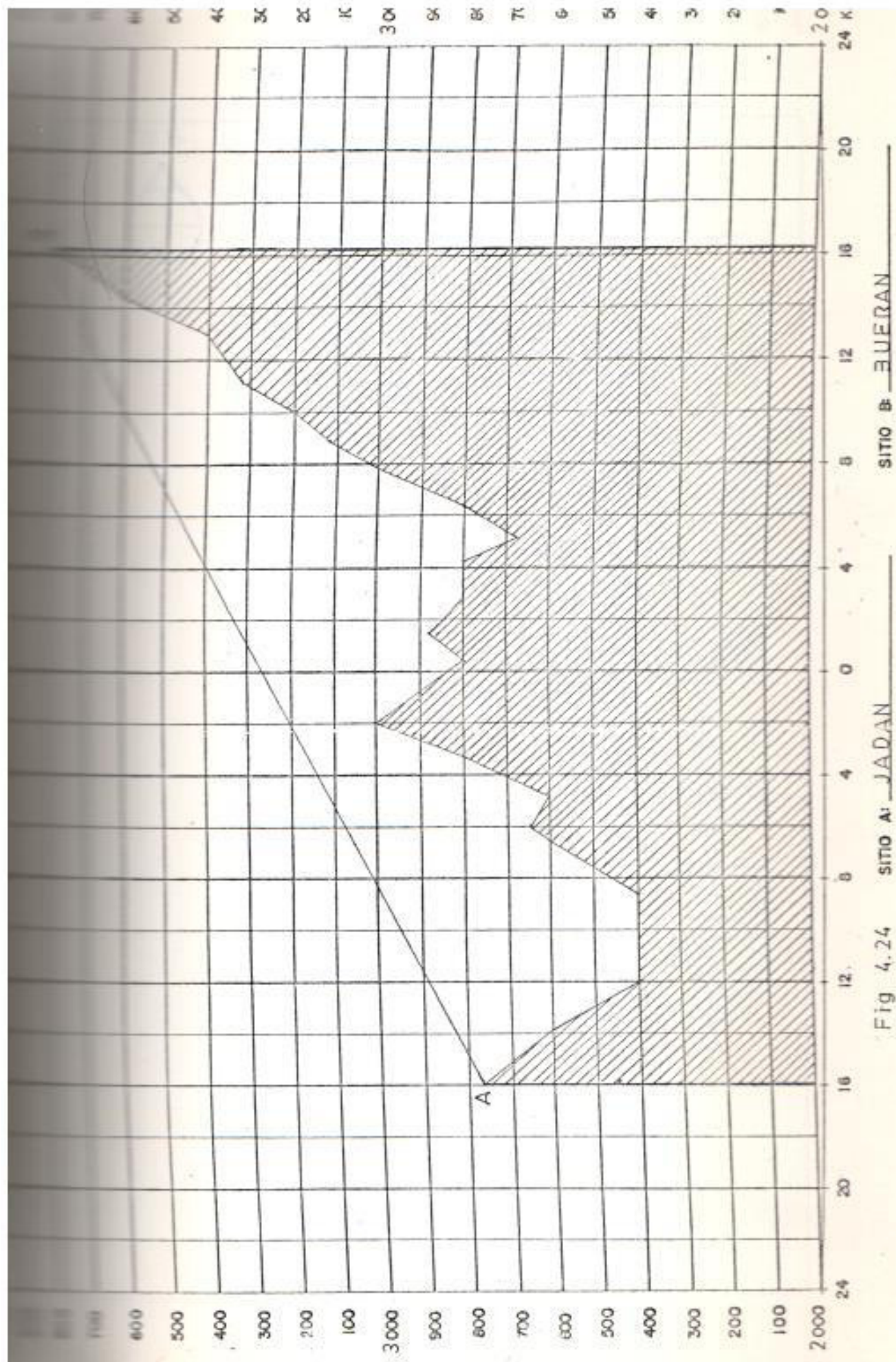


Fig 4.24 SINO A: JADAN
 Perfil topográfico Jadan-Bueran

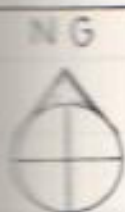
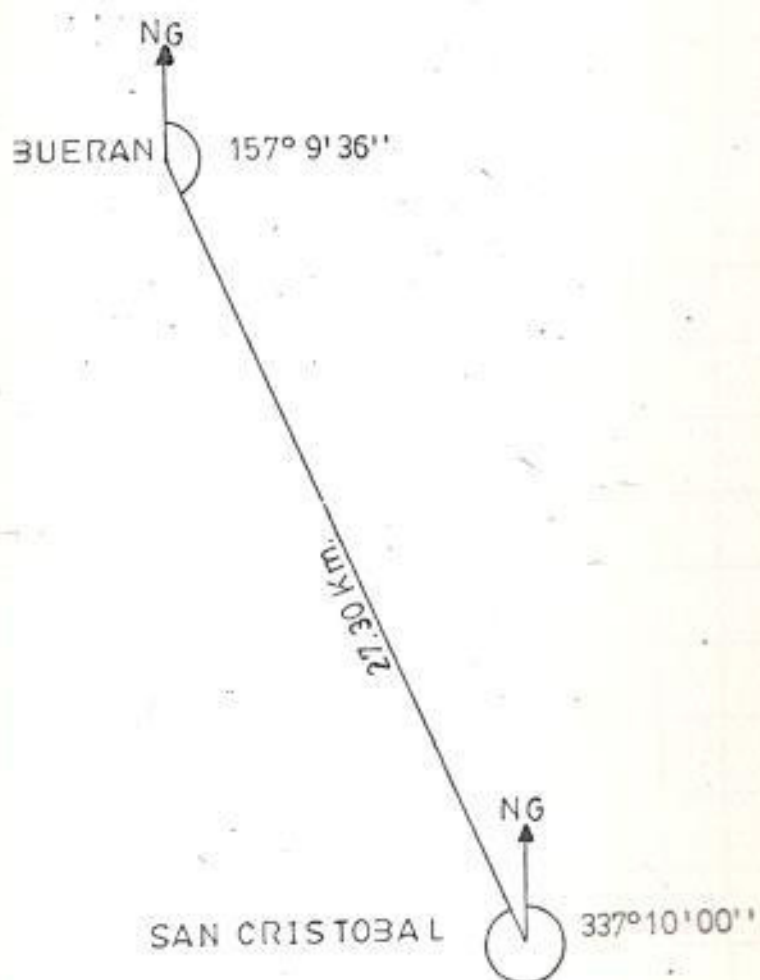


Fig 4.25

Acimut del enlace Bueran-San Cristobal



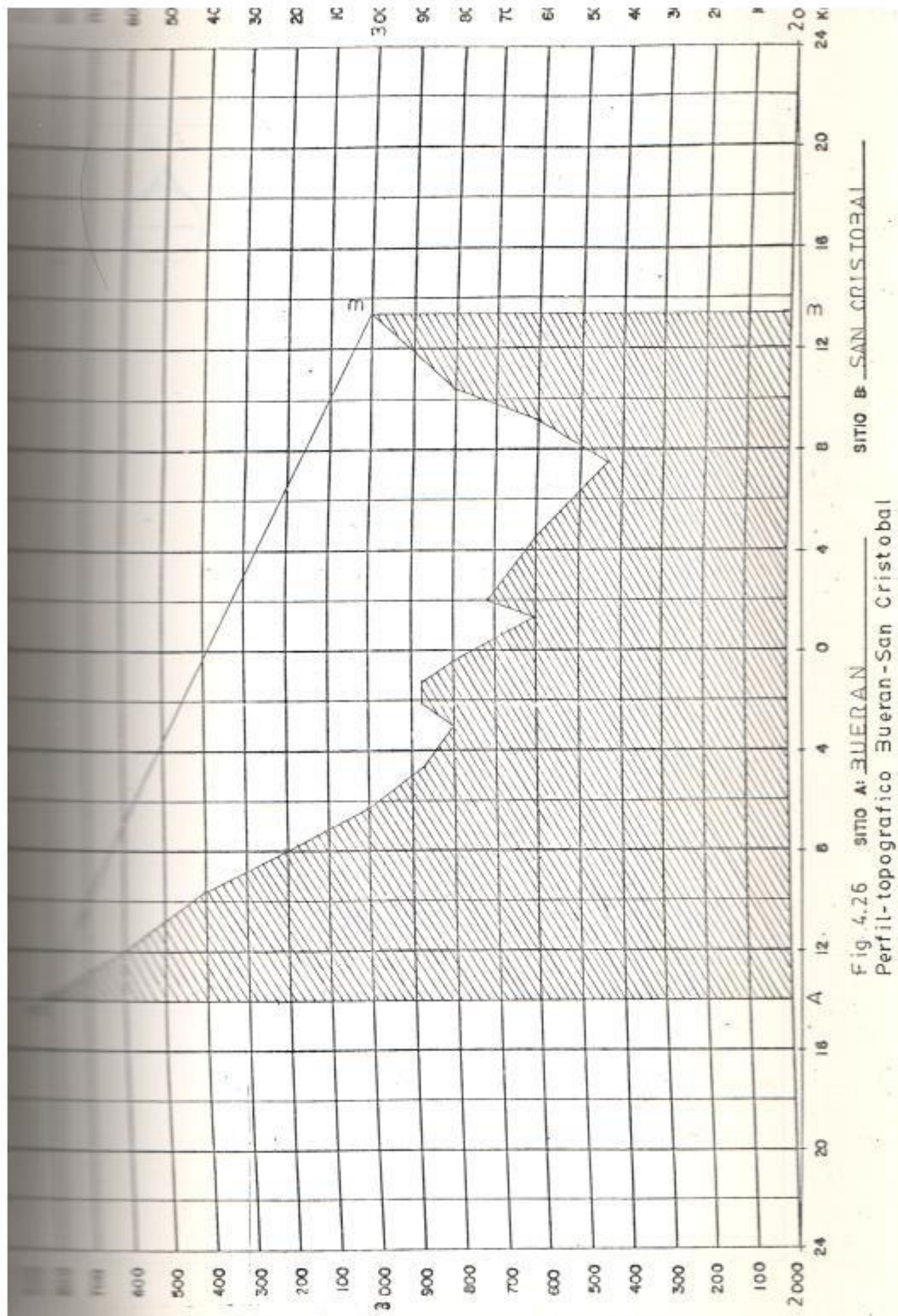
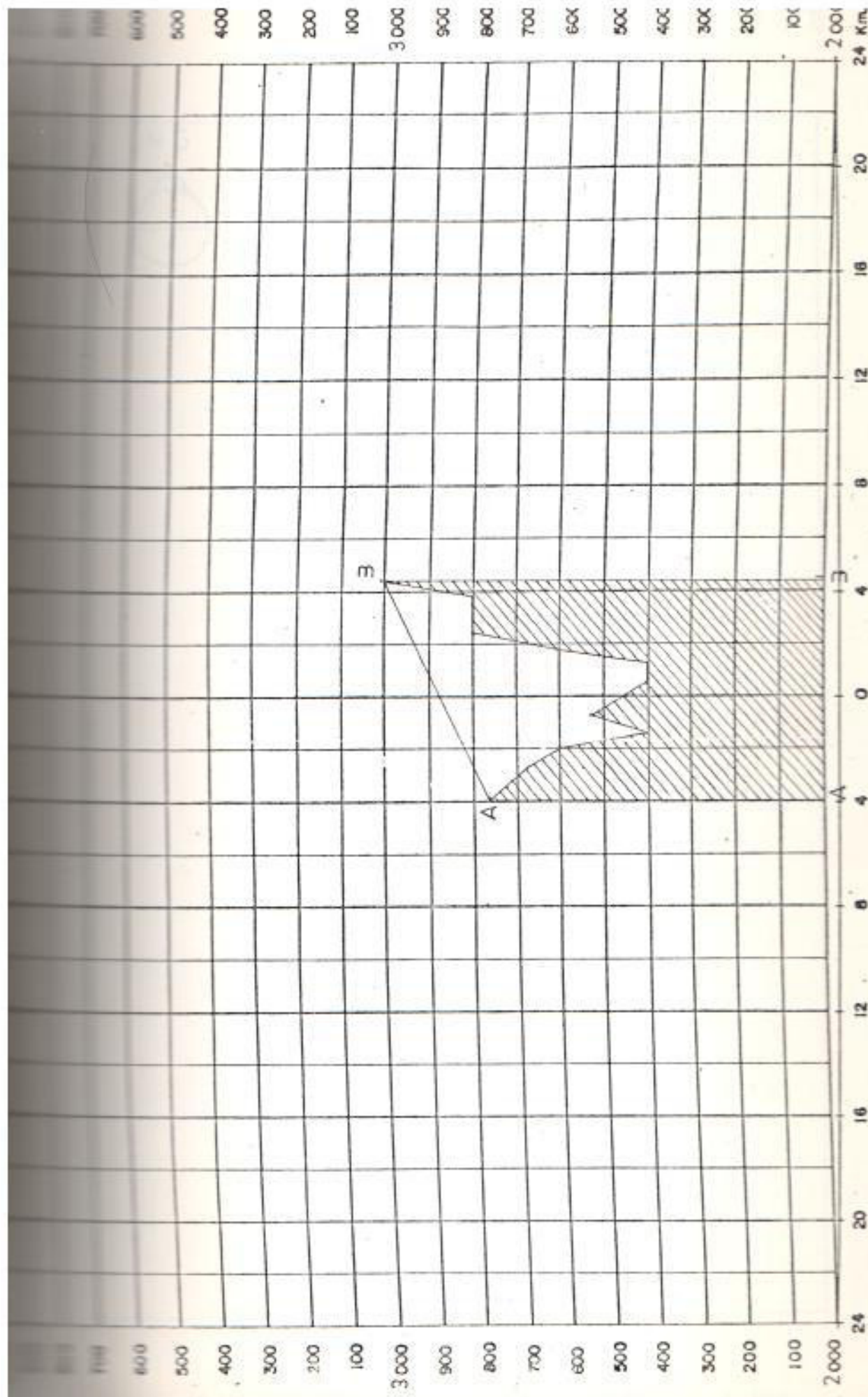




Fig 4.27

Acimut del enlace Jadan-San-Cristobal





SITIO B: SAN CRISTOBAL

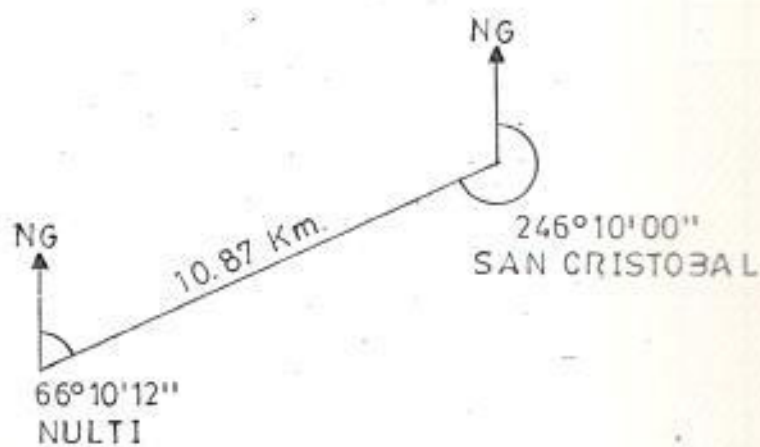
Fig 4.28 sitio A: JADAN
Perfil topográfico Jadan - San Cristobal

NG



Fig 4.29

Acimut del enlace Nulti-San Cristobal



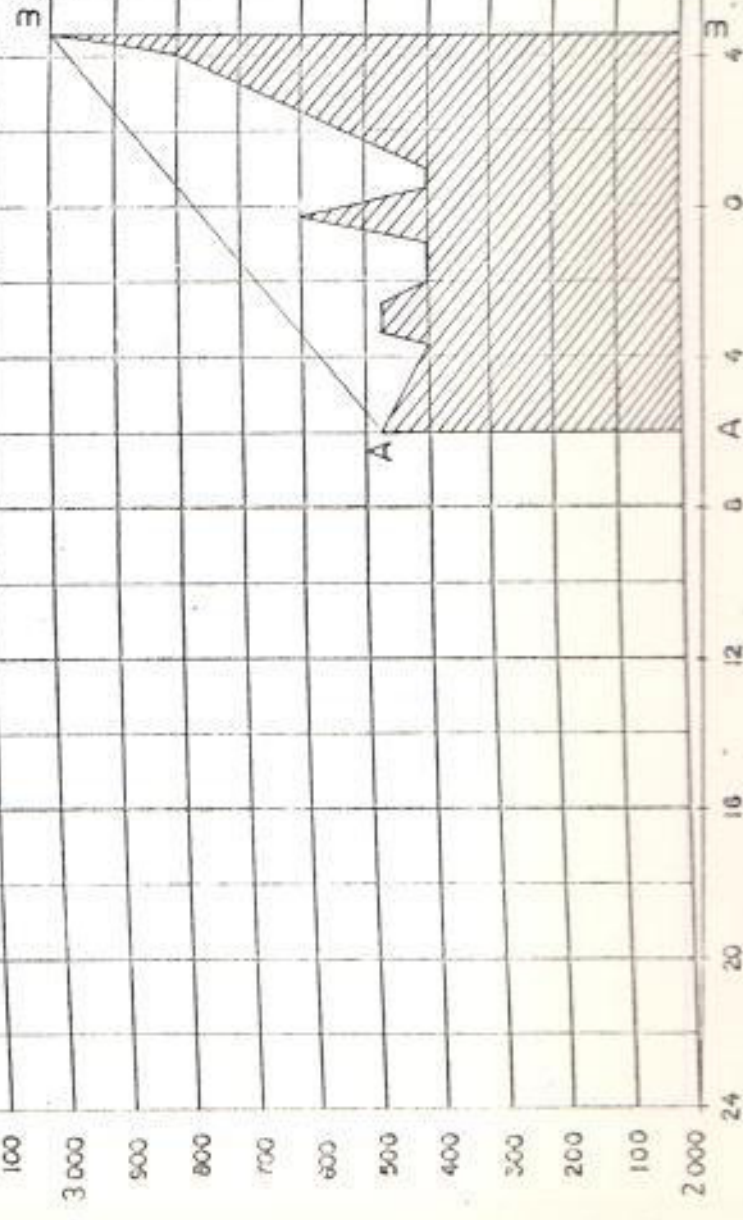


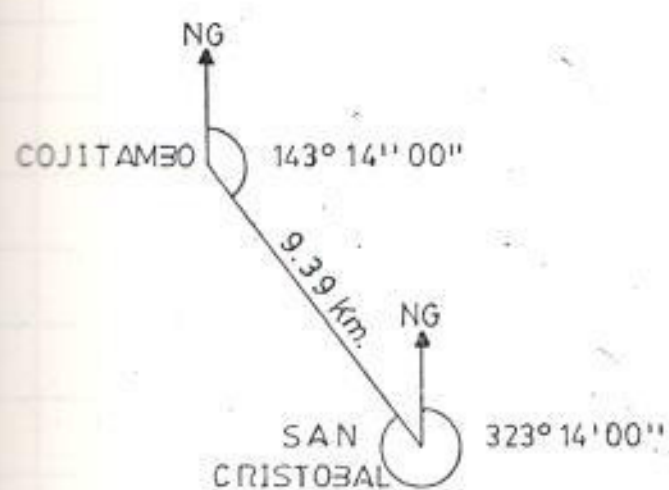
Fig 4.30 SITIO A: NULTY
 Perfil topográfico Multi-San Cristobal

SITIO B: SAN CRISTOBAL



Fig 4.31

Acimut del enlace Cojitambo-San Cristobal



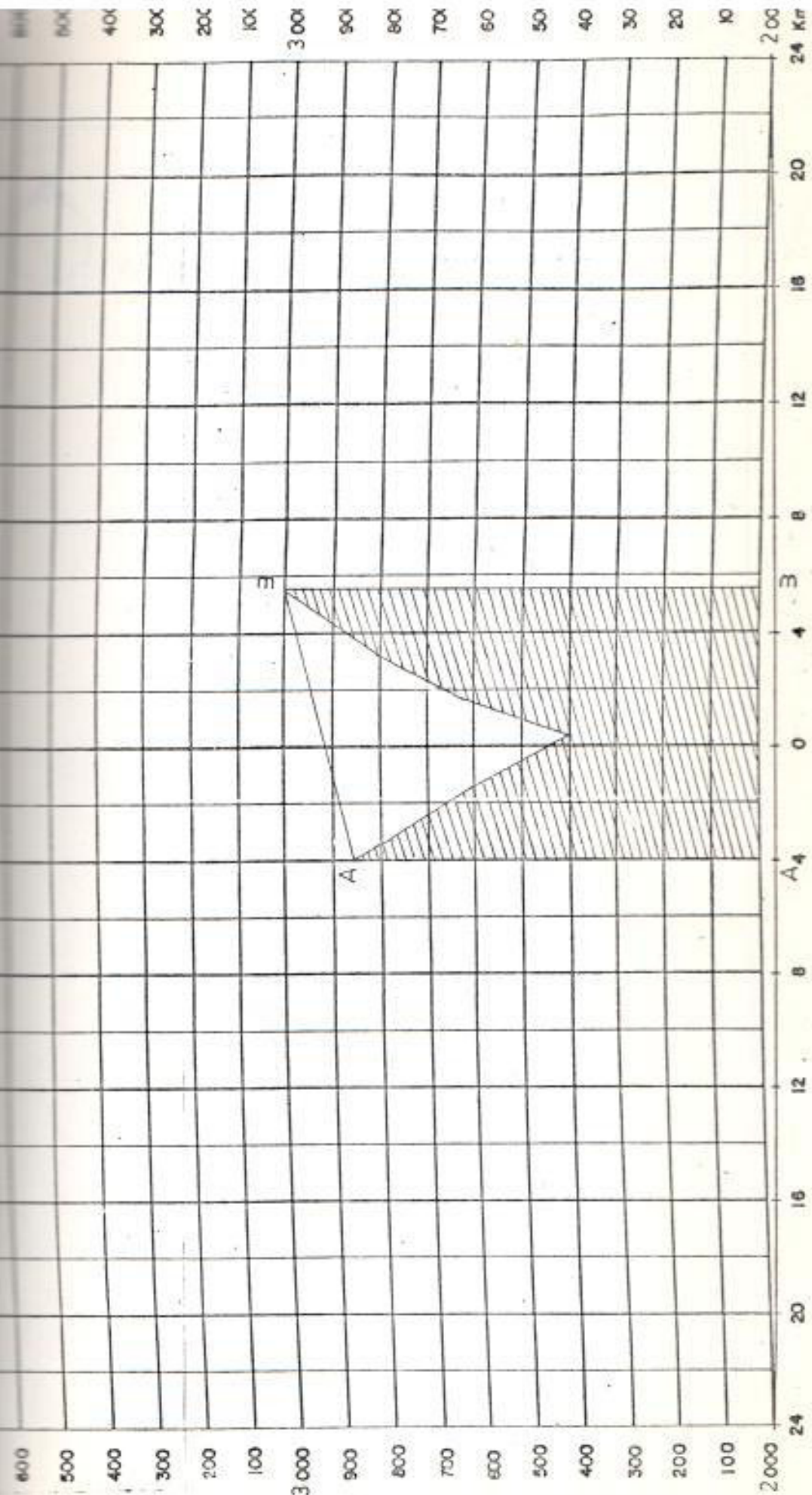
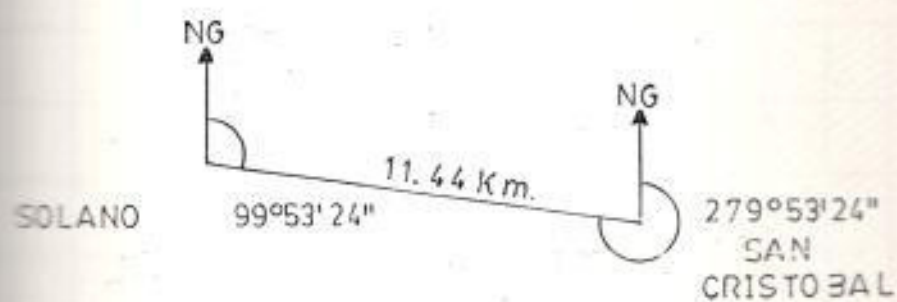


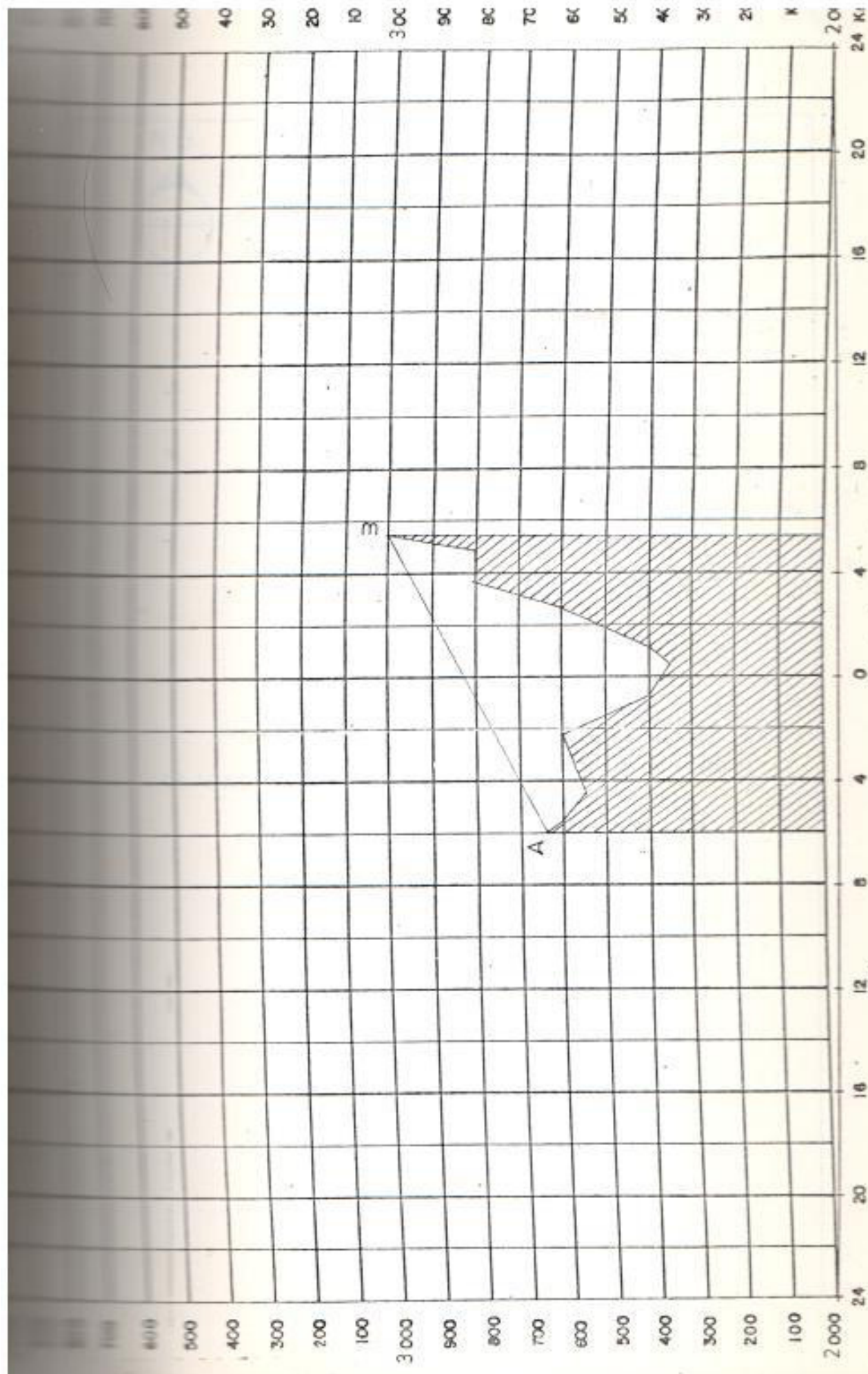
Fig 4.32 SITIO A: COJITAMBO SITIO B: SAN CRISTOBAL
 Perfil topográfico Cojitambo - San Cristobal



Fig 4.33

Acimut del enlace Solano-SanCristobal





SITO B: SAN CRISTOBAL

SITO A: SOLANO

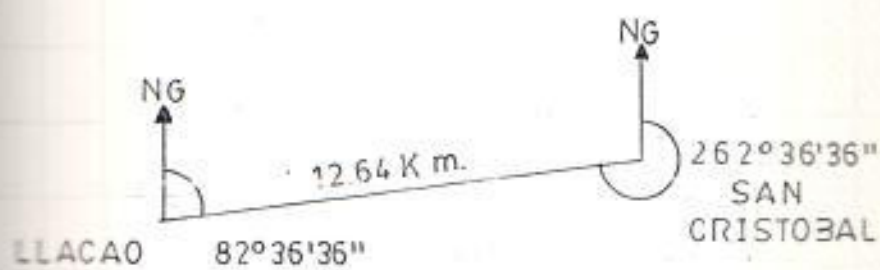
Fig 4.34

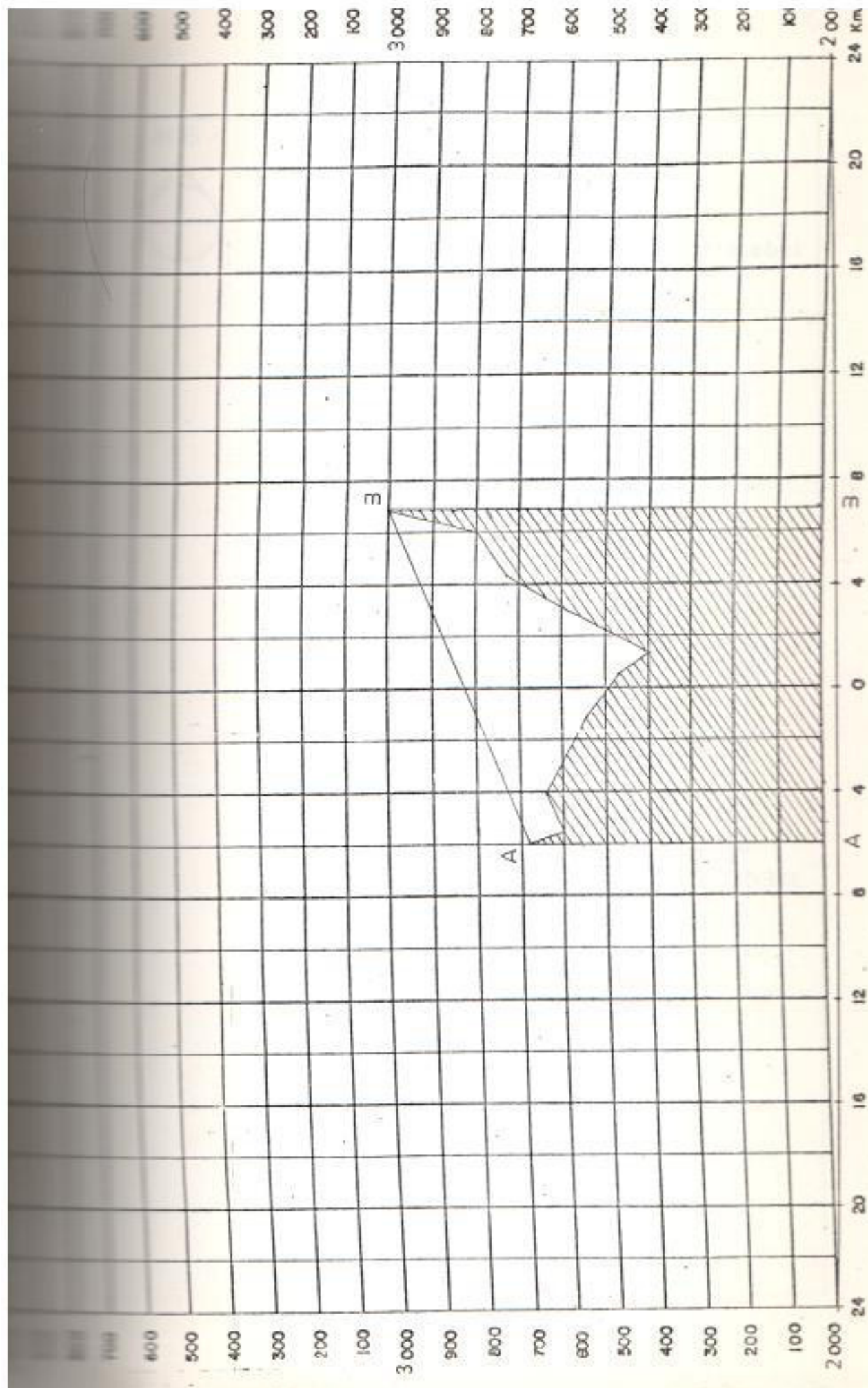
Perfil topografico Solano-San Cristobal



Fig 4.35

Acimut del enlace Llacao-San Cristobal





SITIO B SAN CRISTOBAL

SITIO A: LLACAO

Fig 4.36

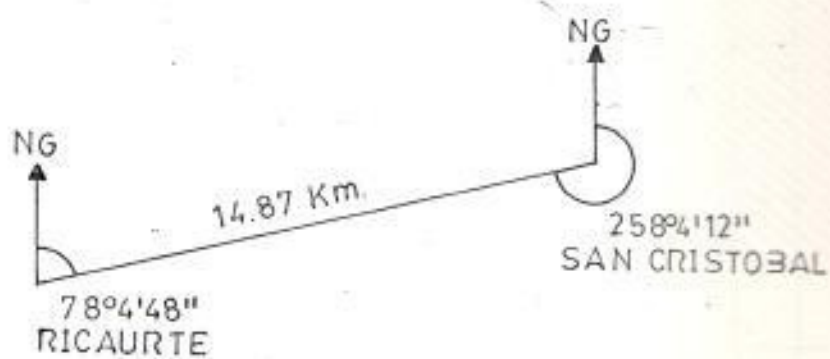
Perfil topografico Llacao-San Cristobal

NG



Fig 4.37

Acimut del enlace Ricaurte-San Cristobal

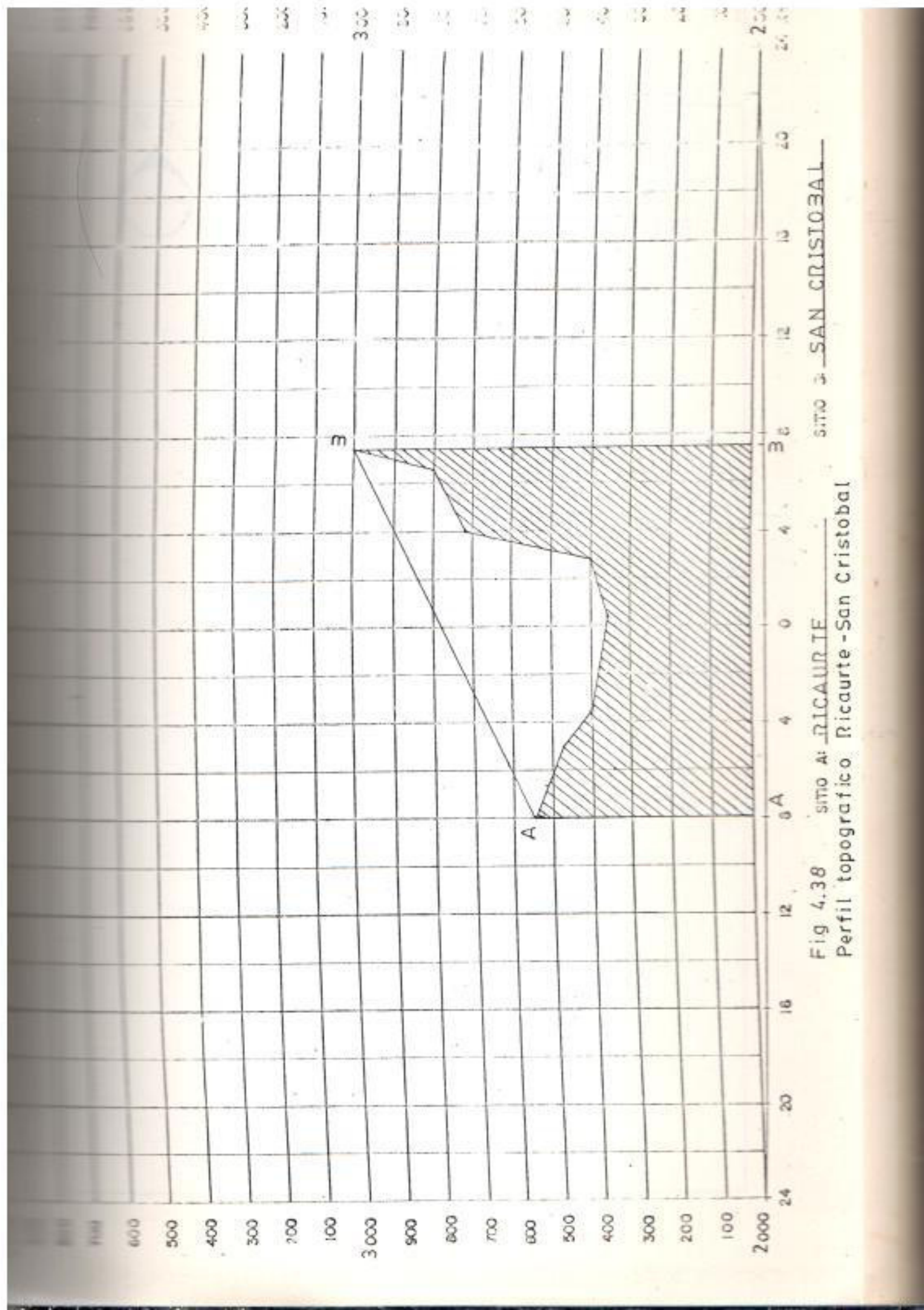


3

A

Fig 4.38 SITIO A: RICAURTE
 Perfil topografico Ricaurte - San Cristobal

SITIO B: SAN CRISTOBAL

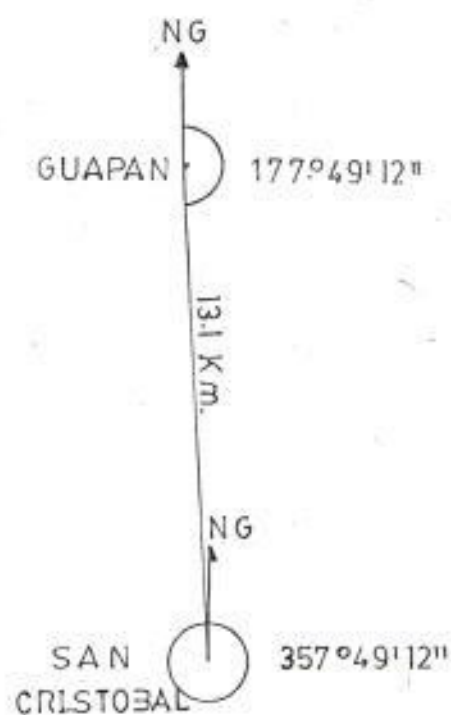


NG



Fig 4.39

Acimut del enlace Guapan-San Cristobal



3

A

SITIO B: SAN CRISTOBAL

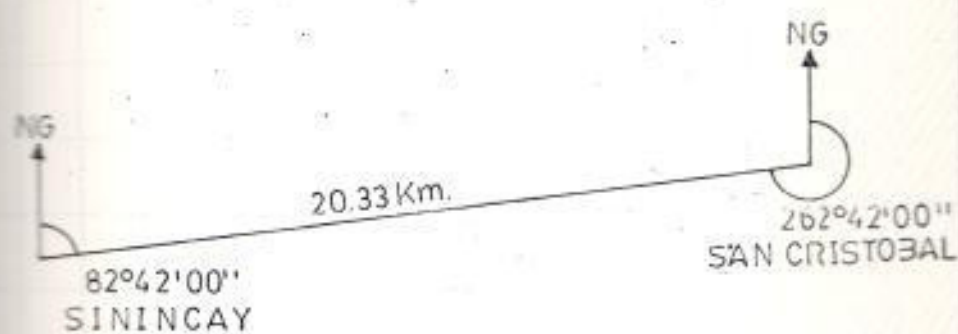
SITIO A: GUAPAN

Fig 4.40 Perfil topográfico Guapan-San Cristobal



Fig 4.41

Acimut del enlace Sinincay-San Cristobal



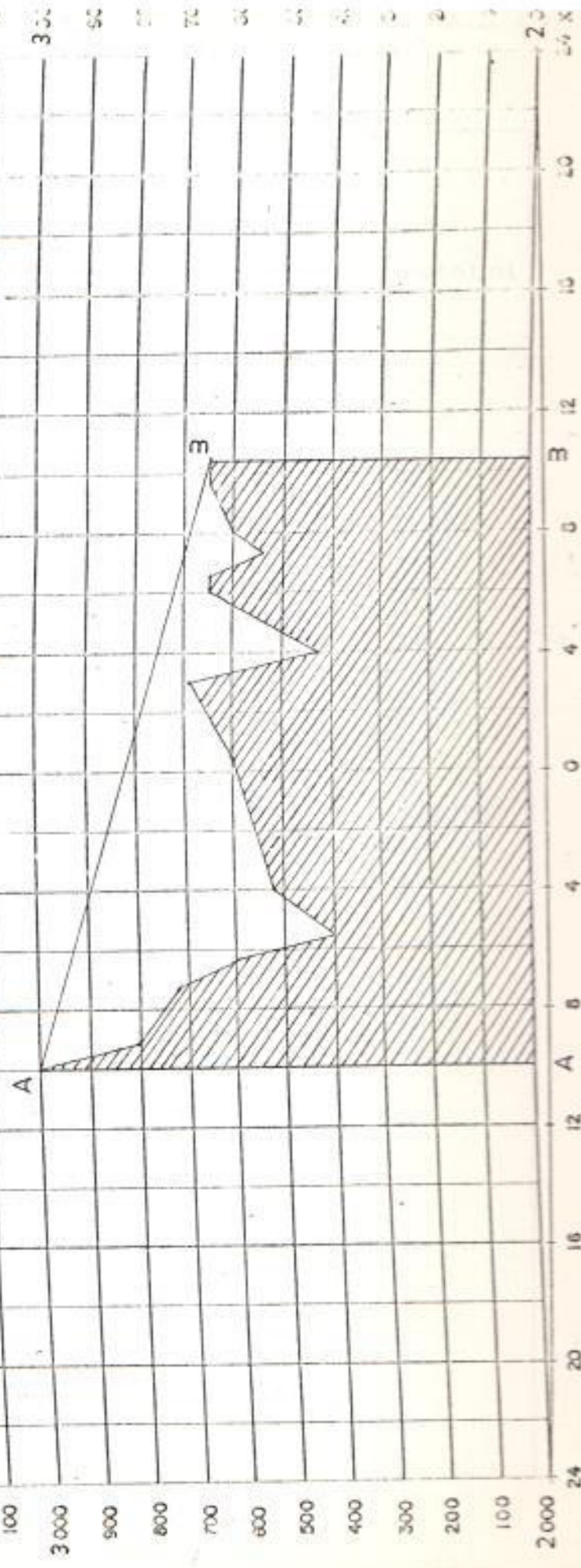
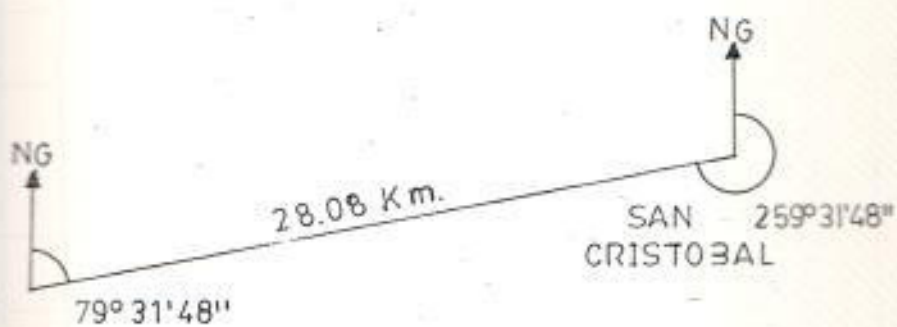


Fig 4.4.2 SITIO A: SAN CRISTOBAL SITIO B: SININCAY
 Perfil topográfico San Cristobal - Sinincay



Fig 4.43

Acimut del enlace Sayausi-San Cristobal



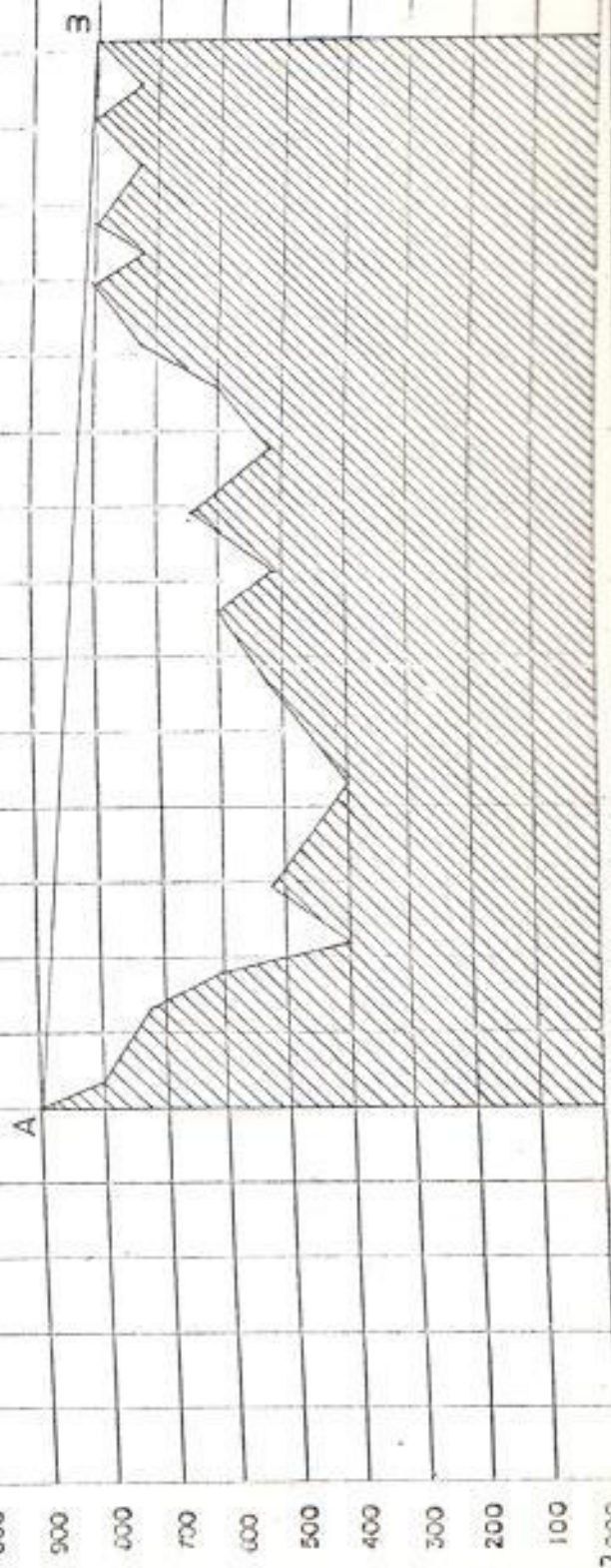


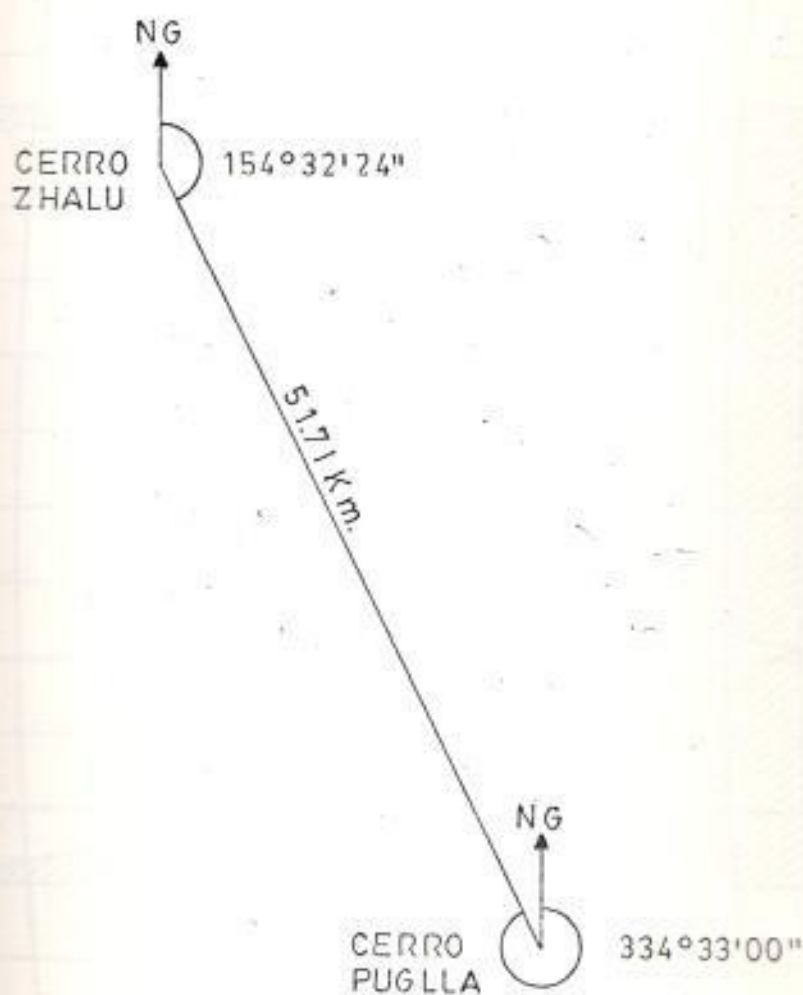
Fig 4.44 SITIO A: SAN CRISTOBAL
 Perfil topografico San Cristobal-Sayausi

SITIO SAYAUSI



Fig 4.45

Acimut del enlace CERRO ZHALU-CERRO PUGLLA



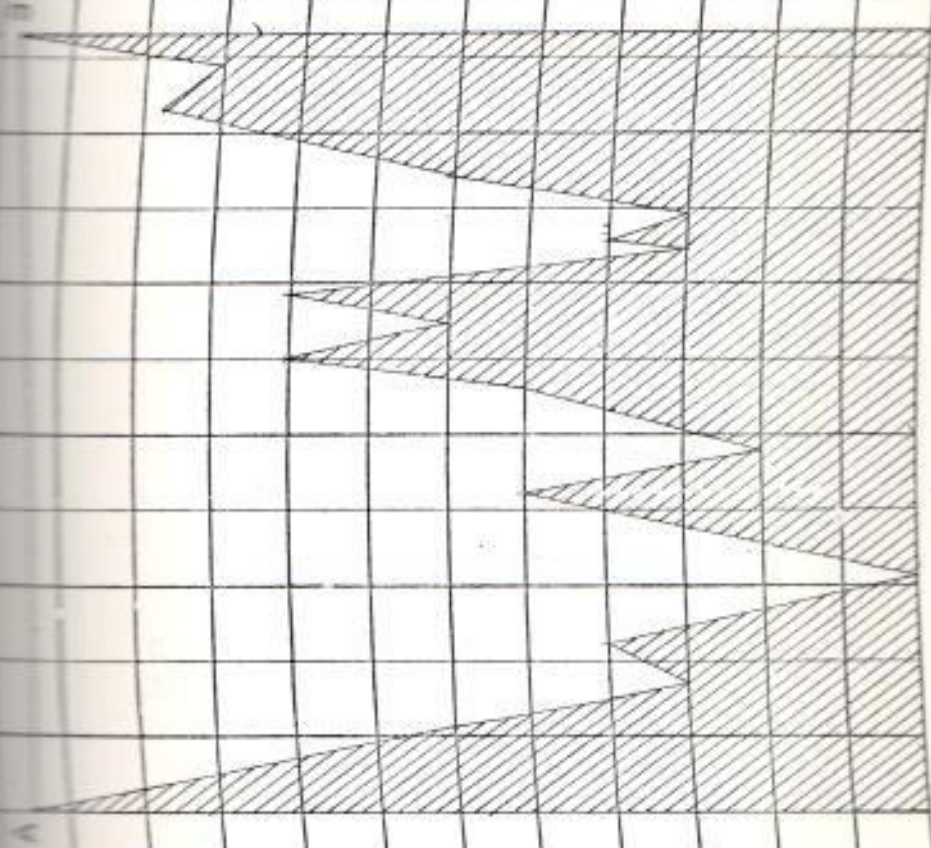


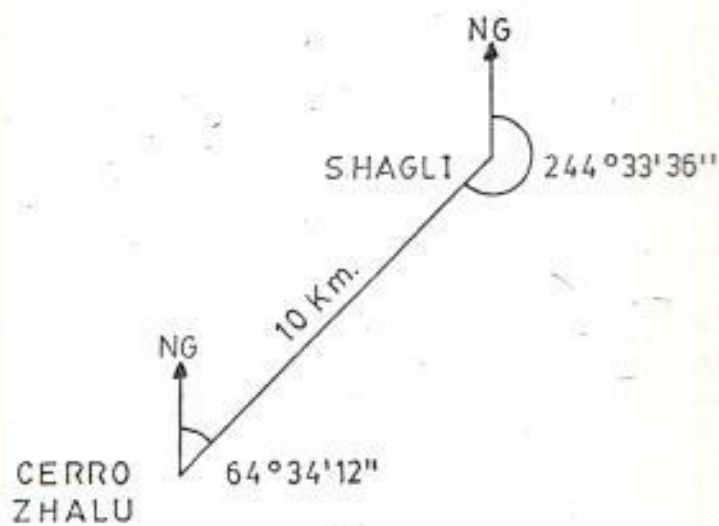
Fig 4.46 . SITIO A' CERRO ZHULU SITIO B' CERRO PUGLIA
 Perfil topográfico Cerro Zhulu - Cerro Puglia

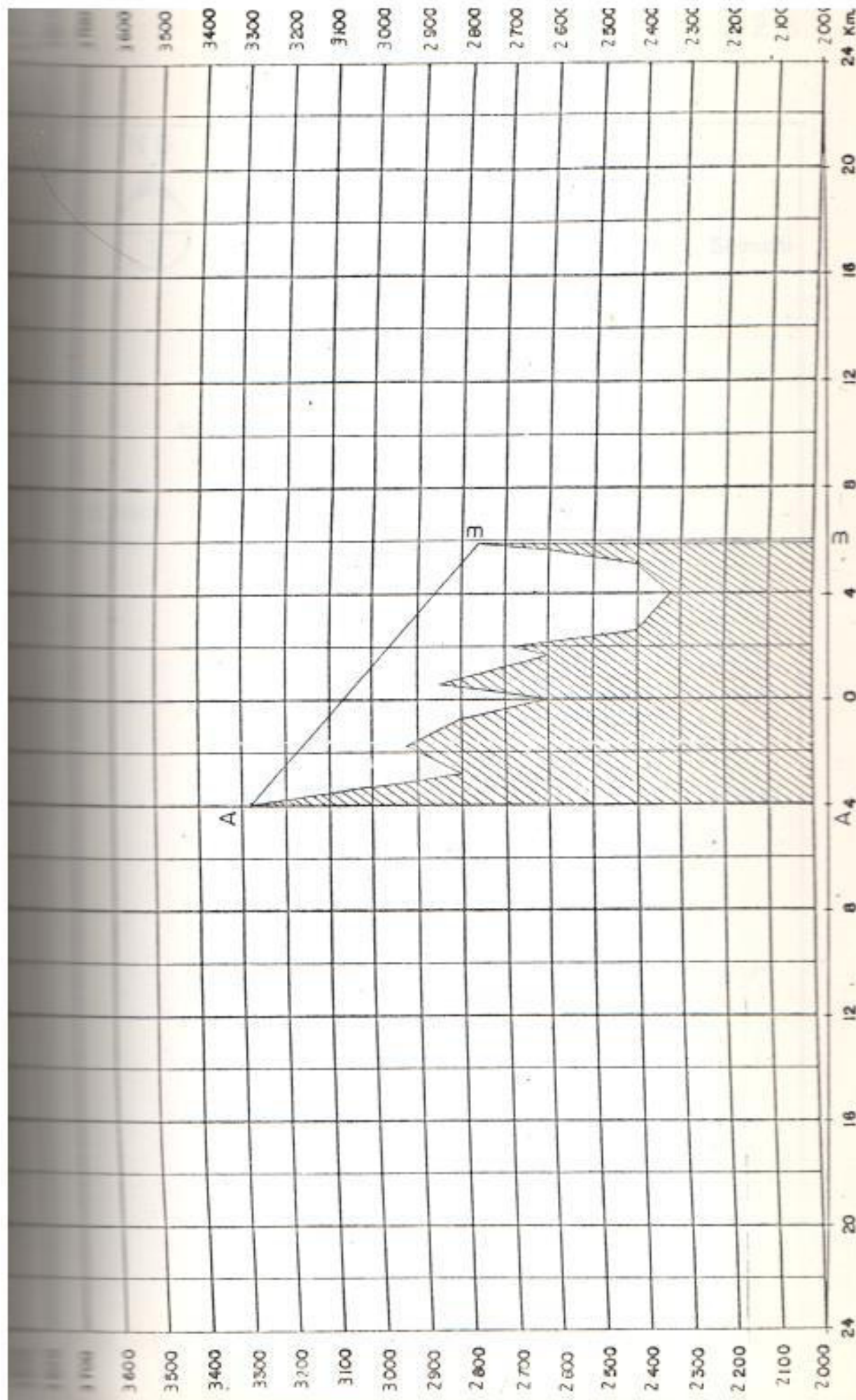
NG



Fig 4.47

Acimut del enlace Cerro Zhalu-Shagli





SITIO B SHAGLI

SITIO A CERRO ZHALU

Fig 4.48

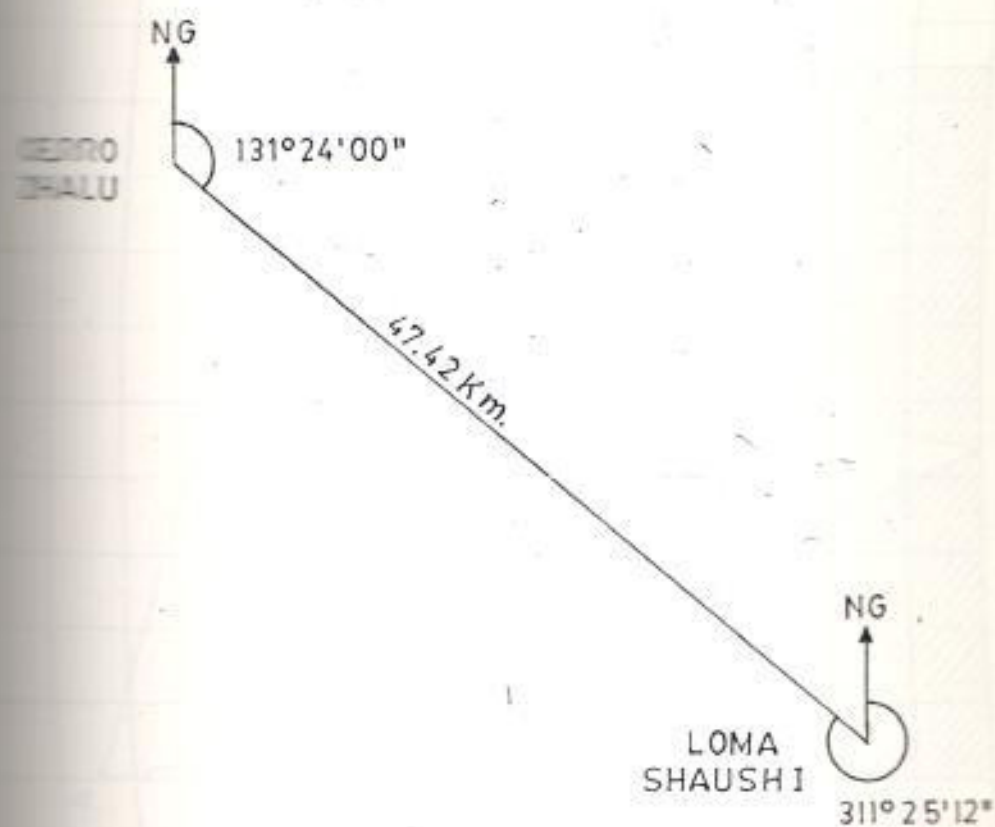
Perfil topografico Cerro Zhulu-Shagli

NG



Fig 4.49

Acimut del enlace Cerro Zhalu-Loma Shaushi



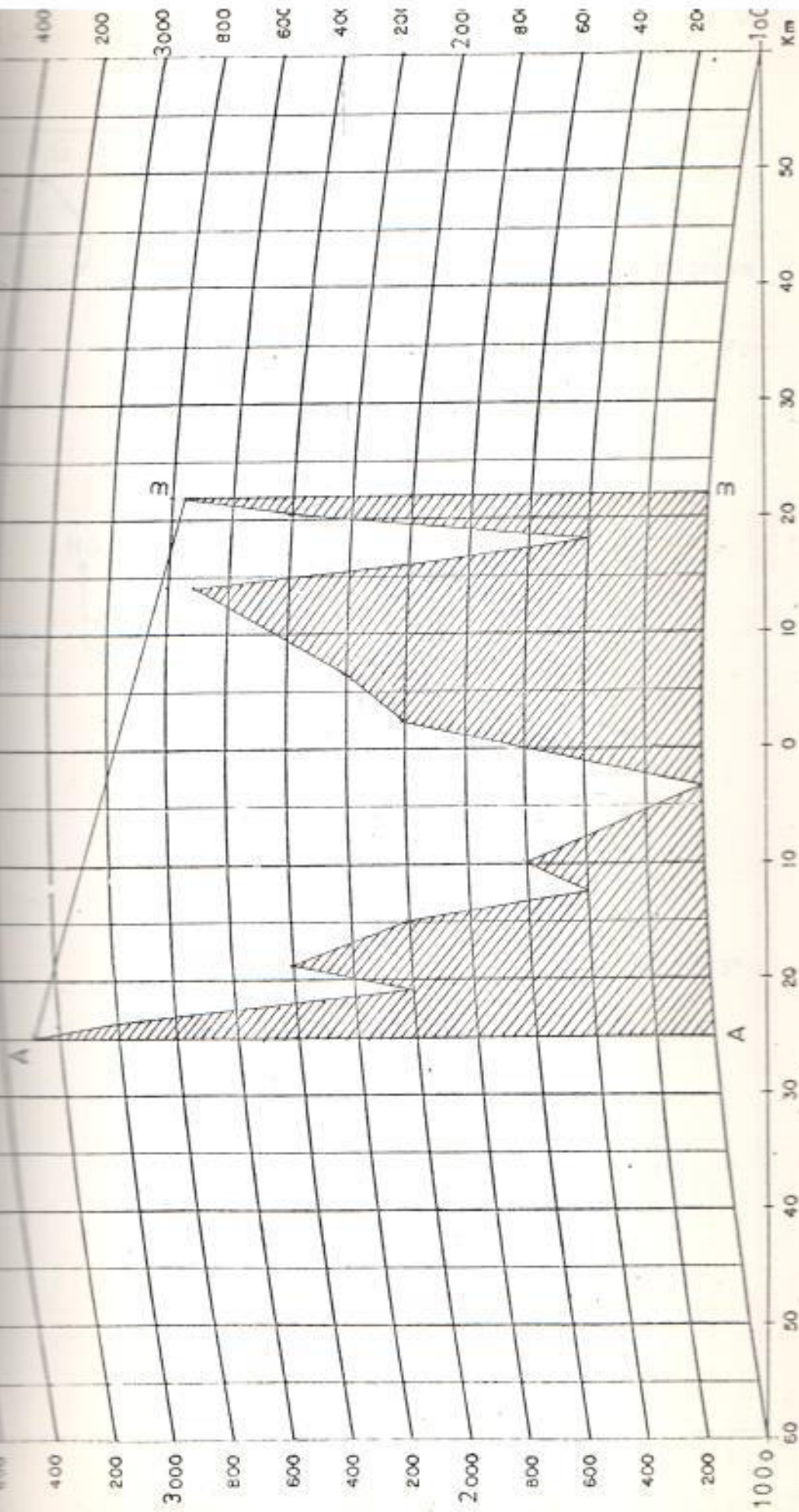
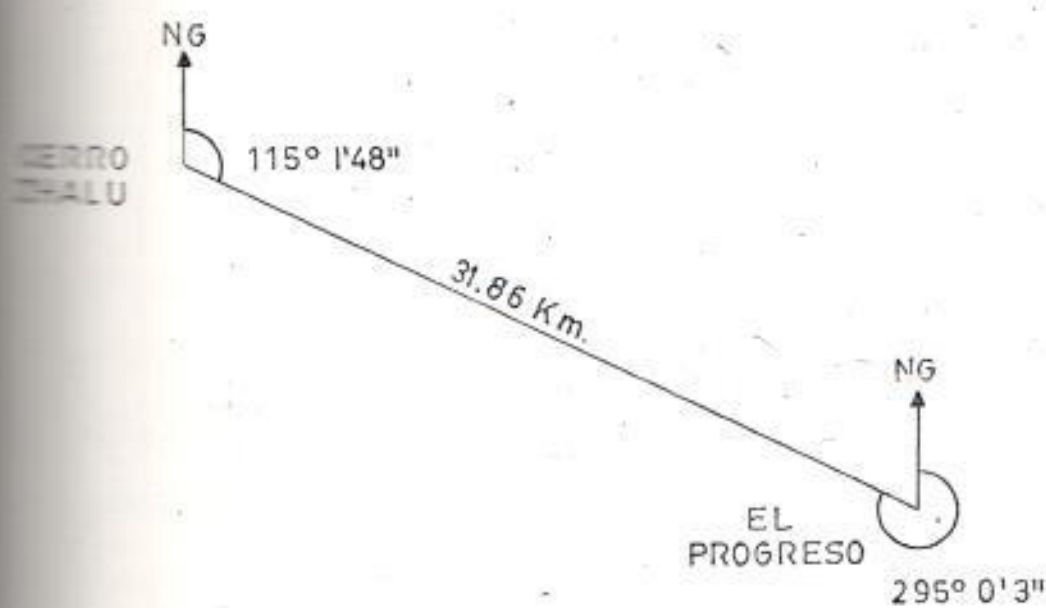


Fig 4.50 SITIO A: CERRO ZHULU SITIO B: LOMA SHAUSHI (CUSUCUDOMA)
 Perfil topografico Cerro Zhulu-Loma Shaushi



Fig 4.51

Acimut del enlace Cerro Zhalu-El Progreso



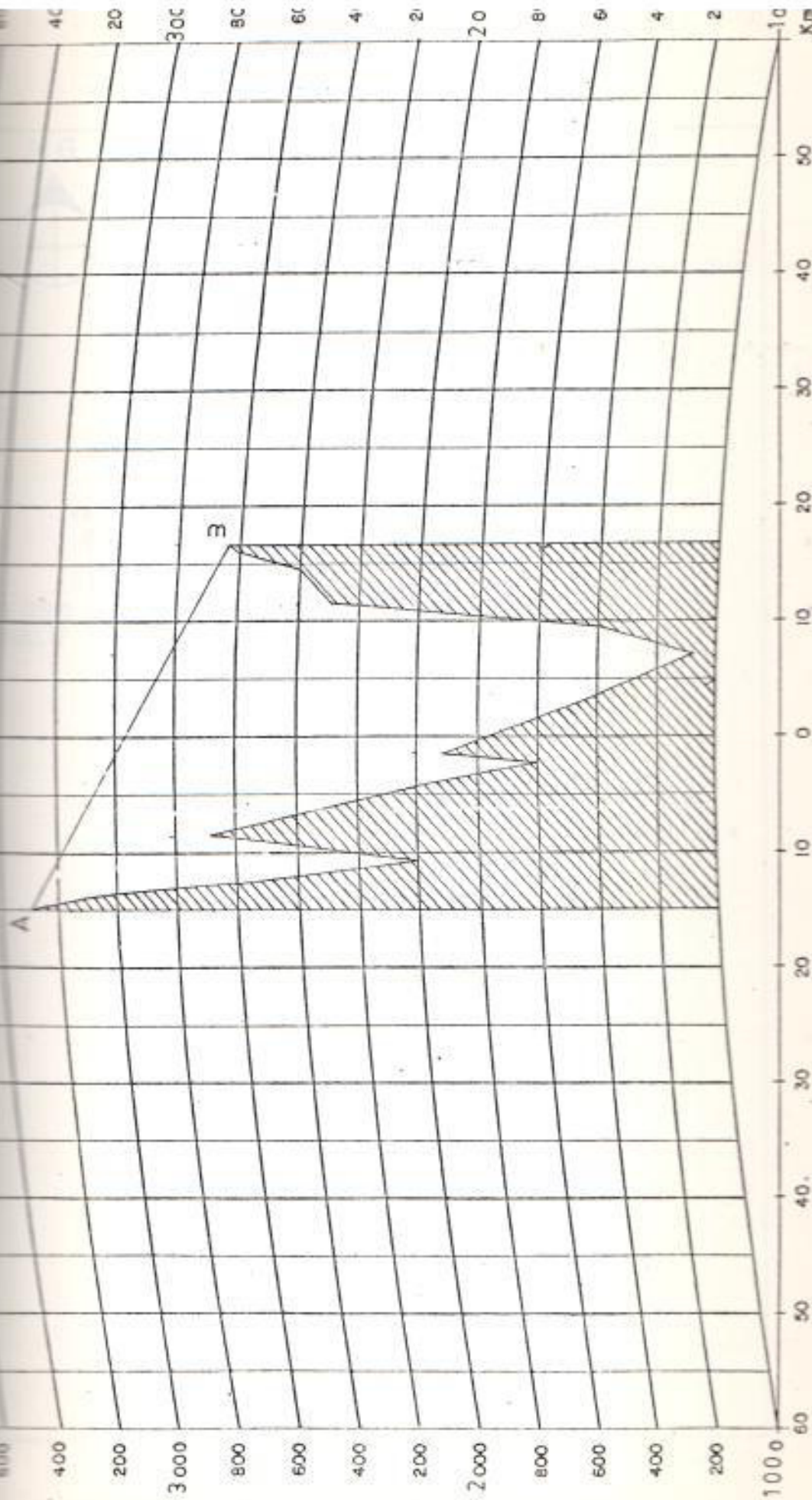


Fig 4.52 SITIO A: CERRO ZHULU
 Perfil topografico Cerro Zhulu-EL Progreso

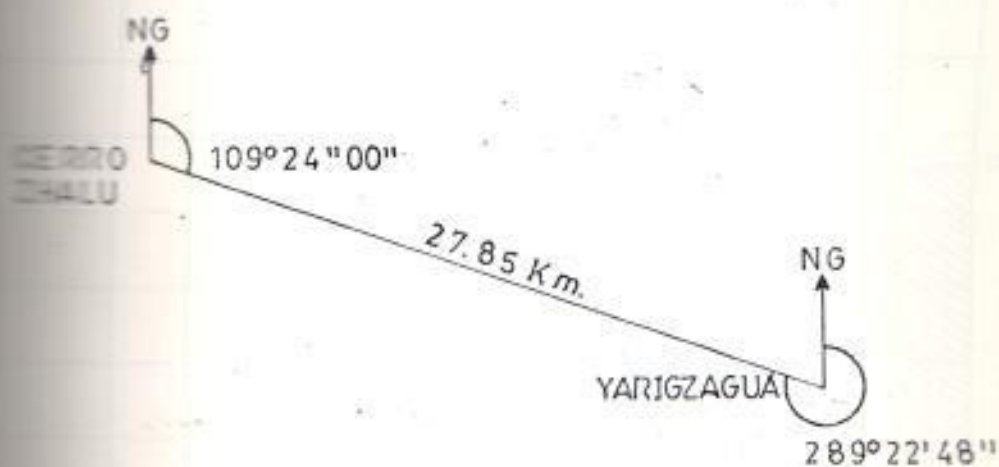
SITIO B: EL PROGRESO

NG



Fig 4.53

Acimut del enlace Cerro Zhalu-Yarigzagua



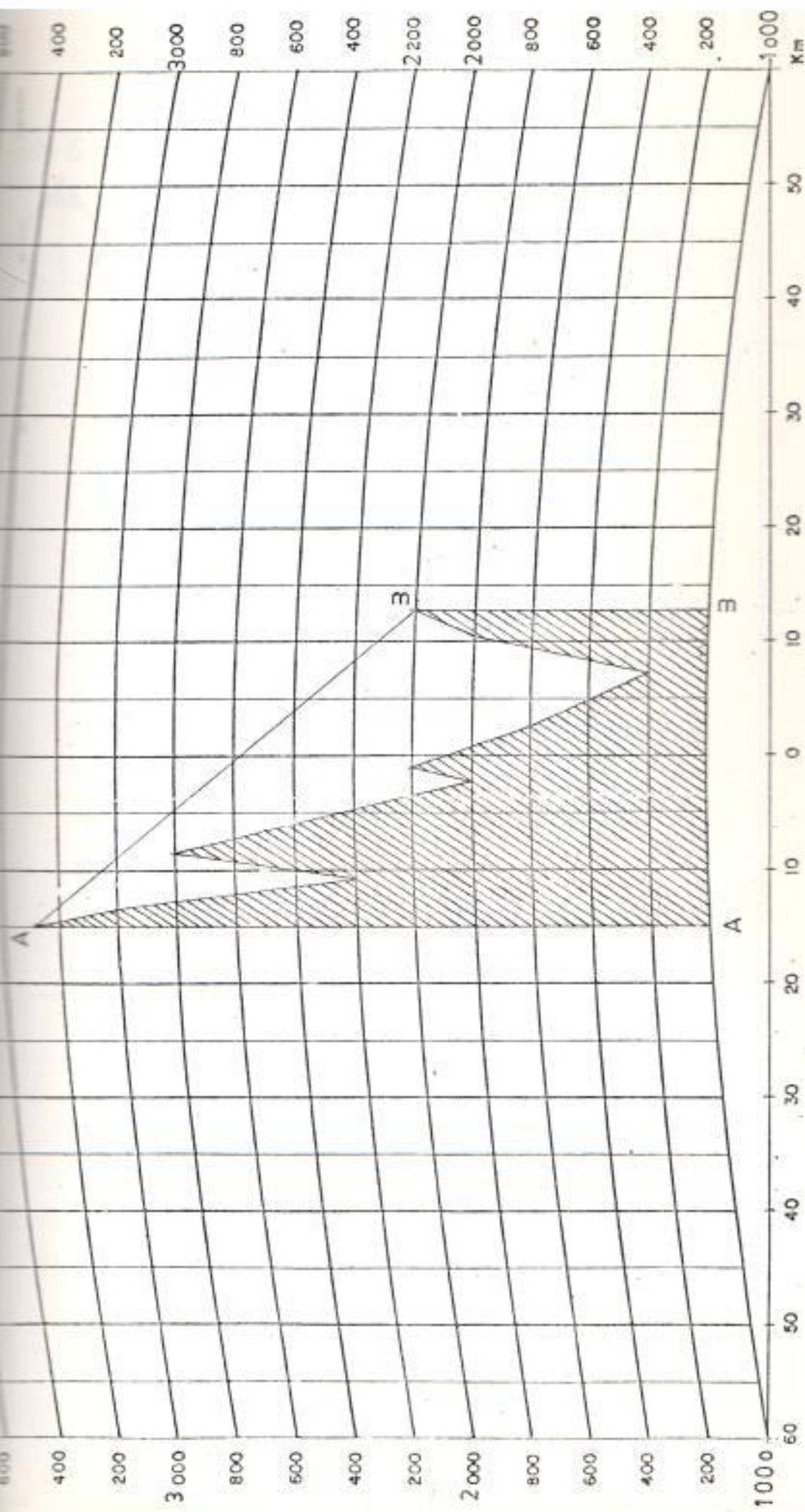


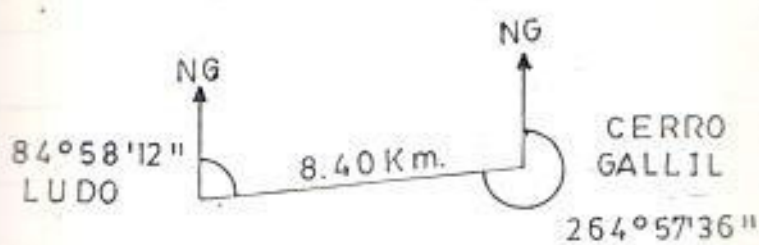
Fig 4.54 SITIO A: CERRO ZHULU SITIO B: YARIGZAGUA
 Perfil topográfico Cerro Zhulu-Yarigzagua

NG



Fig 4.55

Acimut del enlace Ludo-Cerro Gallil



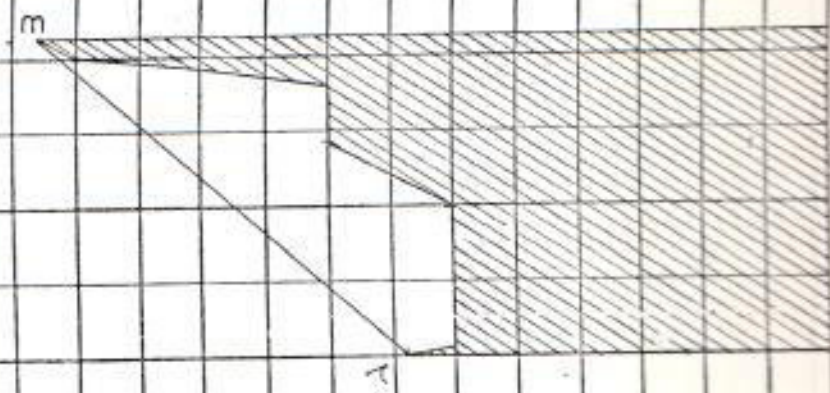


Fig 4.56 sino A: LUDO
 Perfil topográfico Ludo-Cerro Gallil

SITO B: CERRO GALLIL

NG



Fig 4.57

Acimut del enlace San Bartolome-Gallil

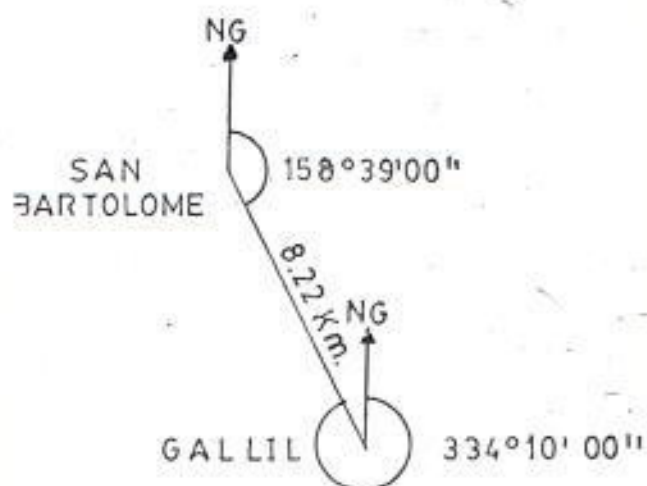




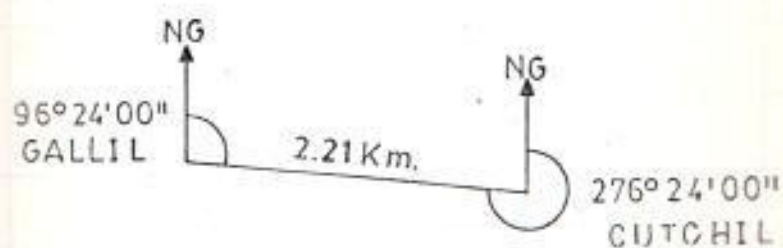
Fig 4.58 sitio A: SAN BARTOLOME sitio B: GALLIL
Perfil topográfico San Bartolome-Cerro Gallil

NG



Fig 4.59

Acimut del enlace Cerro Gallil-Cutchil



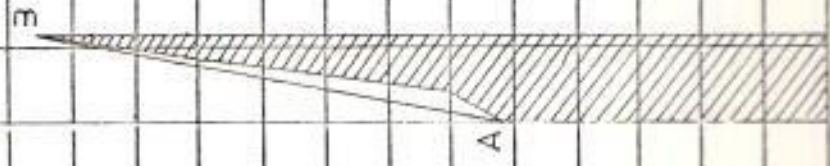


Fig 4.60 sitio A: CUTCHIL
 Perfil topográfico Cutchil-Cerro Gallil

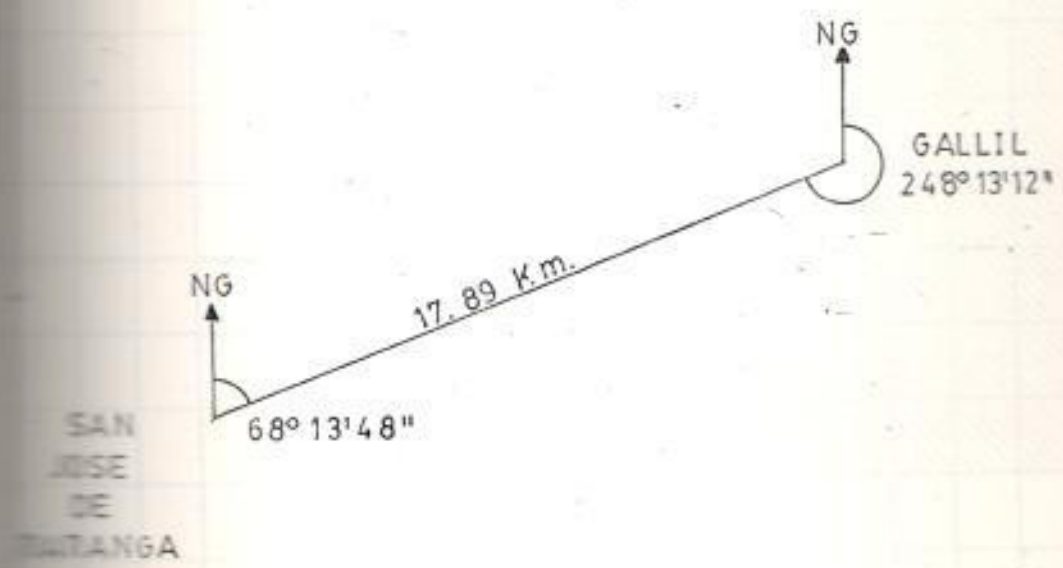
SITIO B: GALLIL

NG



Fig 4.61

Acimut del enlace San José de Raranga - Gallil



3

A

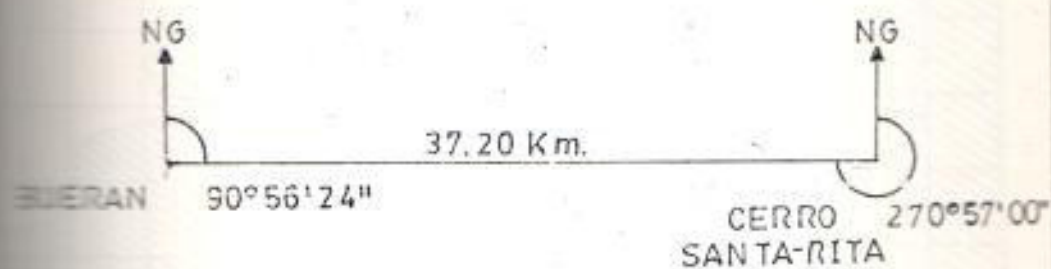
Fig 4.62 simb A: SAN JOSE DE RARANGA simb B: GALLIL
Perfil topografico San Jose de Raranga - Cerro Gallil

NG



Fig 4.63

Acimut del enlace Bueran-Cerro Santa Rita



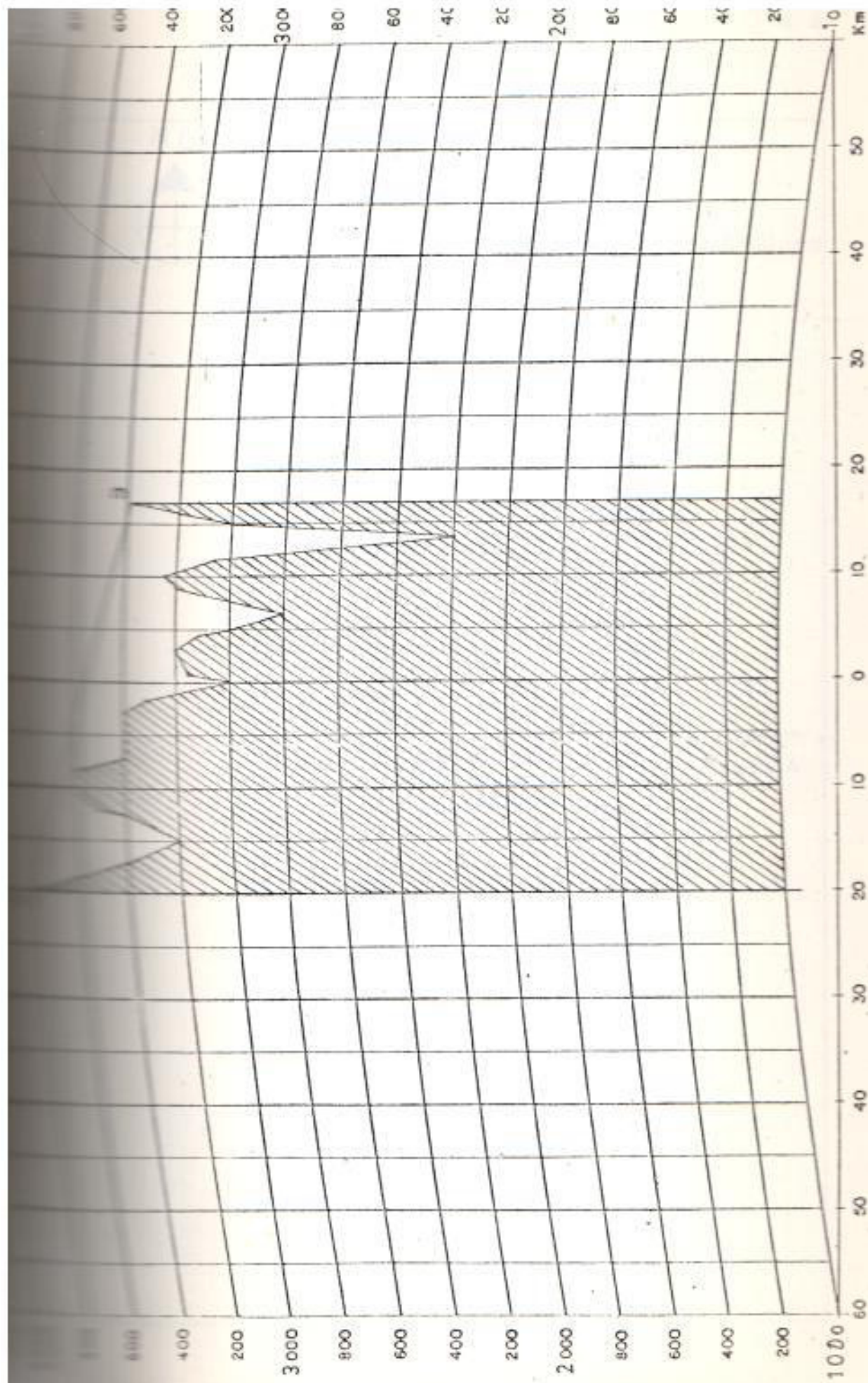
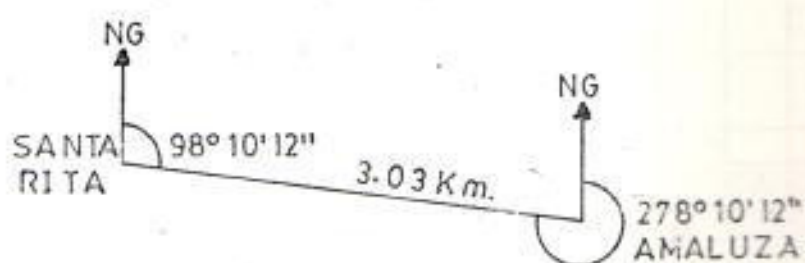


Fig 4.64 SITIO A: CERRO BUERAN SITIO B: CERRO SANTA RITA
 Perfil topografico Cerro Bueran-Cerro Santa Rita



Fig 4.65

Acimut del enl ce Cerro Santa Rita-Amaluza



A

B

Fig 4.66 SMO A: CERRO SANTA RITA SITIO B: AMALUZA
Perfil topográfico Cerro Santa Rita - Amaluza

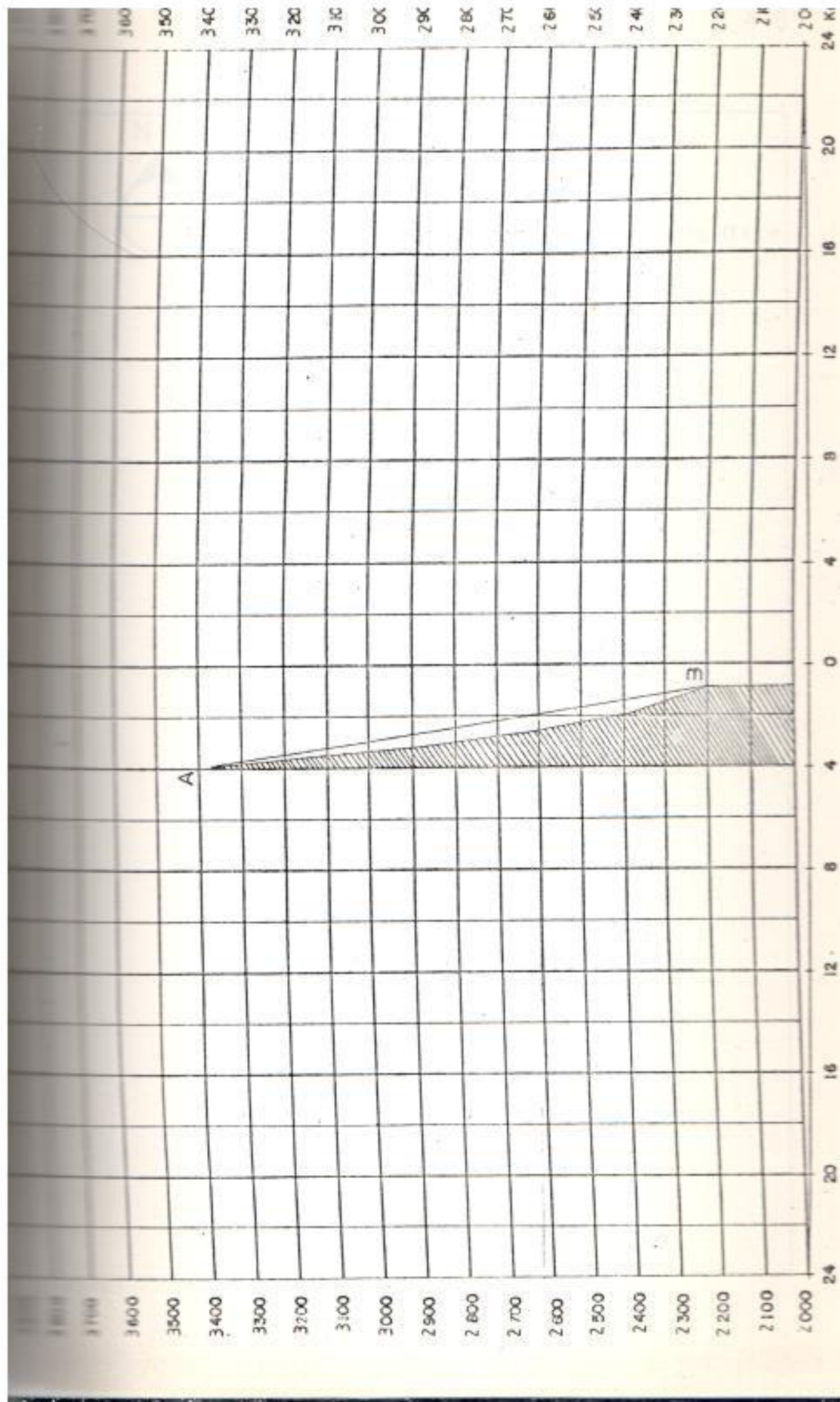
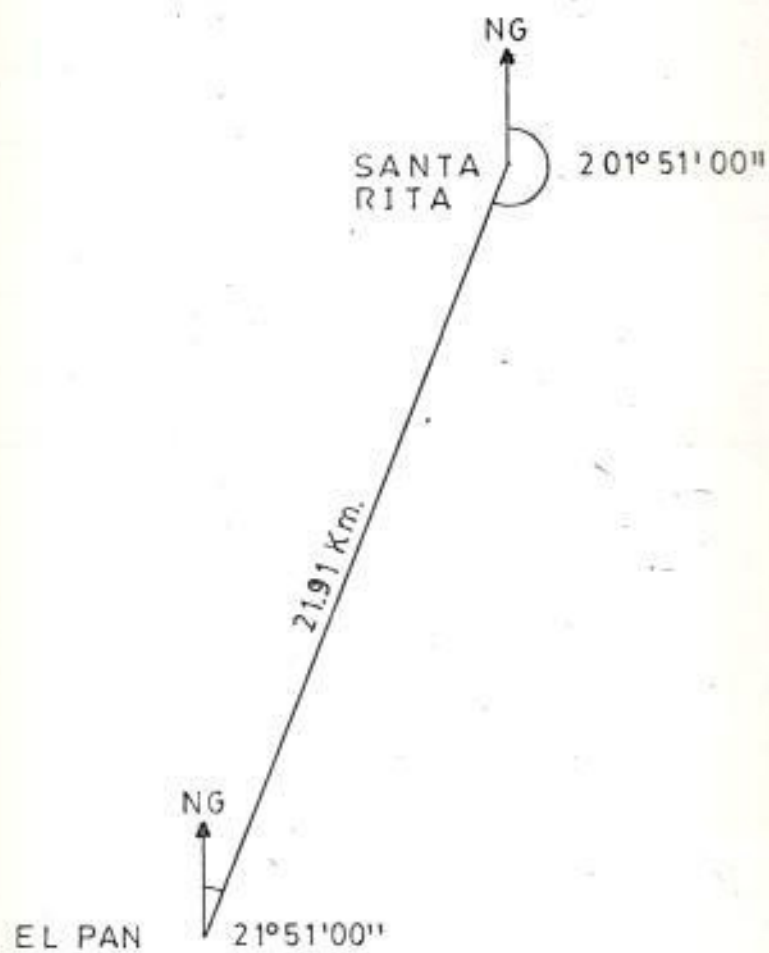




Fig 4.67

Acimut del enlace El Pan-Cerro Santa Rita



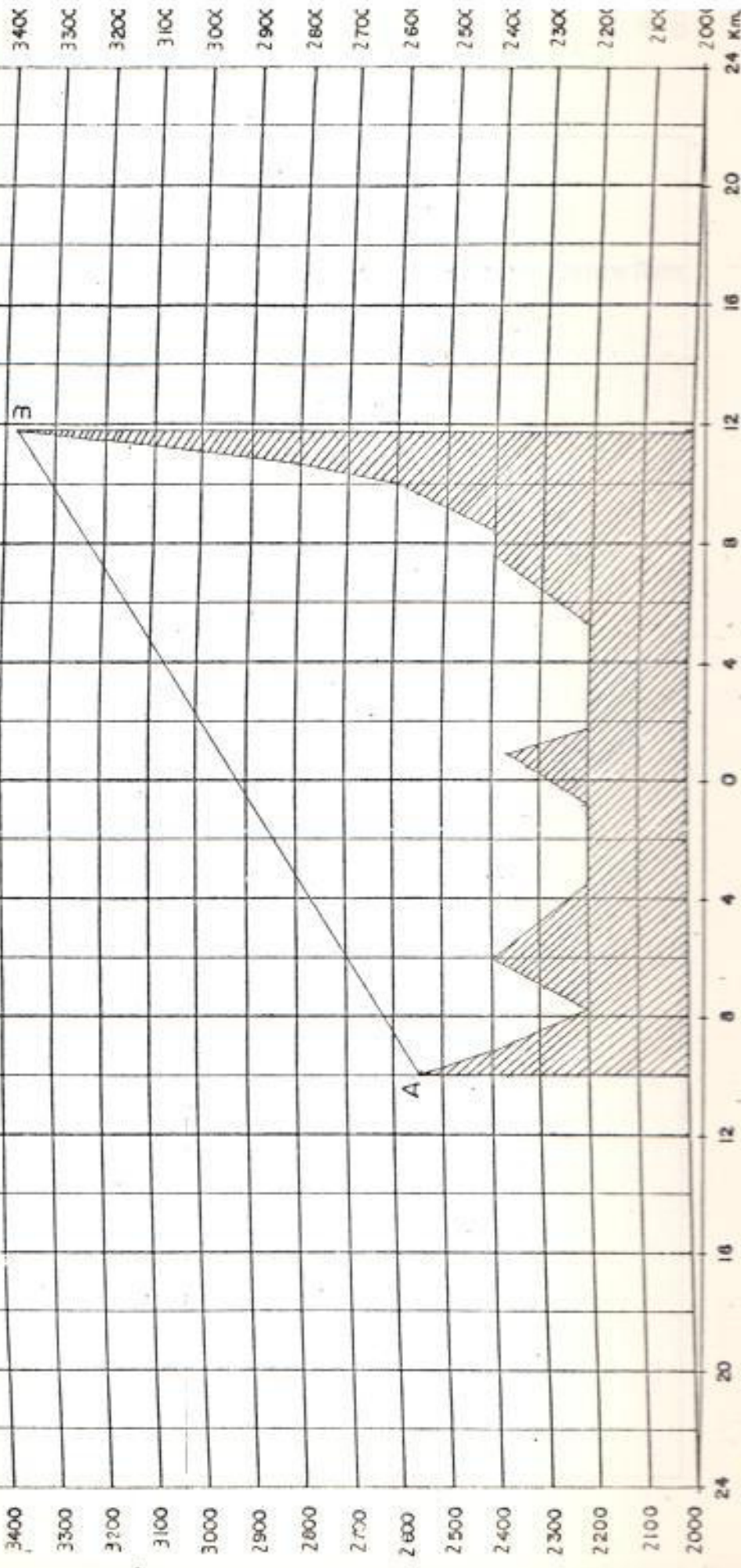
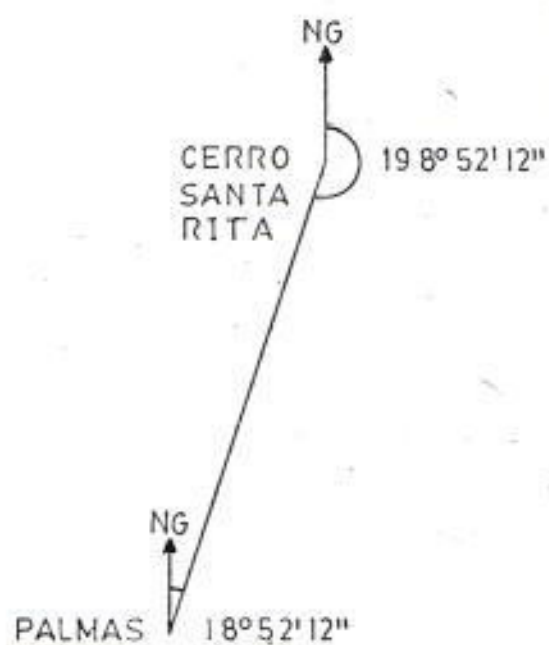


Fig 4.68 sitio A: EL PAN sitio B: CERRO SANTA RITA
 Perfil topografico El Pan-Cerro Santa Rita



Fig 4.69.

Acimut del enlace Palmas- Cerro Santa Rita



B

A

Fig 4.70 SITIO A: PALMAS
Perfil topografico Palmas-Cerro Santa Rita

SITIO B: CERRO SANTA RITA

24

20

16

12

8

4

0

4

8

12

16

20

24 Km

2000

2100

2200

2300

2400

2500

2600

2700

2800

2900

3000

3100

3200

3300

3400

3500

3600

3700

3800



Fig 4.71

Acimut del enlace Huarainac-Cerro Santa Rita



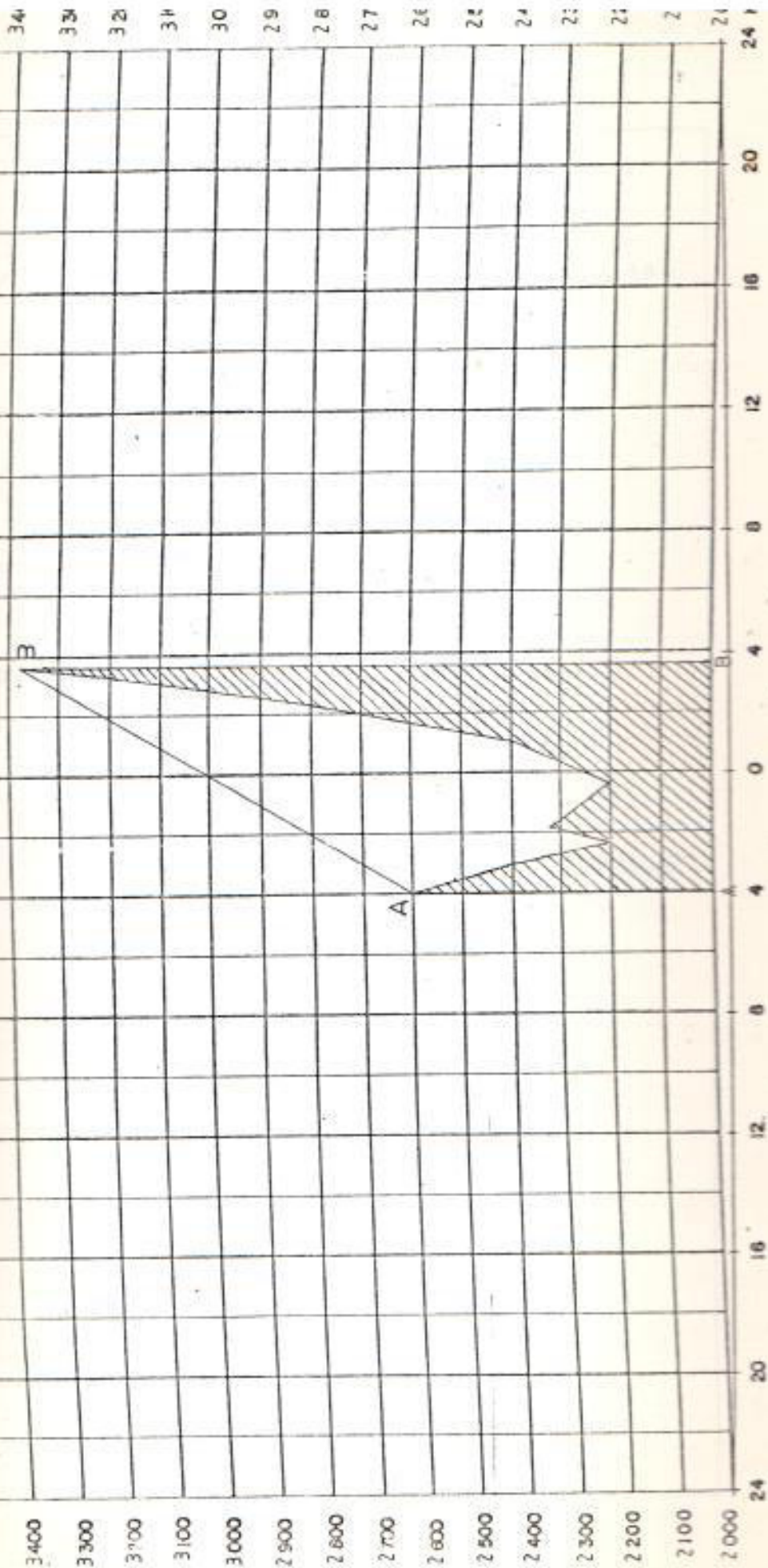
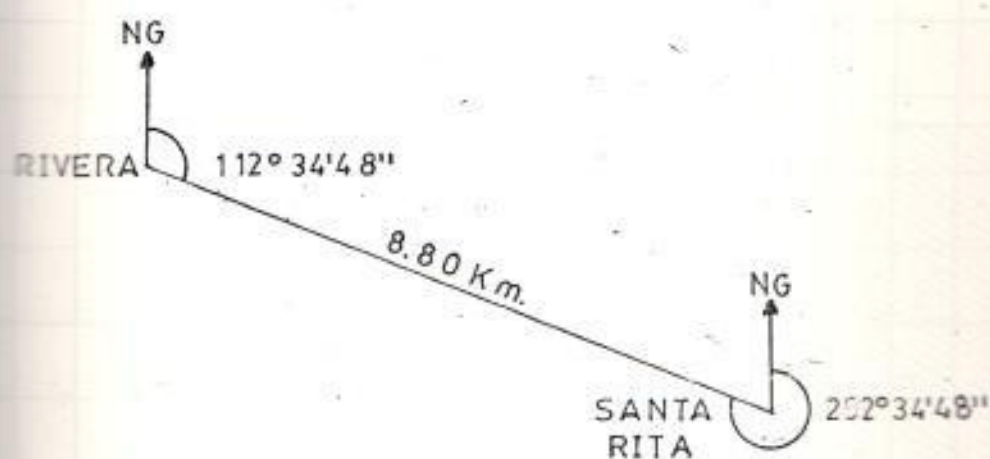


Fig 4.72 SITIO A: HUARAINAC SITIO B: CERRO SANTA RITA
 Perfil topográfico Huarainac - Cerro Santa Rita



Fig 4.73

Acimut del enlace Rivera-Cerro Santa Rita



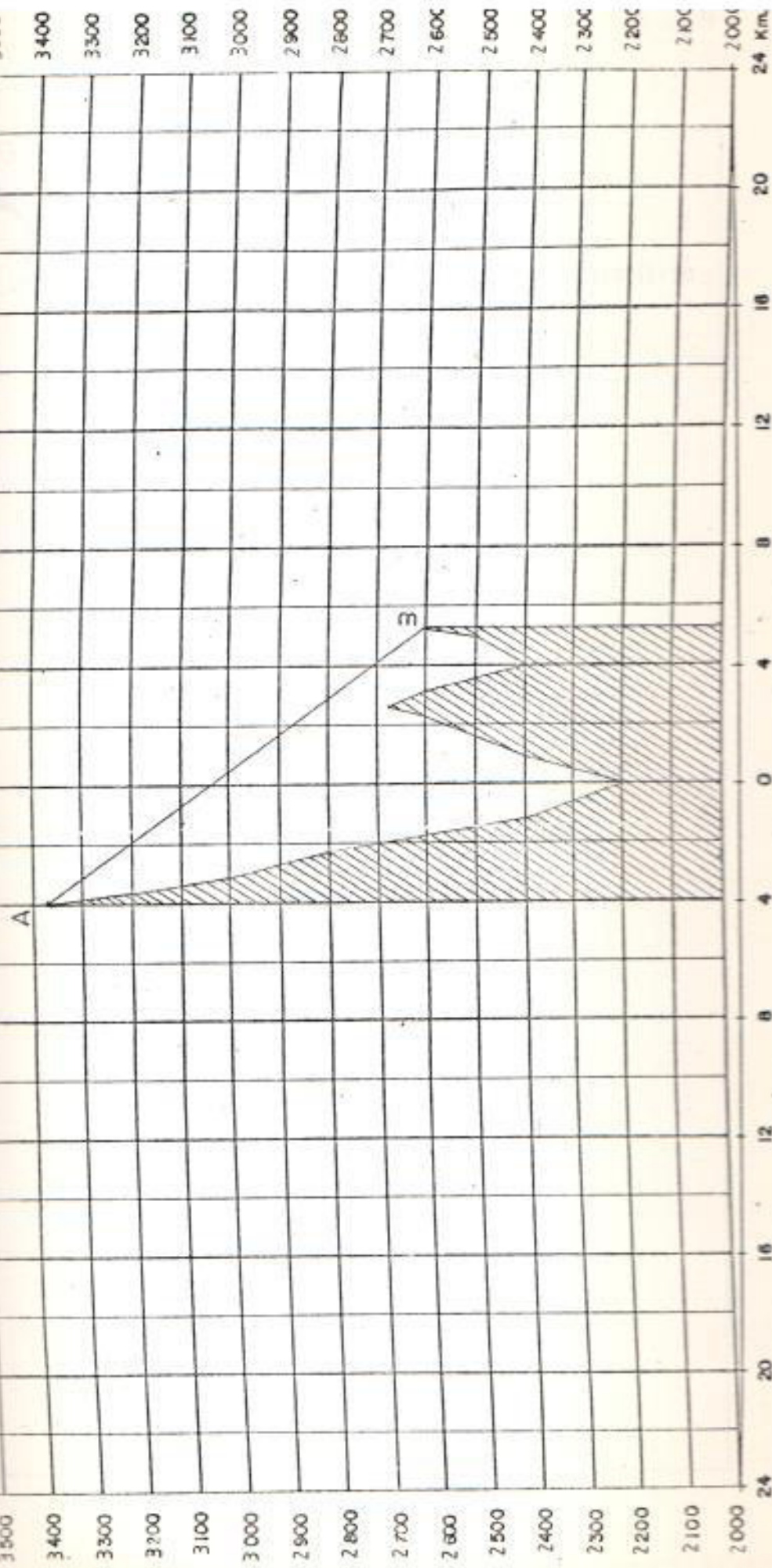
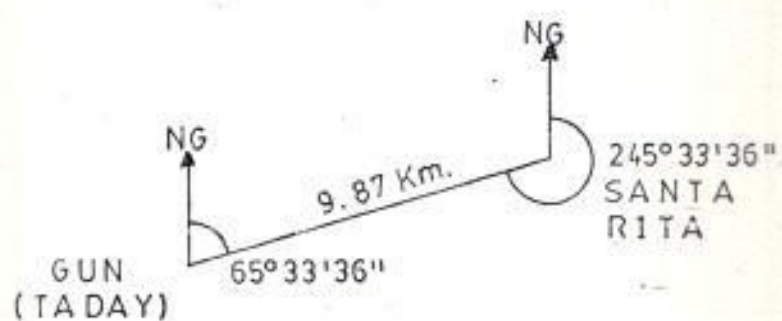


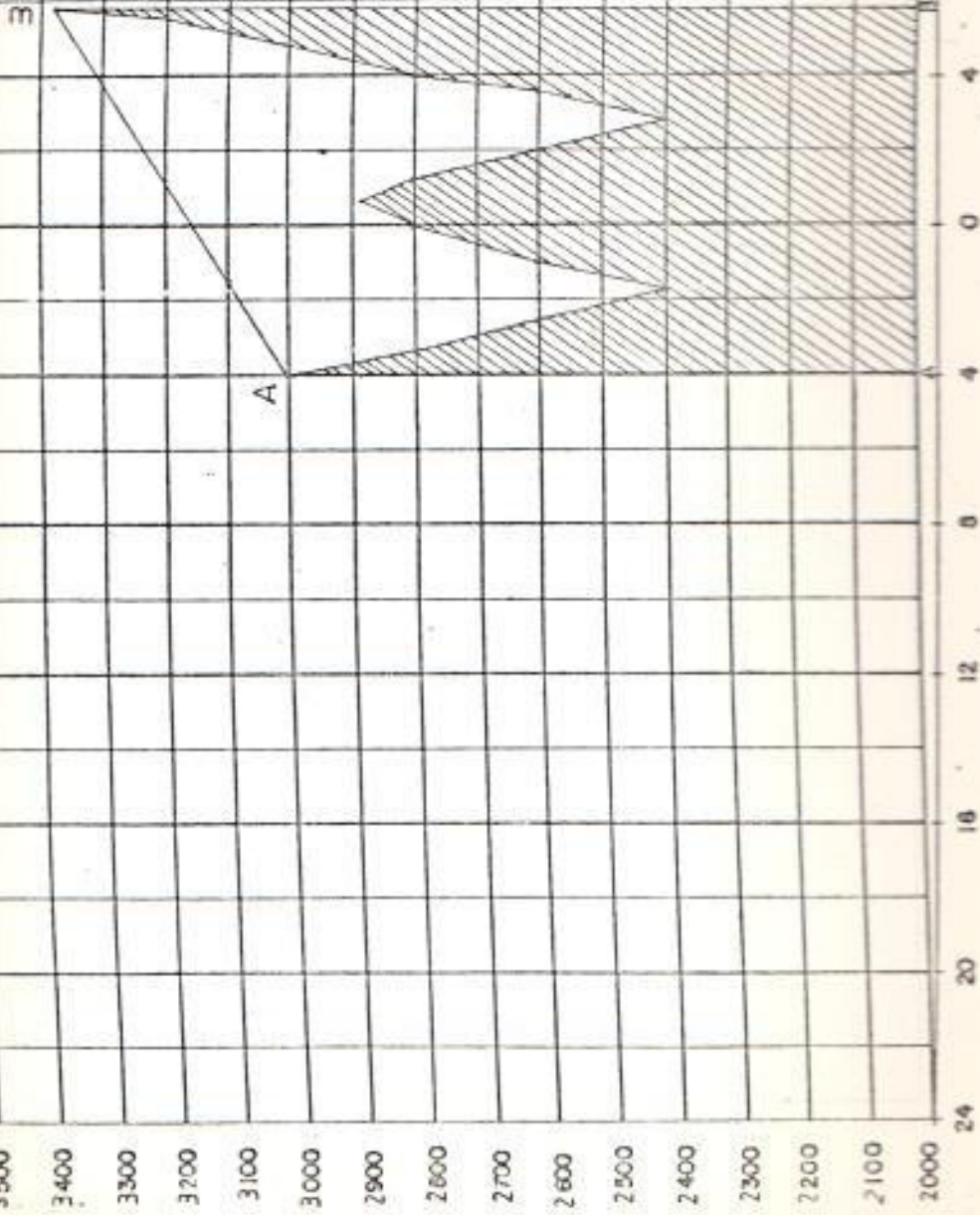
Fig 4.74 sitio A: CERRO SANTA RITA SITIO B: RIVERA
 Perfil topográfico Cerro Santa Rita-Rivera



Fig 4.75

Acimut del enlace Taday-Cerro Santa Rita





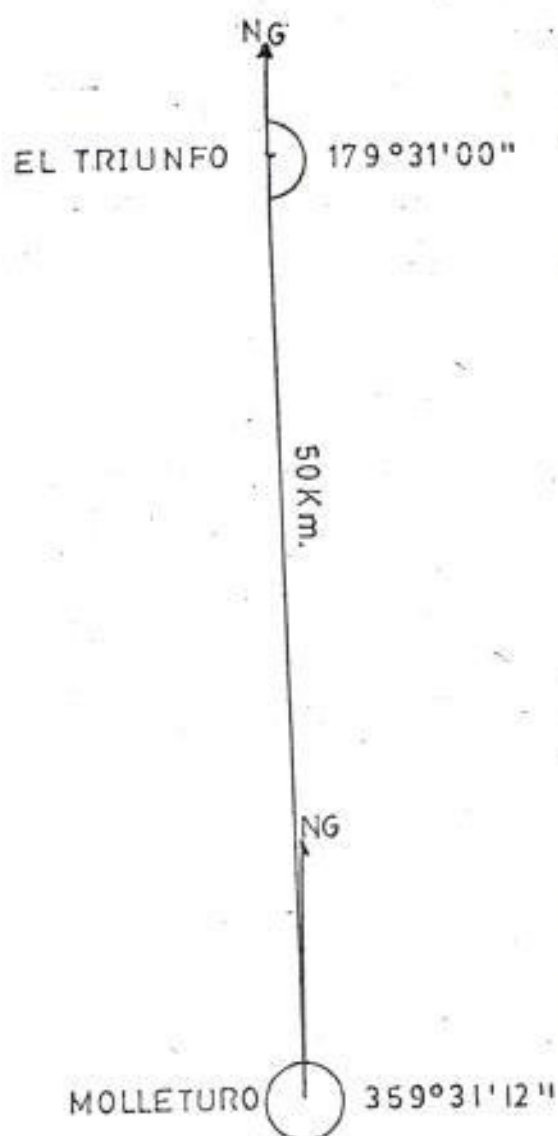
Eig 4.76 SITIO A: GUN (TADAY) SITIO B: CERRO SANTA RITA
 Perfil topografico Taday-Cerro Santa Rita

NG



Fig 4.77

Acimut del enlace Molleturo-El Triunfo



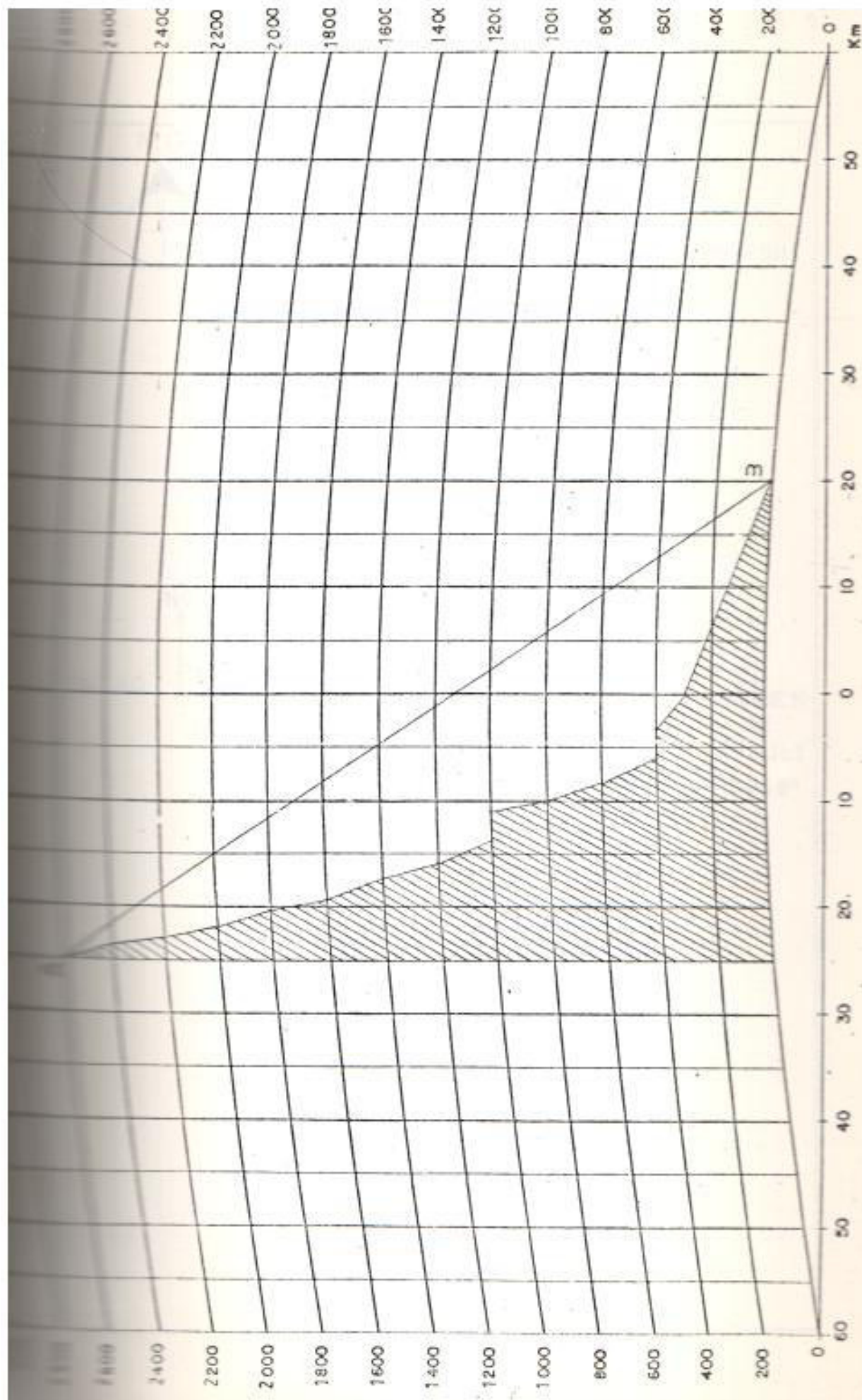


Fig 4.78 SITIO A: MOLLETURO
Perfil topográfico Molleturo-El Triunfo

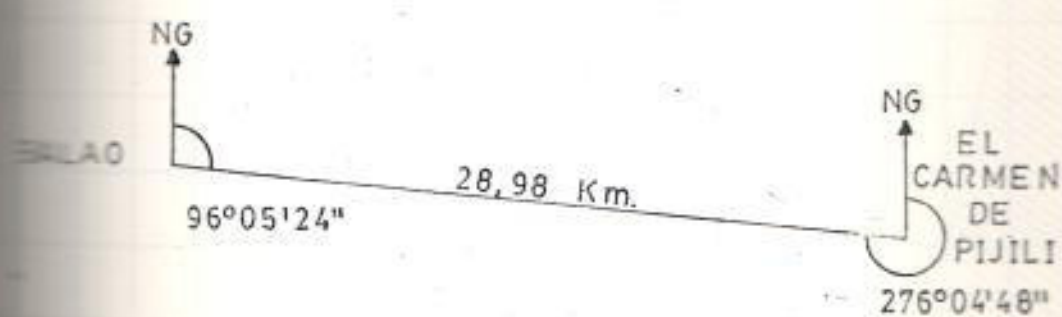
SITIO B: EL TRIUNFO

NG



Fig 4.79.

Acimut del enlace Balao-El Carmen de Pijili



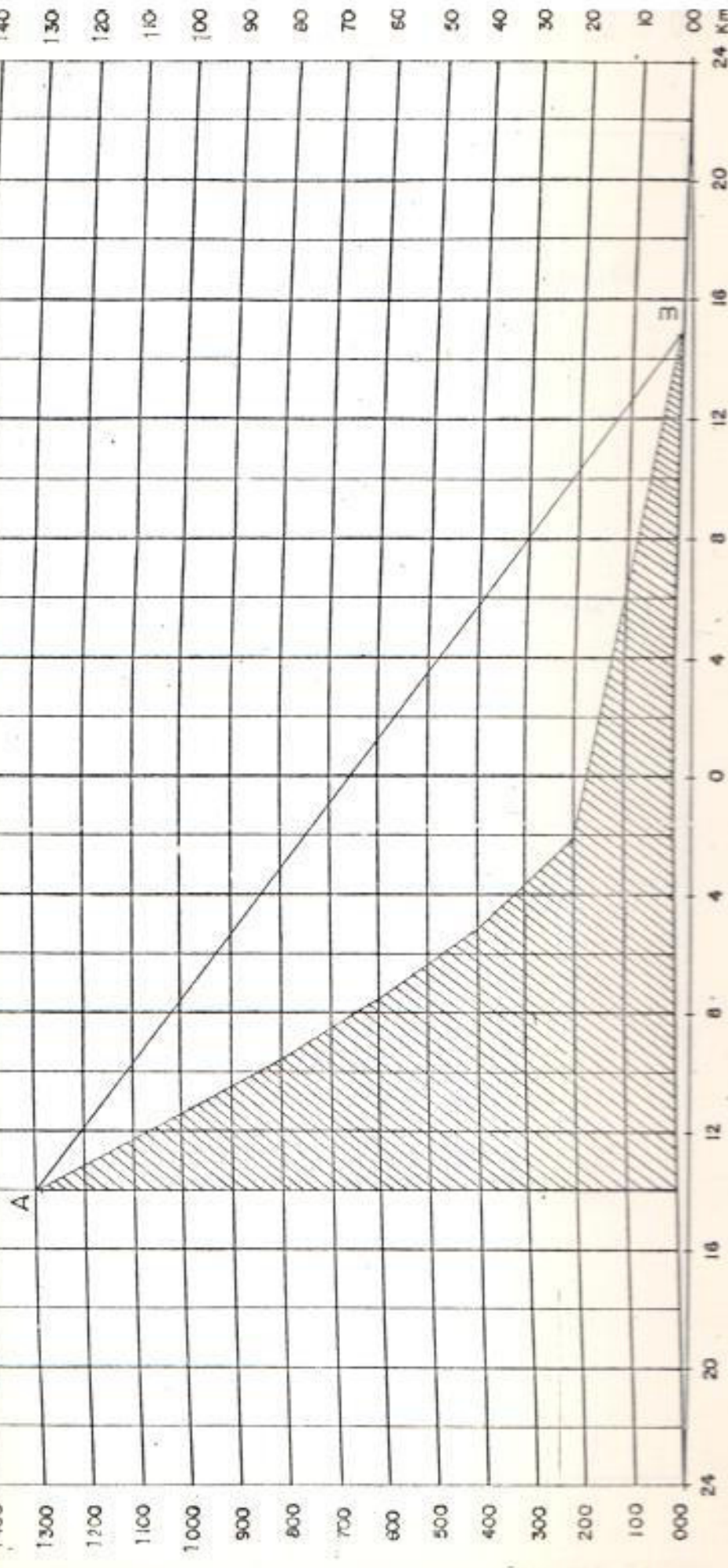


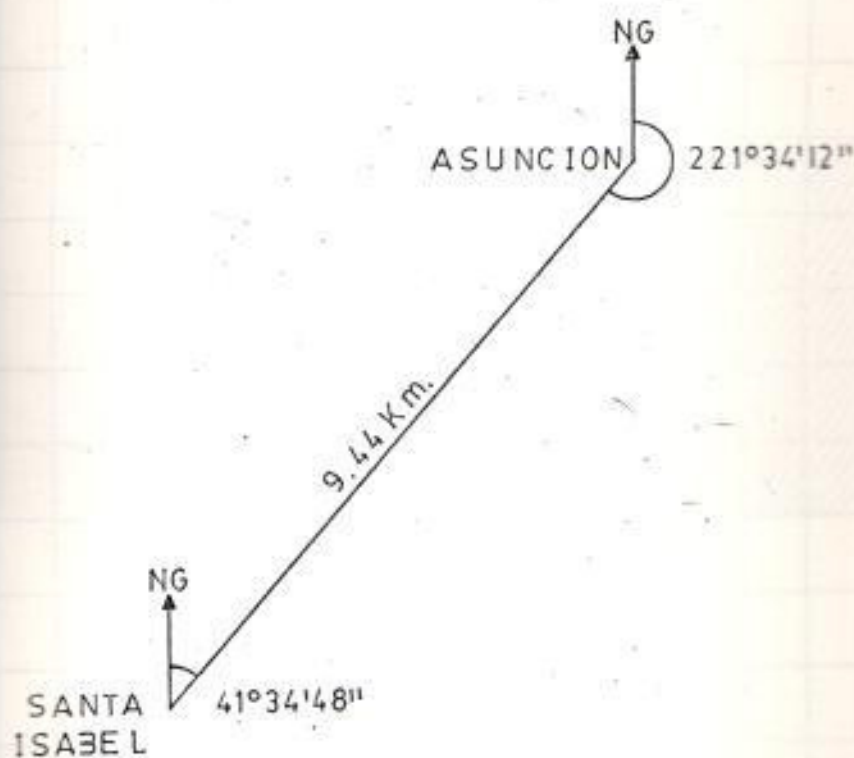
Fig 4.80 SITIO A: EL CARMEN DE PIJILI SITIO B: BALAO
 Perfil topografico El Carmen de Pijili-Balao

NG



Fig 4.81

Acimut del enlace Santa Isabel-Asunción



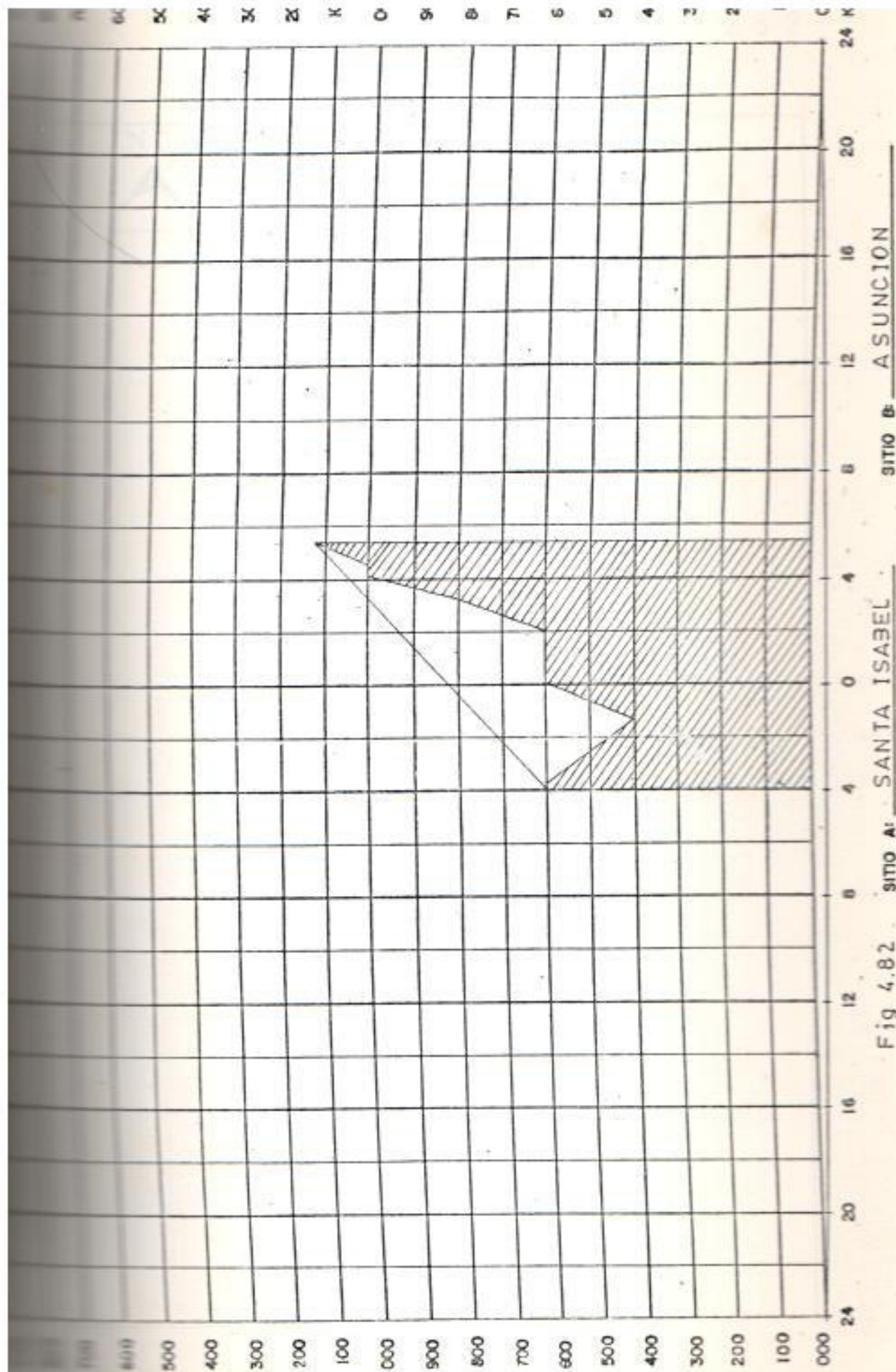


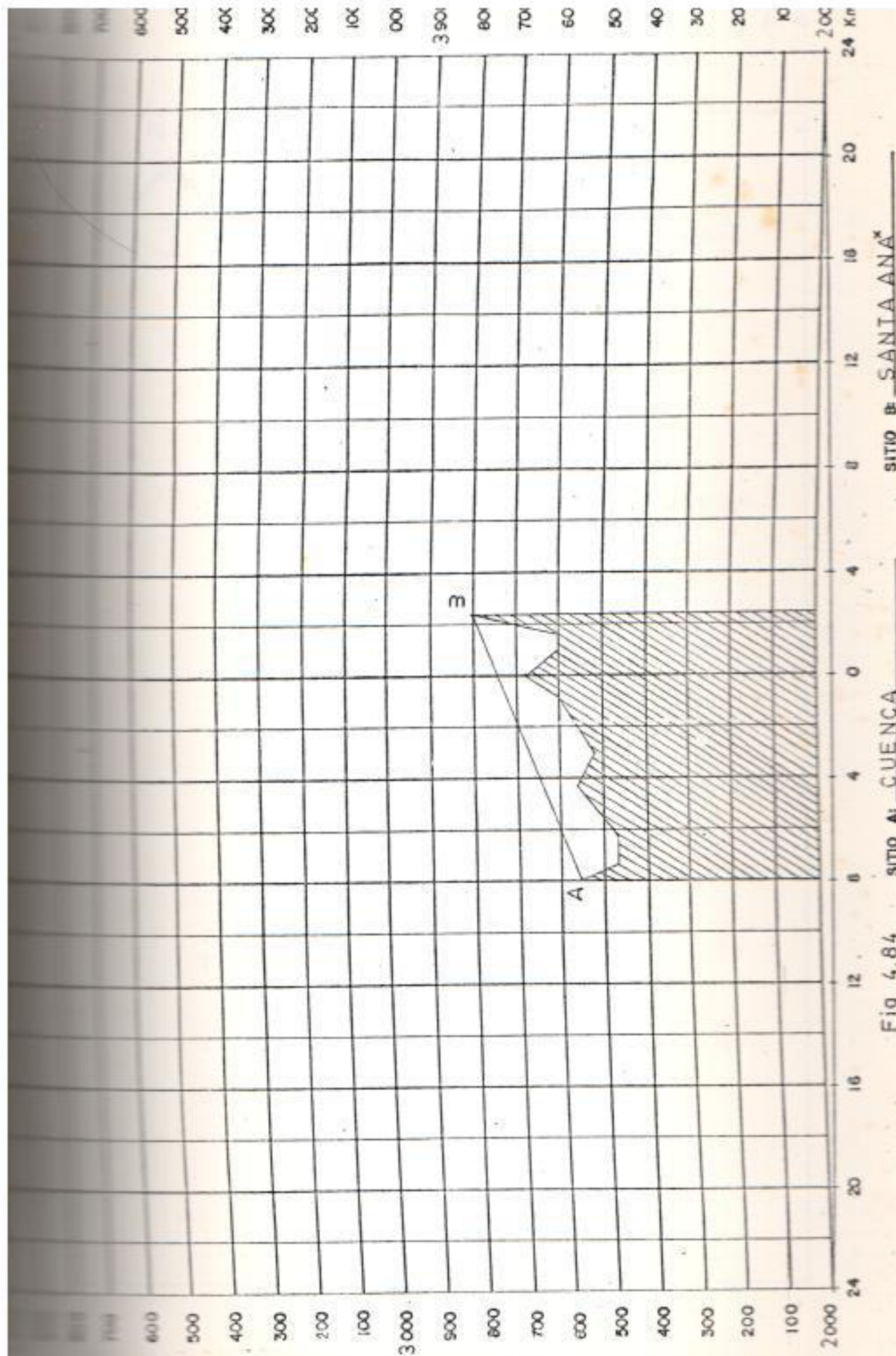
Fig 4.82. SITIO A: SANTA ISABEL
 Perfil topográfico Santa Isabel-Asunción



Fig 4.83

Acimut del enlace Cuenca-Santa Ana





SITIO B: SANTA ANA

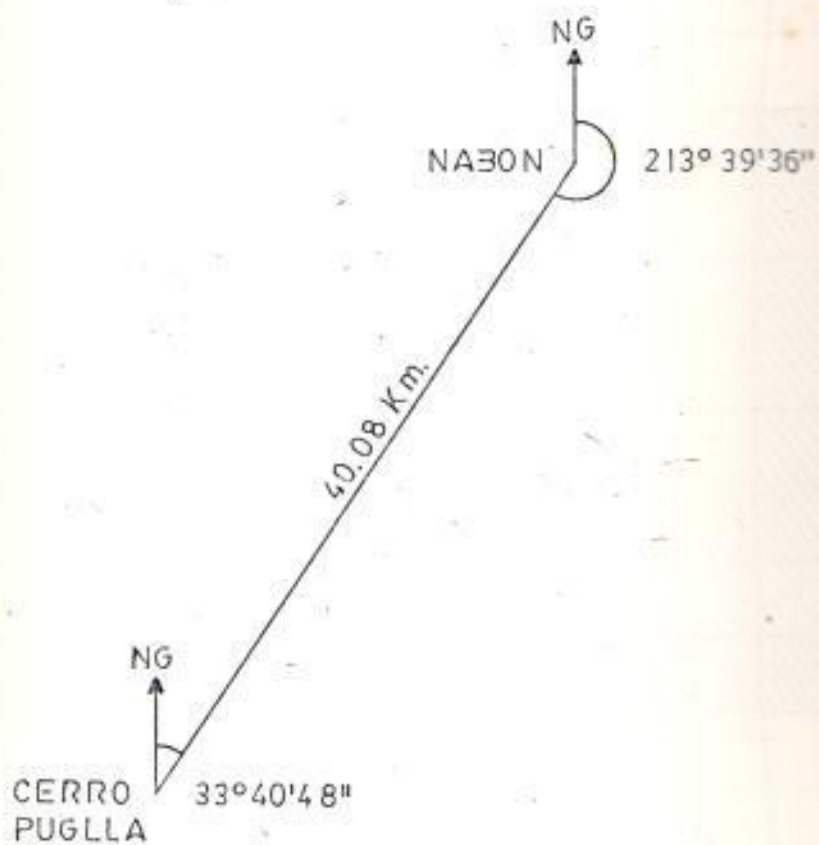
SITIO A: CUENCA

Fig 4.84 Perfil topográfico Cuenca-Santa Ana



Fig 4.85

Acimut del enlace Cerro Puglla - Nabon



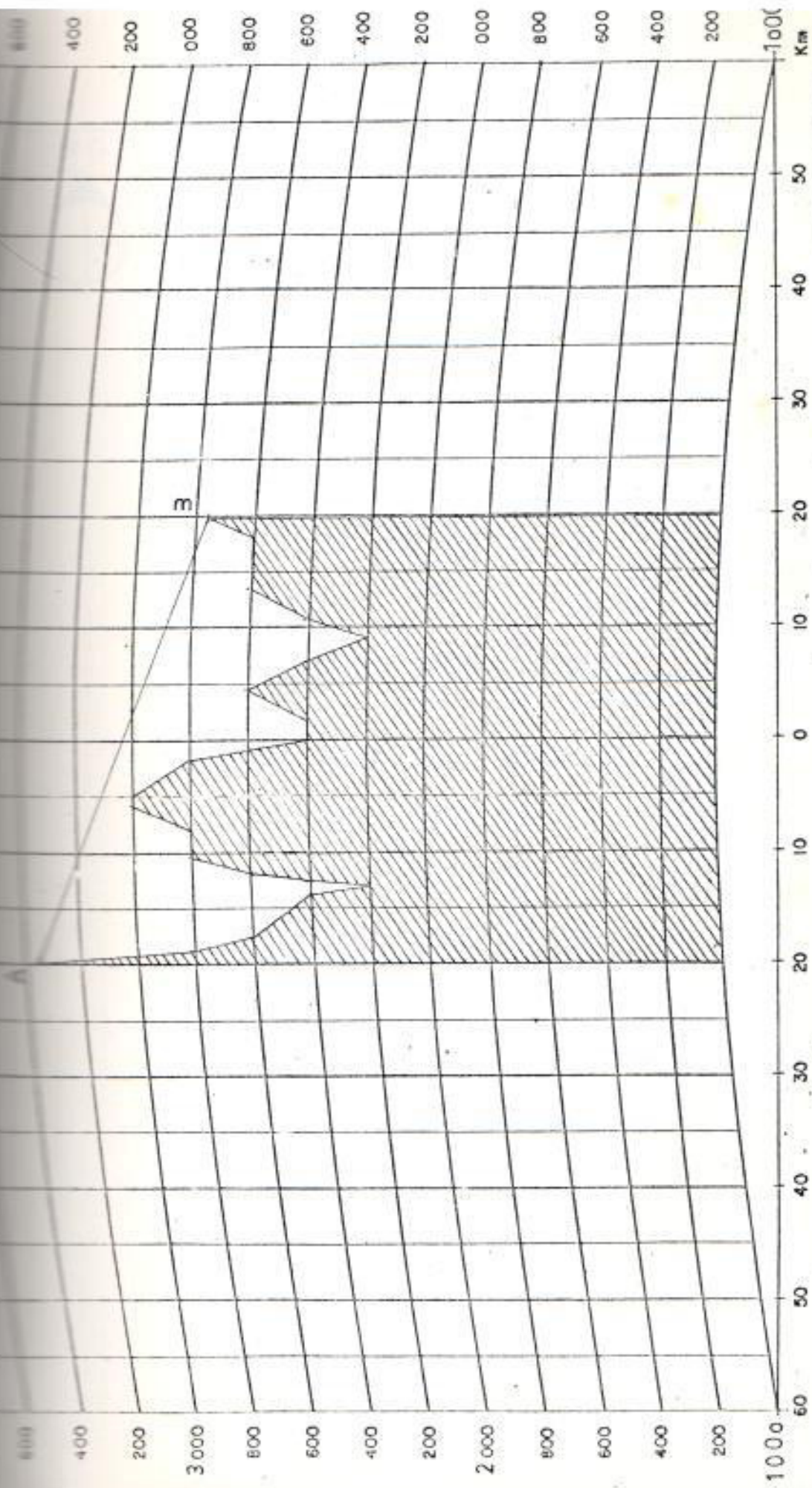


Fig 4.86 SITIO A: PUGLLA
Perfil topográfico Puglla-Nabon

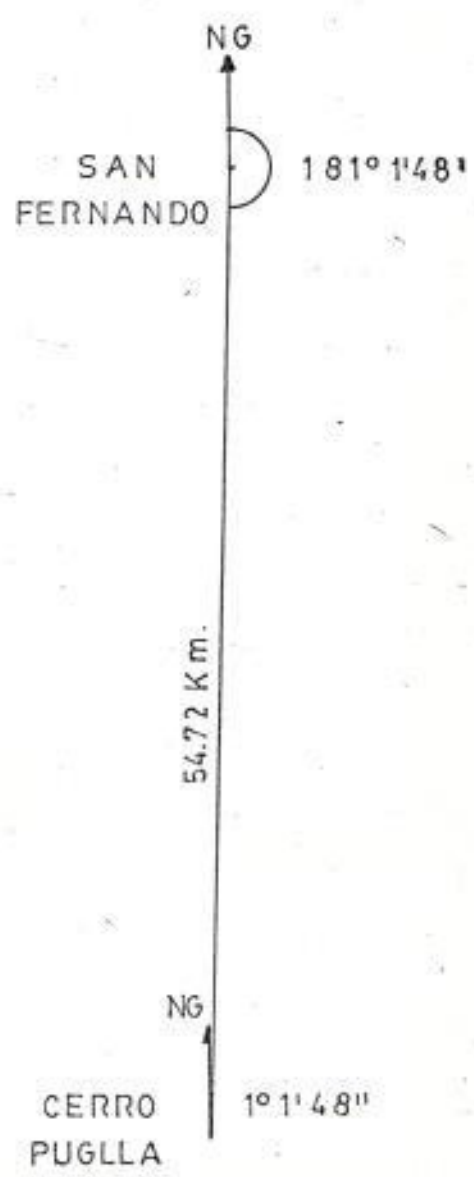
SITIO B: NABON

NG



Fig 4.87

Acimut del enlace Cerro Puglla-San Fernando



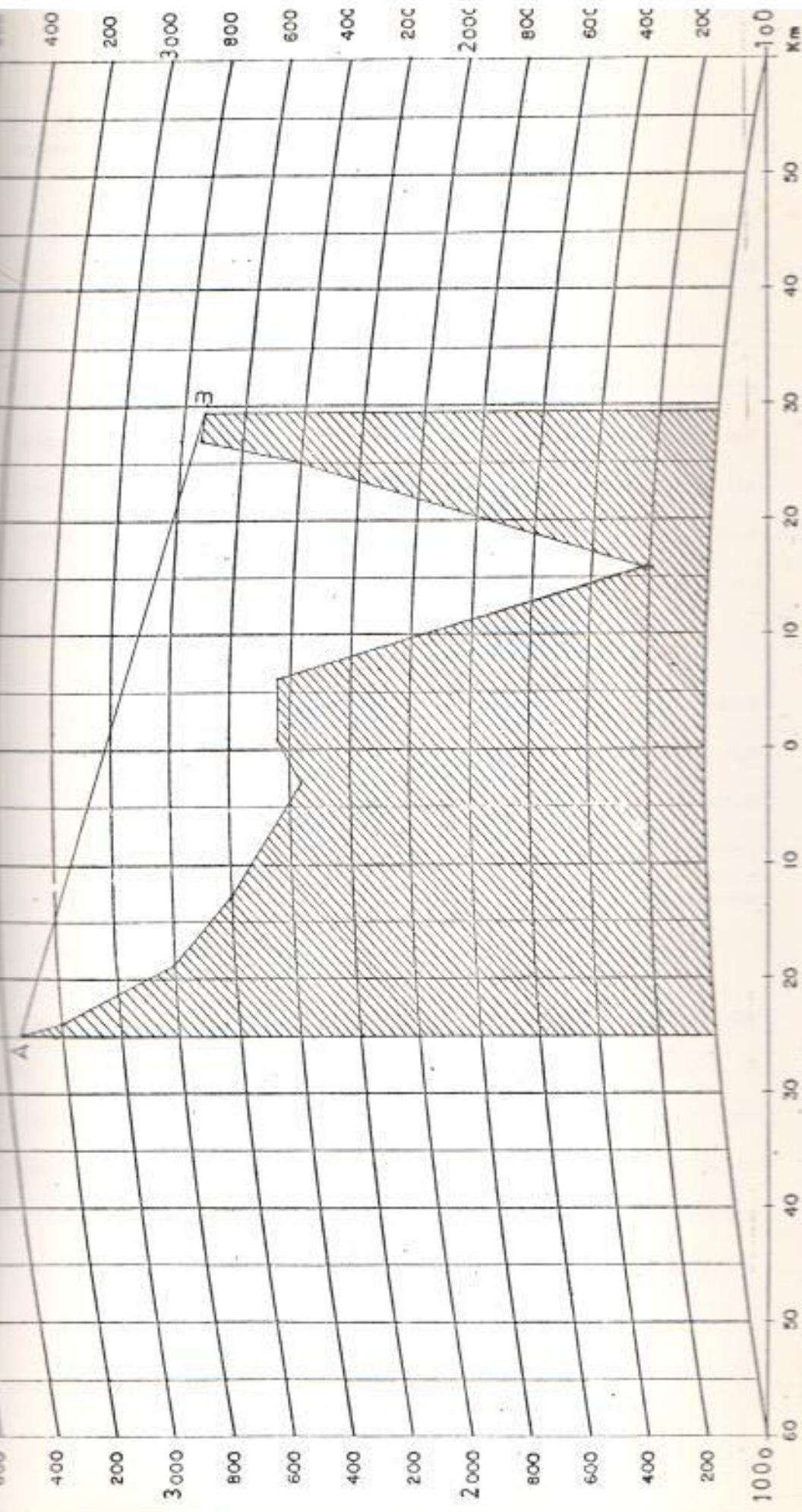


Fig 4.88 SITIO A' CERRO PUGLLA SITIO B' SAN FERNANDO
 Perfil topografico Cerro Puglla-San Fernando

monocanales y de multiacceso

Las bandas de frecuencia que pueden utilizarse para la transmisión monocanal están comprendidas en la gama de 30 a 1000 MHz.

El límite inferior está determinado por el hecho de que solo para las ondas de elevada frecuencia el mecanismo de propagación es predominantemente de visibilidad directa, lo que permite utilizar varias veces las mismas frecuencias en territorios de gran extensión.

El límite superior, por el contrario, está determinado por el hecho de que las bandas de frecuencias más elevadas suelen estar reservadas para la transmisión por microondas en banda ancha, y además el costo del equipo aumenta considerablemente en estas gamas de frecuencias.

La UIT sólo ha asignado parte del espectro entre 30 y 1000 MHz para enlaces fijos punto a punto. A continuación se muestra las únicas bandas de frecuencias entre 30 y 1000 MHz que han sido atribuidas para enlaces terrestres punto a punto para la región 2 definida por la UIT, y en la cual está situado el Ecuador.

68	- 73	MHz	a)	Hay restricciones a
73,4	- 88	MHz		la explotación de
138	- 144	MHz		esta banda
148	- 149,9	MHz	b)	Debe evitarse causar
150,05-	174	MHz (a,c)		perturbaciones a
174	- 220	MHz		actividades
225	- 328,6	MHz		astronómicas
335,4	- 399,9	MHz	c)	Debe evitarse causar
406,1	- 410	MHz (a,b)		perturbaciones a las
410	- 420	MHz		comunicaciones por
450	- 470	MHz		satélite; 156,8 MHz
890	- 942	MHz		está reservada para
comunicaciones destinadas a la protección de la				
vida humana en el mar, en las tres regiones.				

Las bandas de frecuencia más utilizadas son las de 146 a 174 MHz (ondas métricas) y las ondas decimétricas (406.1 a 430 y 440 a 470 MHz).

La separación entre canales adyacentes es de 50, 25 o 20 KHz. En casos especiales se emplean separaciones de 12,5 KHz, pero ello sólo a expensas de una degradación de la calidad. Por esta razón, esta última separación sólo se adopta en redes privadas y no en enlaces integrados con la red telefónica pública, como en el caso considerado. Debe señalarse que la separación de 50 KHz no permite una utilización eficaz del espectro de

270

frecuencias radioeléctricas. 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 adoptar una separación de 25 KHz.

La separación de frecuencias en funcionamiento dúplex, es decir, la separación entre los canales de emisión y recepción puede ser diferente en los diversos países y depender de las normas locales y la disponibilidad de bandas de frecuencias.

Las separaciones mínimas corrientemente utilizadas a este respecto son 4,5 MHz para la banda de ondas métricas y 10 MHz para la banda de ondas decimétricas.

Por las razones expuestas arriba, el número de canales RF asociados en dúplex en un bloque atribuido a un servicio como el rural, generalmente no es superior a 40 o 50.

Bandas de frecuencia para los enlaces de pequeña capacidad

Las gamas normales de frecuencias utilizadas para enlaces de telecomunicaciones rurales están comprendidas en la banda 9 (ondas decimétricas) en

particular de 360 a 470 y de 750 a 960 MHz. No obstante no se excluye la banda 8 (ondas métricas), que se utilizaría en los casos en que baste con una capacidad reducida (por ejemplo, 6 canales) ni tampoco las bandas por encima de 3 GHz que pudieran utilizarse cuando se requieran capacidades elevadas (60 o 120 canales).

Con el objeto de poder orientarse para la elaboración del plan de frecuencias, así como para poder efectuar una selección del equipo de radio, IETEL recomienda para las redes de larga distancia y de telecomunicaciones rurales, las siguientes bandas de frecuencias, las mismas que se indican a continuación:

Bandas en MHz

235 - 267	2100 - 2300	4000 - 4500
470 - 512	2500 - 2700	4500 - 4800
614 - 806	3400 - 3800	4800 - 4950
806 - 890	3800 - 4200	5925 - 7075
890 - 902	3400 - 3800	7075 - 7250
902 - 928	3800 - 4200	7250 - 7300

Banda de uso preferencial

Se sugiere, de ser posible, que se usen las siguientes bandas en forma preferencial, de la siguiente manera:

- a) Banda de 235 a 267 MHz

Para los sistemas de radiogoniace monocanal y Sistemas de Acceso Múltiple.

- b) Banda de 470 a 512 MHz

Para los sistemas monocanales, acceso múltiple y multicanales de baja capacidad, 24 y 60 canales.

- c) Banda de 859 - 960 MHz

Para los sistemas de radio digital a 2 Mb/s. (30 canales) o sistemas digitales de 2 x (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.

Como esta banda no ha sido canalizada todavía, por el CCIR, el IETEL sugiere la siguiente canalización:

$$f_0 = 907,5 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 - 52 + 3,5 n$$

$$f'_n = f_0 + 5 + 3,5 n$$

$$n = 1, 2, \dots, 12$$

Nota: Los canales deben ser intercalados

- d) Banda de 1.247 - 1.530 MHz

273

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

Las figuras 4.89 al 4.94 muestran los posicionamientos de las frecuencias para las diferentes bandas usadas:

También en la figura 4.95 se muestra el posicionamiento de frecuencia sugerido para un sistema multiacceso de la compañía Japan Radio Co., Ltd.

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

La restricción del posicionamiento de frecuencia se muestra como sigue:

Rango de frecuencia	: 335 a 470 MHz
Espaciamiento de frecuencia	
transmisor-receptor	: 3% al 5% de la frecuencia portadora *
Ancho de banda de transmisión	: Menor a 1 MHz **
Ancho de banda de recepción	: Menor a 1 MHz **

CANALIZACION: 1280 CANALES DE 25 KHz

$F_n = 235 + 0.025n$

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

USUARIOS

: Buscapersonas
Venta de musica ambiental



Fig 4.89

Canalización para la banda de 235-265 MHz

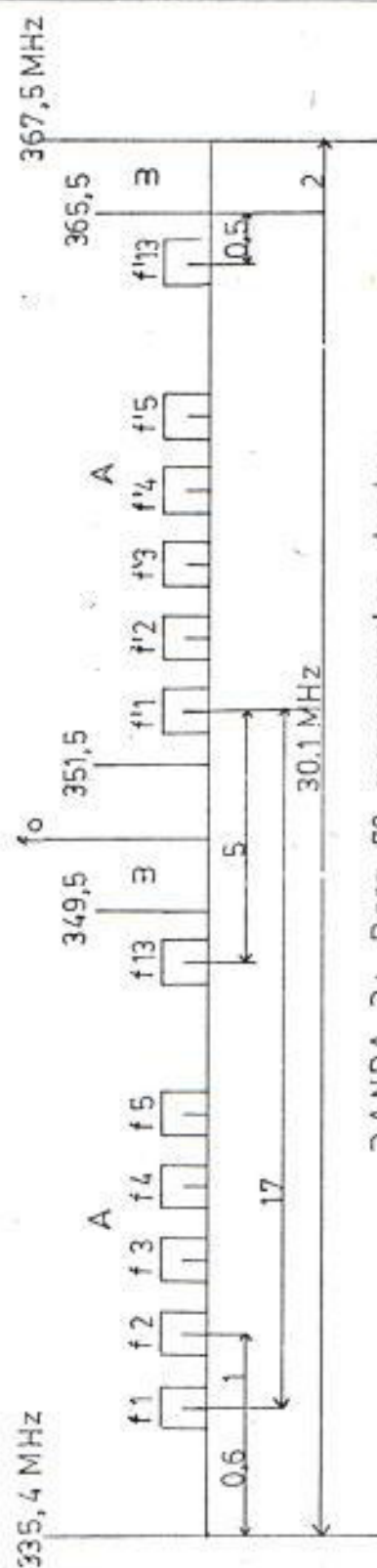
DISTRIBUCION DE LA BANDA A

Para 13 radioenlaces bilaterales para 24 canales.

$$f_n = f_0 - 15,5 + n \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots, 13$$

$$f'_n = f_0 - 1,5 + n$$

$$f_0 = 350,5 \text{ MHz}$$



BANDA B: Para 79 monocanales duplex.

$$f_n = 349,5 + 0,025 n$$

$$f'_n = 365,5 + 0,025 n$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, 79$$

Fig. 6.91. Canalización para la banda 367,5-399,9 MHz

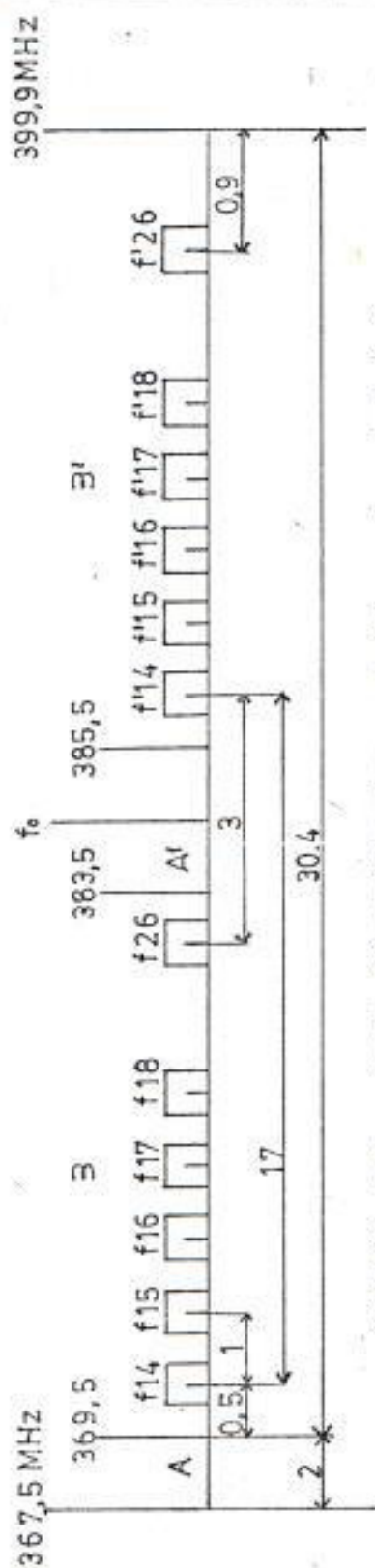
DISTRIBUCION DE LA BANDA AA'

Para 79 monocanales duplex

$$fn = 367,5 + 0,025n$$

$$f'n = 383,5 + 0,025n$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, 79$$



BANDA B, B'

Para 13 radionenlaces de 24 canales telefónicos

$$fn = f_0 - 28,5 + n$$

$$f'n = f_0 - 11,5 + n$$

$$f_0 = 384,5 \text{ MHz}$$

$$n = 14, 15, 16, \dots, 26$$

Fig 4.92 Canalización para la banda de 470 - 512 MHz

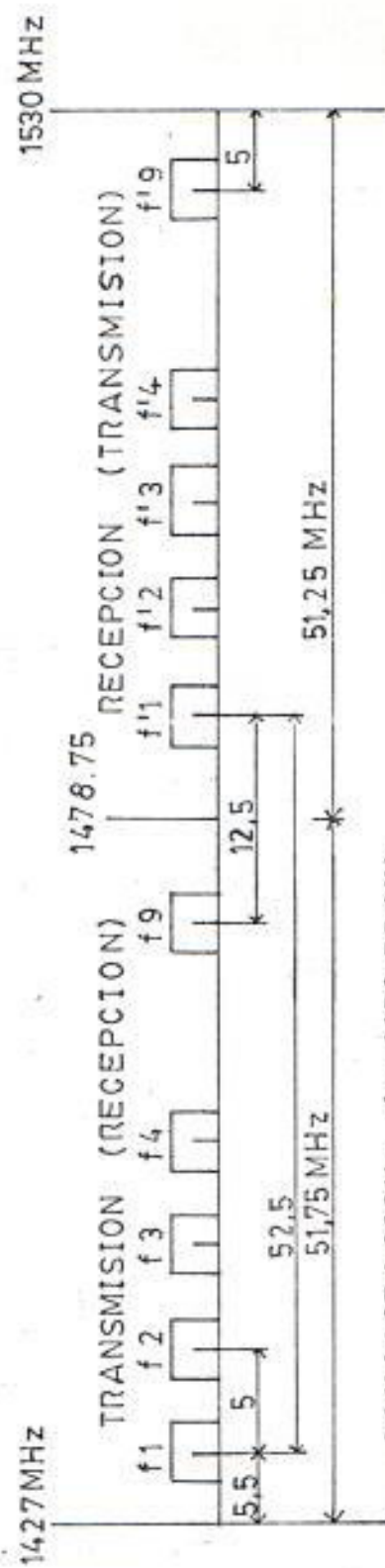
CANALIZACION CANALES DE 25 KHz

512 MHz

470 MHz



CAPACIDAD a.- Para 9 radiocanales analógicos bilaterales, con una capacidad de 60 C.T.
 b.- Para 9 radiocanales digitales bilaterales, con una capacidad de 48 C.T.



CANALIZACION: $f_0 = 1478.75 \text{ MHz}$

$$f_n = f_0 - 51.25 + 5n$$

$$f'_n = f_0 + 1.25 + 5n$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots, 9$$

SE PUEDE UTILIZAR POLARIZACION CRUZADA

Fig 4.93

Canalización para la

banda de 1247-1530 MHz

Fig 4.9.4 Canalización para los bandos de 2100-2300 MHz

CANALIZACION PARALELA

CAPACIDAD 60, 120, 300 CANALES TELEFONICOS

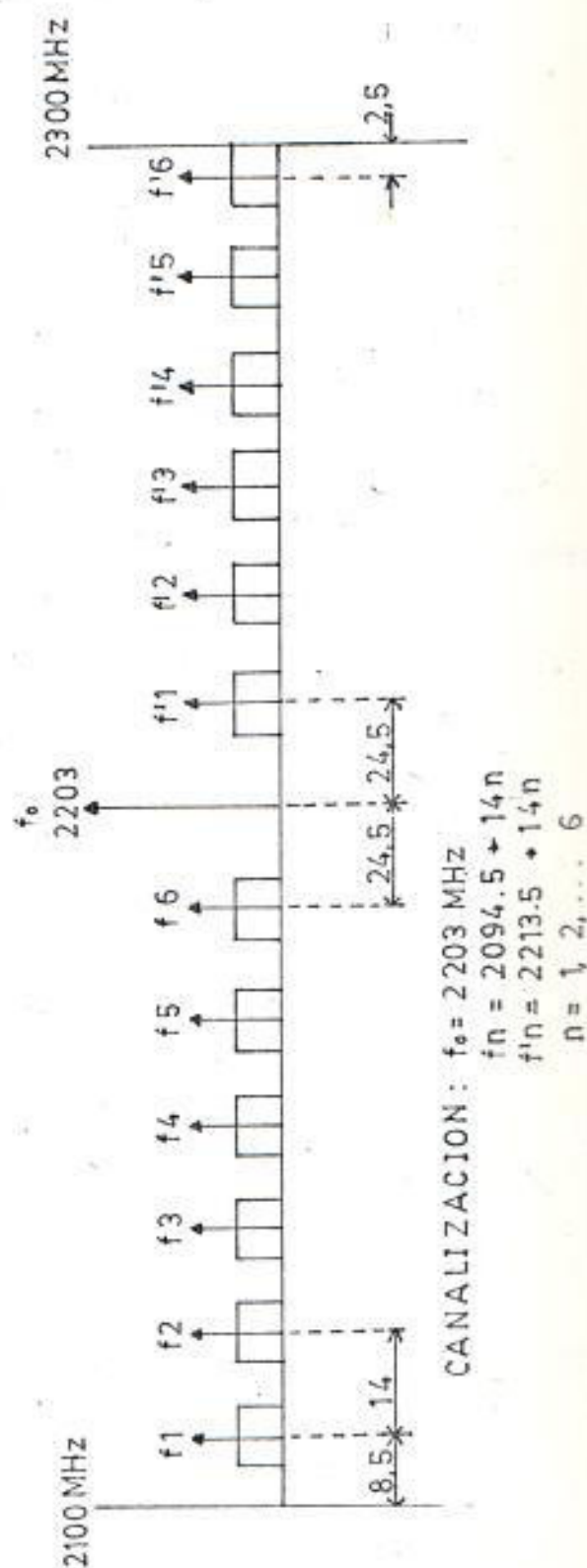
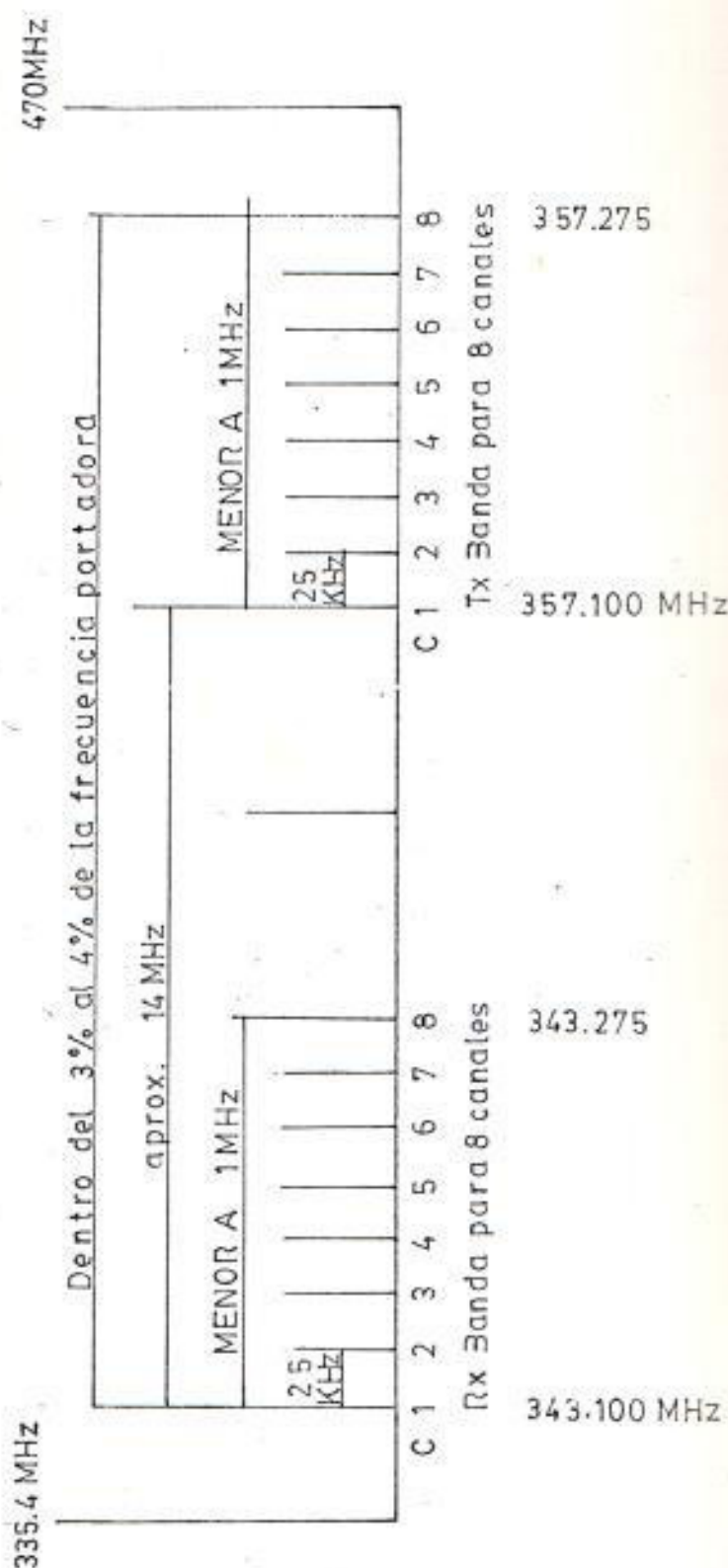


Fig 4.95 Posicionamiento de frecuencia para un sistema de multiacceso de 8 canales de radiofrecuencia



Espaciamiento de frecuencia

entre canales adyacentes : más de 25 KHz

* El límite inferior está determinado por el funcionamiento de la antena duplexer de cada estación, y el límite superior está determinado por la antena de cada estación.

** Esta depende de las características de la antena duplexer de cada estación.

4.2 DETERMINACION DEL SISTEMA DE RADIO A UTILIZARSE

La siguiente clasificación de los equipos refleja la estructura jerárquica de las telecomunicaciones rurales.

a) Sistemas radioeléctricos de distribución de líneas de abonado

- un solo canal telefónico punto a punto, ondas métricas y decimétricas;
- sistemas de acceso múltiple;
- sistemas por satélite;
- sistemas de ondas decimétricas.

b) Sistemas radioeléctricos de transferencia de líneas de abonado

- un solo canal telefónico, ondas métricas y decimétricas;
- multiplex de pequeña capacidad, ondas

métricas, decimétricas y centimétricas;

- multiplex de gran capacidad, ondas centimétricas;
- sistemas por satélite;
- sistemas de ondas decamétricas;
- sistemas de dispersión troposférica.

c) Sistemas radioeléctricos para enlace entre centrales

- multiplex de pequeña capacidad, ondas métricas, y decimétricas;
- multiplex de gran capacidad, ondas centimétricas;
- sistemas por satélite;
- sistemas de ondas decamétricas;
- sistemas de dispersión troposférica.

Sistemas radioeléctricos monocanales para telefonía rural

Los equipos monocanales de ondas métricas y decimétricas se emplean normalmente para la función de distribución de líneas de abonado y enlace entre centrales.

En el primer caso pueden identificarse dos modos de funcionamiento:

a) Modo de asignación exclusiva (de canales): cada

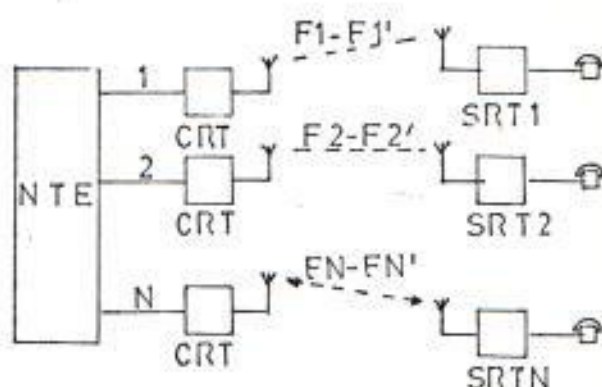
canal radioeléctrico de un haz atribuido a una zona geográfica dada se asigna exclusivamente a un abonado.

- b) Modo de compartición (de canales): un número determinado de canales radioeléctricos atribuidos a la zona se asigna a un número mayor de abonados; los cuales se asigna a los abonados según el principio de asignación en función de la demanda. Cada abonado puede tener acceso indistintamente a cualquiera de los canales. Estos sistemas se denominan de acceso múltiple.

Al modo de asignación exclusiva, también suele denominarse (punto a punto). Puede ser conveniente la utilización de este tipo de sistema en aquellos casos en que la densidad de abonados es muy baja y no se presentan problemas en lo que concierne a la disponibilidad de los canales radioeléctricos.

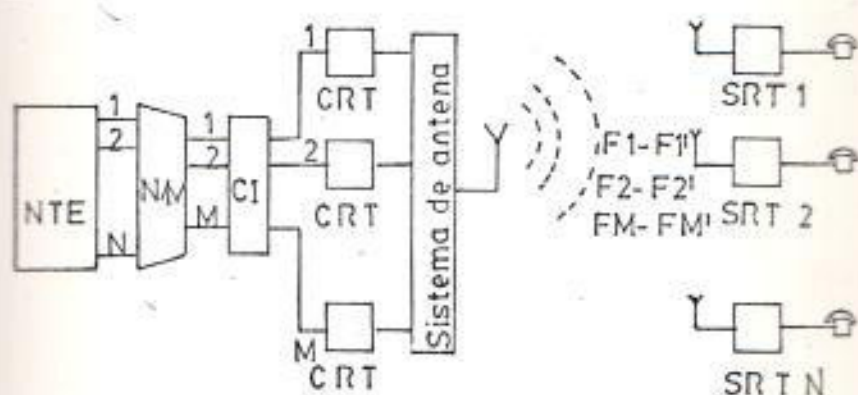
En tales casos estos sistemas son ventajosos desde el punto de vista económico. La figura 4.96, muestra la estructura simplificada de este sistema.

A continuación se indican algunas características básicas que distinguen la interconexión realizada por medio de un soporte radioeléctrico en canal de



Canal de asignación exclusiva

CCITT - 23450



Canal compartido o de acceso múltiple

- NTE Central terminal mas cercana
- CRT Terminal radioeléctrico centralizado
- SRT Terminal radioeléctrico de abonado
- CI Interfaz de (abonados) canales

Fig 4.96

Estructuras básicas de sistemas radiotelefónicos rurales

la realizada corrientemente mediante hilos metálicos:

a) El enlace es a cuatro hilos. Por tanto, es necesario incluir terminaciones híbridas para el paso de cuatro a dos hilos en los interfaces en ambos extremos, es decir, en el lado de abonado y en el lado de central

b) El soporte radioeléctrico como tal no es transparente a todos los tipos de señalización presentes normalmente en un bucle de abonado, pues estos aprovechan el funcionamiento en corriente continua de este último. Por tanto es necesario que dichos interfaces incluyan circuitos capaces de reconocer tales señalizaciones y de convertirlas a una forma utilizable para la transmisión por el canal RF, y viceversa.

La señalización asociada a los bucles de abonado consta fundamentalmente de lo siguiente:

- señal de llamada (transmitida desde la central al aparato de abonado);
- señales abonado cuelga y abonado descuelga;
- señales de disco, enviadas por el aparato de abonado;
- señales especiales de llamada/facturación para

servicios tales como teléfonos de previo pago, indicación de tasas, etc. y las correspondientes señales de acuse de recibo hacia la central, en su caso.

Los métodos más comunes empleados para transmitir estas señales por el canal radioeléctrico utilizan una subportadora fuera de banda (es decir, en la banda de 3400 a 4000 Hz) debidamente modulada por la información de señalización que ha de transmitirse.

Entre los tipos de señalización fuera de banda más corrientes pueden mencionarse los dos siguientes:

- modulación de amplitud (MA) de una portadora de 3825 Hz;
- modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) de una portadora de 3800 Hz (con excursiones de frecuencia entre 3750 y 3850 Hz).

Los sistemas deben estar asociados a interfaces con canales multiplexados MDF en circuito a cuatro hilos (más dos para señalización). Todos los interfaces deben permitir la interconexión a la magneto (batería local), y a la batería central de centrales manuales o automáticas.

Así, puede decirse que en el lado radioeléctrico

207

del interfaz deben preverse las siguientes funciones y/o facilidades:

1) Extremo lado central

- i) convertidor para el paso de cuatro a dos hilos;
- ii) detector de señales de llamada y conversión de las mismas para su transmisión por el canal radioeléctrico;
- iii) detector de señales de tasación y conversión de las mismas para su transmisión por el canal radioeléctrico. Las señales de tasación pueden transmitirse por la línea a dos hilos de diferentes formas: inversión de polaridad, o impulsos de 50 Hz, 12 KHz, o 16 KHz. Estos diferentes métodos se utilizan según las prácticas y condiciones locales;
- iv) recepción de indicaciones de los estados abonado cuelga o abonado descuelga y regeneración de las señales para su transmisión por la línea a dos hilos; detección de la señalización constituida por trenes de impulsos de disco y regeneración de las señales para su transmisión por la línea a dos hilos;
- v) adaptadores para el funcionamiento con

magneto y con centrales de batería central, tanto manuales como automáticas.

2) Extremo lado abonado

- i) detector de la señal de llamada codificada y regeneración de la señal inicial de llamada para su transmisión al aparato telefónico;
- ii) detector de la señal de tasación codificada y regeneración de la señal inicial de tasación para su aplicación a los correspondientes dispositivos utilizados en los aparatos telefónicos;
- iii) detección y transmisión de las indicaciones de los estados abonado cuelga y abonado descolga.

Es importante señalar que en el interfaz del extremo lado abonado y posiblemente también en el extremo lado central, debiera tenerse en cuenta la posibilidad de funcionamiento en un régimen de menor consumo de energía. Esto tiene como fin economizar energía de la fuente de alimentación, poniendo el receptor bajo tensión sólo durante breves intervalos de tiempo.

Transmisión de señales telegráficas

Normalmente, por los enlaces monocanales del tipo considerado sólo se transmiten señales vocales; sin embargo, pueden transmitirse también simultáneamente algunas telegráficas.

Esto puede conseguirse, por ejemplo, limitando a 2400 Hz mediante filtros de bajo costo la banda asignada a las señales vocales, con lo que quedaría una banda de 2700 a 3300 Hz para la transmisión de tres canales telegráficos de 50 baudios con modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) con frecuencias centrales de 2940, 3060 y 3180 Hz.

En este caso, el nivel nominal de cada canal telegráfico con modulación por desplazamiento de frecuencia debe ser lo suficientemente pequeño con respecto al de la señal vocal para que el comportamiento no lineal del canal no degrade las características de ruido del canal vocal ni de los canales telegráficos.

Nivel nominal

Cabe esperar que el equivalente mínimo de un enlace monocanal (para líneas a dos hilos entre terminales situados a ambos extremos) sea de 3,5 a 4 dB. Por lo tanto si el nivel nominal de entrada es de 0 dB (para un nivel de referencia de 0 dB a 800 Hz) el correspondiente nivel de salida varía entre -3,5 y

-4 dBm.

Las condiciones reales de aplicación exigen que el nivel de entrada correspondiente a la excursión nominal de frecuencia pueda preestablecerse en una gama de 10 a 15 dB; puede considerarse típica una gama de -6 a +7 dB (entrada).

Ruido

Las aplicaciones que corresponden a prolongaciones de una línea de abonado podrían estar relacionadas con las características de ruido típicas de las líneas de abonado normales a dos hilos (cuya longitud no suele ser superior a 4 Km.). La recomendación del CCITT indica como potencia máxima de ruido de una línea de abonado un valor de 500 pWp.

En los enlaces monocables, sin embargo, deben tomarse en consideración dos circunstancias importantes, que justifican el empleo de límites de ruido más elevados:

- a) La primera es la distancia salvada por los enlaces, que suele ser unas 10 veces mayor que la longitud normal de una línea de abonado. Esta distancia que generalmente es de 20 a 30 Km, puede llegar a ser de hasta 50 Km, según las características del equipo y la atenuación

del trayecto.

- b) La segunda se relaciona con las diversas causas que puede tener el ruido presente en este tipo de enlace, de las cuales sólo algunas dependen de la calidad de funcionamiento del equipo (incluida la fuente de alimentación, que generalmente influye mucho en factores tales como el ruido de fondo), mientras que otras dependen del diseño del enlace (atenuación del trayecto y ruido térmico) o de los principios de coordinación en lo que respecta al empleo de los canales radioeléctricos disponibles (ruido de interferencia).

De acuerdo a las consideraciones del apartado a), la característica de ruido del enlace podría fijarse en un valor de unos 2000 a 3000 pWOp.

Sin embargo, de acuerdo a las consideraciones del apartado b) y dado que se desea utilizar el equipo de la manera más eficaz posible desde el punto de vista económico, varias administraciones han aceptado límites de unos 10000 pWOp (~ 50 dBmOp).

Distribución de líneas de abonado en el modo de acceso múltiple

Conviene utilizar sistemas radioeléctricos en el

modo de acceso múltiple cuando el número de usuarios en una zona dada es relativamente elevado o cuando sólo se dispone de un número limitado de canales. En la mayor parte de los casos se obtienen ventajas apreciables desde el punto de vista del costo y una mayor fiabilidad global.

En los sistemas con acceso múltiple se asigna un grupo de canales radioeléctricos a una determinada zona de servicio; todos los abonados de esa zona constituyen un grupo radioeléctrico con acceso múltiple, y cada uno de ellos puede utilizar, a petición, cualquier canal libre del grupo.

Las configuraciones utilizadas para proporcionar cobertura pueden resumirse como sigue:

a) El 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. Es el tipo más sencillo y no necesita repetidores entre la central y la estación radioeléctrica de base. El costo del sistema puede minimizarse adoptando este tipo de configuración.

b) Para proporcionar un servicio rural a zonas distantes de la central, el tipo de red de derivación será el más adecuado (ver figura

254

4.98-a). Esta es una manera de prestar servicio a zonas rurales vecinas utilizando las facilidades de transmisión del radioenlace múltiple existente (de microondas, de ondas métricas o decimétricas con repetidores).

- c) El tipo de red de repetidores puede utilizarse para dar servicio rural a zonas distantes si no existe un enlace múltiple por microonda (véase la figura 4.98-b). Este tipo de aplicación puede realizarse fácilmente proporcionando la función repetidora al propio sistema telefónico rural.

La figura 4.97 muestra una estructura típica de un sistema de distribución con acceso múltiple para una sola zona.

Se supone que el tráfico bidireccional por abonado es de 0,05 erlangs. Este valor, si bien no es más que una condición típica, representa bastante bien los supuestos de que parten varias administraciones sobre la base de que las conversaciones con abonados en el pueblo o ciudad más cercanos son más probables que las conversaciones con abonados de la misma zona.

Las unidades o funciones básicas que debe comprender el equipo de un sistema con acceso múltiple, para el caso de conexión con una central

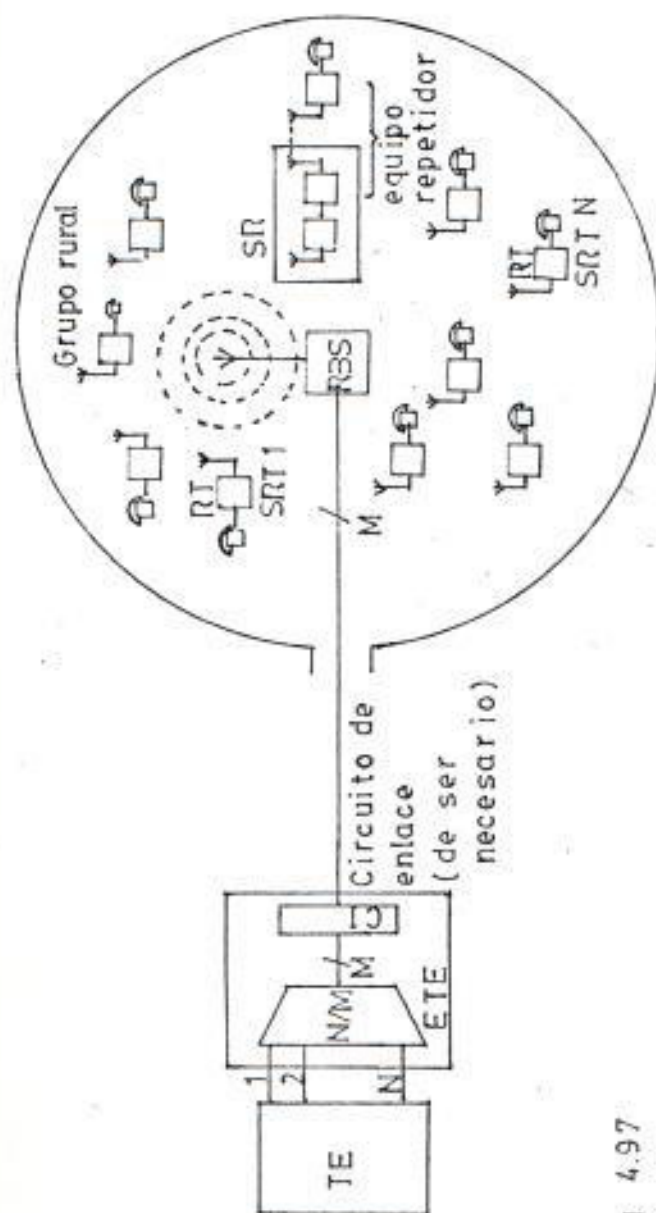


Fig 4.97

Para una sola zona-sistema de
distribución con acceso múltiple

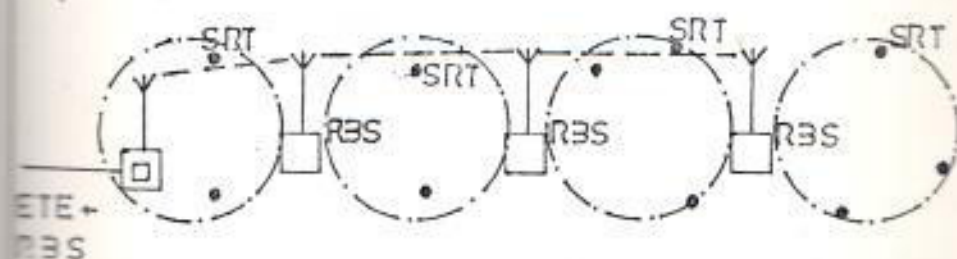
TE Central telefonica

ETE Equipo terminal de central

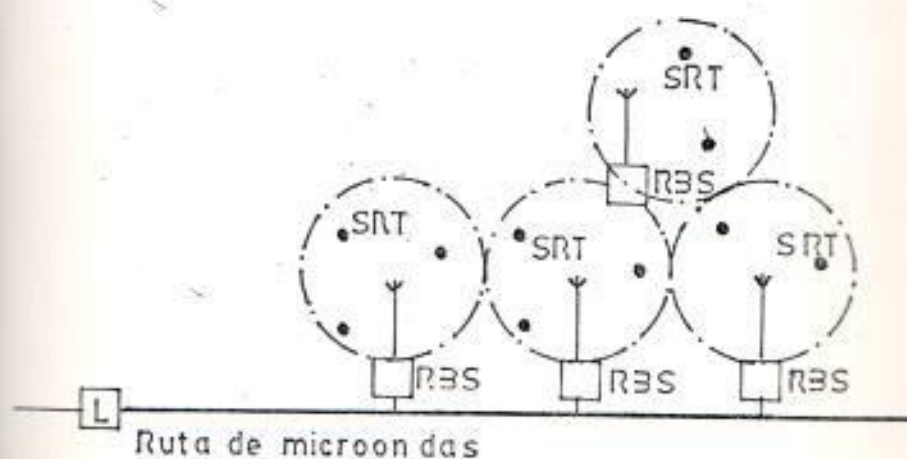
RBS Estacion radioelectrica de base

SRT Terminal radioelectrico de abonado

SR Repetidor de abonado



e) Tipo de cobertura con repetidores



b) Tipo de cobertura con red de derivacion

Fig 4.98

Estructura básica de un grupo radioeléctrico con acceso múltiple en un sistema de telefonía rural

automática son las siguientes:

- 1) Interfaces telefónicos en la central - Estos tienen fundamentalmente la misma finalidad que las centrales correspondientes y los interfaces descritos anteriormente en relación con los enlaces punto a punto.

Una característica importante que deben reunir es la de incluir medios para codificar y decodificar la información contenida en el número de abonado para su identificación, a través de (o a partir de) señales codificadas apropiadas que han de transmitirse radioeléctricamente para efectuar la interconexión entre cada aparato telefónico de abonado y el terminal de abonado correspondiente instalado en la central, cuando sea necesario.

- 2) Señalización para la identificación del abonado - Como se ha mencionado anteriormente para efectuar debidamente las asignaciones de canales radioeléctricos deberán transmitirse por estos, bidireccionalmente, los códigos de identificación del abonado. La transmisión de señales de señalización deberá asociarse al canal de conversación tomado en el contacto inicial evitando la utilización de un canal

radioeléctrico asignado exclusivamente a la señalización.

Como las señales codificadas para la identificación de abonados se intercambian antes de establecerse la conexión y por tanto antes de iniciarse la conversación, puede utilizarse señalización dentro de banda. La característica principal que debe tener esta señalización es un elevado grado de protección contra toda posible causa de simulación, de modo que no puedan producirse falsas llamadas ni falsas tentativas de llamada.

- 3) Unidad de concentración - Estas unidades tienen por función concentrar un número de terminales de abonado en un número menor de líneas, igual al número de canales radioeléctricos disponibles. Con respecto a la central telefónica, el comportamiento de estas unidades será equivalente al de la cantidad de aparatos de abonado a los que atiende.
- 4) Unidad de proceso - Tiene por función asignar los canales de acuerdo con la demanda de tráfico y las necesidades de supervisión y de control del sistema.
- 5) Transceptor radioeléctrico (unidad de abonado) -

La característica principal que lo distingue de las correspondientes unidades utilizadas en los enlaces punto a punto es que debe ser capaz de funcionar automáticamente en todas las frecuencias atribuidas al grupo de abonados con acceso múltiple.

6) Transceptor radioeléctrico (unidad de estación radioeléctrica de base) - Es más sencillo que el anterior pues no necesita la función de barrido de frecuencias, ya que en una estación base el número de transceptores es igual al número de canales radioeléctricos.

7) Circuitos de interfaz en el extremo de abonado. Además de realizar las funciones mencionadas anteriormente en relación con los enlaces punto a punto, estos circuitos:

- deben incluir generadores y receptores de código para el establecimiento de conexiones con el terminal de abonado en la central correspondiente al transceptor;
- deben poseer una lógica de control que supervise la exploración de los canales y las secuencias de toma;
- puesto que es conveniente que el equipo de

2 3 3

abonado permita la compartición (con secreto de las comunicaciones) por dos abonados, deben comprender dispositivos que aseguren que, cuando uno de los dos abonados ponga en funcionamiento el equipo, el otro no pueda recibir ni efectuar llamadas.

8) Dispositivo de ahorro de energía.

Clasificación de los mecanismos de interferencia

Deberán tenerse en cuenta las siguientes causas principales de interferencia:

- 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:

- 1) interferencia co canal por una sola portadora;
- 2) interferencia «cántica» (cuasigaussiana) dentro de la banda;
- 3) interferencia entre canales adyacentes;
- 4) interferencia por ruido impulsivo.

La interferencia puede tener una de estas

consecuencias:

- degradación de la calidad de transmisión de un enlace existente;
- Simulación de un estado incorrecto de canal cuando ha de establecerse o liberarse una conexión.

La interferencia puede clasificarse en intrínseca (o interna del sistema), es decir, la causada exclusivamente por transmisores que funcionen en el propio sistema; o extrínseca, es decir, la causada directa o indirectamente por transmisores ajenos al sistema.

Los mecanismos de interferencia intrínseca pueden dividirse en las cuatro clases siguientes:

- 1) la interferencia de canal debido 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. Refiriéndose al caso de interferencia de una sola portadora, cuando aumenta el nivel relativo de la señal interferente, se percibe cierto efecto ininteligible en el canal perturbado. Si continúa aumentando el nivel de la señal interferente, la modulación propia del

generalmente en la misma banda en la que están comprendidas dichas portadoras y, por tanto, constituyen una posible causa de interferencia intrínseca (al sistema). Cada producto de intermodulación es modulado por una combinación lineal de las modulaciones asociadas a las portadoras que sufren la interacción, incluida la señalización, por lo que, aparte de los efectos de ruido ininteligible, cada uno de ellos puede dar lugar a simulaciones de portadora. Deben tenerse en cuenta tres mecanismos básicos de intermodulación:

- a) intermodulación en los transmisores de las estaciones radioeléctricas de base;
- b) intermodulación en los receptores del equipo de abonado;
- c) intermodulación en los receptores de las estaciones radioeléctricas de base.

iii) la interferencia entre canales adyacentes (debida bien 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 radioeléctrica de base

solamente) cuando un enlace funciona en condiciones extremas (desvanecimientos adicionales, fallos parciales o bloques del trayecto) y al mismo tiempo funciona un enlace corto en un canal adyacente. Como relación señal/interferencia más desfavorable puede suponerse la relación entre la amplitud máxima de señal recibida en un enlace corto y el nivel mínimo utilizable de la señal recibida. Puede observarse que, en los casos más desfavorables, esta relación puede mantenerse en la gama de 40 a 50 dB.

- iv) la interferencia por ruido artificial. En aplicaciones rurales, esta clase de interferencia no es importante. Cabe esperar que sean aún menos frecuentes las interferencias de este tipo debidas exclusivamente a ruido impulsivo.

Equipo radioeléctrico y equipo auxiliar

El equipo radioeléctrico utilizado en los sistemas rurales se compone de las siguientes partes,

- transceptores
- equipos terminales telefónicos,
- fuentes de alimentación,
- antenas y redes combinadoras (combinadores).

Los tipos de antenas más corrientes utilizados en las bandas de frecuencia que interesan (150 y 450 MHz) son los siguientes: Yagi, de reflector diedro, colineal, sistemas de arreglos de dipolos y antenas helicoidales. En la banda de ondas decimétricas pueden utilizarse a veces antenas de reflector parabólico, pero normalmente se considera que son demasiado costosas para las aplicaciones del tipo considerado.

A continuación se describen los parámetros característicos más importantes de los tipos de antenas más comunes:

Tipo	: Log periódica;	
Banda en (MHz)	: 146-174	403-500
Ganancia (dB)	: 9	10
Anchura del lóbulo principal:		
en horizontal (grados)	: 60	70
en elevación (grados)	: 50	45
VSWR	: 1,5	1,5
Relación frontal/posterior (dB)	: 15	15
Potencia nominal (W)	: 200	200
Impedancia (ohmios)	: 50	50
Tipo	: Helicoidal	
Banda en (MHz)	: 146-174	403-500

Ganancia (dB)	: 13	13
anchura del lóbulo principal:		
en horizontal (grados)	: 40	45
en elevación (grados)	: 40	45
VSWR	: 1,33	1,3
Relación frontal/posterior (dB)	: -	-
Potencia nominal (W)	: 500	500
Impedancia (ohmios)	: 50	50
Tipo	: Yagi	
Banda en (MHz)	: 146-174	403-500
Ganancia (dB)	: 10	10
anchura del lóbulo principal:		
en horizontal (grados)	: -	40
en elevación (grados)	: 50	50
VSWR	: 1,3	1,4
Relación frontal/posterior (dB)	: 10	16
Potencia nominal (W)	: 500	500
Impedancia (ohmios)	: 50	50
Tipo	: Sistema de:	
	4 dipolos	8 dipolos
Banda en (MHz)	: 146-174	403-500
Ganancia (dB)	: 10	12
anchura del lóbulo principal:		
en horizontal (grados)	: -	20
en elevación (grados)	: -	40

VSWR	: 1,2	1,25
Relación frontal/posterior (dB)	: -	-
Potencia nominal (W)	: 500	500
Impedancia (ohmios)	: 50	50

Tipo : Colineal

Banda en (MHz)	: 146-174	403-500
Ganancia (dB)	: 6	8

Anchura del lóbulo principal

en horizontal (grados) : - 360

en elevación (grados) : - 360

VSWR : 1,3 1,4

Relación frontal/posterior (dB): - -

Potencia nominal (W) : 200 -

Impedancia (ohmios) : 50 50

Tipo : Reflector diedro

Banda en (MHz) : 403-500

Ganancia (dB) : 9

Anchura del lóbulo principal

en horizontal (grados) : 40

en elevación (grados) : 60

VSWR : 1,2

Relación frontal/posterior (dB): -

Potencia nominal (W) : 200

Impedancia (ohmios) : 50

557

Todas las antenas indicadas anteriormente son directivas, salvo la colineal. Cuando se requiere una radiación omnidireccional o casi omnidireccional, como puede suceder en la mayor parte de las estaciones radioeléctricas de base, pueden emplearse sistemas de antenas arrays apropiados de los tipos básicos indicados. Naturalmente, cada tipo de sistema está asociado a un tipo adecuado de dispositivo divisor de potencia, que debe conectarse al cable único de alimentación del sistema de antenas.

En la ganancia global del sistema de antenas influye también la atenuación del cable de la línea de alimentación, que depende a su vez del tipo de cable coaxial utilizado y de la altura del mástil de la antena. Como puede suponerse que su altura media en las estaciones radioeléctricas de base es de 20 a 30 metros y que en los puntos de emplazamiento de los abonados es de 5 a 10 metros, puede considerarse que los cables de alimentación de las antenas de estación de base y de abonado tendrán longitudes globales de 30 a 40 y de 10 a 15 metros, respectivamente.

A continuación se indican las atenuaciones de los tipos de cables más utilizados.

TABLA XIII

Tipos de cables coaxiales

Banda (MHz)	cable	Diámetro (mm)	valor nominal de atenuación (dB/100 m) a +20 C
146-170	RG8	11	11
146-170	RG14	13,9	8
146-170	RG17	22	4,4
146-170	CF1/2	22	3,5
430-470	RG14	13,9	10
430-470	RG17	22	8
430-470	CF1/2	22	6
430-470	CF7/8	28	4

Sistemas Radioeléctricos de pequeña capacidad

En zonas rurales la capacidad de tráfico requerida es relativamente baja, por tratarse de zonas poco pobladas. Por lo general se requieren capacidades de 12 a 60 canales. A veces hay que considerar también capacidades de sólo 6 canales, y otras de hasta 120 canales. Estas últimas pueden ser particularmente útiles en enlaces para establecimiento de circuitos, donde pueden convergir los canales de varios enlaces de transferencia.

Modulación

Hasta el presente, los sistemas de pequeña capacidad que funcionan en las bandas de ondas métricas y decimétricas han empleado la modulación analógica y el multiplexaje por distribución de frecuencias (MDF). En esta técnica, el número máximo de saltos está limitado, especialmente cuando se requiere una buena calidad de transmisión, con el objeto de reducir el ruido térmico y la interferencia causada por las antenas de poca directividad. Por otra parte esta técnica ofrece una gran ventaja: la derivación e inserción de canales en los repetidores se efectúa de manera simple. Cuando no se requieran facilidades de derivación e inserción de canales en los repetidores, los sistemas radioeléctricos digitales que emplean modulación por impulsos codificados (MIC) y multiplexaje por distribución de tiempo (MDT) serán de gran interés en el futuro para sistemas de poca capacidad que funcionen en la banda de ondas decimétricas.

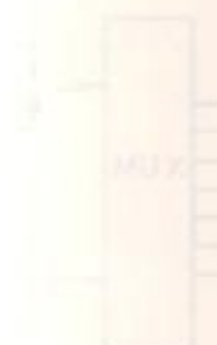
Descripción de los equipos de pequeña capacidad

Habiendo cuenta de los problemas económicos relativos a las fuentes primarias de energía y a la infraestructura de este tipo de instalación, así como a la dificultad del acceso a las estaciones

por encontrarse dispersas estas en vastas zonas de gran extensión y escasa densidad de población, el equipo debe presentar unas características excelentes: bajo consumo de energía, pequeñas dimensiones, fiabilidad y resistencia a las condiciones ambientales. Estos requisitos puede reunirlos un equipo construido totalmente a base de semiconductores. En las figuras 4.99, 4.100, y 4.101 se muestran configuraciones típicas de los equipos para satisfacer las funciones de transferencia o de establecimiento de circuitos (de enlace) entre dos centrales.

Este sistema puede dividirse en los siguientes bloques principales:

- equipo radioeléctrico,
- equipo multiplex,
- antenas,
- fuentes de alimentación de energía,
- equipo auxiliar.



Equipo radioeléctrico

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 con un máximo de economía. La disponibilidad local de fuentes primarias de

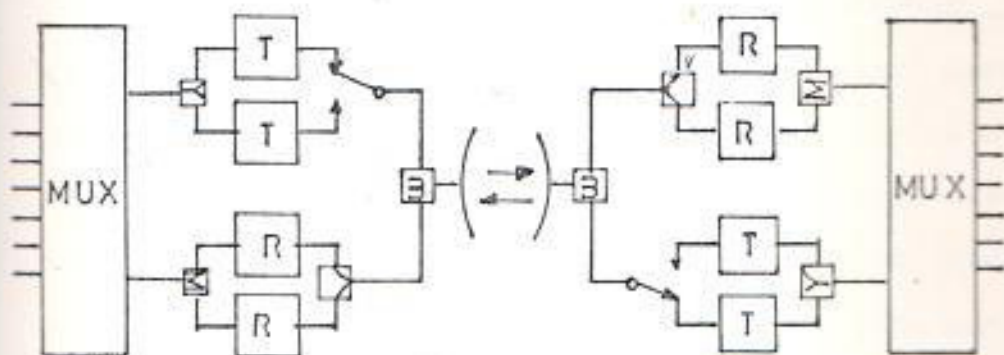


Fig 4.99

Sistema (1+1) para funcionamiento cocalnal

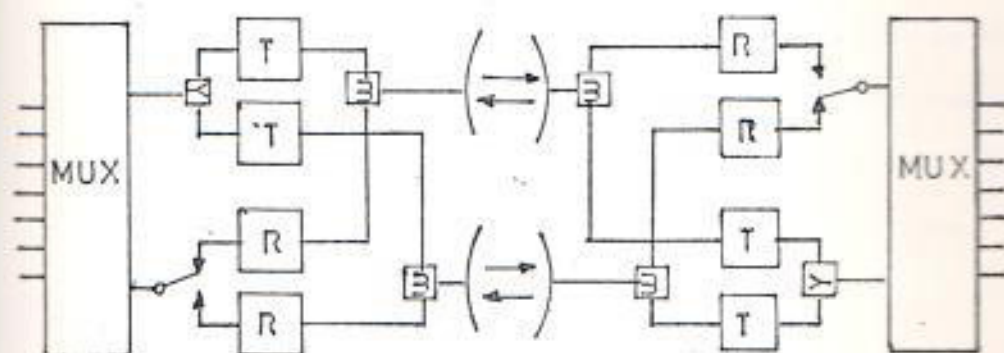


Fig 4.100

Sistema (1+1) para funcionamiento con diversidad en frecuencia y en el espacio

energía, particularmente en el caso de repetidores aislados, es muy limitada, por lo que de ser posible deben utilizarse equipos de bajo consumo de energía. Sin embargo, esto podría fácilmente conducir a la utilización de grandes antenas y pesadas torres con importantes cimentaciones para soportarlas. Puede considerarse que una potencia de transmisión de 1 a 20 W para las frecuencias inferiores a 400 MHz, o de 1 a 10 W para frecuencias de hasta 1000 MHz, o de 1 a 5 W para las frecuencias superiores de la banda de ondas decimétricas constituye una buena solución de compromiso entre el consumo del equipo y las dimensiones de las antenas y torres. En sistemas de ondas centimétricas, la potencia transmitida puede ser de 1 W para las frecuencias inferiores de la gama, y de sólo 200 ó 300 mW para las superiores.

Antenas

Las antenas para enlaces rurales deberán tener las siguientes características:

- dimensiones pequeñas y poco peso para facilitar su transporte e instalación. Esto evita también la necesidad de instalar grandes torres pues la superficie de la antena expuesta al viento será pequeña ;

- ajuste mecánico simple, para facilitar la sintonización del sistema;
- bandas anchas, de modo que no sea necesaria la sintonización a la frecuencia de trabajo y que varios transmisores puedan trabajar con la misma antena a frecuencias diferentes.

A continuación se describen las antenas normalmente utilizadas en ciertas bandas de ondas métricas y decimétricas para los sistemas de pequeña capacidad utilizada en comunicaciones rurales.

Gama de frecuencias : 430 - 470 MHz

Tipo : Yagi Doble

Gain (dB) : 11,7 (a)

Relación frontal/posterior (dB) : -

Dimensiones (m) : 1,2 x 1,2 x 0,3

Peso aproximado (Kg) : 10

Gama de frecuencias : 400 - 500 MHz

Tipo : Sistema de
dipolos

Gain (dB) : 12 (b)

Relación frontal/posterior (dB) : 14

Dimensiones (m) : 1,5 x 0,5 x 0,2

Peso aproximado (Kg) : 12

Gama de frecuencias	: 300 - 400 MHz
Tipo	: Reflector diedro
Ganancia (dB)	: 10 (a)
Relación frontal/posterior (dB)	: 18
Dimensiones (m)	: 1,0 x 1,2 x 1,0
Peso aproximado (Kg)	: 14
Gama de frecuencias	: 610 - 960 MHz
Tipo	: Sistema de dipolos
Ganancia (dB)	: 15 (a)
Relación frontal/posterior (dB)	: 18
Dimensiones (m)	: 1,0 x 0,5 x 0,2
Peso aproximado (Kg)	: 12
Gama de frecuencias	: 830 - 960 MHz
Tipo	: Paraboloide (malla)
Ganancia (dB)	: 20 (a)
Relación frontal/posterior (dB)	: 20
Dimensiones (m)	: 1,5 (diámetro)
Peso aproximado (Kg)	: 50
Gama de frecuencias	: 1350 - 1500 MHz
Tipo	: Reflector diedro
Ganancia (dB)	: 19 (a)
Relación frontal/posterior (dB)	: 18
Dimensiones (m)	: 0,85 x 0,85 x 0,3

Peso aproximado (Kg)

: 10

(a) Con relación a la antena isotrópica

(b) Con relación a un dipolo de media onda.

Como puede verse, se trata de antenas de ganancia relativamente baja que tienen por lo tanto lóbulos bastante anchos lo que permite un ajuste relativamente sencillo.

Asimismo, los valores de la relación frontal posterior de estas antenas hasta aproximadamente 1 GHz y su directividad son bastante bajas. Esto significa que la protección contra las interferencias, especialmente en bajas frecuencias, es limitada; por lo que deben de tomarse medidas de protección adecuadas en el diseño del enlace. En frecuencias superiores a 1 GHz este problema puede resolverse utilizando antenas parabólicas de gran directividad, con diámetros de 2 a 8 metros. Como estas antenas proporcionan una mayor ganancia, la potencia transmitida y por lo tanto el consumo de energía serán menores, y la fiabilidad será mayor. La mayor directividad se traduce en una mayor protección contra las interferencias.

Equipo auxiliar

El equipo auxiliar es importantísimo en lo que

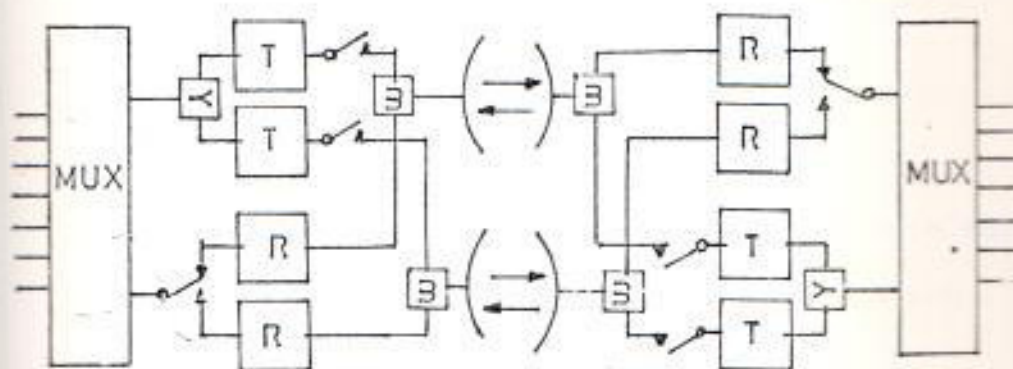
respecta a la disponibilidad de los enlaces de relevadores radioeléctricos. Puede clasificarse en tres categorías.

Equipo de conmutación de protección

Como se expresa más adelante, los enlaces rurales son normalmente instalaciones protegidas según el método (1-1) a fin de asegurar la máxima disponibilidad de la totalidad del sistema. Este método exige dos transceptores, uno de ellos de reserva, efectuándose el paso de uno a otro mediante un equipo de conmutación. Normalmente, en el caso de sistemas cocanal, son conmutados tanto los transmisores como los receptores, en tanto que en los sistemas que funcionan en canales diferentes son conmutados solamente los receptores como se muestra en las figuras 4.99, 4.100 y 4.101. En transmisión la conmutación está controlada por la potencia transmitida. En los sistemas cocanal, la conmutación en recepción depende del nivel de una señal piloto, en tanto que en los sistemas con diversidad de frecuencia y en el espacio la conmutación está controlada por el nivel de la señal piloto y la relación señal/ruido. En el primer caso se utiliza un combinador y un conmutador integrados, mientras que en el segundo solo se utiliza un conmutador.

Fig 4.101

Sistema (1+1) para funcionamiento cocal y diversidad de espacio



MUX Equipo multiplex

R Transmisor radioelectrico

R Receptor radio electrico

W Sistema de derivacion

Z Combinador

Z Circuito diferencial (radiofrecuencias)

< Circuito diferencial (banda de base)

El equipo de conmutación, que deberá funcionar al producirse una avería en uno cualquiera de los transceptores, deberá tener tiempos de conmutación muy cortos, para minimizar el tiempo de interrupción del enlace. Ha de presentar un alto grado de fiabilidad, y tener por tanto un circuito muy sencillo, a fin de que no contribuya a reducir la fiabilidad del sistema.

Canal de servicio

El radioenlace debe tener un canal de servicio para la transmisión de comunicaciones de la estación.

El canal de servicio analógico en la banda de 300 a 4000 Hz permite también la transmisión de un tren de bits. Para sistemas de mayor capacidad, este canal podría hallarse en cualquier parte por debajo de la banda base.

Equipo de supervisión

La utilización de un transceptor de reserva contribuye sólo en una pequeña medida a mejorar la disponibilidad del enlace si no se dispone de un sistema adecuado de supervisión que proporcione información continuamente al centro de supervisión sobre el funcionamiento de las estaciones no atendidas. Además, dada la dificultad que presenta

el acceso a las estaciones intermedias, generalmente no atendidas deberá disponerse de un sistema de teleseñalización que permita identificar las unidades defectuosas desde el centro de supervisión, y cambiarlas o repararlas lo más pronto posible. Para la transmisión de esta información de señalización suele utilizarse la parte superior de la banda del canal de servicio.

Sistemas radioeléctricos de gran capacidad utilizados en telefonía rural

Los sistemas radioeléctricos de gran capacidad en ondas centimétricas proporcionan medios de transmisión de interés para la telefonía rural, poniendo a disposición de dicho servicio el total o parte de su capacidad.

Por lo tanto desde el punto de vista de la telefonía rural, la utilización de sistemas radioeléctricos de gran capacidad puede clasificarse como sigue:

- a) utilización parcial para la telefonía rural de un soporte radioeléctrico en ondas centimétricas para telefonía rural;
- b) utilización total y con carácter primario de un soporte radioeléctrico en ondas centimétricas para telefonía rural.

La utilización parcial puede tomarse en cuenta cuando una ruta de relevadores radioeléctricos atraviesa zonas rurales; este es el caso de un enlace primario (figura 4.102) entre dos puntos (A y B) de la red nacional, cuyos repetidores (R) están situados cerca de zonas rurales (ZR) pobladas.

Con el equipo de derivación e inserción, puede asignarse 12, 24 ó 120 canales del enlace en ondas decimétricas completo a los centros de convergencia de enlaces o a los centros locales A o B de la red nacional.

A continuación se indican las características principales, propósito de identificar las particularidades más importantes de los sistemas de media y gran capacidad para transmisión a larga distancia.

Capacidad media: 60 - 120 - 300 canales MDF
(transmisión analógica);

120 - 240 - 480 canales MIC
(transmisión digital)

Capacidad grande: 600 - 960 - 1000 canales o TV
(transmisión analógica).

Fig 4.102 Utilización parcial de un sistema de gran capacidad para telefonía rural

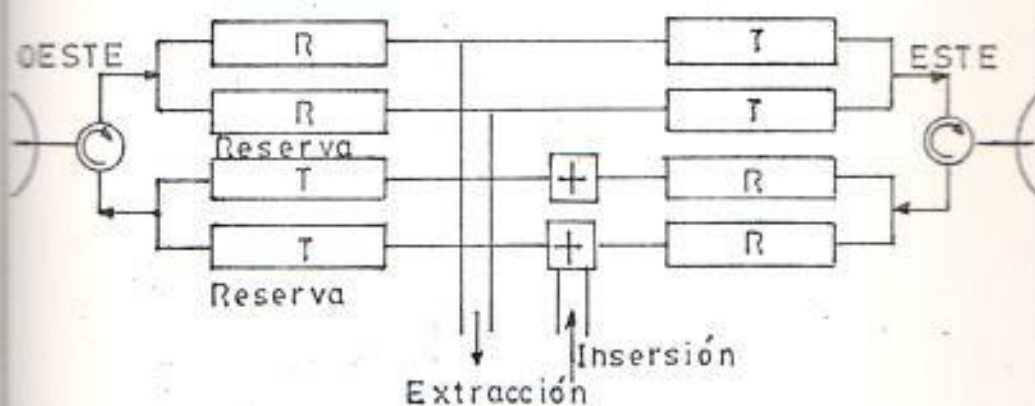
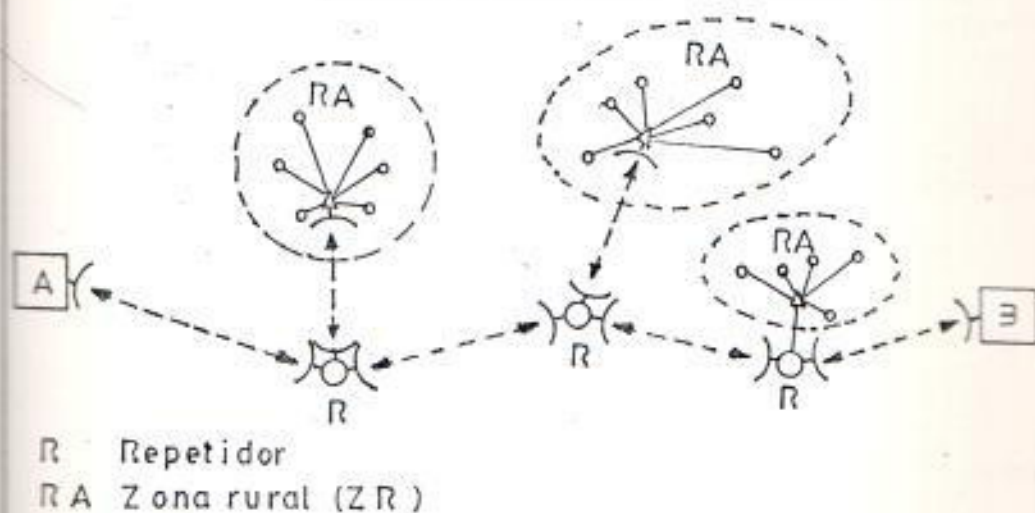


Fig 4.103.

Caso (1+1) - Sistema de extracción-inserción

Se han recomendado disposiciones de canales en las bandas de 2, 4, 6, 7 y 11 GHz y se utiliza modulación de frecuencia para los sistemas analógicos.

La disponibilidad es un parámetro esencial. La obtención de una elevada disponibilidad exige:

- un alto grado de fiabilidad del equipo (MTBF: tiempo medio entre fallos);
- un alto grado de mantenibilidad (MTTR: tiempo medio de reparación);
- un equipo de reserva con conmutación de protección.

Los sistemas de media y gran capacidad son más perfeccionados que los de pequeña capacidad pues deben proporcionar un grado de servicio mejor.

Los elementos básicos de dicho sistema son:

- a) equipo multiplex;
- b) transceptores terminales;
- c) transceptores repetidores;
- d) equipos de servicio;
- e) equipo de conmutación de protección;
- f) antenas;
- g) infraestructura;

Sistemas de extracción-inserción de canales telefónicos en radioenlaces.

Un sistema muy utilizado consiste en la extracción e inserción de un pequeño número de canales en rutas de microondas de larga distancia y gran capacidad.

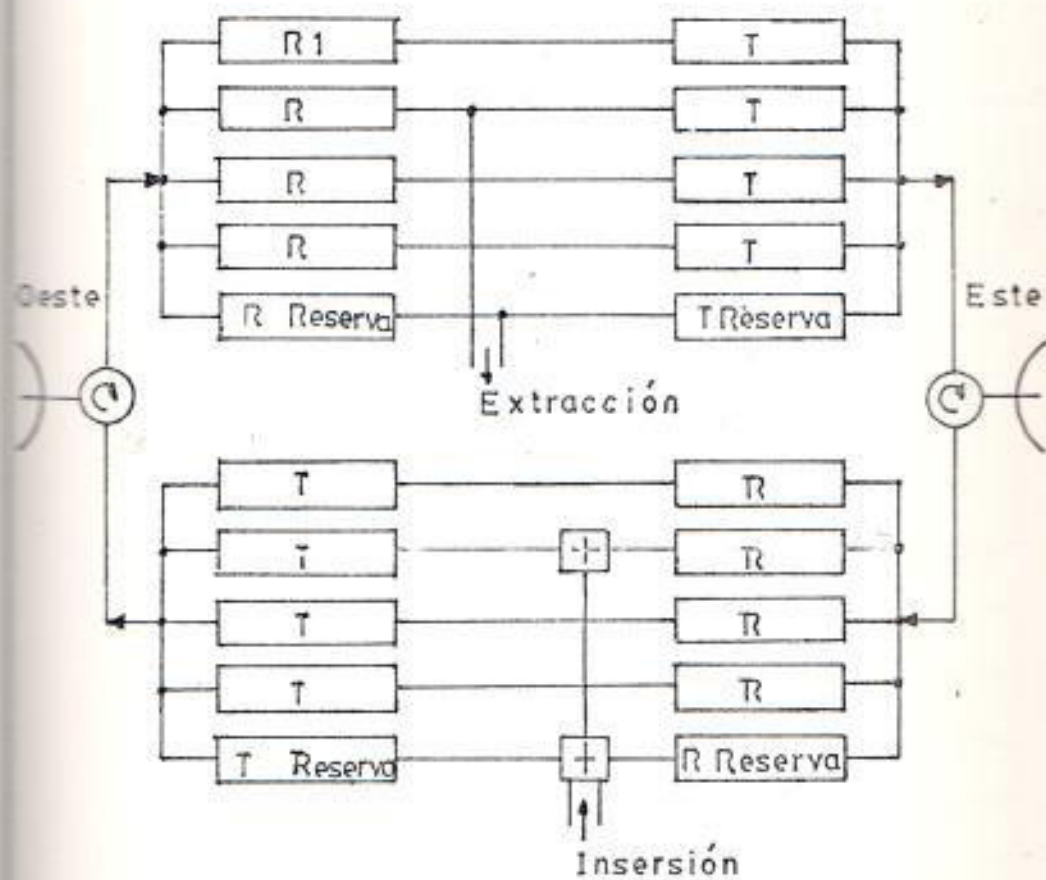
Sus aplicaciones típicas en las redes rurales son:

- a) Conexión de pequeños grupos de abonados distantes a la central local más cercana.
- b) Una transmisión más económica en enlaces de baja capacidad dentro de la zona primaria, cuando el centro primario está situado a cierta distancia de la central local y esos enlaces de baja capacidad pueden seguir la misma trayectoria geográfica que la ruta de gran capacidad.

La extracción e inserción de canales telefónicos en estaciones de repetidor contribuyen a aumentar la complejidad de éstas.

En las figuras 4.103 y 4.104 se muestra el principio del sistema requerido para garantizar la continuidad del tráfico extraído e insertado en el caso de producirse un fallo en un canal SHF del enlace por microondas.

En el caso del esquema 1 + 1, sólo hay que prever



Caso $n+1$ ($n=4$)

Fig 4.104

Descripción del sistema de extracción-inserción
para el caso $n+1$ $n=4$

un equipo de conmutación para extraer el canal SHF del SESTE a la salida del receptor del canal de trabajo.

La inserción de la señal que va hacia el ESTE puede realizarse sin ningún inconveniente por los dos canales en paralelo.

El mencionado equipo de conmutación es telemandado por el centro de conmutación principal.

En figura 4.104 se representa el caso de extracción-inserción de canales telefónicos en el canal 2 SHF para, por ejemplo, un esquema de $n + 1$ ($n = 4$).

En este caso se requerirá un segundo equipo de conmutación para insertar la señal, bien en el canal SHF # 2, bien en el canal de reserva que solamente funcionará según el procedimiento de inserción-extracción cuando sea activado por el canal 2.

Especificaciones técnicas de los diferentes sistemas de radioenlace que se encuentran en el mercado.

Las siguientes son las especificaciones técnicas del sistema de radiotelefonía rural de multi-acceso SDC-400 de la compañía JRE.

Estación Base

Características generales

Rango de frecuencia	: 335.5 a 470 MHz
Espaciamiento de canales	: 25 KHz
Separación de la frecuencia entre transmisor y receptor	: 3 a 5% de la frecuencia portadora
Impedancia RF	: 50 ohms
Ancho de banda AF	: 300 a 3400 Hz
Método de acceso de canales RF	: sistema multi-acceso
Operación	: full duplex
Ciclo de trabajo	: 100% continuo
Condiciones ambientales	
Temperatura	: -10 a +50 °C
Humedad	: Hasta 95% (a 45 °C)
Suministro de potencia	: -48V DC

Características del equipo de radio

Composición	: Una antena duplexer, Un combinator de antena, Un distribuidor y 4 unidades de transmisor 4 unidades de receptor 2 unidades de suministro
-------------	---

de energía.

Transmisor

Potencia de salida RF	: 10 W continuo
Estabilidad de frecuencia	: Dentro de 5×10^{-6}
Radiación espúrea	: menor a -60 dB
Tipo de modulación	: modulación de fase
Desviación de frecuencia	: 5 KHz max.
Relación señal a ruido	: Más de 50 dB en pesado
Distorsión de audio	: Menor a 5%

Receptor

Sensitividad	: 0.3 μ V para 20 dB NDS
Estabilidad de frecuencia	: Dentro de 5×10^{-6}
Sistema receptor	: Doble superheterodino
Ancho de banda	: Mas de 12 KHz a 6 dB bajo
Selectividad	: Mejor que 80 dB en la ranura de 25 KHz
Intermodulación	: más de 70 dB
Rechazo espúrea	: Menor a -60 dB
Relación señal a ruido	: Más de 50 dB en pesado
Distorsión de audio	: Menor al 5%

Multiplexor de antena

Rango de frecuencia	: 335.4 a 470 KHz
Pérdidas de inserción del	

camino de transmisión : Menor a 6.5 db

Duplexor de antena

Separación de frecuencia

transmisión-recepción : Más de 3% de la
frecuencia portadora

Pérdida de inserción : Menor a 1.5 dB (lado Tx)
Menor a 2.5 dB (lado Rx)

Características del equipo de control

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

Capacidad CH RF : 8 (4) RF Chs

Capacidad de abonados : 96 (24) suscriptores de
radio

Interface de intercambio : Igual que un sistema de
teléfono ordinario

: 2W/60V pñmos balanceado

Señalización : Señalización fuera de
banda 3765 Hz/3885 Hz y
3525 Hz/ 3645 Hz

Teléfono monedero : Inversión de polaridad o
aplicable 50 Hz

Antena colineal 6-array

Rango de frecuencia	: 300 a 470 MHz
Polarización	: Vertical
Ancho de banda	: Min. 20 MHz
Gainancia	: Mas de 7 dBd
Angulo de potencia-medio	
Plano E	: Menor a 7°
Plano Horizontal	: Omnidireccional
Impedancia de entrada	: 50 ohmios
VSWR	: Menor a 1.5
Resistencia al viento	: Max 216 Km/h

Estación de radio del abonado

Características generales

Rango de frecuencia	: 335.4 a 470 MHz
Separación de canales	: 25 KHz
Separación de frecuencia transmisor-receptor	: 3 a 5% de la frecuencia portadora
Impedancia RF	: 50 ohmios
Número de canales RF	: 1 a 6
Ancho de banda AF	: 300 a 3400 Hz
Método de acceso al canal RF	: Sistema multi-acceso
Operación	: Full duplex
Ciclo de trabajo	: 100% continuo
Condiciones ambientales	
Temperatura	: -10 a +55°C

Humedad : Hasta 95% (a 45 °C)
Suministro de potencia : 12V DC nominal

Transmisor

Potencia de salida RF : 10 vatios
Estabilidad de frecuencia: Dentro de 5×10^{-6}
Radiación espúrea : Menor a -60 dB
Tipo de modulación : Modulación de fase
Desviación de frecuencia : 5 KHz max.
Relación señal a ruido : más de 50 dB en pesado
Distorsión de audio : menor que 5%

Receptor

Sensitividad : 0.5 uV para 20 dB NOS
Estabilidad de frecuencia: Dentro de 5×10^{-6}
Sistema de recepción : Doble superheterodino
Ancho de banda : Más de 6 dB a bajo 6 dB
Selectividad : Mejor que 80 dB en la
ranura de 25 kHz
Intermodulación : Más de 70 dB
Rechazo espúrea : Menor que -60 dB
Relación señal a ruido : Más de 50 dB en pesado
Distorsión de audio : Menos del 5%

Conección telefónica

Impedancia RF : 600 ohmios balanceada
Terminación de audio : Teléfono a 2-hilos

Pérdida de retorno : Más de 20 dB

Señalización : Señalización fuera de
banda 3765 Hz/ 3885 Hz y
3525 Hz/ 3645 Hz

También se aplica
señalización dentro de
banda para uso del
enlace multiplex.

Antena Yagi de 5 elementos de banda ancha

Rango de frecuencia : 300 a 470 MHz

Impedancia : 50 Ohmios

V.S.W.R. : 1.2 o menos

Ganancia : 8.5 dBi o más a la
frecuencia central

Relación frontal/posterior: 13 dB o más

Angulo de potencia media

Plano E : aprox. 25

Plano H : aprox. 35

Resistencia a la velocidad del viento : 60 m/s max.

A continuación se detallan los cálculos para las
estaciones de multiacceso tanto desde la base al
abonado, como del abonado a la base.

Todos los trayectos diseñados tienen línea de vista
perfecta.

Los siguientes parámetros se han estandarizado

para realizar los cálculos.

Altura de la antena de base máxima : 30 m

Altura de la antena de abonado máxima : 10 m

Los cálculos para el área de servicio de la estación base se realizan bajo las siguientes condiciones:

La relación señal-a-ruido en el caso más ideal donde los dos puntos (base y abonado) están en línea de vista perfecta y no hay pérdidas debido a reflexiones y sombra.

- Banda de frecuencia : 350 MHz

- Potencia de salida P_t : Base: 10 W (40 dBm)
Abonado: 10 W (40 dBm)

- Antena : Base: Antena colineal,
9 dBi
Abonado: antena Yagi de
5 elementos
11 dBi

- Pérdida de espacio libre : $20 \log (4 \pi f D / c)$

D = Distancia

c = longitud de onda

Consecuentemente para:

20 Km $L = 109.3$ dB

30 113

40	115.3	
50	117.3	2428
60	119	2200

Ecuación (4.31)

Valor de desvanecimiento

asumido: $= 0.2 \text{ dB/Km} \times D + 3 \text{ (dB)}$

D = distancia (Km)

Consecuentemente

20 Km 7 dB

30 9

40 11

50 13

50 15

La entrada de recepción mínima requerida para suministrar un $S/N = 40 \text{ dB}$ a un radio enlace es 20 dBuV , es decir, -93 dBm .

Alimentador de la antena: Base AFZE50 (5dB/100m)

Abon 10B-2E (10dB/100m)

Pérdida del combinador Tx: 8 dB

Pérdida del dúplexor: 1.5 dB

Longitud del cable coaxial en la base: 40 m

Longitud del cable coaxial en el abonado: 20 m

Pérdida del alimentador en la base: 2 dB

Pérdida del alimentador de abonado: 2 dB

Estación Base en Bueran

Trayecto Bueran - Loma Shurray

Altura en Bueran (m)	:	3818
Altura en Loma Shurray (m)	:	3208
Longitud de la trayectoria (km)	:	14.35
Trayecto libre de obstáculos		
Distancia desde A al punto de reflexión (Km)	:	7.81
Atenuación debido a reflexión (dB)	:	0.00
Atenuación de espacio libre (dB)	:	106.24
Potencia de transmisión de la base (dBm)	:	40
Potencia de transmisión del abonado (dBm)	:	40
Atenuación total de base a abonado (dB)	:	100.42
Atenuación total de abonado a base (dB)	:	90.92
Nivel de entrada al Rx del abonado (dBm)	:	-60.42
Nivel de entrada al Rx de la base (dBm)	:	-50.92
Margen de nivel en el Rx de la base (dB)	:	32.58
Margen de nivel en el Rx del abonado (dB)	:	42.08
Valor de desvanecimiento presumido (dB)	:	5.87

Trayecto Bueran - Quingeo

Altura en Bueran (m)	:	3818
Altura en Quingeo (m)	:	2800
Longitud de la trayectoria (km)	:	44.77
Altura del obstáculo (m)	:	2800
Distancia de A al obstáculo (Km)	:	40.75
Primera zona de Fresnel (m)	:	71.64
Zona de claridad para $K = 4/3$ (m)	:	144.24
Zona de claridad para $K = 2/3$ (m)	:	127.41

Distancia desde A al punto de reflexión (Km):	27.57
Atenuación debido a reflexión (dB)	: 0.00
Potencia de transmisión de la base (dBm)	: 40
Potencia de transmisión del abonado (dBm)	: 40
Atenuación de espacio libre (dB)	: 116.86
Atenuación total de base a abonado (dB)	: 110.86
Atenuación total de abonado a base (dB)	: 101.36
Nivel de entrada al Rx del abonado (dBm)	: -70.86
Nivel de entrada al Rx de la base (dBm)	: -61.36
Margen de nivel en el Rx de la base (dB)	: 22.14
Margen de nivel en el Rx del abonado (dB)	: 31.64
Valor de desvanecimiento presupuesto (dB)	: 12.55

Trayecto Jadan (A) - Buenan (B)

Altura en Buenan	(m)	:	3818
Altura en Jadan	(m)	:	2600
Longitud de la trayectoria	(km)	:	32.34
Altura del obstáculo	(m)	:	3000
Distancia de A al obstáculo	(Km)	:	14.00
Primera zona de Fresnel	(m)	:	51.34
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	217.23
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	:	202.13
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			13.55
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	:	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	:	40
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	0.00
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	113.48

Atenuación total de base a abonado	(dB) :	107.48
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	97.98
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-67.48
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-57.98
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	25.52
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	35.02
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	9.47

Trayecto Bueran (A) - Loma Curiquinga (B)

Altura en Bueran	(m) :	3818
Altura en Loma Curiquinga	(m) :	3000
Longitud de la trayectoria	(Km) :	17.85
Altura del obstáculo	(m) :	3680
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	1.55
Primera zona de Fresnel	(m) :	34.83
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	84.61
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	83.13
Distancia desde A al punto de reflexión (Km)	:	10.01
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	104.01
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	98.01
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	68.51
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-58.01
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-48.51
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	34.99

Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 44.49
 Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 5.17

Trayecto Bueran (A) - Paccha (B)

Altura en Bueran (m) : 3818
 Altura en Jadan (m) : 2640
 Longitud de la trayectoria (km) : 33.28
 Altura del obstáculo (m) : 3240
 Distancia de A al obstáculo (Km) : 13.40
 Primera zona de Fresnel (m) : 82.83
 Zona de claridad para $K = 4/3$ (m) : 103.99
 Zona de claridad para $K = 2/3$ (m) : 68.32
 Distancia desde A al punto de reflexión (Km): 19.69
 Atenuación debido a reflexión (dB) : 0.00
 Potencia de transmisión de la base (dBm) : 40
 Potencia de transmisión del abonado (dBm) : 40
 Atenuación de espacio libre (dB) : 113.73
 Atenuación total de base a abonado (dB) : 107.73
 Atenuación total de abonado a base (dB) : 96.23
 Nivel de entrada al Rx del abonado (dBm) : -67.73
 Nivel de entrada al Rx de la base (dBm) : -58.23
 Margen de nivel en el Rx de la base (dB) : 25.27
 Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 34.77
 Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 9.66

Trayecto Juncal (A) - Bueran (B)

Altura en Bueran (m) : 3818

Altura en Juncal	(m) :	2800
Longitud de la trayectoria	(km) :	13.25
Altura del obstáculo	(m) :	2920
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	2.90
Primera zona de Fresnel	(m) :	44.06
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	113.23
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	111.47
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.60
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	105.73
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	99.73
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	90.23
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-59.73
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-50.23
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	33.27
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	46.92
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	5.65

Trayecto Chorocopte (A) - Bueran (B)

Altura en Bueran	(m) :	3918
Altura en Chorocopte	(m) :	2800
Longitud de la trayectoria	(km) :	2.80
Altura del obstáculo	(m) :	3700
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	14.00
Primera zona de Fresnel	(m) :	59.57

Zona de claridad para $K = 1/3$	(m)	: 117.15
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 172.82
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		1.31
Atenuación debido a reflexión	(dB)	: 1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	: 40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	: 40
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 92.22
Atenuación total de base a abonado	(dB)	: 88.14
Atenuación total de abonado a base	(dB)	: 78.64
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm)	: -48.14
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm)	: -38.64
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB)	: 44.86
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB)	: 54.36
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	: 3.56

Estación base en San Cristobal

Trayecto San Cristobal (A) - Sayausi (B)

Altura en San Cristobal	(m)	: 3000
Altura en Sayausi	(m)	: 2800
Longitud de la trayectoria	(km)	: 28.08
Altura del obstáculo	(m)	: 2800
Distancia de A al obstáculo	(km)	: 26.25
Primera zona de Fresnel	(m)	: 38.29
Altura de antena en Sayausi	(m)	: 30.00
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	: 40.21
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 37.38
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		14.55

Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	112.25
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	106.25
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	96.75
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-66.25
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-56.75
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	26.75
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	36.25
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	8.62

Trayecto San Cristobal (A) - Sinincay (B)

Altura en San Cristobal	(m) :	3000
Altura en Sinincay	(m) :	2800
Longitud de la trayectoria	(km) :	20.33
Altura del obstáculo	(m) :	2640
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	19.50
Primera zona de Fresnel	(m) :	26.12
Zona de claridad para $k = 4/3$	(m) :	178.03
Zona de claridad para $k = 2/3$	(m) :	177.08
Distancia desde A al punto de reflexión	(Km) :	10.55
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	109.44
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	103.44

Atenuación total de abonado a base	(dB) :	93.94
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-63.44
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-53.94
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	29.56
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	39.06
Valor de deranqueamiento presumido	(dB) :	7.07

Trayecto Guapan (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal	(m) :	3000
Altura en Guapan	(m) :	2720
Longitud de la trayectoria	(km) :	13.10
Altura del obstáculo	(m) :	2880
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	9.65
Primera zona de Fresnel	(m) :	46.67
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	69.03
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	67.08
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		6.21
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	105.63
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	101.55
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	92.05
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-51.33
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-52.05
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	31.45
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	40.95

Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 5.62

Trayecto Jadan (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal (m) : 3000

Altura en Jadan (m) : 2760

Longitud de la trayectoria (km) : 8.51

Altura del obstáculo (m) : 2800

Distancia de A al obstáculo (km) : 6.25

Primera zona de Fresnel (m) : 37.72

Zona de claridad para $K = 4/3$ (m) : 152.78

Zona de claridad para $K = 2/3$ (m) : 151.95

Distancia desde A al punto de reflexión (km) : 4.07

Atenuación debido a reflexión (dB) : 0.00

Potencia de transmisión de la base (dBm) : 40

Potencia de transmisión del abonado (dBm) : 40

Atenuación de espacio libre (dB) : 101.88

Atenuación total de base a abonado (dB) : 95.88

Atenuación total de abonado a base (dB) : 86.38

Nivel de entrada al Rx del abonado (dBm) : -55.88

Nivel de entrada al Rx de la base (dBm) : -46.38

Margen de nivel en el Rx de la base (dB) : 37.12

Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 46.62

Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 4.70

Trayecto Nulti (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal (m) : 3000

Altura en Nulti (m) : 2480

Longitud de la trayectoria	(km) :	10.87
Altura del obstáculo	(m) :	2480
Distancia de A al obstáculo	(km) :	2.50
Primera zona de Fresnel	(m) :	40.62
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	130.66
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	129.43
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		4.91
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	104.01
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	98.01
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	88.51
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-58.01
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-48.51
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	34.99
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	44.49
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	5.17

Trayecto Cojitambo (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal	(m) :	3000
Altura en Cojitambo	(m) :	2860
Longitud de la trayectoria	(km) :	9.39

Trayecto libre de obstáculos

Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.95
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40

Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	102.73
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	96.73
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	87.23
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-56.73
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-47.23
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	36.27
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	45.77
Valor de desvanecimiento presunido	(dB) :	4.88

Trayecto Solano (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal	(m) :	3000
Altura en Solano	(m) :	2640
Longitud de la trayectoria	(km) :	11.44
Altura del obstáculo	(m) :	2800
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	9.70
Primera zona de Fresnel	(m) :	35.56
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	162.73
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	161.74
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.34
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	104.45
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	99.32
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	89.82
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-58.45

Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-48.95
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	33.68
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	43.18
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	5.53

Trayecto Llacao (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal	(m) :	3000
Altura en Llacao	(m) :	2680
Longitud de la trayectoria	(km) :	12.64
Altura del obstáculo	(m) :	2640
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	1.90
Primera zona de Fresnel	(m) :	37.20
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	98.40
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	97.20
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.95
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	105.32
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	99.32
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	89.82
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-59.32
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-48.82
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	33.68
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	43.18
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	5.53

Trayecto Ricaurte (A) - San Cristobal (B)

Altura en San Cristobal	(m)	:	3000
Altura en Ricaurte	(m)	:	2640
Longitud de la trayectoria	(km)	:	14.87

Trayecto libre de obstáculos

Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			6.80
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	10.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	:	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	:	40
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.73
Atenuación total de base a abonado	(dB)	:	110.73
Atenuación total de abonado a base	(dB)	:	101.23
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm)	:	-70.73
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm)	:	-61.23
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB)	:	22.27
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB)	:	31.77
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	:	5.91

Trayecto Cerro Zhulu (A) - El Progreso (B)

Altura en Cerro Zhulu	(m)	:	3289
Altura en Progreso	(m)	:	2640
Longitud de la trayectoria	(km)	:	31.86
Altura del obstáculo	(m)	:	2600
Distancia de A al obstáculo	(km)	:	31.00
Primera zona de Fresnel	(m)	:	26.78
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	66.22

Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 64.65
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		17.70
Atenuación debido a reflexión	(dB)	: 0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	: 40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	: 40
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 113.35
Atenuación total de base a abonado	(dB)	: 97.83
Atenuación total de abonado a base	(dB)	: 67.35
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm)	: -66.18
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm)	: -56.68
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB)	: 26.82
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB)	: 36.32
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	: 9.37

Trayecto Cerro Zhulu (A) - Yarigzagua (B)

Altura en Cerro Zhulu	(m)	: 3289
Altura en Yarigzagua	(m)	: 2640
Longitud de la trayectoria	(km)	: 27.85
Altura del obstáculo	(m)	: 2800
Distancia de A al obstáculo	(Km)	: 6.50
Primera zona de Fresnel	(m)	: 65.35
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	: 197.66
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 189.50
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		17.33
Atenuación debido a reflexión	(dB)	: 0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	: 40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	: 40

Atenuación de espacio libre	(dB) :	112.18
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	106.18
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	96.68
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-66.18
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-56.68
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	26.82
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	36.32
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	8.57

Trayecto Cerro Zhulu (A) - Loma Shaushi (B)

Altura en Cerro Zhulu	(m) :	3289
Altura en Loma Shaushi	(m) :	2760
Longitud de la trayectoria	(km) :	47.42
Altura del obstáculo	(m) :	2720
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	39.95
Primera zona de Fresnel	(m) :	76.13
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	124.00
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	105.14
Distancia desde A al punto de reflexión (Km)	:	25.82
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	-47.40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	-47.40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	116.80
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	110.80
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	101.30
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-70.80
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-61.30

Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	22.20
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	31.70
Valor de desvanecimiento presunto	(dB) :	12.48

Trayecto Cerro Zhulu (A) - Shagli (B)

Altura en Cerro Zhulu	(m) :	3289
Altura en Shagli	(m) :	2760
Longitud de la trayectoria	(km) :	10.00
Altura del obstáculo	(m) :	2840
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	4.60
Primera zona de Fresnel	(m) :	46.14
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	225.00
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	223.54
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.45
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	103.28
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	97.28
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	87.78
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-57.28
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-47.78
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	35.72
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	45.22
Valor de desvanecimiento presunto	(dB) :	5.00

Trayecto Ludo (A) - Gallil (B)

Altura en Cerro Gallil	(m) :	3265
Altura en Ludo	(m) :	2680
Longitud de la trayectoria	(km) :	8.40
Altura del obstáculo	(m) :	3200
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	8.10
Primera zona de Fresnel	(m) :	15.75
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	63.61
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	63.46
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		3.78
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	10.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	101.77
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	105.77
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	96.27
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-65.77
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-56.27
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	27.23
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	36.73
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	4.68

Trayecto Cutchil (A) - Gallil (B)

Altura en Cerro Gallil	(m) :	3265
Altura en Cutchil	(m) :	2520
Longitud de la trayectoria	(km) :	2.21
Altura del obstáculo	(m) :	3200
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	2.15

Primera zona de Fresnel	(m)	:	7.07
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	59.63
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	:	59.62
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			0.96
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	:	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	:	40
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	90.17
Atenuación total de base a abonado	(dB)	:	82.25
Atenuación total de abonado a base	(dB)	:	72.75
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm)	:	-42.25
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm)	:	-32.75
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB)	:	50.75
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB)	:	60.25
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	:	3.44

Trayecto San Bartolome (A) - Gallil (B)

Altura en Cerro Gallil	(m)	:	3265
Altura en San Bartolome	(m)	:	2800
Longitud de la trayectoria	(km)	:	9.22
Altura del obstáculo	(m)	:	3200
Distancia de A al obstáculo	(Km)	:	8.00
Primera zona de Fresnel	(m)	:	25.82
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	158.30
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	:	157.32
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			3.79
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	1.92

Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	101.58
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	95.58
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	86.08
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-55.58
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-46.08
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	37.42
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	46.92
Valor de desvanecimiento presunido	(dB) :	4.64

Trayecto San Jose de Raranga (A) - Saltil (B)

Altura en Cerro Saltil	(m) :	3265
Altura en San Jose de Raranga	(m) :	2880
Longitud de la trayectoria	(km) :	17.80
Altura del obstáculo	(m) :	2960
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	11.25
Primera zona de Fresnel	(m) :	59.57
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	177.15
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	172.82
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		8.34
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	108.29
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	102.29
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	92.79

Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-62.29
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-52.79
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	30.71
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	40.21
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	6.56

Estación Base Santa Rita

Trayecto Cerro Santa Rita (A) - Amaluza (B)

Altura en Cerro Santa Rita	(m) :	3382
Altura en Amaluza	(m) :	2200
Longitud de la trayectoria	(km) :	3.03
Altura del obstáculo	(m) :	2700
Distancia de A al obstáculo	(km) :	1.40
Primera zona de Fresnel	(m) :	55.41
Zona de claridad para $V = 4/3$	(m) :	148.42
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	148.28
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		1.83
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	92.91
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	88.83
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	79.33
Nivel de entrada al Rx del Abonado	(dBm) :	-48.83
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-39.33
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	44.17

Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 53.17

Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 3.61

Trayecto Cerro Santa Rita (A) - Rivera (B)

Altura en Cerro Santa Rita (m) : 3382

Altura en Rivera (m) : 2600

Longitud de la trayectoria (km) : 8.80

Altura del obstáculo (m) : 2680

Distancia de A al obstáculo (km) : 6.60

Primera zona de Fresnel (m) : 37.61

Zona de claridad para $K = 4/3$ (m) : 127.15

Zona de claridad para $K = 2/3$ (m) : 126.29

Distancia desde A al punto de reflexión (Km): 4.98

Atenuación debido a reflexión (dB) : 0.00

Potencia de transmisión de la base (dBm) : 40

Potencia de transmisión del abonado (dBm) : 40

Atenuación de espacio libre (dB) : 102.17

Atenuación total de base a abonado (dB) : 96.17

Atenuación total de abonado a base (dB) : 86.67

Nivel de entrada al Rx del abonado (dBm) : -56.17

Nivel de entrada al Rx de la base (dBm) : -46.67

Margen de nivel en el Rx de la base (dB) : 36.83

Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 46.33

Valor de desvanecimiento presumido (dB) : 4.76

Trayecto Palmas (A) - Cerro Santa Rita (B)

Altura en Cerro Santa Rita (m) : 3382

Altura en Palmas	(m) :	2400
Longitud de la trayectoria	(km) :	13.20
Altura del obstáculo	(m) :	2560
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	8.90
Primera zona de Fresnel	(m) :	49.85
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	516.60
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	514.35
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		5.48
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	10.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	105.69
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	109.69
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	100.19
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-69.69
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-60.19
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	23.31
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	32.81
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	5.64

Trayecto El Pan (A) - Cerro Santa Rita (B)

Altura en Cerro Santa Rita	(m) :	3382
Altura en El Pan	(m) :	2560
Longitud de la trayectoria	(Km) :	21.91
Altura del obstáculo	(m) :	2400
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	4.00
Primera zona de Fresnel	(m) :	52.94

Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	: 317.68
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 313.47
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		9.44
Atenuación debido a reflexión	(dB)	: 0.00
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	: 40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm)	: 40
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 110.09
Atenuación total de base a abonado	(dB)	: 104.09
Atenuación total de abonado a base	(dB)	: 94.59
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm)	: -64.09
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm)	: -54.59
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB)	: 28.91
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB)	: 38.41
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	: 7.38

Trayecto Taday (A) - Cerro Santa Rita (B)

Altura en Cerro Santa Rita	(m)	: 3382
Altura en Taday	(m)	: 3000
Longitud de la trayectoria	(Km)	: 9.97
Altura del obstáculo	(m)	: 2880
Distancia de A al obstáculo	(Km)	: 4.60
Primera zona de Fresnel	(m)	: 45.89
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	: 311.27
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	: 309.84
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		4.64
Atenuación debido a reflexión	(dB)	: 1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm)	: 40

Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	103.17
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	99.09
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	69.59
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-59.09
Nivel de entrada al Rx de la base	(dBm) :	-49.59
Margen de nivel en el Rx de la base	(dB) :	33.91
Margen de nivel en el Rx del abonado	(dB) :	43.41
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	4.97

Trayecto Huarainac (A) - Cerro Santa Rita (B)

Altura en Cerro Santa Rita	(m) :	3382
Altura en Huarainac	(m) :	2560
Longitud de la trayectoria	(km) :	7.46
Altura del obstáculo	(m) :	2320
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	2.20
Primera zona de Fresnel	(m) :	36.46
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	552.88
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	522.20
Distancia desde A al punto de reflexión (Km)	:	3.24
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	1.92
Potencia de transmisión de la base	(dBm) :	40
Potencia de transmisión del abonado	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	100.74
Atenuación total de base a abonado	(dB) :	96.66
Atenuación total de abonado a base	(dB) :	87.16
Nivel de entrada al Rx del abonado	(dBm) :	-56.66

Nivel de entrada al Rx de la base (dBm) : -47,16
Margen de nivel en el Rx de la base (dB) : 36,34
Margen de nivel en el Rx del abonado (dB) : 45,84
Valor de desvanecimiento producido (dB) : 4,49

Cálculo para los enlaces monocanales punto a punto

Se utilizará el siguiente equipo para los enlaces monocanales punto a punto en la banda de los 170 MHz.

Especificaciones técnicas para el equipo de radio monocanal de la marca ARE.

La serie RT tiene las siguientes opciones:

- simple o duplex
- banda de los 70, 170, 450 MHz
- telefonía o teleproceso
- bajo consumo de potencia

La serie TRF tiene las siguientes opciones:

- simple o duplex
- banda de 70, 170, 450 MHz
- telefonía, teleproceso o voz más telegrafía duplex
- interface de línea de corriente de telegrafía construido internamente.

Las especificaciones técnicas para los dos sistemas son las siguientes:

Banda de frecuencia : 69-185 146-174 400-470

No. de canales : 1 o 2 a 6
 Canalización RF : 25 KHz
 Modulación : FM
 Desviación : 5 KHzp
 Potencia de salida : 10W 10W SW
 Estabilidad de frecuencia : 10 ppm
 Sensibilidad : 0.5 uV para 20 dB SINAD
 Banda de audio frecuencia
 telefonía : 300-3400 Hz
 telefonía mas telegrafía : 300-2400/2600-3600 Hz
 Distorsión armónica : < 5%
 Frecuencia de señalización : 3825 Hz
 Voltaje de llamada : 60/70 V, 50 o 25 Hz
 Suministro de potencia : 220 Vac/24 Vdc
 Consumo de potencia : 150 W max.
 Rango de temperatura
 operación : -10 a +45 C
 almacenamiento : -30 a +70 C

Las antenas serán tipo Yagi de 10.5 dBi de ganancia y el alimentador coaxial tipo 10D2E de 10 dB/100 m de pérdida. Se consideraran longitudes de alimentador de 20 m en cada estación terminal y se utilizará la banda de 170 MHz.

Trayecto Molleturo (A) - El Triunfo (B)

Altura en Molleturo (m) : 2600

Altura en El Triunfo	(m) :	15
Longitud de la trayectoria	(km) :	50.00
Trayecto libre de obstáculos		
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		49.68
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	10.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	110.99
Atenuación total del trayecto	(dB) :	103.99
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-63.99
Margen de nivel en el Rx	(dB) :	29.01
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	13.00

Trayecto El Carmen de Pijili (A) - Balao (B)

Altura en El Carmen de Pijili	(m) :	1300
Altura en Balao	(m) :	15
Longitud de la trayectoria	(km) :	29.63
Trayecto libre de obstáculos		
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		29.63
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	10.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	40
Atenuación de espacio libre	(dB) :	106.25
Atenuación total del trayecto	(dB) :	99.25
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-59.25
Margen de nivel en el Rx	(dB) :	33.75
Valor de desvanecimiento presumido	(dB) :	8.80

Trayecto Santa Isabel (A) - Asunción (B)

Altura en Santa Isabel	(m)	:	1600
Altura en Asunción	(m)	:	2120
Longitud de la trayectoria	(Km)	:	9.44
Altura del obstáculo	(m)	:	2000
Distancia de A al obstáculo	(Km)	:	8.10
Primera zona de Fresnel	(m)	:	45.04
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	60.55
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	:	59.91
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			4.07
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	10.00
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	96.51
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	89.51
Nivel de entrada al Rx	(dBm)	:	-49.51
Margen de nivel en el Rx	(dB)	:	43.49
Valor de desvanecimiento presumido	(dB)	:	4.89

Los cálculos para los enlaces troncales entre repetidores y hacia los centros terminales se basarán en el equipo de la ERICSSON

Especificaciones técnicas para enlace de radio UHF

Tipo ZRL 710 de ERICSSON

Capacidad de transmisión

Cada radiocanal es capaz de llevar una banda base telefónica conteniendo:

24 canales telefónicos FDM o
60 canales telefónicos FDM o
120 canales telefónicos FDM o
10 canales telefónicos PCM o
30 canales telefónicos PCM

Arreglo de los canales RF

El equipo opera en el rango de frecuencia de 790
MHz a 960 MHz

Especificaciones eléctricas, equipo de radio

Transmisor

Potencia de salida RF nominal, medido en el conector de la antena	: 37 dBm
Impedancia coaxial RF	: 50 ohmios
VSWR de salida RF	: < 1.20
Estabilidad de frecuencia de salida sobre un período de mantenimiento	: 5×10^{-6}
Emisión espúrea referida a la potencia transmitida	: < -70 dB

Receptor

Nivel de entrada nominal, en el conector de antena	: -45 dBm
Máximo nivel de entrada RF en el conector de antena	: -10 dBm

Nivel de entrada RF umbral

Capacidad de canales FDM 24 60 120 ch

Nivel de entrada RF

umbral (C/N = 10 dB) -94 -94 -90 dBm

Figura de ruido medido

a la entrada de la antena : < 7.0 dB

Impedancia coaxial RF : 50 ohmios

VSWR de entrada RF : < 1.5

Estabilidad de frecuencia

del oscilador local : -6
: < 5×10

Atenuación de la frecuencia

imagen : 80 dB

Unidad de ramificación del canal RF

Una unidad de ramificación es usada por antena.

Un sistema de doble frecuencia (1+1 terminal de diversidad de frecuencia) necesita dos antenas y dos unidades de ramificación.

✓ 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

Filtro de banda stop;

pérdida a fTx +25 MHz : 0.8 dB

Divisor de potencia

(potencia media + Pérdidas-CU) : 3.1 dB

Capacidad de canales FDM 24 60 120 ch

Banda de modulación (FDM) 12-108 60-300 60-352

Desviación RF (FDM) 24 60 120 ch

Generado por el tono

de prueba del canal 35 50 100 KHz ras

Valor del sistema 16S 160 160.7 dB

para $P_{out} = 37$ dBm

(isotéricamente medido

incluyendo red de pre-/de-

énfasis)

Se usará la banda de los 900 MHz. La antena será

del tipo paraboloide malla y sus características

son:

Rango de frecuencia (MHz) : 890-960

Max. V.S.W.R. : 1.3:1.0

Ancho del haz de potencia media (grados) : 18.0

Gainancia (dBi) : 17

Relación Frontal/Posterior (dB) : 23

Diámetro (m) : 1.2192

Los alimentadores serán cables coaxiales con una
pérdida de 3.28 dB/ 100 m con una longitud de 20 m
en cada estación terminal o repetidora

Trayecto Cuenca (A) - Santa Ana (B)

Altura en Cuenca	(m)	:	2560
Altura en Santa Ana	(m)	:	2800
Capacidad de radio	(canales)	:	24
Longitud de la trayectoria	(km)	:	10.79
Altura del obstáculo	(m)	:	2680
Distancia de A al obstáculo	(Km)	:	8.00
Primera zona de Fresnel	(m)	:	39.39
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m)	:	67.92
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m)	:	66.61
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):			5.16
Atenuación debido a reflexión	(dB)	:	10.00
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	112.15
Atenuación total del Trayecto	(dB)	:	79.47
Nivel de entrada al Rx	(dBm)	:	-42.47
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB)	:	2.53
Relación señal/ruido durante el tiempo libre de desvanecimiento	(dB)	:	85.53

Trayecto Cerro Puglia (A) - Nabon (B)

Altura en Cerro Puglia	(m)	:	3360
Altura en Nabon	(m)	:	2780
Capacidad de radio	(canales)	:	24
Longitud de la trayectoria	(km)	:	40.08
Altura del obstáculo	(m)	:	3200
Distancia de A al obstáculo	(Km)	:	8.10

Primera zona de Fresnel	(m) :	15.75
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	137.06
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	114.93
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		21.91
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	00.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	37
Atenuación de espacio libre	(dB) :	123.54
Atenuación total del Trayecto	(dB) :	90.86
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-53.86
Margen de nivel en el Rx con respecto		23.14
al valor de nivel nominal	(dB) :	-9.86
Relación señal/ruido durante el tiempo		24
libre de desvanecimiento	(dB) :	74.14

Trayecto Ingapirca (A) - Bueran (B)

Altura en Ingapirca	(m) :	3120
Altura en Santa Ana	(m) :	3818
Capacidad de radio	(canales) :	71.24
Longitud de la trayectoria	(km) :	8.39
Altura del obstáculo	(m) :	3400
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	5.10
Primera zona de Fresnel	(m) :	25.82
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	158.30
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	157.32
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		3.78
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	-1.92
Potencia de transmisión	(dBm) :	37

Atenuación de espacio libre	(dB) :	109.96
Atenuación total del Trayecto	(dB) :	79.20
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-42.20
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB) :	2.80
Relación señal/ruído durante el tiempo libre de desvanecimiento	(dB) :	65.80

Trayecto Bueran (A) - Santa Rita (B)

Altura en Bueran	(m) :	3818
Altura en Santa Rita	(m) :	3382
Capacidad de radio	(canales) :	24
Longitud de la trayectoria	(km) :	37.20
Altura del obstáculo	(m) :	3600
Distancia de A al obstáculo	(km) :	11.40
Primera zona de Fresnel	(m) :	51.34
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	90.55
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	73.25
Distancia desde A al punto de reflexión (Km)	:	19.71
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	00.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	37
Atenuación de espacio libre	(dB) :	122.90
Atenuación total del Trayecto	(dB) :	90.22
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-53.22
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB) :	-8.22
Relación señal/ruído durante el tiempo	:	

libre de desvanecimiento (dB) : 74.78

Trayecto Cerro Zhulu (A) - Cerro Puglla (B)

Altura en Cerro Puglla (m) : 3320

Altura en Cerro Zhulu (m) : 3289

Capacidad de radio (canales) : 24

Longitud de la trayectoria (km) : 51.71

Altura del obstáculo (m) : 2940

Distancia de A al obstáculo (Km) : 45.95

Primera zona de Fresnel (m) : 41.31

Zona de claridad para $K = 4/3$ (m) : 380.98

Zona de claridad para $K = 2/3$ (m) : 365.51

Distancia desde A al punto de reflexión (Km): 27.74

Atenuación debido a reflexión (dB) : 00.00

Potencia de transmisión (dBm) : 37

Atenuación de espacio libre (dB) : 125.76

Atenuación total del Trayecto (dB) : 93.08

Nivel de entrada al Rx (dBm) : -56.08

Margen de nivel en el Rx con respecto

al valor de nivel nominal (dB) : -11.08

Relación señal/ruído durante el tiempo

libre de desvanecimiento (dB) : 71.92

Trayecto Bueran (A) - San Cristobal (B)

Altura en Cerro Bueran (m) : 3818

Altura en San Cristobal (m) : 3000

Capacidad de radio (canales) : 24

Longitud de la trayectoria	(km) :	27.30
Altura del obstáculo	(m) :	3600
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	1.99
Primera zona de Fresnel	(m) :	24.74
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	170.72
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	167.77
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):		15.27
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	00.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	37
Atenuación de espacio libre	(dB) :	120.21
Atenuación total del Trayecto	(dB) :	97.53
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-50.53
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB) :	-5.53
Relación señal/ruído durante el tiempo libre de desvanecimiento	(dB) :	77.47

Trayecto Taday (A) - Cerro Santa Rita (B)

Altura en Taday	(m) :	3000
Altura en Cerro Santa Rita	(m) :	3382
Capacidad de radio	(canales) :	24
Longitud de la trayectoria	(km) :	9.67
Altura del obstáculo	(m) :	2890
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	4.70
Primera zona de Fresnel	(m) :	28.65
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	315.48
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	314.05

Distancia desde A al punto de reflexión (Km):	4.64
Atenuación debido a reflexión	(dB) : 1.92
Potencia de transmisión	(dBm) : 37
Atenuación de espacio libre	(dB) : 111.37
Atenuación total del Trayecto	(dB) : 80.61
Nivel de entrada al Rx	(dBm) : -43.61
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB) : 1.39
Relación señal/ruido durante el tiempo libre de desvanecimiento	(dB) : 84.39

Trayecto Cerro Bueran (A) - Cerro Puglla (B)

Altura en Cerro Puglla	(m) : 3320
Altura en Cerro Bueran	(m) : 3818
Capacidad de radio	(canales) : 60
Longitud de la trayectoria	(km) : 120.98
Altura del obstáculo	(m) : 3200
Distancia de A al obstáculo	(Km) : 81.13
Primera zona de Fresnel	(m) : 94.83
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) : 135.68
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) : -54.49
Distancia desde A al punto de reflexión (Km):	64.11
Atenuación debido a reflexión	(dB) : 00.00
Potencia de transmisión	(dBm) : 37
Atenuación de espacio libre	(dB) : 133.14
Atenuación total del Trayecto	(dB) : 100.46
Nivel de entrada al Rx	(dBm) : -63.46

Margen de nivel en el Rx con respecto
al valor de nivel nominal (dB) : -18.46

Relación señal/ruído durante el tiempo
libre de desvanecimiento (dB) : 59.54

Trayecto Cerro Bueran (A) - Cerro Gallil (B)

Altura en Cerro Bueran (m) : 3818

Altura en Cerro Gallil (m) : 3265

Capacidad de radio (canales) : 24

Longitud de la trayectoria (km) : 54.09

Altura del obstáculo (m) : 3200

Distancia de A al obstáculo (Km) : 40.00

Primera zona de Fresnel (m) : 58.93

Zona de claridad para $K = 4/3$ (m) : 190.90

Zona de claridad para $K = 2/3$ (m) : 157.75

Distancia desde A al punto de reflexión (Km): 29.11

Atenuación debido a reflexión (dB) : 00.00

Potencia de transmisión (dBm) : 37

Atenuación de espacio libre (dB) : 126.15

Atenuación total del Trayecto (dB) : 93.47

Nivel de entrada al Rx (dBm) : -56.47

Margen de nivel en el Rx con respecto
al valor de nivel nominal (dB) : -11.47

Relación señal/ruído durante el tiempo
libre de desvanecimiento (dB) : 71.53

Trayecto Cerro Puglla (A) - San Fernando (B)

Altura en Cerro Puglia	(m) :	3332
Altura en San Fernando	(m) :	2720
Capacidad de radio	(canales) :	24
Longitud de la trayectoria	(km) :	54.50
Altura del obstáculo	(m) :	2740
Distancia de A al obstáculo	(Km) :	49.50
Primera zona de Fresnel	(m) :	38.91
Zona de claridad para $K = 4/3$	(m) :	41.13
Zona de claridad para $K = 2/3$	(m) :	26.57
Distancia desde A al punto de reflexión	(Km):	29.92
Atenuación debido a reflexión	(dB) :	00.00
Potencia de transmisión	(dBm) :	37
Atenuación de espacio libre	(dB) :	126.21
Atenuación total del Trayecto	(dB) :	93.53
Nivel de entrada al Rx	(dBm) :	-56.53
Margen de nivel en el Rx con respecto al valor de nivel nominal	(dB) :	-11.53
Relación señal/ruido durante el tiempo libre de desvanecimiento	(dB) :	71.47

4.4 DETERMINACION DE LOS TRAYECTOS EN LOS QUE SE PODRIA HACER ENLACE POR MEDIO DE LINEA FISICA.

Cuando existen condiciones climáticas favorables y es necesario encaminar, a través de largas distancias, haces de circuitos que, aunque relativamente pequeños, están en constante expansión, los sistemas de portadoras en líneas aéreas de hilo desnudo constituyen una buena solución.

Los sistemas de portadoras en líneas aéreas de hilo desnudo han perdido en cierta medida su importancia después de la introducción de los sistemas por cable y los sistemas radioeléctricos; sin embargo, ofrecen cierto interés cuando se trata de suministrar el servicio telefónico a zonas en las cuales la población se encuentra dispersa, o en zonas de desarrollo, con condiciones climáticas apropiadas, o en el caso de instalaciones provisionales cuando la planificación definitiva está en estudio.

Deben mencionarse sin embargo 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 el hecho de requerir un mantenimiento más laborioso que el de los sistemas por cable.

Las líneas aéreas de hilo desnudo están constituidas por hilos paralelos, no protegidos por cubierta alguna, suspendidos a cierta altura del suelo. Cada conductor está sujeto a aisladores montados en crucetas. Como material conductor suele utilizarse cobre estirado en frío, o 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 3 mm) que las líneas de cable.

En cuanto al hilo de acero recubierto de cobre, debe señalarse aquí, por una parte, su mayor resistencia mecánica, que se traduce en la posibilidad de prever líneas con vanos mayores y, por otra, las pérdidas considerablemente más altas a que da lugar en la gama de frecuencias vocales. Debe señalarse también que, si bien las características de transmisión del acero son malas, es un material que difícilmente será robado o revendido.

Cuando se instalan varios pares de conductores en los postes de una línea aérea de hilo desnudo, deben tomarse precauciones especiales para reducir al mínimo la diafonía debida a acoplamientos inductivos y capacitivos que existen entre dichos

conductores; la diafonía aumenta con la frecuencia.

La diafonía en las líneas aéreas de hilo desnudo se puede minimizar reduciendo el acoplamiento entre las líneas, y efectuando transposiciones regulares de la línea a cortos intervalos de modo que se anulen los acoplamientos de dos secciones de líneas consecutivas.

La construcción de circuitos con hilos desnudos tiende a ser reemplazado por los cables autosoportados.

Las arterias aéreas son muy rentables con un cable, pero en determinados sectores puede estar obligado a utilizar los hilos desnudos a causa de los cazadores y los daños ocasionados sobre los cables.

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 típica se hallan en el orden de 0,5 dB/Km o menos. Donde se usa señalización D.C. se necesita baja resistencia D.C.

b) en el rango de 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. Los alambres con una reactancia alta y rápidamente variable en bajas frecuencias hacen del acoplamiento de impedancia un problema difícil por lo que pueden ser necesarios los circuitos de corrección para la distorsión de fase.

- c) En el rango de frecuencias portadoras, la característica es la atenuación de la frecuencia más alta a transmitirse y bajo las peores condiciones del tiempo. La máxima atenuación permitida en esta frecuencia dependerá de los requerimientos para la relación señal/ruido. Las necesidades de regulación de sistema de portadora se reducen con alambres que tienen un porcentaje bajo de variación de atenuación en condiciones variables de tiempo.

Alambre de cobre endurecido

El alambre de cobre endurecido en tamaño de 2,5 a 4 mm de diámetro, se usa en líneas troncales tanto de frecuencia vocal como de frecuencia portadora.

Los alambres de diámetro inferior a 2,5 mm. se consideran insuficientemente fuertes para usos troncales debido a su susceptibilidad a la rotura.

Los alambres de 2,8 - 2,9 y 3 mm. (57 Kg/Km de peso) son los más útiles para usos múltiples (frecuencia vocal, programación y portadora). Estos alambres tienen baja atenuación de frecuencia vocal y portadora, baja resistencia D.C. y resistencia mecánica adecuada para las líneas usadas con los esquemas normalizados de transposición, esto es lucas de 40 a 60 m.

Alambres bimetálicos

(Cobre con alma de acero y aluminio con alma de acero)

Proporciona las siguientes ventajas sobre el cobre sólido:

- a) Para iguales diámetros la resistencia del alambre es muy superior.
- b) Debido a que en frecuencias portadoras el flujo de la corriente en el núcleo del alambre es insignificante la mayor resistencia del material del núcleo no influye sobre las características de transmisión de la frecuencia de portadora.
- c) Debido al menor porcentaje de cobre, los robos de alambre son mucho menores que en el caso de alambres de cobre sólido.
- d) El alambre es menos propenso a perder la

resistencia bajo el calor de incendios.

Las desventajas incluyen:

- a) Resistencia D.C. y pérdidas en frecuencia vocal sustancialmente mayores en comparación con el alambre de cobre endurecido de diámetro equivalente.
- b) En frecuencias vocales y en frecuencias bajas del ancho de banda de programación la impedancia característica del alambre muestra una variación de magnitud más grande y la característica de pérdida de atenuación es más empinada en comparación con el alambre de cobre endurecido de diámetro equivalente.
- c) Los alambres bimetálicos tienen una mayor tendencia a la variación de la resistencia a lo largo de la longitud del alambre. El resultado consiste en mayores desbalances de resistencia entre los hilos de un par que con alambres de un conductor homogéneo.
- d) La manipulación de los alambres bimetálicos debe realizarse con mayor cuidado, especialmente con los de baja conductividad (20% - 30%), a fin de evitar daños en la capa superficial de alta conductividad.

Tipo de alambre a usarse

Ya que la tendencia es más y más hacia la utilización de circuitos telefónicos de línea abierta principalmente para la derivación de circuitos telefónicos de portadora es deseable proporcionar conductores que (1) satisfagan mejor los requerimientos de transmisión sobre los rangos de frecuencia más altas involucradas, (2) que tengan una resistencia adecuada para suministrar un grado satisfactorio de servicio continuo y (3) que sean tan económicos como sea posible.

Los tipos de alambre ordinariamente usados para circuitos telefónicos de larga distancia son cobre endurecido, Copperweld (40% de conductividad), aluminio y ocasionalmente acero. En el pasado, el alambre de cobre ha sido más generalmente usado que cualquiera de los otros, aun cuando es más caro, porque ha satisfecho mejor los requerimientos de transmisión usuales para los rangos de transmisión de frecuencia portadora y voz combinada con la planta externa existente.

El alambre Copperweld es usualmente algo más barato que el alambre de cobre y mucho más fuerte y por lo tanto su uso es deseable en situaciones donde se requiere una resistencia mecánica grande, o cuando ésta resistencia más grande permitirá economías en

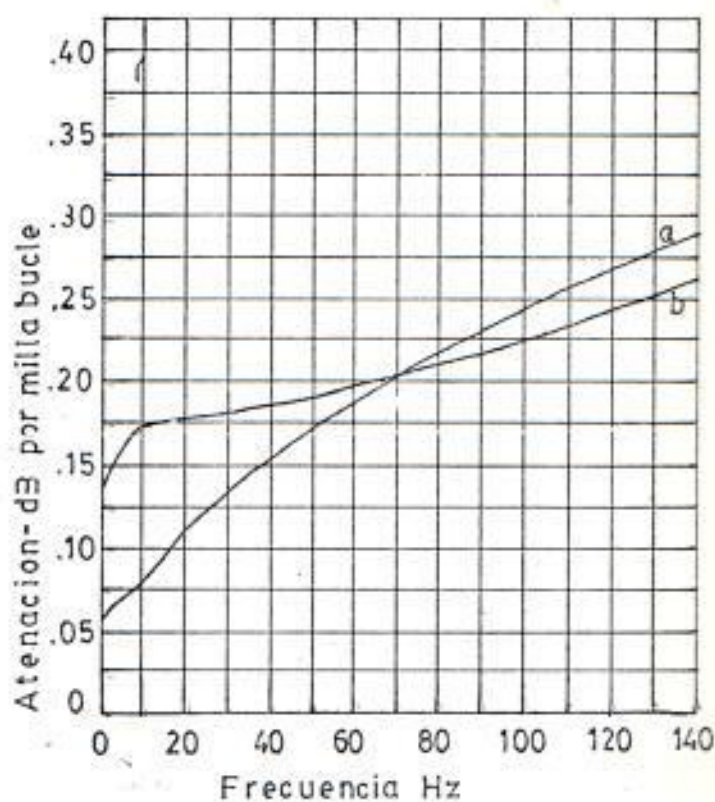
el diseño de la estructura de postes. Es particularmente bien adecuado para construcción de saltos grandes que involucren nuevas facilidades que son principalmente diseñadas para transmisión de corriente portadora. El uso del alambre Copperweld debe, sin embargo, ser revisado desde el punto de vista de funcionamiento de transmisión para ciertas aplicaciones, por ejemplo:

- (1) A frecuencias 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 porque los sistemas de portadoras modernos tales como el sistema Western Electric Type "OA" y el sistema Lenkurt Type 45C-A utiliza 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 del cable y las facilidades de línea abierta, y evita la necesidad de repetidores para frecuencia vocal y los problemas de balancear sus líneas y los circuitos de la red.

(2) La atenuación del alambre Copperweld es también algo más grande en el rango de frecuencias portadoras hasta alrededor de 30 KHz, y este hecho debe ser tomado en consideración al diseñar las líneas para la operación de sistemas de portadora en este rango de frecuencia. En la mayoría de los casos, consideraciones otras que la atenuación de los conductores de la línea estarán controlando y, este factor es usualmente de importancia relativamente menor.

(3) En el rango de frecuencia del sistema 45A, El alambre Copperweld bajo la mayoría de las condiciones tendrá una atenuación levemente más baja que un alambre de cobre comparable y en muchos casos este es adicionalmente mejorado bajo condiciones climáticas malas cuando están involucradas construcciones de saltos largos debido al menor número de aisladores y correspondientemente menos caminos de fuga (Ver figura 4.105).

Un uso lógico para el alambre Copperweld sería para la construcción de líneas nuevas que utilizan saltos largos de hasta 100 m. En esta clase de situaciones un solo par con equipo de portadora apropiado suministrara hasta 16 circuitos de larga



a- HD COBRE .104"

b- HD COPERWELD .104"

Nota:

Clima seco

Espaciamiento de 12"

35 postes por milla

Fig 4.105

Atenuación de alambres de cobre y copperweld de
0.104"

distancia de alta calidad y probablemente más económicamente que por cualquier otro método.

Selección del conductor

Tradicionalmente, el alambre Copperweld 40% de conductividad y 3.251 mm ha sido elegido como el conductor estándar para las líneas de larga distancia en muchos sistemas de telecomunicaciones. Sin embargo, muchos registros de servicio buenos han sido establecidos por los alambres Copperweld 40% de conductividad y 2.642 mm en líneas largas, medianas y cortas, y en algunos casos para líneas de central.

En líneas de central, la elección tradicional ha sido Copperweld 40% de conductividad 2.03 mm. El alambre Aluweld tiene su principal aplicación en líneas de central y el tamaño 2.31 mm ha probado ser popular. Para líneas de larga distancia, 3.251 mm parece ser el tamaño mínimo y cuando se usa con repetidores transistorizados, este conductor puede ser de interés económico aún para líneas más largas.

La resistencia y la atenuación son los factores eléctricos críticos asociados con la selección del conductor. Cada característica se detalla a continuación en el rango de frecuencia de 0-160

KHz, aún cuando la práctica común es estandarizar el uso de frecuencia como sigue:

Frecuencia [KHz]	Uso
2	Voz
10	Portadora de 1 canal
40	Portadora de 3 Canales
80	Portadora de 8 canales
150	Portadora de 12 canales

Resistencia:

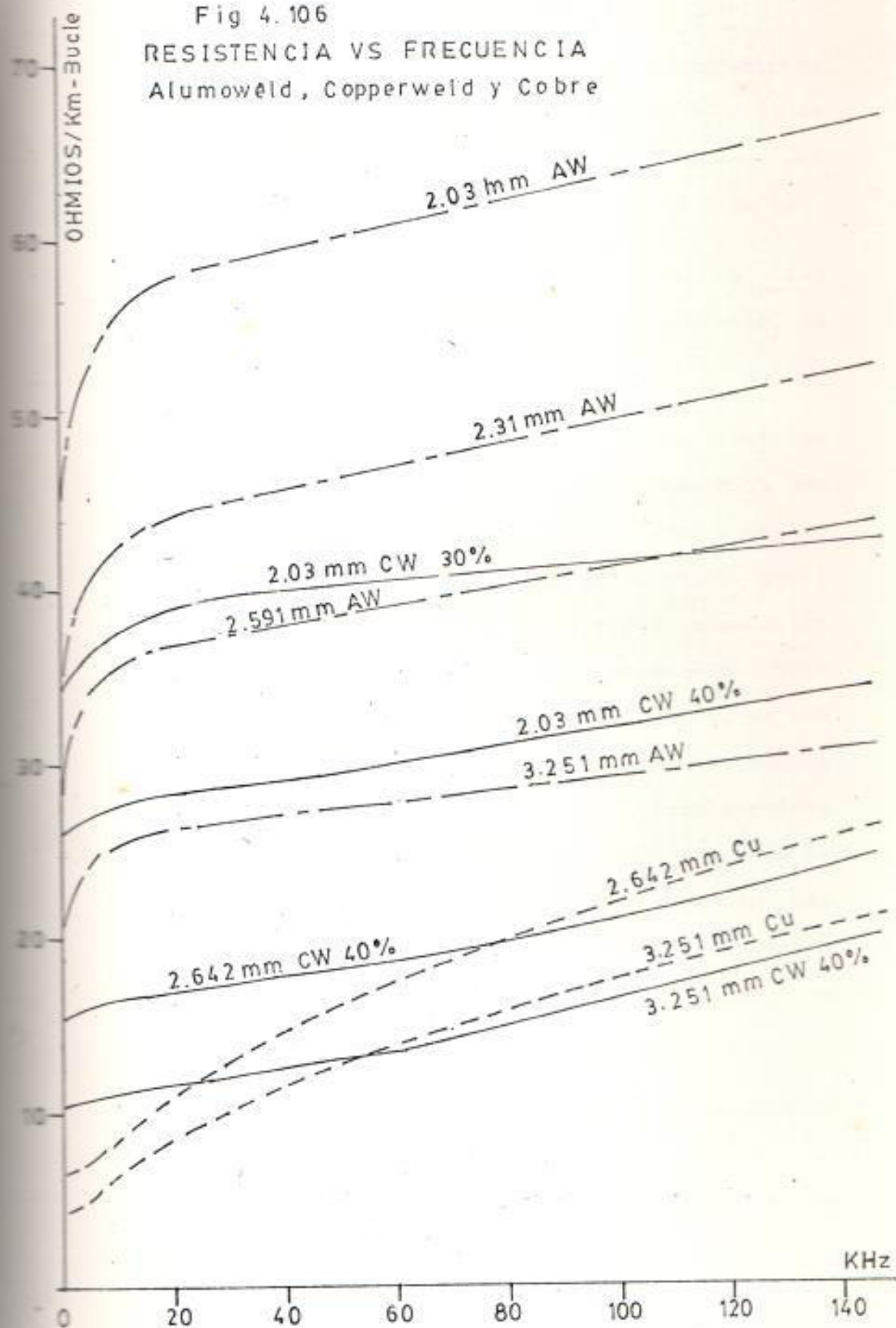
La tabla XIV muestran la resistencia de Alumoweld, Copperweld y cobre. La figura 4.106 compara gráficamente las características de resistencia de los tres materiales.

A 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 bimetalico exhibe menor resistencia que todos los conductores de cobre, esto se debe al efecto piel en los conductores bimetalicos.

Atenuación

Las tablas XV, XVI y XVII muestran la atenuación de los alambres Alumoweld, Copperweld y cobre en el

Fig 4.106
RESISTENCIA VS FRECUENCIA
Alumoweld, Copperweld y Cobre



rango de frecuencia de 0-160 KHz. Todos los valores están basados a la temperatura de 20 C, y se muestran variaciones para clima seco y húmedo así como también para espaciamientos de 20 cm y 30 cm.

La Figura 4.107 gráficamente presenta las atenuaciones para clima húmedo y espaciamiento de 20 cm.

Una vez más solamente a frecuencias bajas (voz) los conductores de cobre tienen atenuación más baja que alambres 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 substancialmente más alta que el 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 y, ya que esta atenuación de alta frecuencia del Copperweld es menor que la del cobre, se necesitará un menor número de repetidores.

Debe notarse que las curvas para Alumoweld y Copperweld están basadas en 21.7 pares de aisladores CSC por kilómetro y las curvas para el cobre están basadas en 33 pares de aisladores CSC por kilómetro.

Fig 4.107

ATENUACION VS FRECUENCIA
Alumoweld Copperweld y Cobre

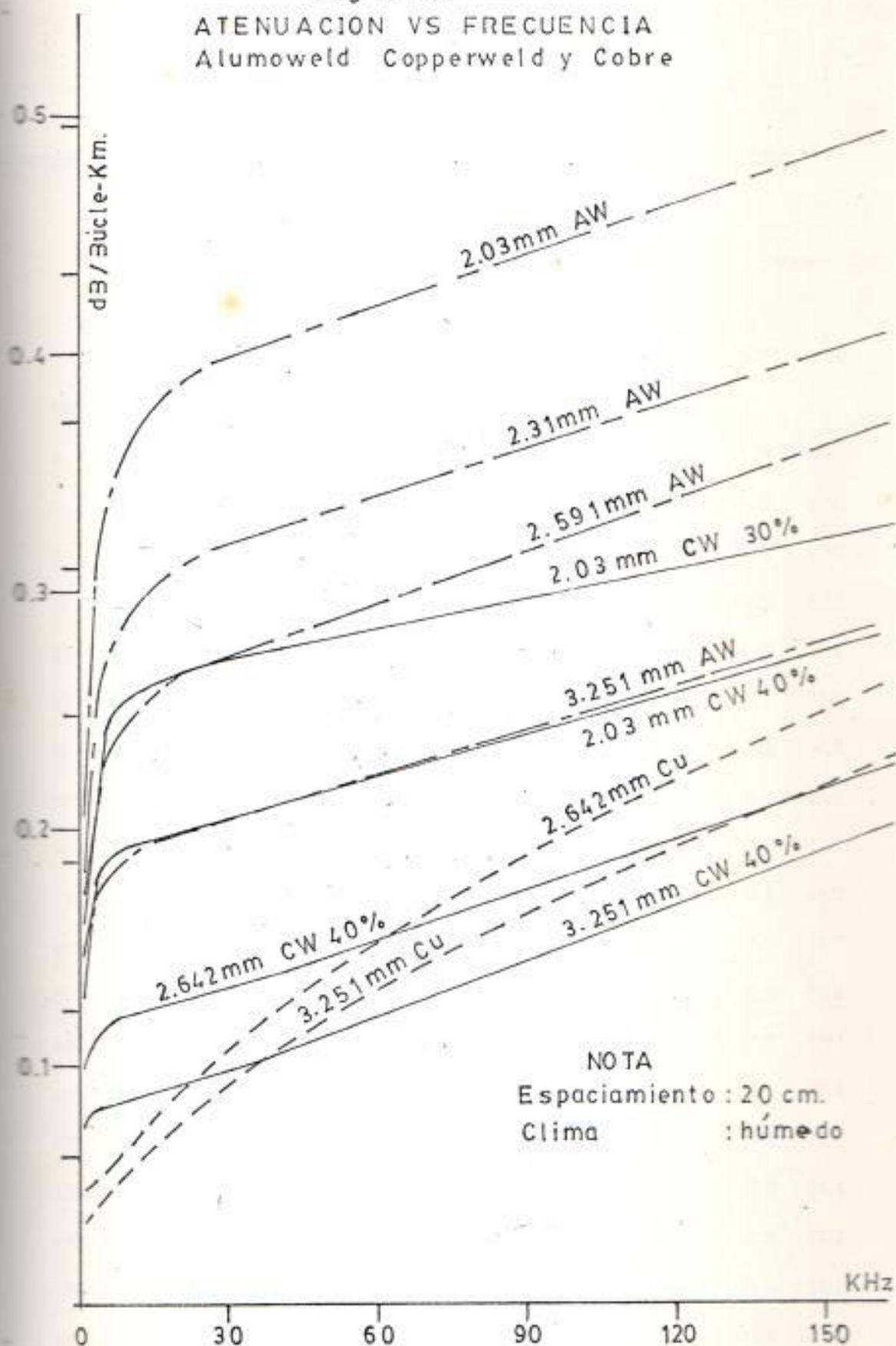


TABLA XIV

RESISTENCIA PROMEDIO DE ALUMOWELD, COPPERWELD Y COBRE PARA DISEÑO DE LINEAS

FRECUENCIA	ALUMOWELD				COPPERWELD				COBRE	
					HS		EHS			
					40% COND.		30% COND.			
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - mm									
	3.251	2.591	2.310	2.03	3.251	2.642	2.03	2.03	3.251	2.642
KHz	OHMS/BUCLE-KILOMETRO									
0	-	-	35.4	-	10.1	15.3	25.8	33.9	4.24	6.40
1	21.1	30.1	35.5	47.5	10.3	15.4	25.8	34.1	4.27	6.46
5	23.9	33.9	40.1	52.3	10.8	16.2	26.9	36.0	4.92	6.90
10	25.0	35.3	41.9	54.8	11.0	16.5	27.5	37.2	6.28	8.08
20	26.0	36.6	43.7	57.2	11.3	16.8	28.0	38.3	8.45	10.6
30	26.5	37.2	44.7	58.4	11.7	17.1	28.3	39.0	10.1	12.8
40	26.9	37.7	45.4	59.3	12.1	17.5	28.6	39.5	11.5	14.5
50	27.2	38.2	46.0	59.9	12.7	17.8	28.9	39.8	12.7	16.0
60	27.5	38.7	46.5	60.5	13.2	18.3	29.2	40.2	13.8	17.3
70	27.7	39.1	47.2	61.1	14.0	18.9	29.6	40.5	14.8	18.5
80	28.0	39.6	47.8	61.7	14.9	19.4	30.0	40.8	15.7	19.7
90	28.3	40.1	48.4	62.3	15.5	20.0	30.4	40.9	16.6	20.8
100	28.6	40.7	49.0	63.0	16.5	20.7	30.9	41.1	17.5	19.7
110	29.0	41.3	49.7	63.8	17.3	21.4	31.5	41.3	18.3	22.8
120	29.4	41.8	50.4	64.5	18.0	22.2	32.0	41.4	19.0	23.7
130	29.8	42.4	51.1	65.2	18.8	23.0	32.6	41.6	19.8	24.6
140	30.3	42.9	51.8	65.9	19.4	23.7	33.1	41.9	20.4	25.5
150	30.7	43.5	52.4	66.5	20.2	24.6	34.1	4.21	21.1	26.2
160	31.1	44.1	53.1	67.1	20.8	25.4	34.6	42.4	21.8	27.2

TABLA XV

ATENUACION PROMEDIO DE ALUMINIO PARA DISEÑO DE LINEAS

FRE- CUENCIA	CLIMA SECO								CLIMA HUMEDO							
	ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS															
	20				30				20				30			
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS															
	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03
KHz	DECIBELIOS/BUCLE - KILOMETRO															
1	.124	.156	.174	.208	.118	.149	.167	.199	.127	.160	.178	.211	.124	.153	.170	.203
3	.162	.203	.240	.292	.154	.196	.231	.285	.167	.208	.245	.297	.159	.201	.235	.289
5	.173	.222	.260	.324	.165	.213	.250	.311	.179	.227	.265	.327	.168	.217	.254	.317
10	.184	.244	.287	.357	.176	.231	.273	.341	.190	.248	.293	.362	.181	.237	.280	.349
20	.193	.260	.306	.380	.185	.247	.291	.365	.199	.265	.313	.387	.191	.254	.300	.374
30	.198	.267	.313	.392	.190	.255	.300	.377	.206	.273	.322	.403	.198	.262	.309	.390
40	.201	.273	.319	.401	.193	.261	.306	.386	.213	.282	.329	.412	.205	.271	.316	.399
50	.206	.278	.324	.408	.197	.265	.311	.393	.219	.290	.336	.419	.211	.278	.323	.406
60	.209	.283	.327	.413	.199	.270	.314	.398	.226	.297	.342	.426	.218	.286	.330	.413
70	.213	.287	.331	.418	.203	.275	.319	.402	.231	.304	.349	.432	.223	.293	.337	.419
80	.216	.293	.334	.421	.206	.280	.321	.406	.237	.312	.355	.438	.229	.301	.343	.426
90	.219	.297	.337	.425	.209	.284	.324	.409	.244	.319	.362	.444	.235	.308	.349	.431
100	.222	.300	.342	.429	.212	.288	.327	.413	.249	.327	.368	.449	.241	.316	.356	.437
110	.226	.305	.345	.432	.215	.292	.331	.417	.255	.334	.374	.455	.247	.322	.362	.442
120	.228	.309	.349	.436	.217	.296	.335	.421	.260	.340	.382	.462	.252	.329	.369	.449
130	.231	.312	.352	.440	.221	.299	.338	.424	.265	.346	.387	.469	.257	.335	.375	.455
140	.234	.316	.355	.444	.224	.303	.341	.428	.270	.352	.393	.476	.263	.342	.380	.463
150	.237	.319	.359	.447	.227	.306	.344	.432	.275	.358	.398	.483	.268	.347	.386	.469
160	.240	.324	.362	.452	.230	.311	.347	.434	.281	.364	.404	.489	.273	.353	.391	.476

TABLA XVI

ATENUACION PROMEDIO DE COPPERWELD PARA DISEÑO DE LINEAS

FRE-	CLIMA SECO												CLIMA HUMEDO							
CUENCIA	ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS																			
	20				30				20				30				20		30	
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS																			
	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	2.03	2.03			
KHz	DECIBELIOS/BUCLE - KILOMETRO																			
1	.071	.097	.140	.066	.089	.132	.074	.100	.144	.069	.094	.136	.167	.159	.171	.163				
5	.081	.114	.160	.075	.106	.160	.085	.119	.185	.078	.111	.173	.231	.216	.236	.221				
10	.083	.116	.166	.076	.110	.174	.086	.122	.193	.083	.116	.181	.250	.235	.257	.242				
15	.085	.119	.190	.078	.111	.176	.090	.126	.198	.085	.119	.185	.254	.239	.262	.247				
20	.086	.122	.192	.078	.113	.179	.094	.130	.201	.086	.122	.189	.257	.242	.266	.252				
30	.089	.124	.195	.082	.116	.181	.099	.135	.207	.093	.127	.195	.260	.245	.272	.258				
40	.093	.127	.197	.086	.118	.184	.106	.141	.212	.100	.133	.199	.262	.247	.277	.263				
50	.097	.130	.199	.090	.121	.186	.112	.147	.217	.106	.139	.204	.263	.248	.281	.267				
60	.102	.134	.203	.094	.125	.188	.119	.153	.222	.113	.145	.219	.266	.250	.285	.272				
70	.107	.139	.205	.100	.129	.191	.127	.159	.227	.121	.150	.215	.268	.252	.290	.276				
80	.114	.143	.208	.106	.133	.194	.136	.166	.232	.129	.157	.220	.270	.254	.294	.280				
90	.120	.147	.212	.111	.137	.198	.144	.172	.238	.137	.164	.224	.272	.257	.298	.283				
100	.127	.153	.216	.117	.142	.201	.155	.180	.244	.145	.171	.232	.274	.258	.303	.290				
110	.134	.158	.219	.124	.147	.204	.161	.187	.250	.153	.178	.238	.276	.260	.306	.294				
120	.139	.164	.223	.129	.152	.208	.169	.194	.255	.161	.186	.244	.278	.262	.310	.298				
130	.145	.170	.227	.135	.158	.213	.176	.203	.262	.168	.193	.250	.280	.264	.314	.301				
140	.151	.176	.232	.140	.163	.216	.184	.211	.268	.176	.199	.255	.282	.267	.319	.306				
150	.157	.182	.239	.145	.170	.222	.192	.219	.277	.183	.209	.265	.284	.268	.322	.310				
160	.162	.188	.244	.150	.176	.227	.199	.227	.283	.191	.217	.271	.286	.270	.326	.314				

TABLA XVII

ATENUACION PROMEDIO DEL COBRE DISEÑO DE LINEAS

FRE- CUENCIA	CLIMA SECO				CLIMA HUMEDO			
	ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS							
	20		30		20		30	
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS							
	3.251	2.642	3.251	2.642	3.251	2.642	3.251	2.642
KHz	DECIBELIOS/BUCLE - KILOMETRO							
1	.031	.045	.029	.042	.034	.048	.032	.045
5	.037	.050	.034	.046	.042	.055	.040	.052
10	.047	.058	.043	.054	.055	.066	.052	.063
15	.057	.068	.052	.063	.066	.078	.063	.075
20	.065	.078	.060	.072	.076	.089	.072	.085
30	.078	.094	.072	.087	.093	.109	.088	.104
40	.088	.106	.082	.099	.108	.126	.103	.121
50	.098	.117	.091	.109	.121	.141	.115	.135
60	.107	.126	.099	.119	.133	.155	.127	.148
70	.115	.137	.107	.128	.144	.168	.138	.160
80	.122	.147	.114	.136	.155	.180	.148	.172
90	.130	.155	.121	.144	.165	.191	.158	.183
100	.137	.163	.127	.152	.176	.203	.168	.194
110	.144	.170	.133	.158	.185	.213	.177	.204
120	.150	.178	.139	.165	.194	.223	.186	.214
130	.155	.185	.145	.172	.203	.233	.194	.224
140	.161	.191	.150	.178	.211	.242	.203	.234
150	.167	.197	.155	.184	.219	.252	.211	.242
160	.172	.203	.160	.190	.228	.260	.219	.251

Al usar la atenuación como una guía en la selección del conductor debe recordarse que en una línea real la atenuación final es la resultante de muchos factores. El clima seco o húmedo, patrones de transposición, y número de aisladores, influyen en los valores de atenuación de la línea.

Es también necesario considerar el calibre del alambre a ser utilizado para obtener características de transmisión necesarias consistentes con el mínimo uso de cobre.

La resistencia mecánica del alambre Copperweld es tal que la elección del calibre usualmente será determinado en base a consideraciones de transmisión. En realidad la resistencia es tal que permiten saltos de hasta 100 m aún para los tamaños más pequeños que satisfacen los requerimientos de transmisión.

Desde el punto de vista del patrón de transposición de portadora que se requiere en conexión con los sistemas de corriente portadora de los tipos más modernos, 100 m es el intervalo de transposición permisible máximo y por lo tanto determinaría la longitud de salto máximo que debe ser utilizado.

A continuación se presenta una comparación de costo inicial de líneas de dos pares de Cobre, Aluminio

o Copperweld. Las longitudes de los saltos han sido elegidos como 50 m para el cobre, 100 m para Copperweld y Alumoweld.

Costo en base a las características del alambre

Díameiro del alambre (mm)

Cobre endurecido	: 2.642
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 2.642
Alumoweld	: 2.591

Peso del alambre (kg/Km)

Cobre endurecido	: 48.74
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 44.66
Alumoweld	: 34.73

Tensión de ruptura (Kg)

Cobre endurecido	: 250
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 334
Alumoweld	: 723

Peso del alambre para dos pares (Kg/Km)

Cobre endurecido	: 194.9
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 178.6
Alumoweld	: 138.9

Precio unitario (por peso) (\$/Ckg)

Cobre endurecido	: 98.76
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 102.29
Alumoweld	: 77.93
Precio unitario (por longitud) para dos pares (\$/Km)	

Cobre endurecido	: 192.53
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 182.69
Alumoweld	: 108.24

Costo instalado por poste

Poste, 9m, Clase 7	: \$ 25.00
Cruceta, 3 1/4" x 4 1/4" x 4" 3"	: \$ 1.25
4 aisladores	: \$ 7.00
4 sujetadores de aislador	: \$ 2.00
Perno de montaje de la cruceta	: \$.40
Transporte, labor y supervisión	
asumida	: \$ 10.00
TOTAL	: \$ 45.65

Costos de los postes para diferentes diseños de conductor

Longitud del salto (m)

Cobre endurecido	: 50
Copperweld (alta resistencia 40% Cond.)	: 100
Alumoweld	: 100

Número de postes (7/Km)

Cobre endurecido : 20

Copperweld (alta resistencia 40% Cond.) : 10

Alumoweld : 10

Costo de los postes (\$/Km)

Cobre endurecido : 901.30

Copperweld (alta resistencia 40% Cond.) : 456.50

Alumoweld : 456.50

Costo total unitario (\$/Km)

Costo unitario del alambre (\$/Km)

Cobre endurecido : 192.53

Copperweld (alta resistencia 40% Cond.) : 182.69

Alumoweld : 108.24

Costo del poste unitario (\$/Km)

Cobre endurecido : 901.30

Copperweld (alta resistencia 40% Cond.) : 456.50

Alumoweld : 456.50

TOTAL (\$/Km)

Cobre endurecido : 1,093.83

Copperweld (alta resistencia 40% Cond.) : 639.19

Alumoweld : 564.74

Tipo de aislador requerido

Los circuitos de línea abierta deben ser adecuadamente aislados para reducir los efectos de fuga que incrementarían grandemente las pérdidas de atenuación bajo condiciones de clima húmedo, particularmente en las frecuencias de portadora más altas. Un control adecuado de la fuga se obtiene aislando los alambres de su estructura de soporte con aisladores de vidrio adecuados. La efectividad de los aisladores bajo cualquier condición de clima dada y para cualquier frecuencia de transmisión particular varía considerablemente dependiendo del tamaño, forma, clase de abrazadera utilizada y las características eléctricas del vidrio del cual está hecho el aislador. Estos items varios también afectarán los costos de aislar un circuito telefónico dado. Actualmente hay tres tipos principales de aisladores que son usados en circuitos de larga distancia nuevos. Estos tipos junto con ciertas características generales, están resumidas en la tabla XVIII.

Como se notará de la tabla XVIII el cambio relativo en pérdida entre condiciones de clima seco y húmedo entre los tipos DP y CSC es dos a uno. Esto haría al tipo CSC dos veces más deseable desde un punto de vista de transmisión bajo condiciones de clima húmedo. También se notará que el costo instalado de

este tipo de aislador es 3 veces que el tipo DP. Debe reconocerse también que en cualquier comparación de este tipo el número de aisladores por Km dependerá del número de postes involucrados y así los saltos más largos permitirán el uso de menos aisladores con una reducción resultante adicional en los costos de construcción.

TABLA XVIII : TIPOS DE AISLADORES

Tipo de aislador	Tipo de Vidrio	Tipo de sujetador requerido	Cambio relativo en paradas*	Costo instalado comparativo
DP	Soda-Lime	Madera	1.0	1.0
Toll	Soda-Lime	Madera	1.5	0.8
CSC	Soda-Lime	Acero	0.5	3.0

* Entre condiciones de clima seco y húmedo y usando el aislador DP como referencia.

Funcionamiento de transmisión, ruido y diafonía a frecuencias portadoras.

Los varios alambres en una línea abierta están sujetos a efectos inductivos debido al acoplamiento

magnético y eléctrico que existe y si no se toman medidas adecuadas, resultará en un ruido y diafonía excesivos. También existe acoplamiento entre los pares telefónicos de línea abierta y cualquier línea de fuerza paralela, u otras fuentes de inducción, aún incluyendo los campos eléctrico y magnético de la tierra. Los varios efectos inductivos frecuentemente son citados simplemente como interferencia que se manifiesta específicamente como diafonía, ruido u otras formas tales como señales telegráficas falsas, operación del sistema de protección, etc.

Los efectos inductivos dentro de una línea abierta pueden ser controlados grandemente reduciendo los coeficientes de inductancia y capacitancia mutua de los alambres involucrados; mediante el uso del tipo más adecuado de configuración y mediante la transposición de los alambres de los varios circuitos de acuerdo con cualquiera de los varios planes sistemáticos. La transposición de los alambres se efectúa intercambiando las posiciones relativas de los alambres a intervalos cortos de longitud y de acuerdo con varios patrones fundamentales.

Intercambiando la posición de los alambres cambia la fase de la inducción en 180 grados en el punto

de transposición y produce que la inducción en alguno de los intervalos este en oposición de fase a aquel en las otras. El acoplamiento neto total resultante puede en esta forma ser reducido a magnitudes muy pequeñas.

Cables de entrada e intermedios en la planta de línea abierta

Las facilidades de línea abierta usualmente deben ser llevadas dentro de oficinas, centrales intermedias o estaciones repetidoras mediante pares de cable. También frecuentemente es necesario instalar secciones de cable entre trayectos de línea abierta porque la construcción de línea abierta no es práctico por razones físicas o por otras razones. La inserción de cable en una línea abierta resulta en efectos de reflexión debido a las impedancias diferentes a menos que se tomen medidas correctivas. Las medidas correctivas deben ser introducidas en este cambio de construcción de línea abierta a cable, la cual involucra una transición desde una línea de esencialmente 600 ohmios de impedancia y una pérdida relativamente baja por unidad de longitud a una de aproximadamente 130 ohmios de impedancia y una pérdida relativamente alta por unidad de longitud.

El desacoplamiento de impedancia probablemente

aumentará la distorsión en la planta de línea abierta a una extensión indeseable, particularmente en las frecuencias portadoras más altas. También, las pérdidas de transmisión excesivas pueden resultar a ciertas frecuencias debido a los efectos de reflexión, aún cuando las pérdidas de atenuación del cable insertado no serían excesivas si el desacoplamiento no existiera. Es también posible que el cable contribuya con cantidades substanciales de distorsión o ruido a menos que se tomen medidas adecuadas.

En vista de los efectos mencionados no es deseable insertar cable en las facilidades de línea abierta sin un tratamiento adecuado y debe ser evitado donde sea práctico. Es usualmente imposible evitar completamente el uso de cables intermedios y de entrada y, por lo tanto, sus efectos deben ser considerados al diseñar los circuitos de línea abierta.

En general se usan cables con aislamiento de papel no cargados de calibre 13, 16, 19 o 22. La atenuación de estas varias calibres debe ser, sin embargo, ser considerada en el diseño completo del terminal de onda portadora y el espaciado de las repetidoras.

En ciertos casos, cables pareados aislados con papel no cargados de calibre 10 de baja capacidad especiales pueden ser usados si estas facilidades están disponibles o si debe suministrarse una atenuación excepcionalmente baja, tal puede ser el caso en una longitud de cable submarino para evitar una repetidora submarina.

Equipos utilizados

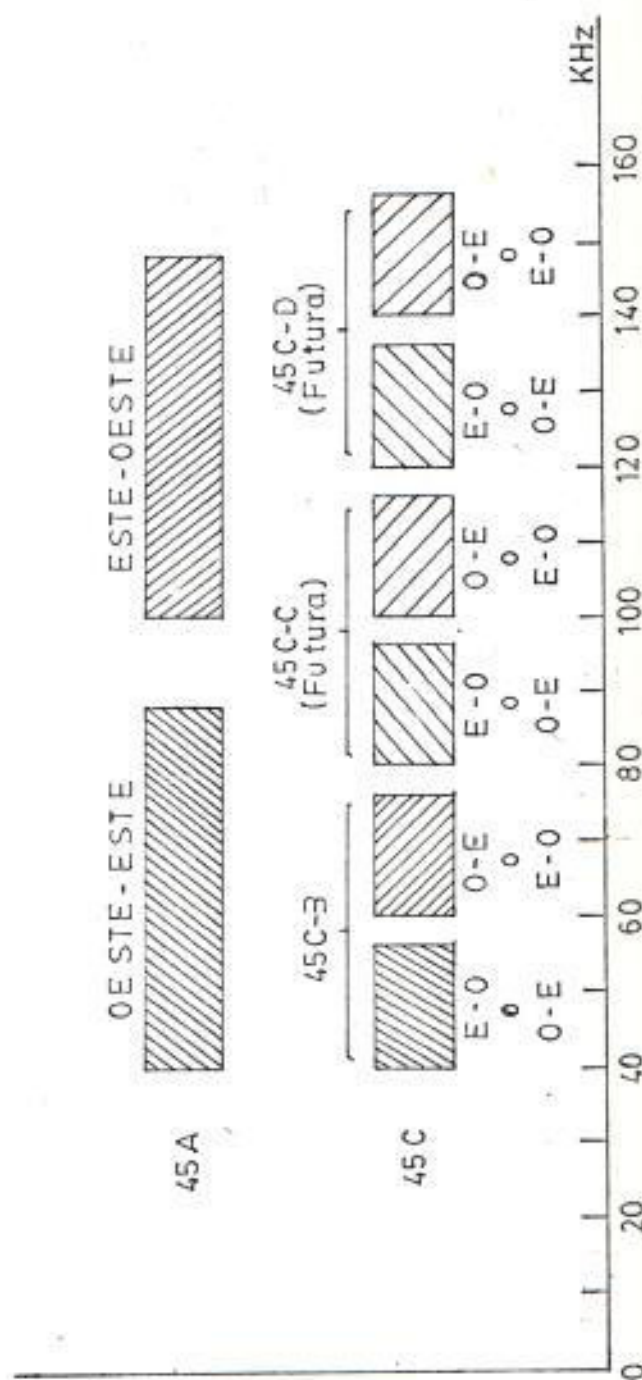
El tipo de sistema portadora 45A pertenece a la familia de sistemas de portadora a veces referido por la designación general "Tipo J". El sistema de portadora 45C pertenece a la clase de equipo que es frecuentemente citado como equipo "Tipo D".

Estos dos sistemas fueron diseñados para satisfacer dos requerimientos distintos en las aplicaciones de líneas de alambres. Estos sistemas difieren en (1) el posicionamiento de frecuencia de línea empleada, y (2) en la máxima distancia para las cuales cada una está adaptada. Los dos planes de posicionamiento se muestran gráficamente en la figura 4.10B. Ambos posicionamientos suministran 12 canales dúplex en el rango de frecuencia entre 40 y 160 KHz.

Los sistemas difieren principalmente en el número de canales asignados a bloques continuos de

Fig 4.10B

Posicionamientos de frecuencia para los sistemas de onda portadora 45A - 45C



frecuencias en cada dirección de transmisión. El posicionamiento 45A asigna al 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. Este sistema armoniza con los sistemas de portadora tipo Centumt "420" y tipo W.E "J2".

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. El 45C armoniza con Western Electric Tipo "D".

Ya que los dos posicionamientos no son compatibles, usualmente no pueden ser usados en la misma línea.

El sistema 45A es esencialmente un sistema de trayectos largos, pero suficientemente económico para hacerlo atractivo para muchas aplicaciones de trayectos cortos especialmente en líneas de postes que también deben ser usadas por otros sistemas de portadora tipo "J". También presenta facilidades para la extracción e inserción de canales (en bloques de 4) en puntos intermedios sin la necesidad de demodular todos los canales a frecuencias de voz. Esta última característica aumenta aún más su versatilidad y utilidad.

El sistema 43C es esencialmente un sistema para trayectos cortos con muchas características que lo hacen especialmente atractivo para uso bajo condiciones de línea menos ideales; donde grupos relativamente pequeños de circuitos son requeridos inicialmente.

Consideraciones sobre los cables para redes rurales

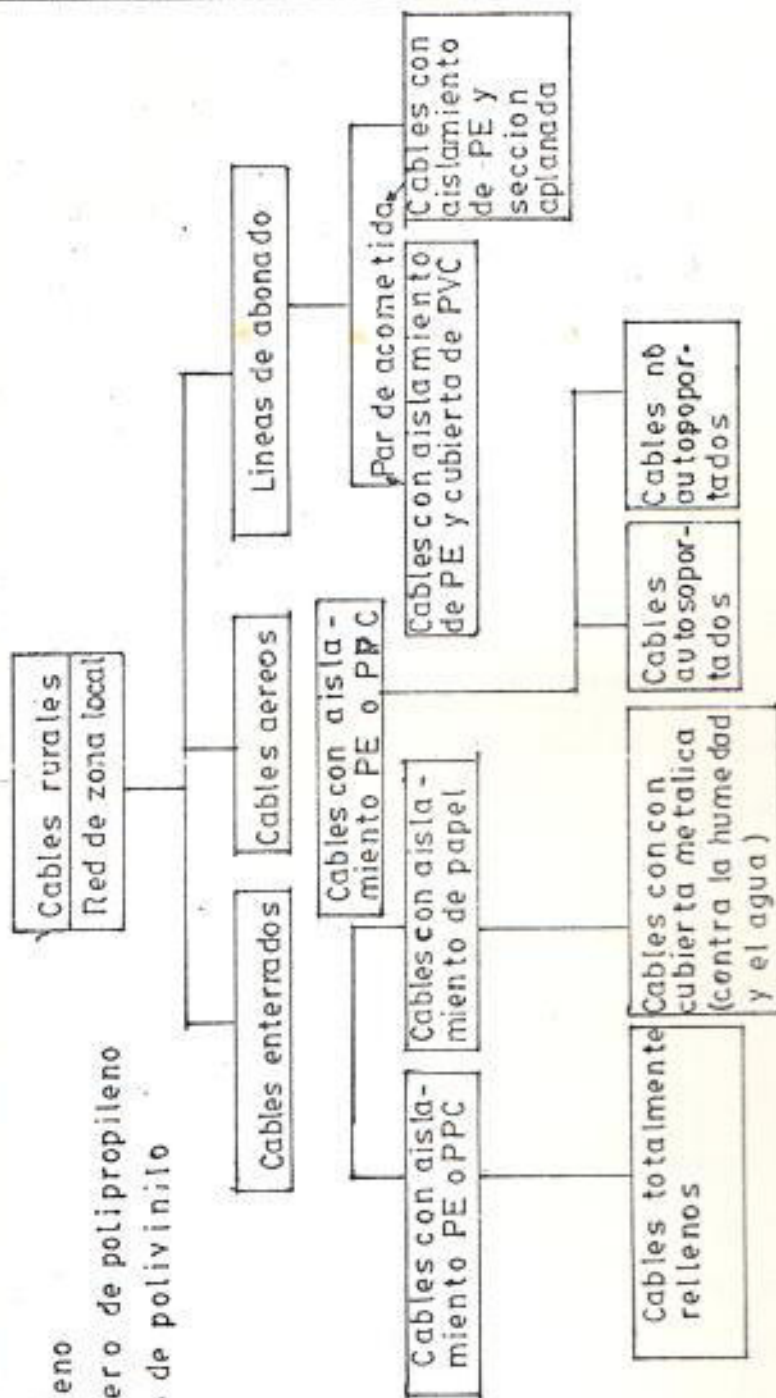
En las redes rurales se emplean cables aptos para tendido subterráneo o aéreo. A este respecto, puede verse en la figura 4.109 en que se resumen brevemente las diferentes soluciones que pueden adoptarse en la planificación de los cables. La planificación de la red rural sólo se diferencia de la red normal cuando se contempla el caso de abonados dispersos en una amplia zona. Por esta razón sólo se consideran aquí los cables con una capacidad de 100 pares como máximo.

En realidad cuando se trata de tan poca capacidad, el costo de las estructuras auxiliares y del tendido es mucho más importante que el precio del propio 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 cobre. El diámetro de los

Fig 4.109 Cables comúnmente usados en redes rurales

PE Polietileno
 PPC Copolímero de polipropileno
 PVC Cloruro de polivinilo



Fig

conductores fluctúa mucho y depende de la situación de la red.

Pueden utilizarse dos tipos de aislamiento: el de plástico y el de papel y aire.

a) Aislantes de plástico: polietileno (PE) sólido o expandido, o copolímero de polipropileno (PPC) sólido. El cloruro de polivinilo (PVC) se utiliza normalmente para la distribución en el interior de edificios y para conexiones interiores de las centrales, entre otras razones porque los riesgos de incendio son menores. Al utilizarse aislantes de plástico puede emplearse protección plástica para los cables aéreos o enterrados, cables que se diseñan convenientemente para asegurar su propia protección.

b) Aislamiento de papel: cinta de papel enrollada alrededor de cada conductor, con o sin espaciadores de bramante. Cuando se emplea aislamiento de papel puede evitarse la falta de estanqueidad utilizando una cubierta metálica antihumedad.

Utilización de cables en un red rural

La utilización más común de los cables en las zonas rurales es en frecuencias vocales. En una red rural

podría preverse el empleo de sistemas MDF o MDT utilizando los pares en cable del tipo aquí considerado.

A continuación se presentan informaciones generales útiles para la elección del cable.

CABLES TOTALMENTE RELLENOS

Tipo 1

- a) Conductor: cobre recocido - diámetro $> 0,5$ mm
- b) Aislante: polietileno celular, polietileno sólido o copolímero de polipropileno
- c) Relleno: petrolato, para temperaturas de funcionamiento de hasta 60°C (en el interior del cable)
- d) Configuración: pares o cuadrates
- e) Capacidad máxima: 100 pares
- f) Disposición de pares y cuadrates: concéntrica o en subunidades
- g) Envoltura del núcleo: cintas de papel o de materias sintéticas
- h) Apantallamiento: cinta de aluminio (en su caso)
- i) Cubierta de polietileno (PE)

Tipo 2

Como para el tipo 1 hasta g), más:

- h) Armadura a base de cinta delgada de acero dulce

aplicada helicoidalmente o de cinta de acero dulce, ondulado, aplicada longitudinalmente y protegida contra la corrosión

- i) Hilos de acero galvanizado
- j) Cubierta de (PE)

Tipo 3

Como para el tipo 1 hasta g), más:

- h) Apantallamiento de cinta de cobre o protección especial contra los ataques de insectos y roedores constituida por una cinta de latón
- i) Cubierta de (PE)

CABLES CON CUBIERTA METALICA (resistentes al agua y a la humedad) - definidos por el CCITT

Tipo 1

- a) Conductor: cobre recocido - diámetro $> 0,5$ mm
- b) Aislante: papel (cinta de papel o de pulpa)
- c) Configuración: pares o cuadretes
- d) Disposición de los pares y cuadretes: concéntrica
- e) Envoltura del núcleo: cintas de papel
- f) Cubierta de aleación de plomo, cinta de acero soldada, aluminio (extruido o soldado)
- g) En caso de cubiertas de acero o aluminio, es necesario aplicar un compuesto entre el metal y

la cubierta de plástico a fin de evitar la corrosión

- h) Cubierta de PE (también PVC para cables con cubierta de aleación de plomo).

Tipo 2

Como para el tipo 1 hasta g), más:

- h) Armadura a base de cinta de acero dulce, protegida contra la corrosión, o armadura de hilos de acero galvanizado
- i) Compuesto fibroso externo o cubierta de PE.

CABLES AEREOS AUTOSOPORTADOS

Tipo 1

- a) Conductor: cobre recocido - diámetro $> 0,5$ mm
- b) Aislante: polietileno sólido o copolímero de polipropileno
- c) Configuración: pares o cuadretes
- d) Capacidad máxima: 100 pares
- e) Disposición de pares o cuadretes: concéntrica o en subunidades
- f) Envoltura del núcleo: cinta de materia sintética
- g) Apantallamiento de cinta de aluminio (en su caso)
- h) Cubierta de PE con un cable de suspensión de acero trenzado galvanizado, de gran resistencia

mecánica.

Tipo 2

Como en el tipo 1 hasta g), más:

- h) Cubierta de PE
- i) Armadura a base de cinta delgada de acero dulce, aplicada helicoidalmente o de cinta de acero dulce, ondulada, aplicada longitudinalmente y protegida contra la corrosión
- j) Armadura de hilos de acero galvanizado
- k) Apantallamiento de cinta de cobre
- l) Cubierta de PE o PVC con hilo de suspensión de acero galvanizado y gran resistencia a la tracción (véase el Tipo 1 anterior)

CABLES AEREOS NO AUTOSOPORTADOS

Como para los cables aéreos autosoportados, pero sin hilo de suspensión incorporado en la cubierta exterior.

CABLES DE ACOMETIDA (par de acometida)

- a) Conductor: hilo de bronce o hilo de acero revestido de cobre con una conductividad de por lo menos 30% (diámetro mínimo 0,7 mm)
- b) Aislante y cubierta, en su caso:
 - PE preformado (hilos paralelos)

- PE (conductores aislados retorcidos) y cubierta de PVC o PE.

CABLE APANTALLADO PARA SISTEMAS DE LINEAS DIGITALES

- a) Conductor: cobre recocido - 0,623 mm
- b) Aislante: polietileno sólido
- c) Relleno: petrolato, para la temperatura de funcionamiento de hasta 20 C (en el interior del cable)
- d) Configuración: pares en dos grupos apantallados
- e) Capacidad máxima: 100 pares
- f) Disposición de pares: en subunidades
- g) Envoltura del núcleo: cintas de materias sintéticas
- h) Apantallamiento interior: D o T (véase el texto anterior), cinta de aluminio
- i) Cubierta de PE o PVC

Características de transmisión de los cables más utilizados.

Diámetro del conductor	mm	0,6	0,8
Atenuación a 800 Hz	dB/Km	1,12	0,87
Resistencia del bucle (valor medio)	Ω/Km	125,4	70,3
Resistencia del bucle máximo (individual)	Ω/Km	130	74
Capacidad a 800 Hz	nF/Km	42,4	42,4

Resistencia de aislamiento

a 20 °C MΩKm 10.000 10.000

Sistemas electrónicos de distribución de líneas de abonado

Multiplexación analógica multicanal

Los sistemas de multiplexación analógica multicanal emplean la multiplexación por división de frecuencia, con modulación de amplitud ordinaria o de banda lateral única, por un solo par de cable. Por lo general se utiliza un grupo de frecuencias para la transmisión de la central a los TR y un segundo grupo de frecuencias para la transmisión de los TR a la central.

Cada sistema requiere un terminal de central (denominado terminal de control o TC), si bien existen diversas opciones de TR (terminal remoto), bien como TR centralizado para todos los canales del sistema; bien como TR distribuidos, uno para cada canal. La posibilidad de extraer individualmente los canales con un TR distribuido hace que este tipo de sistema resulte muy flexible y atractivo para rutas con poco tráfico o zonas poco pobladas.

Estos sistemas pueden utilizar planta de cable

estándar como medio de transmisión. En la mayoría de los casos, pueden utilizarse con sistemas múltiples digitales MIC o con otros sistemas analógicos de multiplexación de líneas de abonado, en el mismo cable. Los repetidores sólo se requerirán cuando se rebasen los límites de atenuación especificados. Presentan la ventaja adicional de que, normalmente, pueden ser alimentados desde la central (a través del par de hilos), siempre que el número de secciones de repetidor sea reducido.

Estos sistemas deberán utilizarse en las rutas de poco tráfico, donde la capacidad requerida suele ser menor. Es posible que los múltiplex digitales no resulten atractivos en estas rutas de poco tráfico, ya que el costo del equipo común de la central local y del terminal remoto, la línea de transmisión MIC y los repetidores estarán compartidos por un menor número de líneas de abonado.

Sistemas múltiplex analógicos con canales individuales

Los sistemas múltiplex analógicos con canales individuales emplean la multiplexación por división de frecuencia más modulación de amplitud para agregar un canal telefónico básico a un par en

cable sin desplazar el circuito físico. En un sistema típico, se utiliza una frecuencia portadora para vehicular en canal derivado de la central al TR y una frecuencia diferente para vehicularlo del TR a la central. Estos sistemas utilizan como medio de transmisión pares en cable no cargados y pueden ser alimentados desde la central utilizando el par en cable para cargar una batería en el TR. Como por lo general no se utilizan repetidoras, su alcance está limitado a unos 7 Km.

El empleo de estos sistemas suele tener por objeto proporcionar alivio pasajero en una red de abonados saturados. En particular, se utilizan para satisfacer necesidades concretas que surgen en zonas saturadas o subdesarrolladas. En la mayoría de estos casos, la solución aportada es solo de carácter provisional, ya que estos sistemas 1+1 pueden utilizarse, en caso necesario, en otros lugares.

Prolongaciones a frecuencia vocal

En las zonas rurales y suburbanas, no es raro encontrar largas líneas de abonado. En esos casos, la utilización de cable de calibre delgado se traduce en una importante reducción (alrededor del 50%) en la cantidad de cobre requerida. Sin

embargo, con la disminución del calibre del cable, aumenta la resistencia del bucle de unos 800 a 3000 ohmios. En tales condiciones, puede producirse una degradación inadmisible de la calidad en la transmisión de las señales vocales y en la señalización cuando la resistencia del bucle sobrepase los 1500 ohmios.

Al diseñarse estas rutas largas o prolongadas, es preciso asegurarse de que las características de las señales vocales y de la señalización transmitidas no se degraden al punto de que no puedan ofrecerse en condiciones satisfactorias los servicios telefónicos y especiales proyectados. Hay que vigilar, en especial, la atenuación de las señales, considerándose generalmente que, para poder ofrecer un servicio aceptable, la atenuación de inserción del bucle debe estar comprendida entre 0 y 10 db (con una media de 6 db a 1 kHz).

Para lograr una calidad satisfactoria en las líneas largas de abonado, suelen utilizarse los siguientes métodos.

- 1) Batería de líneas de refuerzo.
- 2) Utilización simultánea de amplificadores de frecuencia vocal a 2 hilos (convertidores de impedancia negativa) con la batería de línea de refuerzo.

- 3) Suministro de la corriente de llamada a una tensión suficientemente alta y con buena protección del personal, por ejemplo, utilización del retorno por tierra para la corriente de llamada, a fin de reducir la resistencia del circuito por el que circula esta corriente.

En conclusión, la inclusión de dispositivos de extensión del alcance en el plan de transmisión de abonado puede traducirse en una economía, pero debe recordarse que, a la postre, estos dispositivos pueden mermar las posibilidades de proporcionar nuevos servicios digitales.

Concentradores de líneas de abonado

Los concentradores de líneas de abonado comparten los pares entre la central y el terminal remoto. Entre los componentes electrónicos de las líneas es el más fácil de instalar, ya que, en la mayoría de los casos, no requieren tratamiento de cable ni de repetidores. El mismo par que se usaría sin equipamiento de concentrador puede utilizarse con equipamiento de concentrador. Normalmente, no se requiere una alimentación especial en la ubicación del TR, ya que estos sistemas pueden energizarse desde la central a través de los pares. Además, son

Uno de los elementos electrónicos de línea más baratos que cabe utilizar para aliviar los cables. Como ocurre con cualquier otro dispositivo concentrador, cuando se conectan abonados por un concentrador será preciso tener en cuenta que la probabilidad de bloqueo se situará dentro de límites aceptables. Por la facilidad con que se instalan, los concentradores son también muy útiles para aplicaciones provisionales o en situaciones de emergencia.

Lo mismo que los sistemas múltiples analógicos de canales individuales descritos anteriormente, los concentradores de línea de abonado pueden utilizarse para aliviar pasajeramente una planta de distribución de líneas de abonado saturada.

Cuando sólo se requieren un servicio telefónico básico, los concentradores de líneas de abonado son muchas veces económicos. Se recomienda su empleo para dar servicio a abonados distantes del centro principal de conmutación. En ubicaciones suficientemente distantes de dicho centro, su empleo resulta más económico que la instalación de pares individuales en cable para conectar a todos los abonados a la central.

EQUIPO DE PORTADORAS

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 radieléctrico. Una de las ventajas de la aplicación de estos sistemas de portadoras en lugar de la transmisión a frecuencias vocales es que la atenuación en los circuitos telefónicos no depende de su longitud.

Todos los sistemas de transmisión por portadoras tienen una característica común: los circuitos telefónicos deben tener una banda de transmisión de por lo menos 300 Hz a 3400 Hz. Además, deben permitir que la transmisión de señales de conmutación sea dentro de la banda telefónica (señalización dentro de banda) o fuera de ella (señalización fuera de banda o por canal común). Las señales de conmutación que se envían actualmente desde las centrales o aparatos de abonado se transmiten en forma de señales en corriente continua por los hilos que transportan también las señales vocales. Cuando se comparan los circuitos obtenidos mediante sistemas de portadoras con circuitos telefónicos ordinarios, es importante, por lo tanto, no olvidar los dispositivos necesarios para la separación de las señales de conmutación en corriente continua de las

señales vocales. Dichos dispositivos son diferentes en los extremos de llegada y de salida de un circuito y se conocen por diversos nombres, a saber, equipos de terminación, convertidores de señalización, o repetidores de señalización. Pueden comprender también convertidores para el paso de dos a cuatro hilos, pues los circuitos de portadoras son en general a cuatro hilos.

El equipo de portadoras puede, en principio, dividirse en equipo multiplex y equipo de línea, si bien en la práctica no es posible hacer esta distinción en sistemas de poca capacidad para redes rurales.

El equipo multiplex combina los canales telefónicos en una señal de banda ancha en la cual cada canal ocupa cierta parte de la banda de frecuencias. En el lado receptor los canales se separan de nuevo y se restituyen a la banda de frecuencias vocales. Desde luego, en el sentido opuesto de transmisión se procede del mismo modo.

El equipo de línea, es decir los amplificadores de transmisión y de recepción, los repetidores, y algunos equipos auxiliares, permiten establecer un trayecto de transmisión con la anchura de banda necesaria y cumplir determinadas condiciones

(relativas al ruido, la distorsión, la diafonía, etc.). Los dos sentidos de transmisión deben estar eléctricamente separados, bien por el hecho de que las señales en cada sentido se transmiten por pares diferentes (sistemas a cuatro hilos) o, de transmitirse por el mismo par de hilos, porque se utilizan bandas de frecuencia diferentes (sistemas a 2 hilos o sistemas de tipo $N + N$).

Sistemas de portadoras para redes de abonado

Los sistemas de portadoras para abonados se utilizan exclusivamente en el plano nacional y no han sido objeto de las recomendaciones del CCITT.

Un sistema de portadoras para abonados desempeña el mismo papel que una línea física de abonado en una red más densa. Sin embargo, en este caso, el conjunto constituido por la línea física y el aparato telefónico debe cumplir un menor número de requisitos y más sencillos. Existe un límite superior (y, últimamente un límite inferior) del equivalente de referencia. Para una división determinada entre línea y aparato telefónico, esto se traduce en:

- a) un límite superior para la distorsión de atenuación en la línea;
- b) una corriente de alimentación adecuada para el

aparato telefónico;

c) un límite superior para el ruido.

Si los objetivos adoptados no son más estrictos que éstos, se obtienen diseños económicos aceptables. En general esto corresponderá a amplias tolerancias en lo que respecta a la atenuación, de ordinario, 0 a 10 db lo sea que la complejidad y el costo de la regulación de la línea puede reducirse) y a la respuesta en frecuencia (es decir, una igualación simple y económica).

No debe exigirse del sistema de portadoras una calidad de funcionamiento demasiado alta; este sistema no tiene que satisfacer todos los requisitos de los sistemas de portadoras utilizados para circuitos de enlace y mucho menos los de los sistemas para larga distancia.

Sin embargo, debe tenerse presente que las diferentes aplicaciones (por ejemplo, bucles de abonado por oposición a circuitos de enlace) requieren diferentes dispositivos de señalización. El problema más serio que presentan los sistemas de portadoras para abonados suele ser la elevada potencia requerida para el funcionamiento del micrófono y del timbre en el aparato del abonado, especialmente si los teléfonos tienen que funcionar

en paralelo. La transmisión de impulsos de medición a las instalaciones de los abonados acrecienta la complejidad de estos sistemas, lo que dificulta su utilización en condiciones económicas.

A continuación se detallan las poblaciones que tienen enlace físico.

Para los enlaces de línea física con onda portadora se utilizarán alambres de tipo Copperweld, los alambres estarán separados 20 cm el uno del otro y la distancia entre los postes será de 100 metros.

Las figuras 4.110 a 4.139 muestran los esquemas de los sistemas de línea física diseñadas.

Tramo del enlace A: San Joaquín B: Cuenca

Distancia	: 8 Km
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Línea Abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P. (3+1) C
Capacidad	: (3+1) C
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 121.2 ohms

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.314 db

Observaciones : Se utiliza un

equipo de frecuencia portadora punto a punto

Tramo del enlace A: Sayausi B: Cuenca

Distancia (Km) : 9

Centro de conexión : Cuenca

Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : Línea Abierta

Número de pares : 1

Sistema adicional de transmisión: F.P. (3+1) C

Capacidad : (3+1) C

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 221.4 ohms

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.971 db

Observaciones : Se utilizará un

equipo de frecuencia portadora punto a punto.

Tramo del enlace A: Sinincay B: Cuenca

Distancia (Km) : 8

Centro de conexión : Cuenca

Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : Línea Abierta

Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P. (3+1) C
Capacidad	: (3+1) C
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 196.8 ohmios
Atenuación total del trayecto calculada a 150 KHz	: 1.752 dB
Observaciones	: Se utilizará un equipo de frecuencia portadora punto a punto. También se puede conectar via radio al multiacceso de San Cristobal

Tramo del enlace A:	Tarqui	B:	Victoria de Portete
---------------------	--------	----	------------------------

Distancia	: 6.5 Km
Centro de conexión	: Girón
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 159.9 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.4235 db

Observaciones : Se utilizará 3
terminales de abonado de equipo de frecuencia
portadora.

Tramo del enlace A: Victoria de Portete B: Girón

Distancia (Km) : 18

Centro de conexión : Girón

Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : Línea abierta

Número de pares : 1

Sistema adicional de transmisión: F.P.

Capacidad : 3 Canales

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 442.8 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 3.942 db

Observaciones : En Girón se
utilizará un equipo de frecuencia escalonado de 6
canales y en Victoria de Portete 3 terminales de
abonado de equipo de frecuencia portadora.

Tramo del enlace A: Coahuapate B: Nabón

Distancia (Km) : 9

123

Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea Abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión: F.P.	
Capacidad	: (3+1) canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 221.4 ohmios
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 1.971 db
Observaciones	: Se requiere un
equipo de frecuencia portadora punto a punto. Se	
conecta desde Nabón vía radio a Cerro Puglla.	

Tramo del enlace A: Las Nieves B: Nabón	
Distancia (Km)	: 7
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea Abierta.
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión: F.P.	
Capacidad	: (3+1) canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	

calculada a 150 KHz	: 172.2 ohmios
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 1.533 db
Observaciones	: Se requiere un equipo de frecuencia portadora punto a punto. Se conecta desde Nabón vía radio a Cerro Puglia.

Tramo del enlace A: Oña	B: Loma Shunshi
-------------------------	-----------------

Distancia (Km)	: 3.5
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Línea Abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión	: Frecuencia vocal
Capacidad	: 1 canal
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 1 KHz	: 59.3 ohmios
Atenuación total del trayecto	
calculada a 1 KHz	: 0.35 db
Observaciones	: Loma Shunshi es una estación repetidora para la población de Oña que se conecta al multiacceso de Cerro Zhalu.

Tramo del enlace A: D. C. Toral	B: Gualaceo
---------------------------------	-------------

Distancia (Km)	: 5
----------------	-----

Centro de conexión	: Gualaceo
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión: F.P.	
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 123 ohms
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 1.095 db
Observaciones	: Se requieren 3
terminales de abonado de equipo de frecuencia	
portadora.	

Tramo del enlace A: Mariano Moreno B: D.C. Toral

Distancia (Km)	: 2.5
Centro de conexión	: Gualaceo
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión: F.P.— STK	
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	

calculada a 150 KHz	: 61.5 ohms
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 0.5475 db
Observaciones	: Se requieren dos
terminales de abonado de equipo de frecuencia	
portadora y un equipo de frecuencia portadora	
escalonado de 6 canales en Gualaceo	

Tramo del enlace A: Principal B: Guel

Distancia (Km)	: 5
Centro de conexión	: Sigsig
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión: F.F	
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 123 ohms
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 1.095 db
Observaciones	: Se requieren 3
terminales de abonado de frecuencia portadora en	
Principal y un equipo de frecuencia portadora	
escalonado de 6 canales en Sigsig.	

Tramo del enlace A: Guel B: Sigsig

Distancia (Km)	: 6
Centro de conexión	: Sigsig
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.-STK
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 147.6 ohmios
Atenuación total del trayecto calculada a 150 KHz	: 1.314 db
Observaciones	: Se requieren un equipo de frecuencia portadora escalonado de 12 canales en Sigsig.

Tramo del enlace A: R.C. Toral	B: Gualaceo
Distancia (Km)	: 16
Centro de conexión	: Gualaceo
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea Abierta.
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.
Capacidad	: (3+1) canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 393.6 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 3.304 db

Observaciones : Se requieren tres terminales de abonado de equipo de frecuencia portadora en R. C. Total.

Tramo del enlace A: San Juan B: Chordeleg

Distancia (Km) : 4

Centro de conexión : Gualaceo

Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : Cable multipar

Número de pares : 10

Tipo de alambre : Cobre recocido

Diámetro del alambre : 0.8 mm

Atenuación total del trayecto : 3.48 dB

Resistencia total del trayecto : 260 ohmios

Observaciones : Se lleva un cable de 10 pares de la población de Chordeleg el cual a su vez tiene un cable multipar de 70 pares de Gualaceo.

Tramo del enlace A: Zhimad B: Santa Ana

Distancia (Km) : 3.5

Centro de conexión : Cuenca

Circuitos requeridos : 2

Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.
Capacidad	: (3+1) Canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 73.8 ohmios
Atenuación total del trayecto calculada a 150 KHz	: 0.657 db
Observaciones	: Se requiere 1 equipo de frecuencia portadora punto a punto. Desde Santa Ana se conecta vía radio a Cuenca.

Tramo del enlace A: Bulan	B: Paute
Distancia (Km)	: 6
Centro de conexión	: Paute
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea Abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.
Capacidad	: (3+1) canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 147.6 ohmios
Atenuación total del trayecto	

calculada a 150 KHz : 1.314 db
 Observaciones : Se requieren un
 equipo de ds frecuencia portadora punto a punto.

Tramo del enlace A: Chican B: Paute

Distancia (Km) : 7.5
 Centro de conexión : Paute
 Circuitos requeridos : 2
 Tipo de línea física : Línea Abierta.
 Número de pares : 1

Sistema adicional de transeisión: F.P.

Capacidad : (3+1) Canales
 Tipo de alambre : Copperweld
 Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto
 calculada a 150 KHz : 184.5 ohmios
 Atenuación total del trayecto
 calculada a 150 KHz : 1.6425 db
 Observaciones : Se requieren un
 equipo frecuencia portadora punto a punto.

Tramo del enlace A: Guachapala B: Paute

Distancia (Km) : 8
 Centro de conexión : Paute
 Circuitos requeridos : 3
 Tipo de línea física : Línea Abierta
 Número de pares : 1

Sistema adicional de transmisión: F.P.-STK

Capacidad : 3 canales

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 184.5 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.6425 db

Observaciones : Se requiere un equipo de frecuencia portadora escalonado en Pauta con una capacidad de 3 canales.

Tramo del enlace A: Sevilla de Oro B: El Pan

Distancia (Km) : 4

Centro de conexión : Cuenca

Circuitos requeridos : 2

Tipo de línea física : Línea abierta

Número de pares : 1

Sistema adicional de transmisión: Frecuencia vocal

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 1 KHz : 61.6 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 1 KHz : 0.4 db

Capacidad : 1

Observaciones : El Pan se conecta

vía radio al multiaceso de Santa Rita.

Tramo del enlace A: Tomebamba B: Guachapala

Distancia (Km)	: 7,5
Centro de conexión	: Paute
Circuitos requeridos	: 1
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P.-5TK
Capacidad	: 3 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 KHz	: 184.5 ohmios
Atenuación total del trayecto calculada a 150 KHz	: 1.6425 db
Observaciones	: Forma parte del sistema de onda portadora Tomebamba-Guachapala- Paute.

Tramo del enlace A: Abdón Calderón B: Sta. Isabel

Distancia (Km)	: 3
Centro de conexión	: Santa Isabel
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	F.P. (3+1) C

Capacidad	: 3+1 canales
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 123 ohmios
Atenuación total del trayecto	
calculada a 150 KHz	: 1.095 db
Observaciones	: Se requiere un
	equipo de frecuencia portadora punto a punto en las
	dos poblaciones:

Tramo del enlace A: Chaucha	B: El Carmen de Pijili
-----------------------------	------------------------

Distancia (Km)	: 15
Centro de conexión	: Balao
Circuitos requeridos	: 1
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión:	Frecuencia Vocal
Capacidad	: 1
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto	
calculada a 1 KHz	: 231 ohmios
Atenuación total del trayecto	
calculada a 1 KHz	: 1.5 db
Observaciones	: El Carmen de

Pijili se conecta vía radio a la población de Bafed.

Tramo del enlace A: Cutchil

B: Sigsig

Distancia (Km)

: 4,5

Centro de conexión

: Azogues

Circuitos requeridos

: 3

Tipo de línea física

: Línea Abierta

Número de pares

: 1

Sistema adicional de transmisión: F.P. (3+1) C

Capacidad

: 3+1

Tipo de alambre

: Copperweld

Diámetro del alambre

: 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz

: 110.7 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz

: 0.9855 db

Observaciones

: Se requiere un

equipo de frecuencia portadora punto a punto en las dos poblaciones.

Tramo del enlace A: Ricaurte

B: Cuenca

Distancia (Km)

: 7,5

Centro de conexión

: Cuenca

Circuitos requeridos

: 4

Tipo de línea física

: Línea Abierta

Número de pares

: 1

Sistema adicional de transmisión: F.P. (3+1) C

Capacidad : (3+1) C

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 184.5 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.6425 db

Observaciones : Se requiere un equipo de frecuencia portadora punto a punto en las dos poblaciones.

Tramo del enlace A: El Valle B: Santa Ana

Distancia (Km) : 5

Centro de conexión : Cuenca

Circuitos requeridos : 3

Tipo de línea física : Línea Abierta

Número de pares : 1

Sistema adicional de transmisión: F.P. (3+1) C

Capacidad : (3+1) C

Tipo de alambre : Copperweld

Diámetro del alambre : 2.642 mm

Resistencia total del trayecto

calculada a 150 KHz : 123 ohmios

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 KHz : 1.095 db

Observaciones : Se requiere un

equipo de frecuencia portadora punto a punto. Santa Ana se conecta a Cuenca vía radio.

Tramo del enlace A: Turi	B: Cuenca
Distancia (Km)	: 4,5
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Cable Multipar
Número de pares	: 20
Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 0,6 mm
Resistencia del trayecto	: 562,5 ohmios
Atenuación del trayecto	: 5,06 dB

Provincia del Cañar

Tramo del enlace A: Bayas	B: Azogues
Distancia (Km)	: 2,5
Centro de conexión	: Azogues
Circuitos requeridos	: —
Tipo de línea física	: Cable Multipar
Número de pares	: 50
Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 0,6 mm
Resistencia del trayecto	: 312,5 ohmios
Atenuación del trayecto	: 2,8 dB
Observaciones	: El cable multipar de 50 pares forma parte de la red de abonados de

Azogues:

Tramo del enlace A:	Borrero	B:	Azogues
Distancia (Km)	: 4		
Centro de conexión	: Azogues		
Circuitos requeridos	: ———		
Tipo de línea física	: Cable Multipar		
Número de pares	: 70		
Tipo de cable	: Cobre recocido		
Diámetro del cable	: 0.6 mm		
Resistencia del trayecto	: 500 ohmios		
Atenuación del trayecto	: 4.48 dB		
Observaciones	: El cable de 70 pares forma parte de la red de abonados de Azogues. De los 70 pares solamente 20 pares se quedan en Borrero, los 50 pares restantes terminan en la población de Javier Loyola.		

Tramo del enlace A:	Deleg	B:	Loma Shurray
Distancia (Km)	: 6.5		
Centro de conexión	: Quenca		
Circuitos requeridos	: 2		
Tipo de línea física	: Línea abierta		
Número de pares	: 1		
Sistema adicional de transmisión:	Frecuencia Vocal		
Capacidad	: 1		
Tipo de alambre	: Copperweld		

Diámetro del alambre : 2.642 mm
 Resistencia del trayecto
 calculados 1 KHz : 0.65 dB
 Observaciones : Turupamba se
 conecta vía radio al multimódulo de Buenan.

Tramo del enlace A: Guapan B: Azogues
 Distancia (Km) : 4
 Centro de conexión : Azogues
 Circuitos requeridos : 3
 Tipo de línea física : Cable Multipar
 Número de pares : 50
 Tipo de cable : Cobre recocido
 Diámetro del cable : 0.6 mm
 Resistencia del trayecto : 500 ohmios
 Atenuación del trayecto : 4.48 dB
 Observaciones : El cable de 50
 pares forma parte de red de abonados de Azogues y
 su capacidad se debe a que el trayecto es de
 desarrollo industrial.

Tramo del enlace A: Javier Loyola B: Azogues
 Distancia (Km) : 8
 Centro de conexión : Azogues
 Circuitos requeridos : 3
 Tipo de línea física : Cable Multipar
 Número de pares : 50

Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 0.8 mm
Resistencia del trayecto	: 560 ohms
Atenuación del trayecto	: 5.96 dB
Observaciones	: El cable de 50 pares forma parte de la red de abonados de Arogues.

Tramo del enlace A: Luis Cordero B: Arogues

Distancia (Km)	: 5,5
Centro de conexión	: Arogues
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Cable Multipar
Número de pares	: 50
Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 0.8 mm
Resistencia del trayecto	: 385 ohms
Atenuación del trayecto	: 4.765 dB
Observaciones	: El cable de 50 pares forma parte de la red de abonados de Arogues y su capacidad se debe al desarrollo económico que existe en la zona.

Tramo del enlace A: Pindilig B: Taday

Distancia (Km)	: 3
Centro de conexión	: Taday
Circuitos requeridos	: 3
Tipo de línea física	: Cable Multipar

Número de pares	: 20
Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 9.6 mm
Resistencia del trayecto	: 375 ohms
Atenuación del trayecto	: 3.36 dB
Observaciones	: El cable de 20 pares forma parte de la red de abonados de Taday.

Tramo del enlace A: Nazón	B: Turupamba
Distancia (Km)	: 6
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 2
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión	: Frecuencia vocal
Capacidad	: 1
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 1 KHz	: 92.4 ohms
Atenuación total del trayecto calculada a 1 KHz	: 0.6 db
Observaciones	: Turupamba se conecta mediante radio con el multiacceso de Suoran.

Tramo del enlace A: Sageo	B: Azogues
---------------------------	------------

Distancia (Km)	:	4.5
Centro de conexión	:	Azogues
Circuitos requeridos	:	2
Tipo de línea física	:	Cable Multipar
Número de pares	:	20
Tipo de cable	:	Cobre recocido
Diámetro del cable	:	0.6 mm
Resistencia del trayecto	:	562.5 ohmios
Atenuación del trayecto	:	5.04 dB
Observaciones	:	el cable multipar
forma parte de la red de abonados de Azogues		

Tramo del enlace A: Honorato Vasquez B: Cañar

Distancia (Km)	:	7
Centro de conexión	:	Cañar
Circuitos requeridos	:	3
Tipo de línea física	:	Línea Abierta
Número de pares	:	1
Sistema adicional de transmisión:	:	F.P. (3+1) C
Capacidad	:	(3+1) C
Tipo de alambre	:	Copperweld
Diámetro del alambre	:	2.542 mm
Resistencia total del trayecto		
calculada a 150 KHz	:	172.2 ohmios
Atenuación total del trayecto		
calculada a 150 KHz	:	1.533 dB
Observaciones	:	Se requiere

equipo de frecuencia portadora punto a punto en las dos poblaciones.

Tramo del enlace A: Manuel J. Calle B: El Triunfo

Distancia (Km)	: 4
Centro de conexión	: El Triunfo
Circuitos requeridos	: 4
Tipo de línea física	: Cable Multipar
Número de pares	: 20
Tipo de cable	: Cobre recocido
Diámetro del cable	: 0.6 mm
Resistencia del trayecto	: 500 ohmios
Atenuación del trayecto	: 4.48 dB
Observaciones	: El cable de 20 pares forma parte de la red de abonados de El Triunfo.

Tramo del enlace A: Zhud B: Juncal

Distancia (Km)	: 7
Centro de conexión	: Cuenca
Circuitos requeridos	: 1
Tipo de línea física	: Línea abierta
Número de pares	: 1
Sistema adicional de transmisión	: Frecuencia Vocal
Capacidad	: 1
Tipo de alambre	: Copperweld
Diámetro del alambre	: 2.642 mm

Resistencia total del trayecto
calculada a 1 KHz : 107.8 ohmios
Atenuación total del trayecto
calculada a 1 KHz : 0.7 db
Observaciones : Juncal se
conecta via radio con el multiacceso de Bueran.

Tramo del enlace A: San Miguel B: San Cristobal

Distancia (Km) : 4
Centro de conexión : Cuenca
Circuitos Requeridos : 2
Tipo de línea física : Línea abierta
Número de pares : 1
Sistema adicional de transmisión: F.P.
Capacidad : (3+1) canales
Tipo de alambre : Copperweld
Diámetro del alambre : 2.642 mm
Resistencia total del trayecto
calculada a 150 KHz : 98.4 ohmios
Atenuación total del trayecto
calculada a 150 KHz : 0.876 db
Observaciones : San miguel se
conecta mediante línea física con el multiacceso en
San Cristobal.

4.5 SELECCION DEL TIPO DE ENLACE PARA AQUELLOS TRAYECTOS EN LOS QUE ES POSIBLE PONER ENLACE FISICO

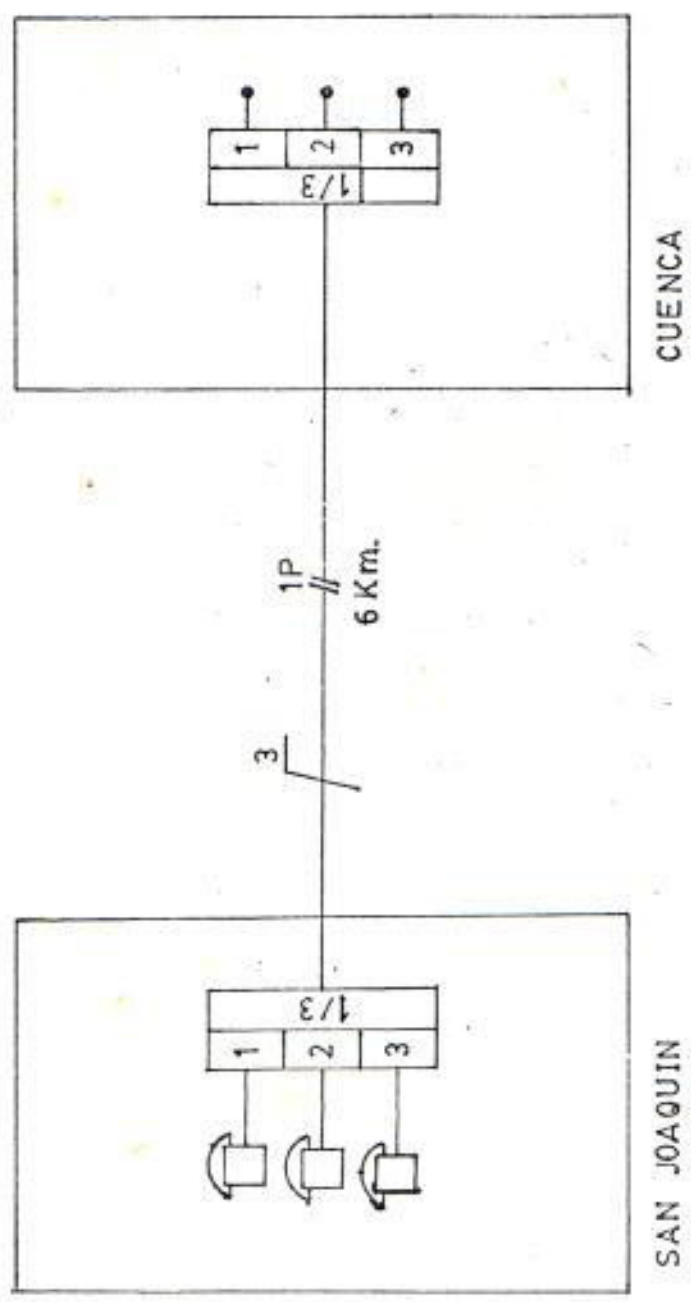


Fig 4.110
Sistema de onda portadora San Joaquin-Cuenca

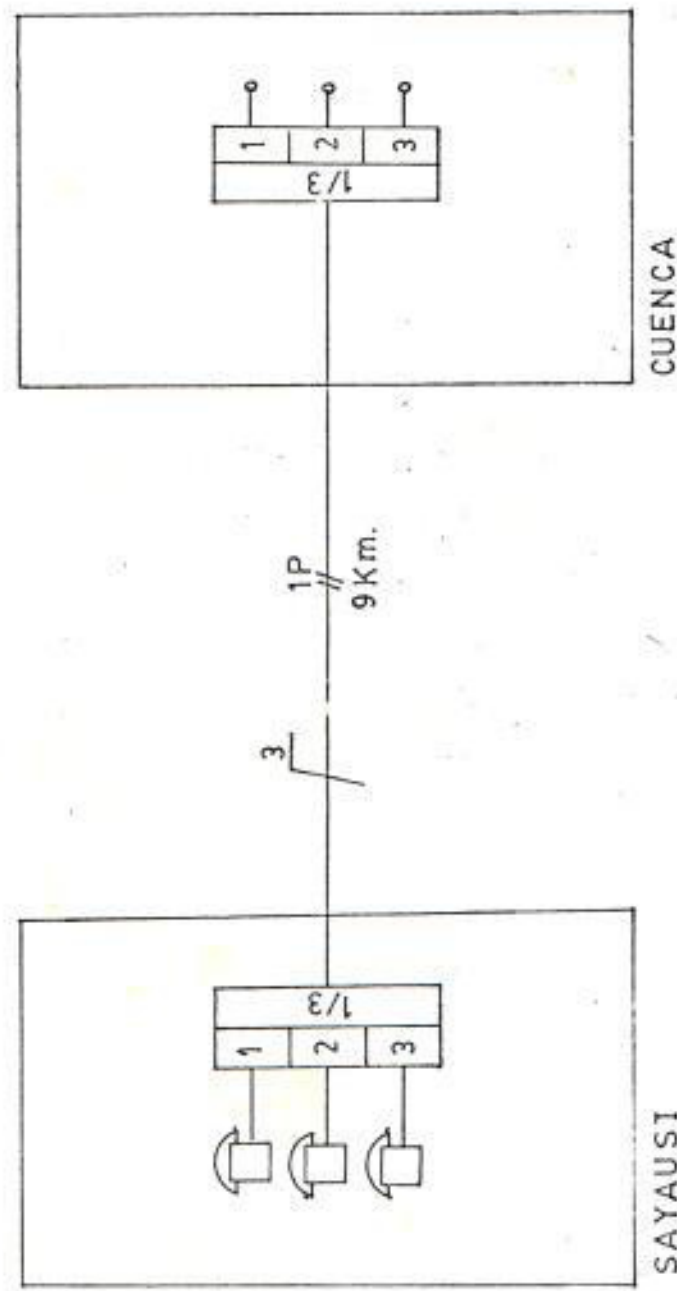


Fig 4.111
Sistema de onda portadora Sayausi-Cuenca

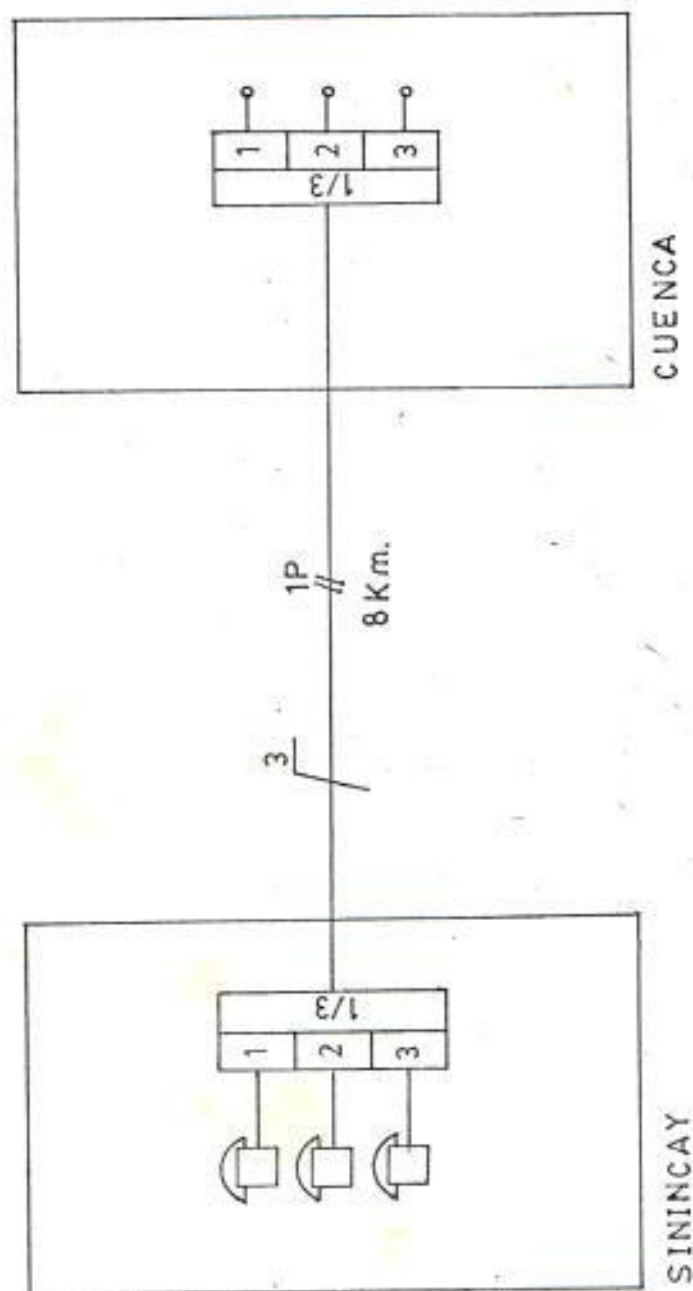


Fig 4.112
Sistema de onda portadora Siniricay - Cuenca

Fig 4.113

Sistema de onda portadora

Tarqui-Victoria de el Portete-Giron

Cumbe-Victoria de el Portete-Giron

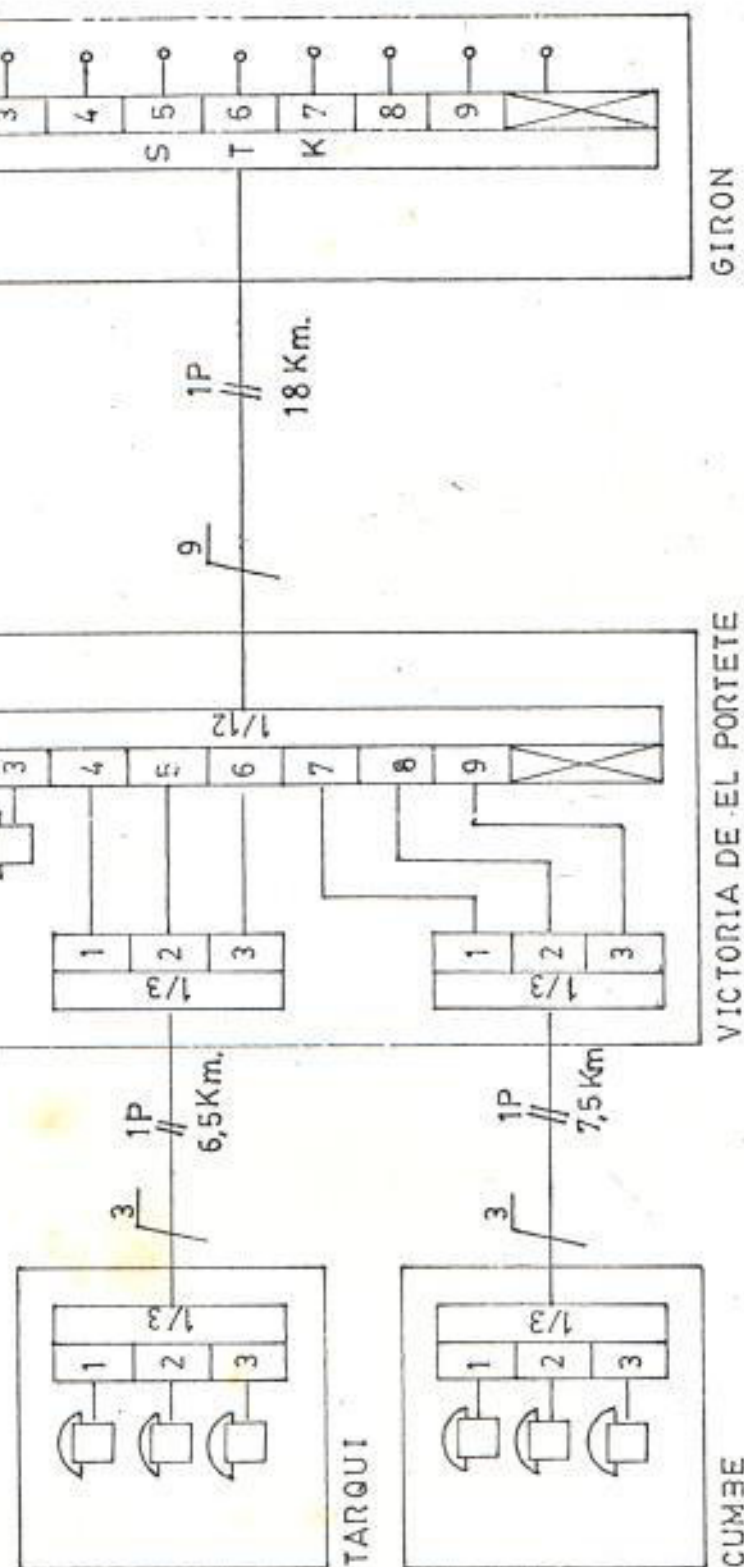
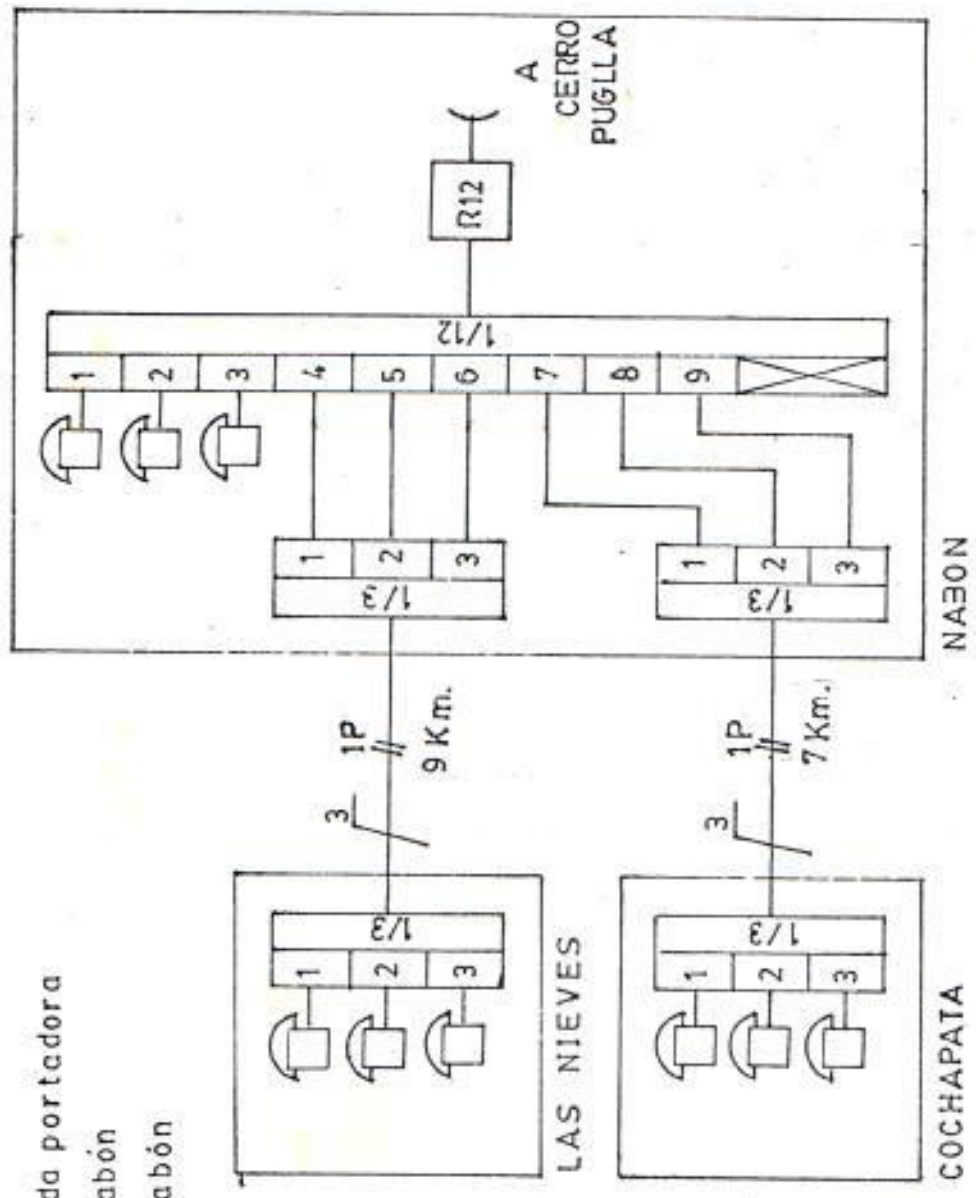


Fig 4.114

Sistema de onda portadora
Cochapata - Nabón
Las Nieves - Nabón



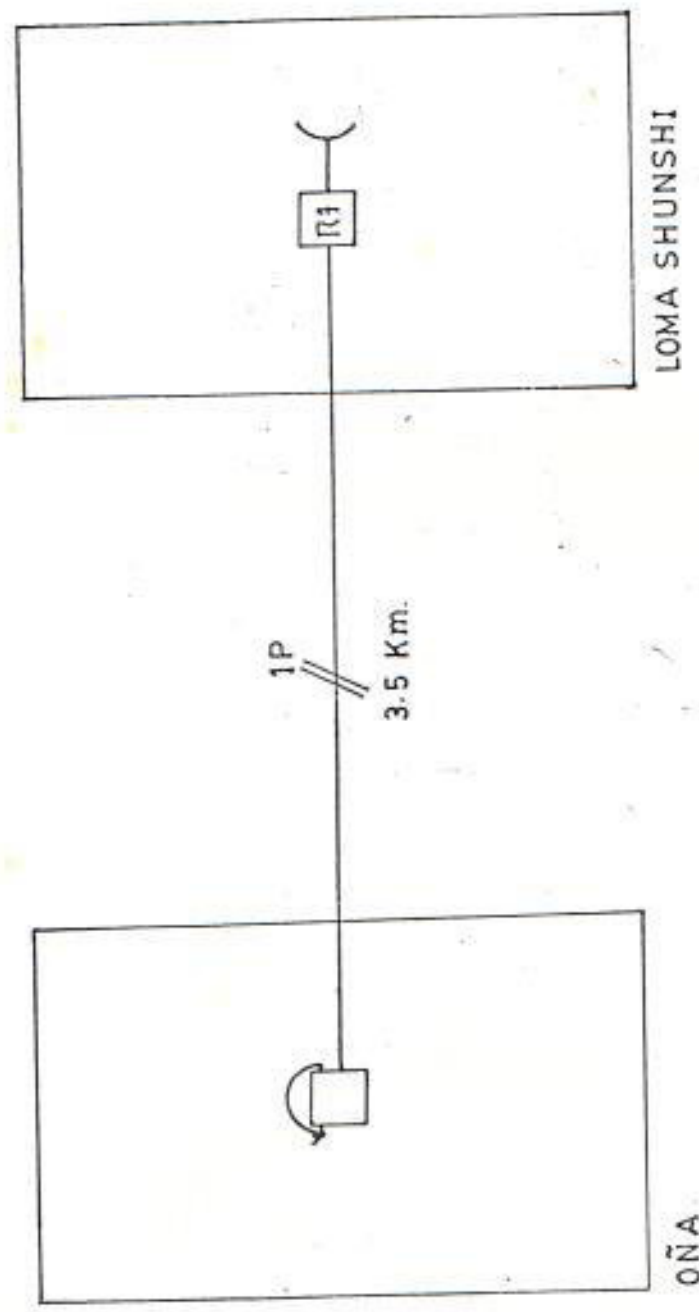


Fig 4.115
Sistema de línea física a frecuencia vocal Oña-Loma Shunshi

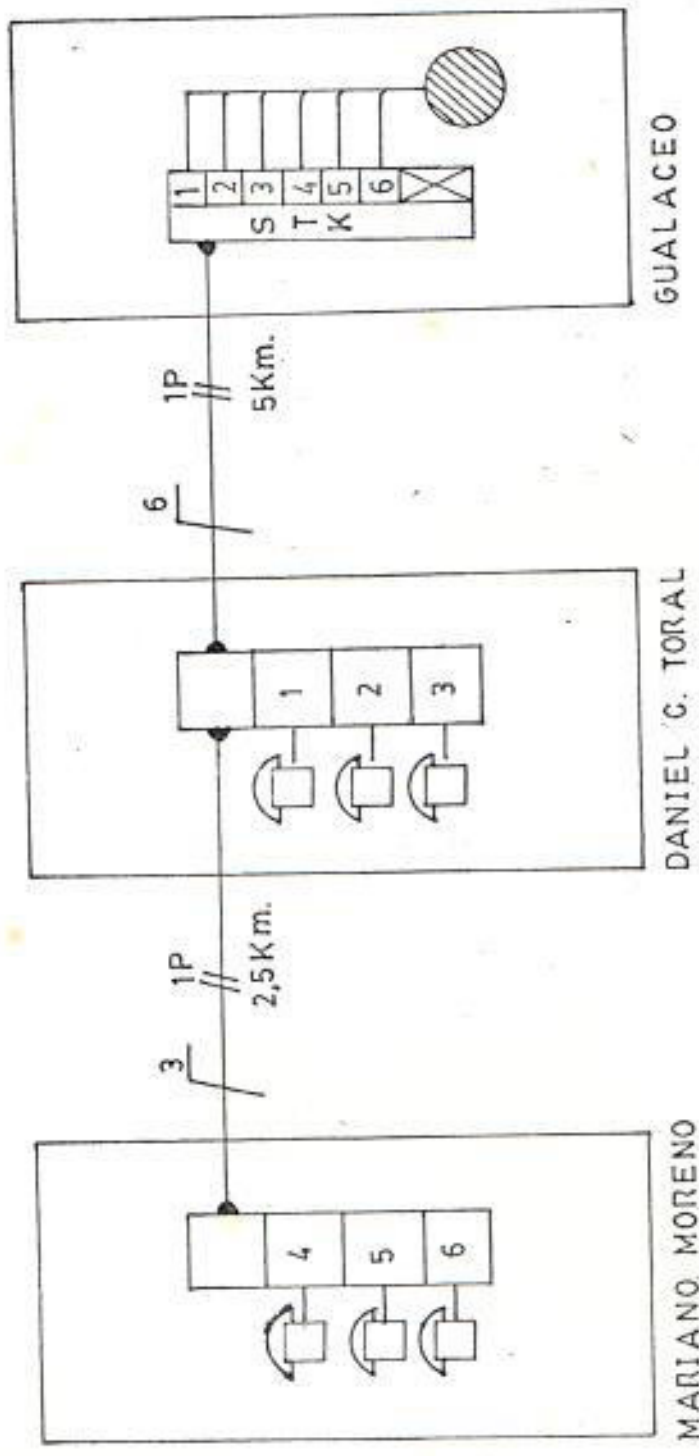


Fig 4.116

Sistema de onda portadora Mariano Moreno-Daniel C. Toral-Gualaceo

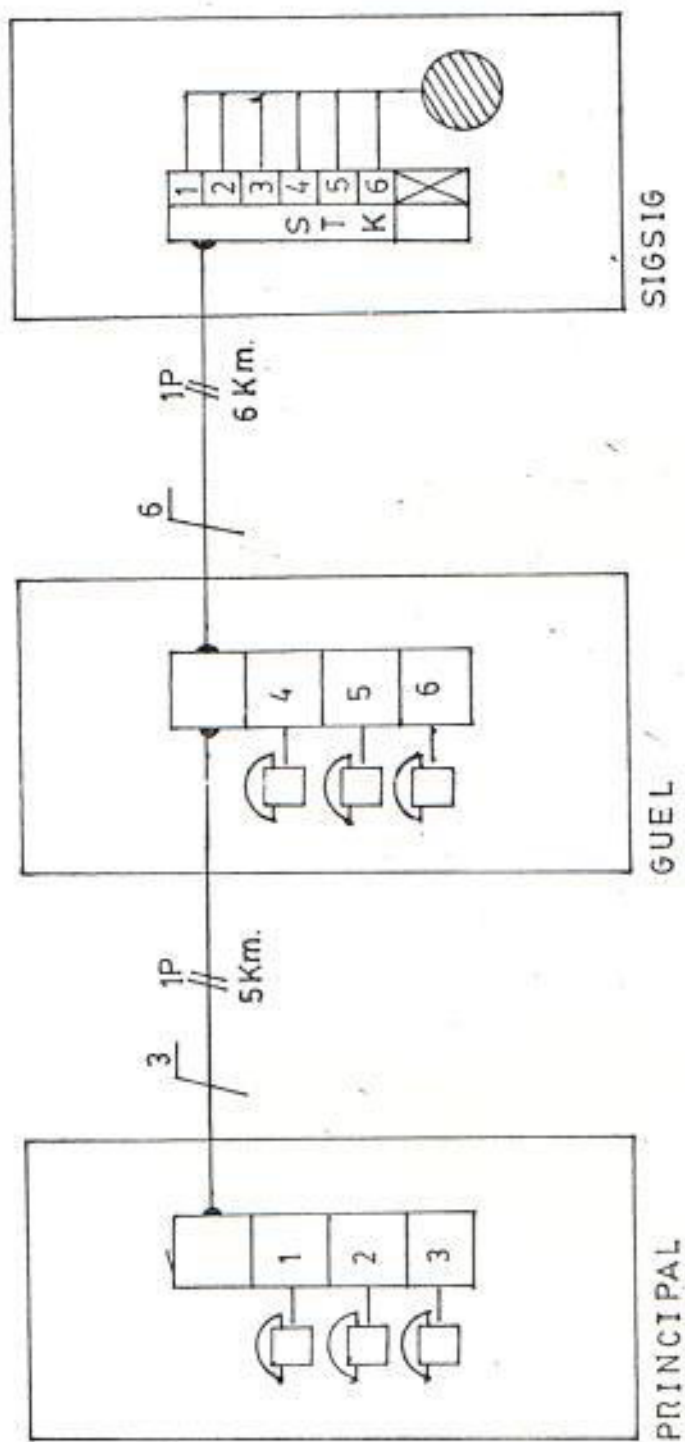


Fig 4.117
Sistema de onda portadora Principal-Guel-Sigsig

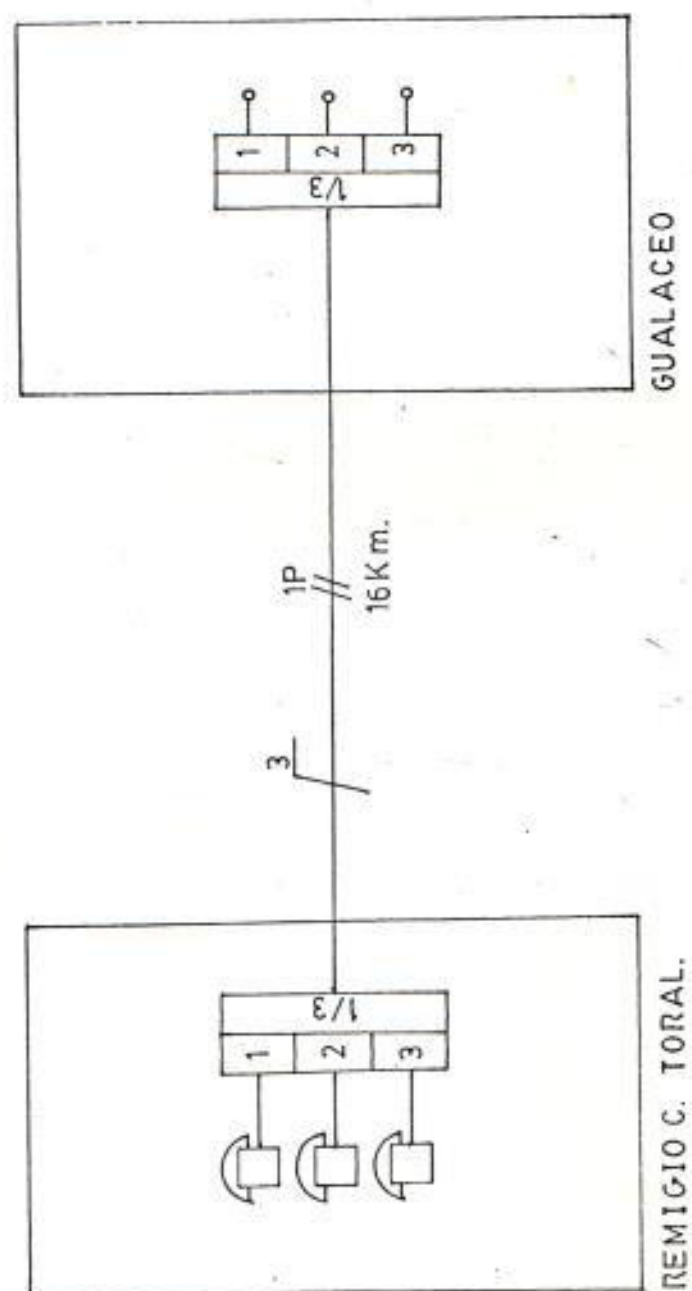


Fig 4.118

Sistema de onda portadora Remigio Crespo Toral-Gualaceo

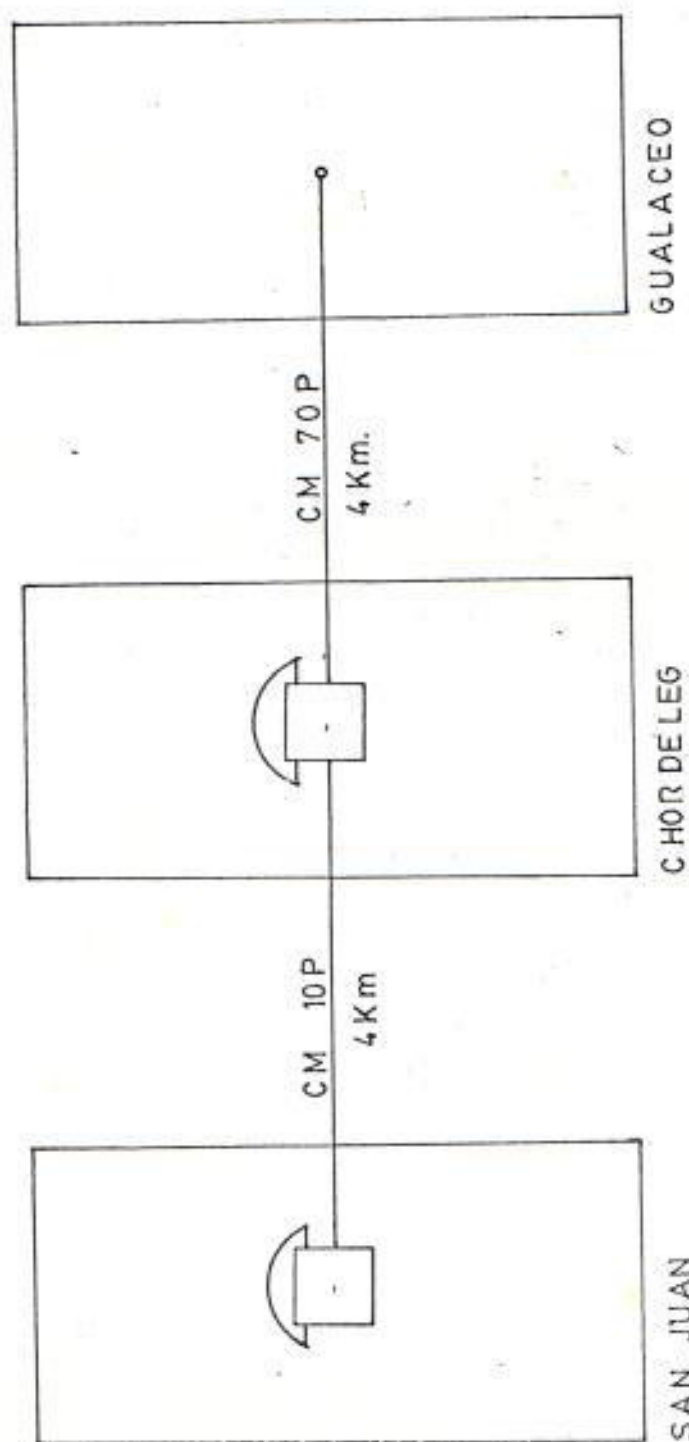
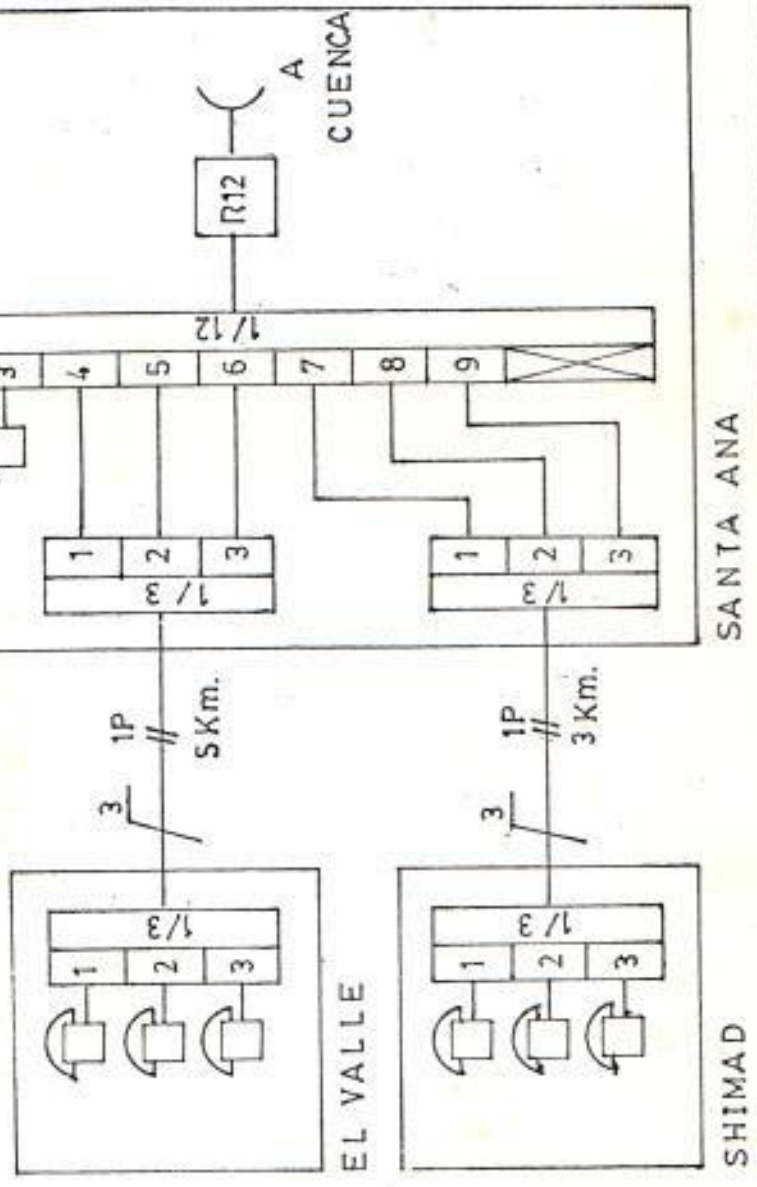


Fig 4.119
Enlace por cable multipar San J  n - Chordeleg - Gualaceo

Fig 4.120

Sistema de onda portadora
El Valle-Santa Ana
Shimad-Santa Ana



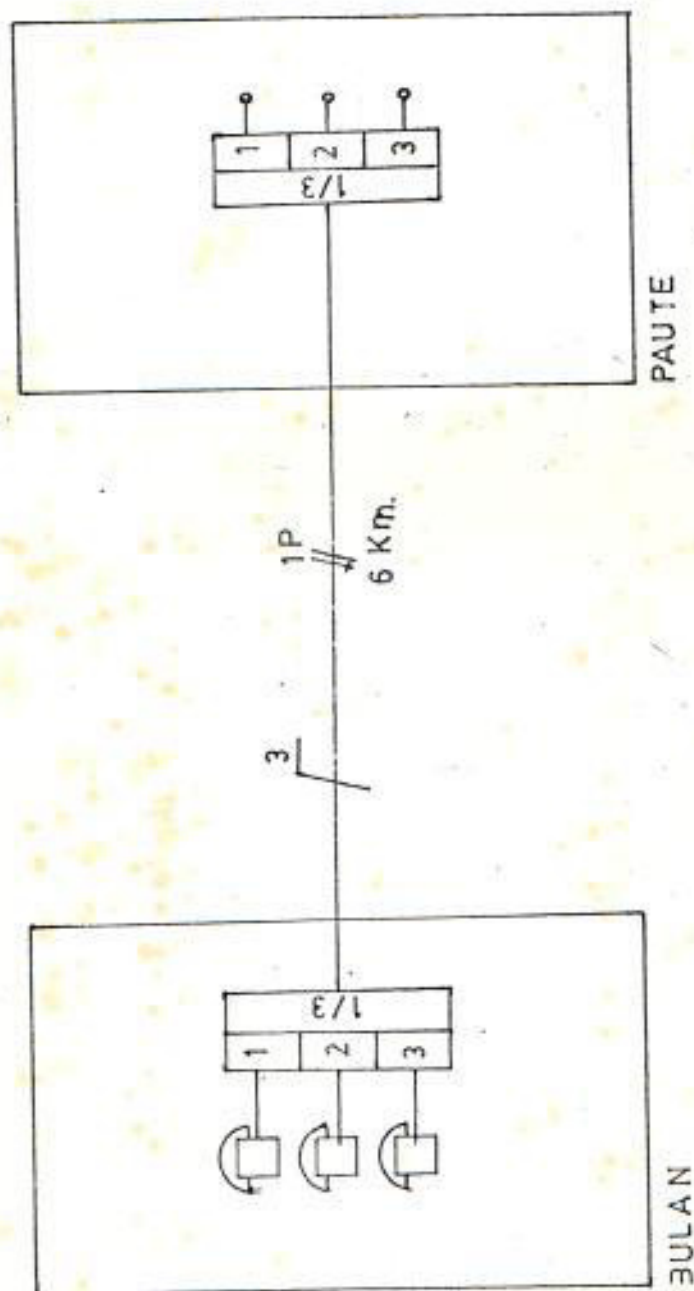


Fig 4.121

Sistema de onda portadora Bulan-Paute

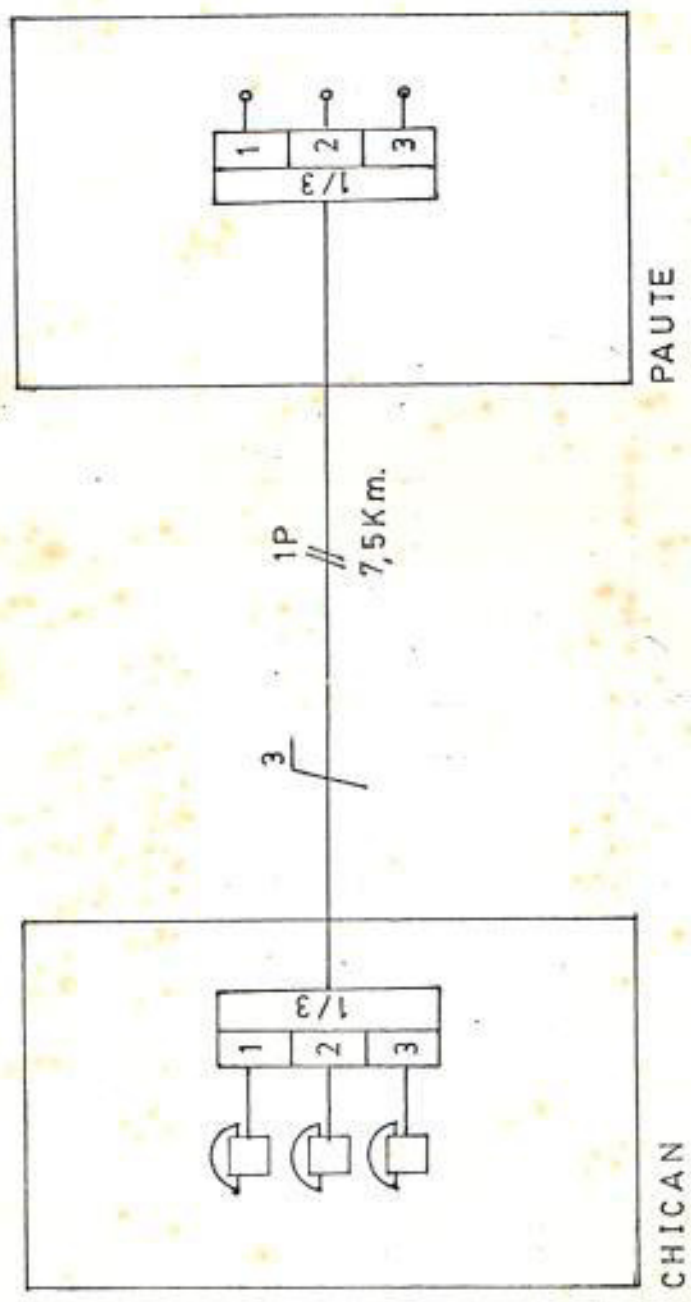


Fig 4.122
Sistema de onda portadora Chican-Paute

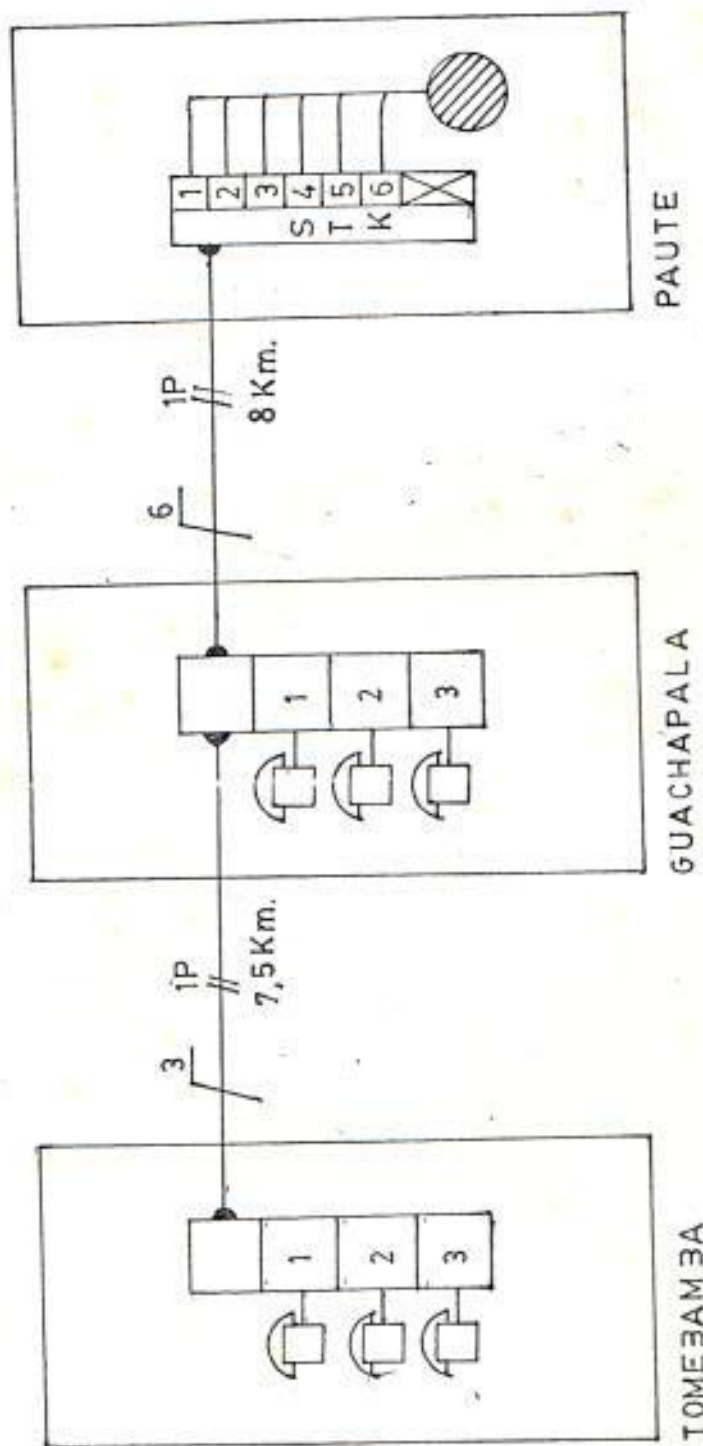


Fig 4.123
Sistema de onda portadora Tomebamba-Guachapala-Paute

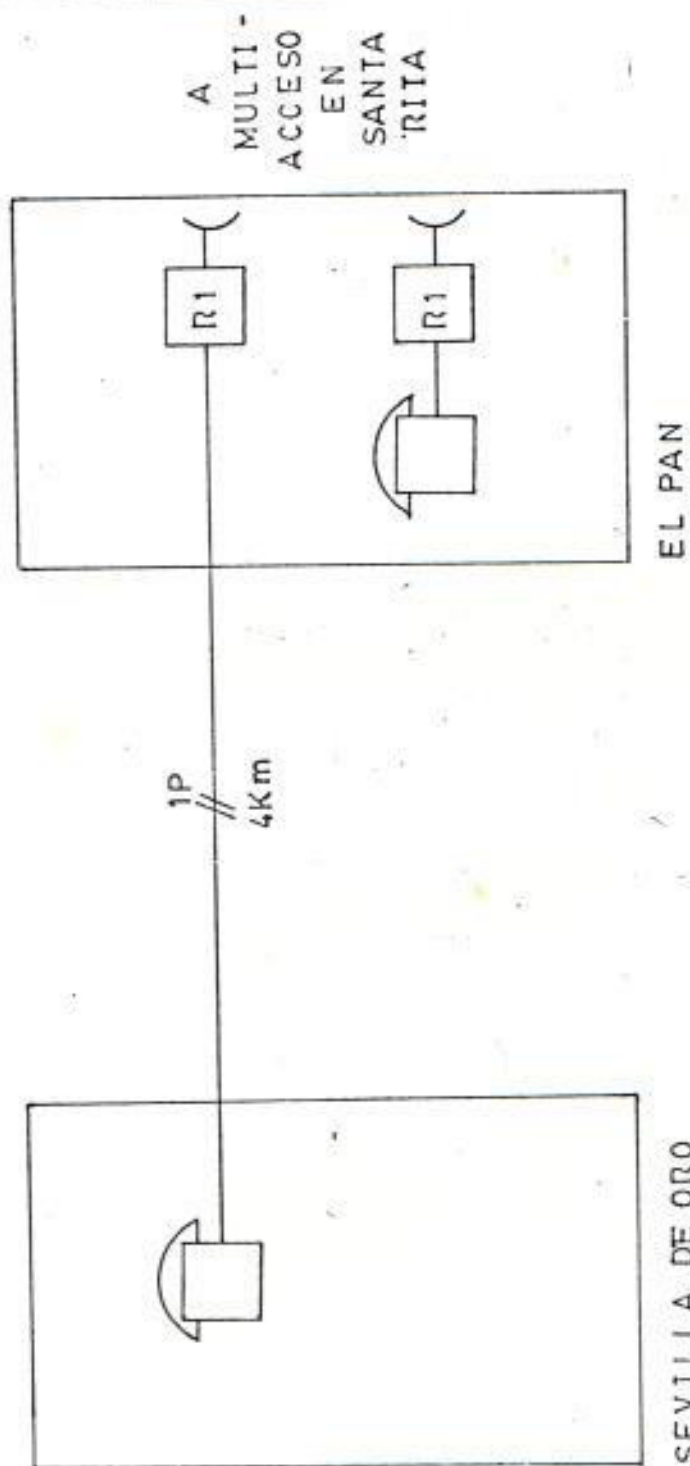


Fig 4.124

Sistema de linea física a frecuencia vocal Sevilla de Oro-El Pan

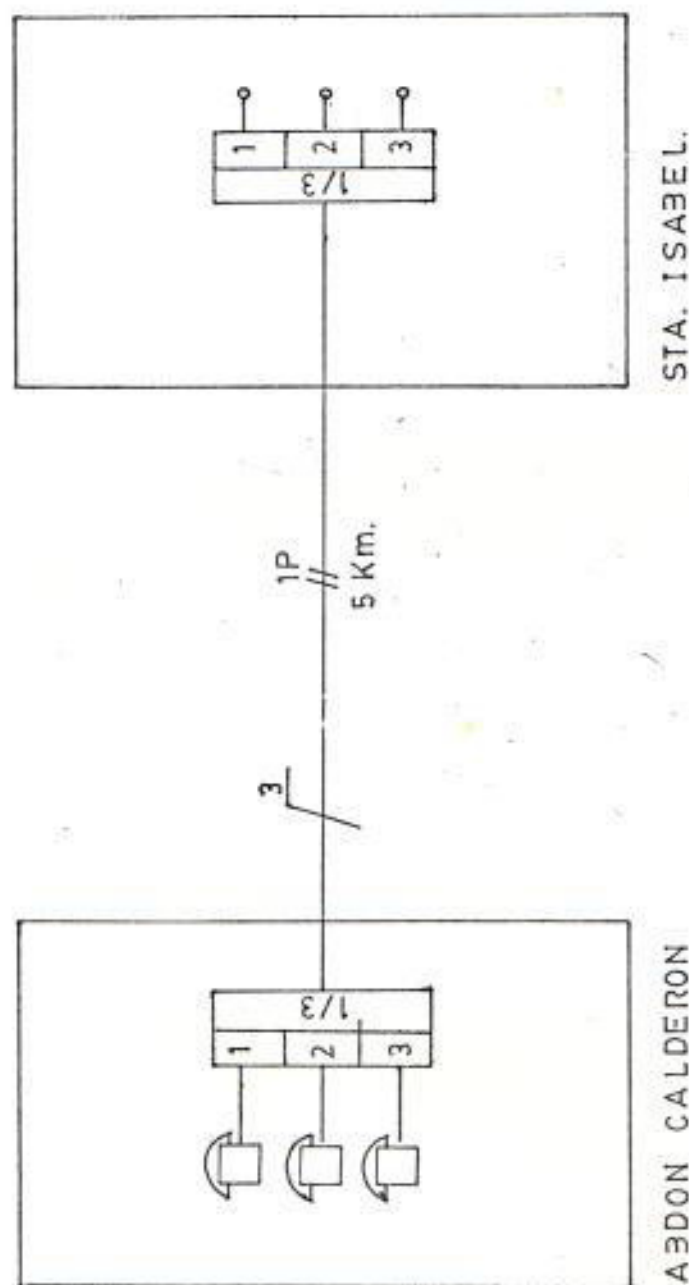


Fig 4.125

Sistema de onda portadora Abdon Calderon-Santa Isabel

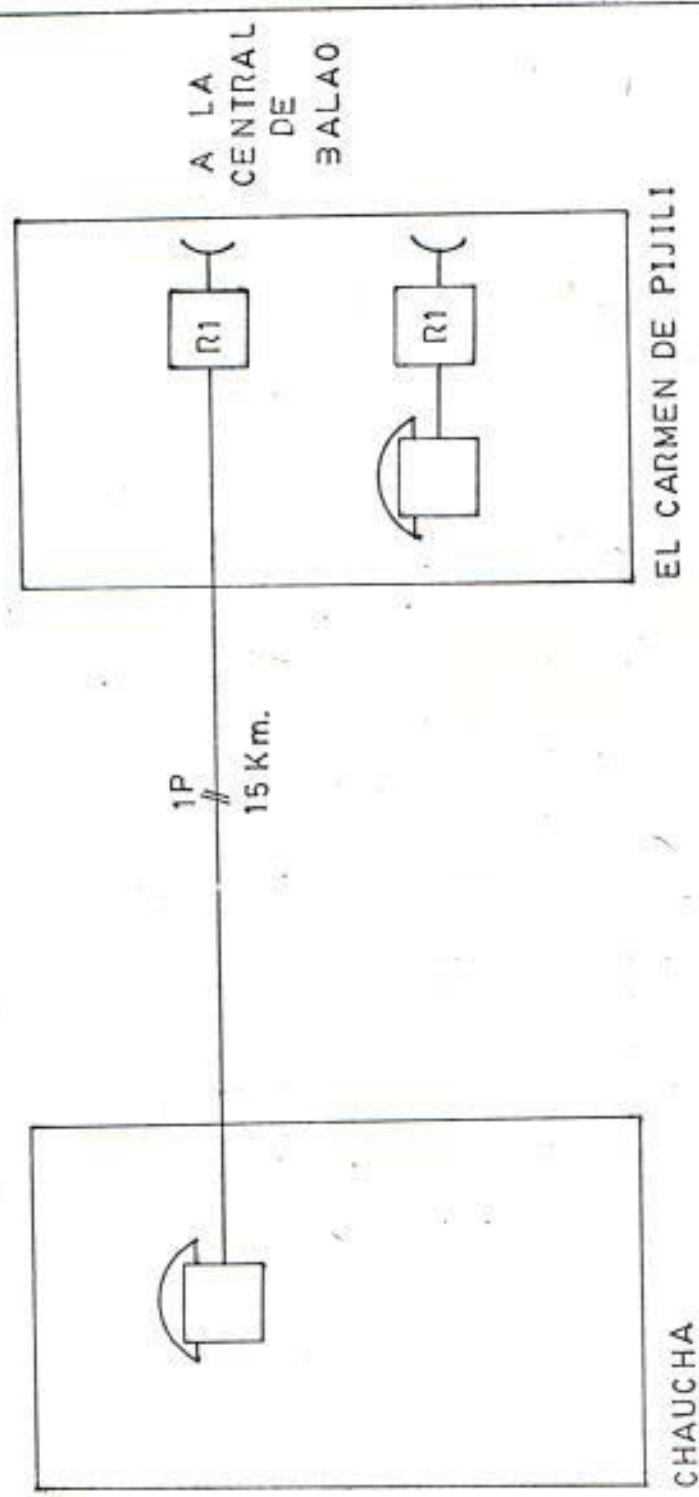


Fig 4.126
Sistema de línea física a frecuencia vocal Chaucha-El Carmen de Pijili

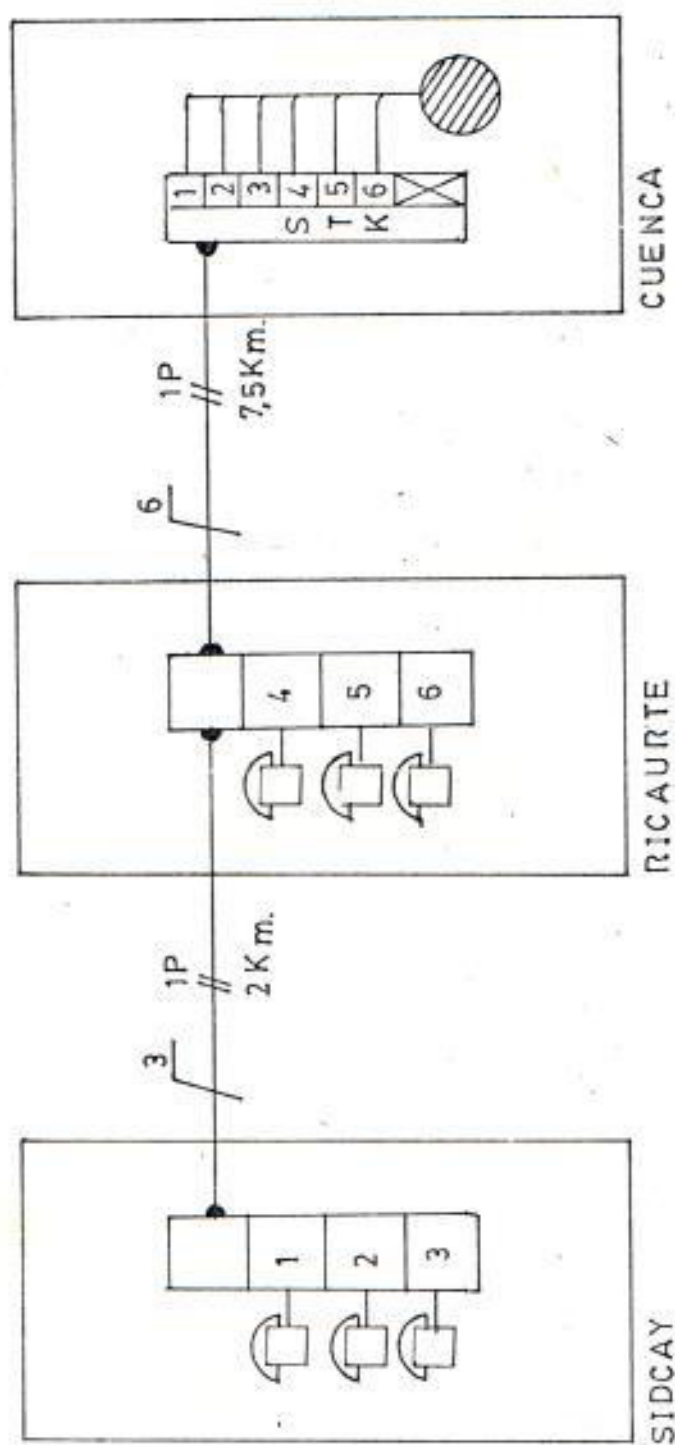


Fig 4.127
Sistema de onda portadora Sidcay-Ricaurte-Cuenca

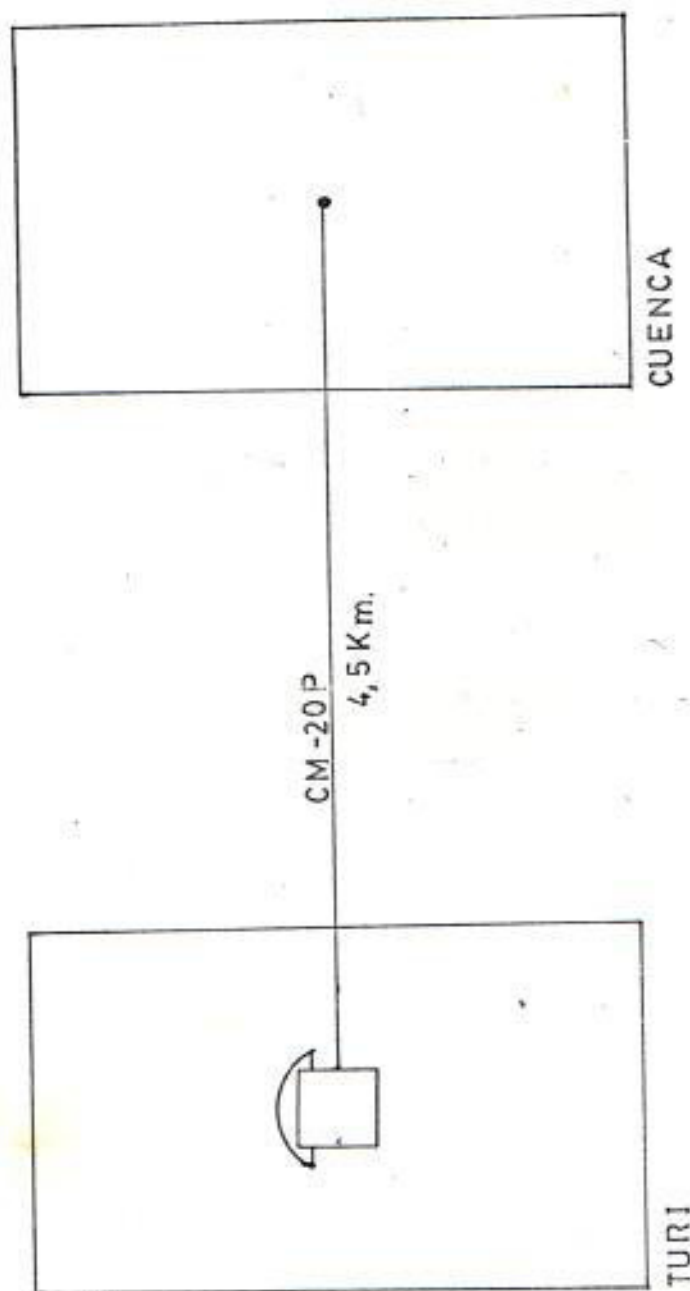


Fig 4.128
Sistema de cable multiplex Turi-Cuenca

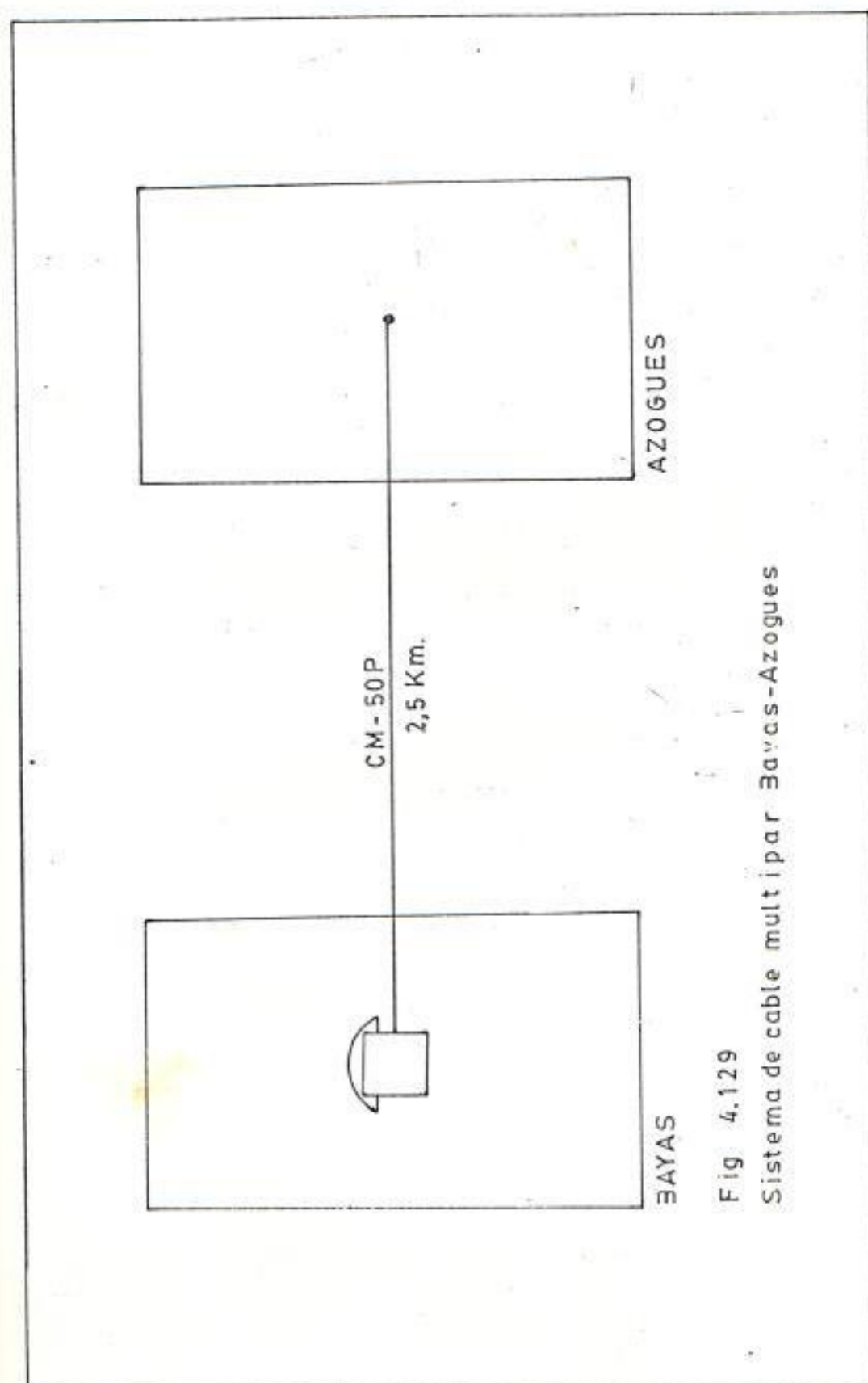


Fig 4.129

Sistema de cable multi par Bayas-Azogues

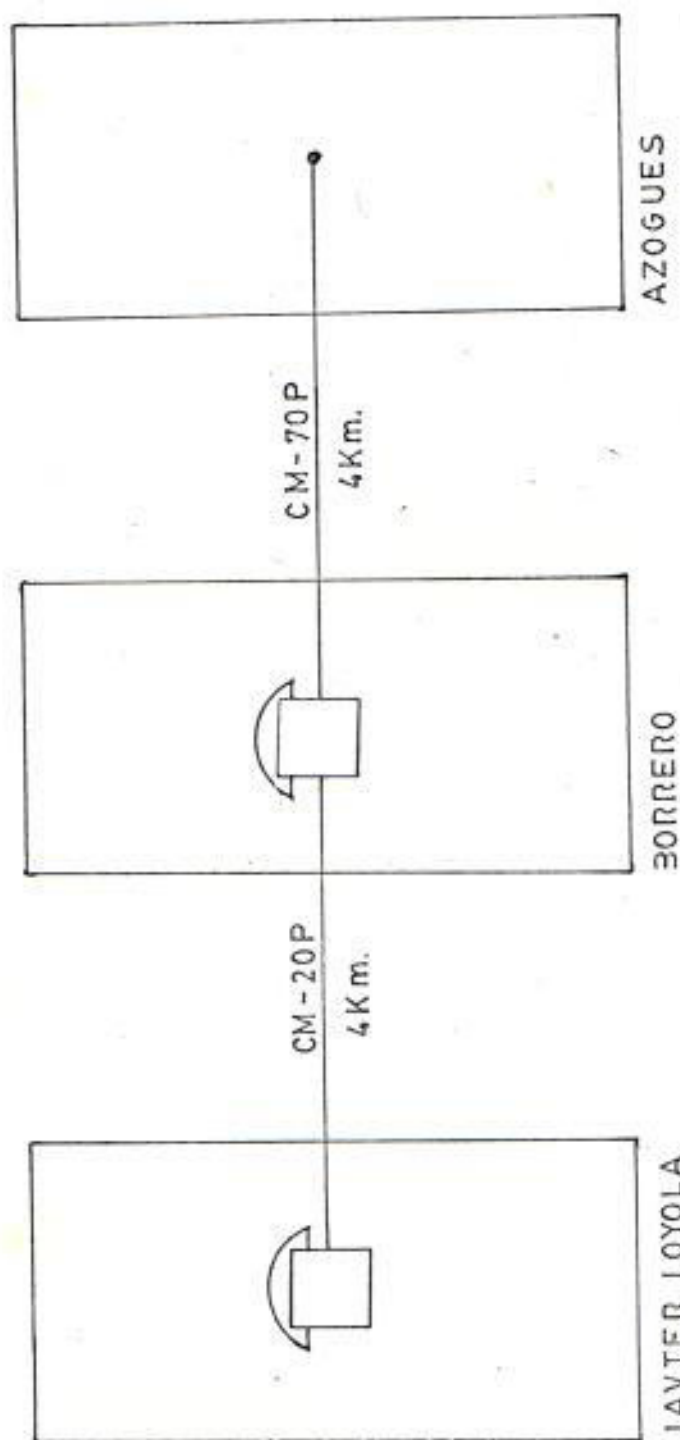
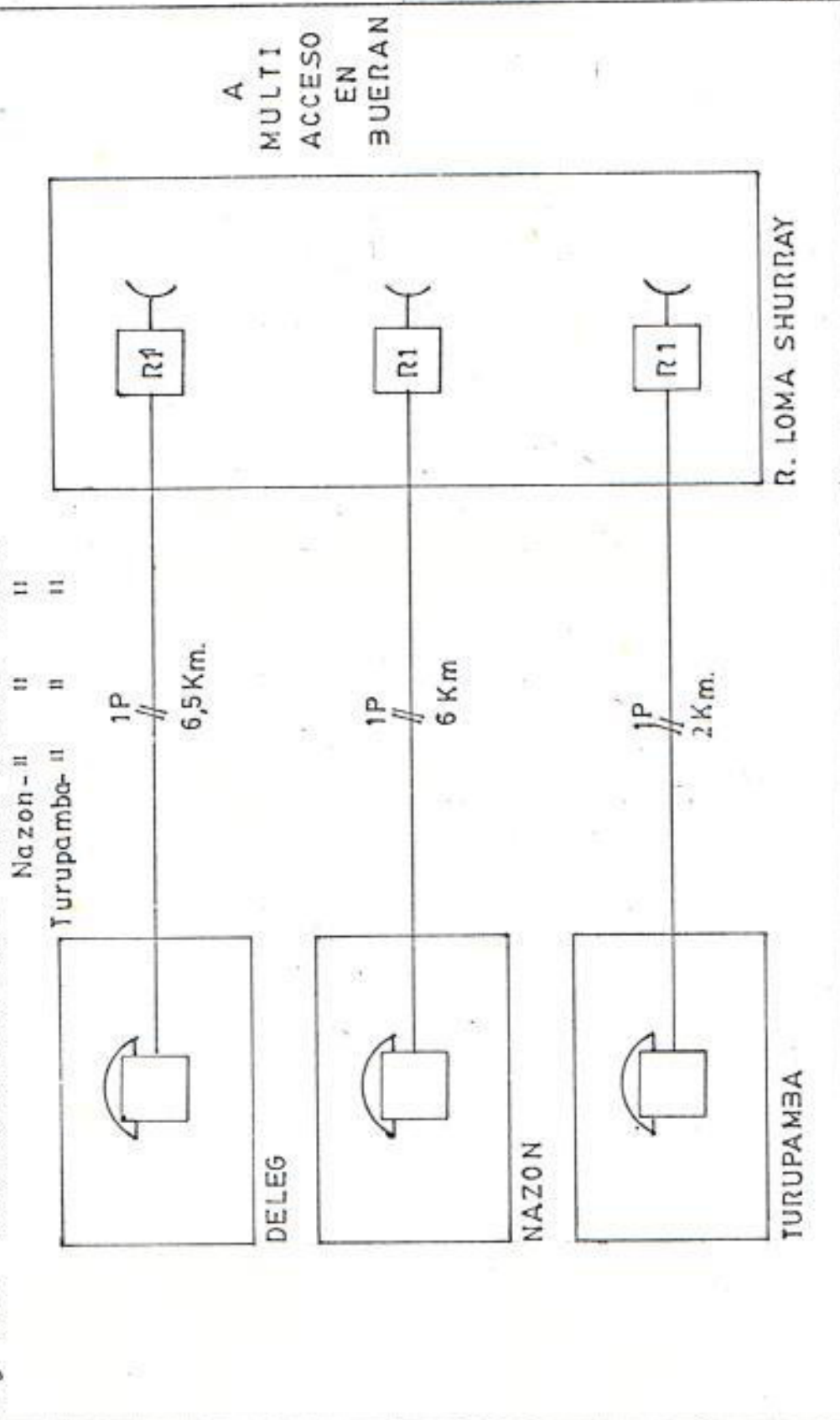


Fig 4.130
Sistema de cable multipar Javier Loyola - Borrero - Azogues

Fig 4.131 Sistema de línea física Deleg-R. Loma Shurray



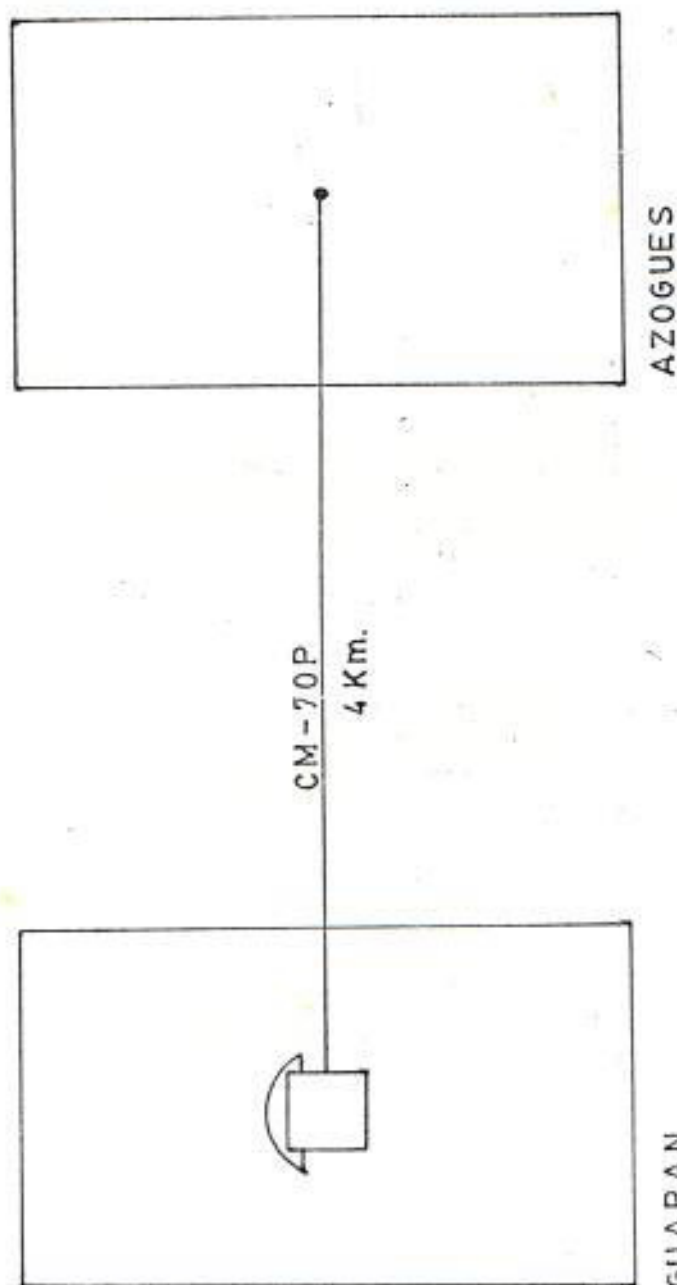


Fig 4.132

Sistema de cable-multipar Guapan-Azogues

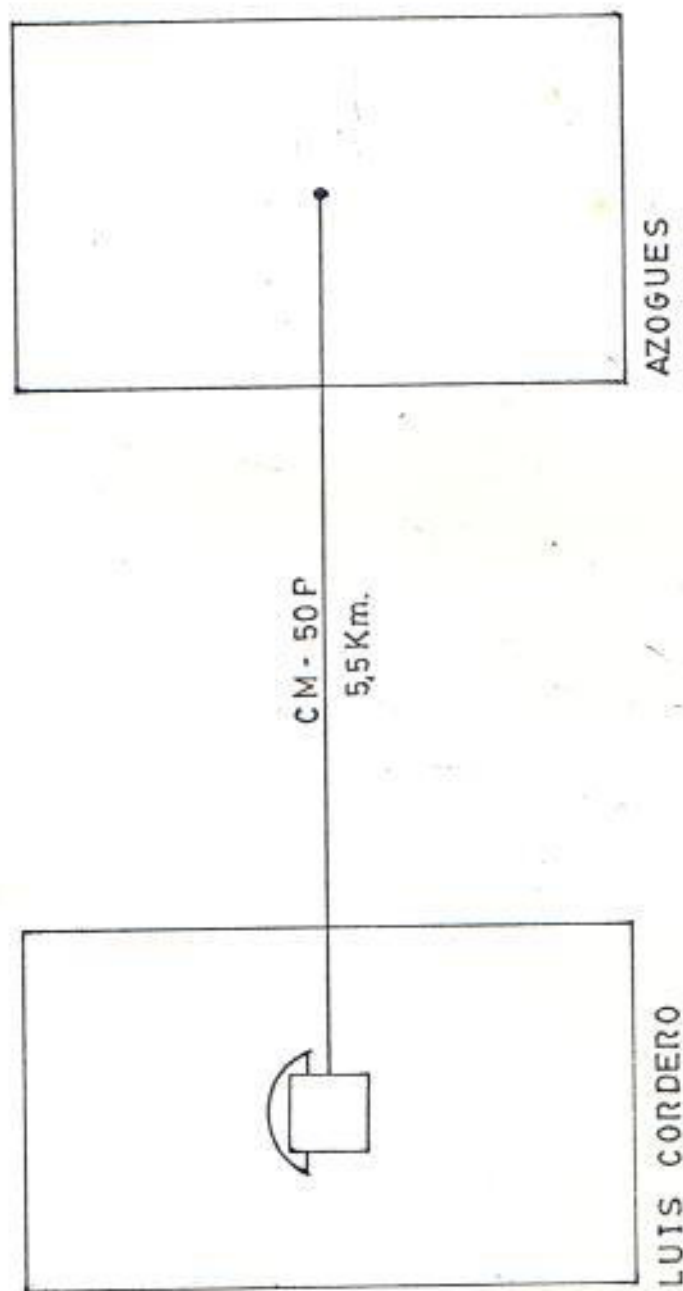
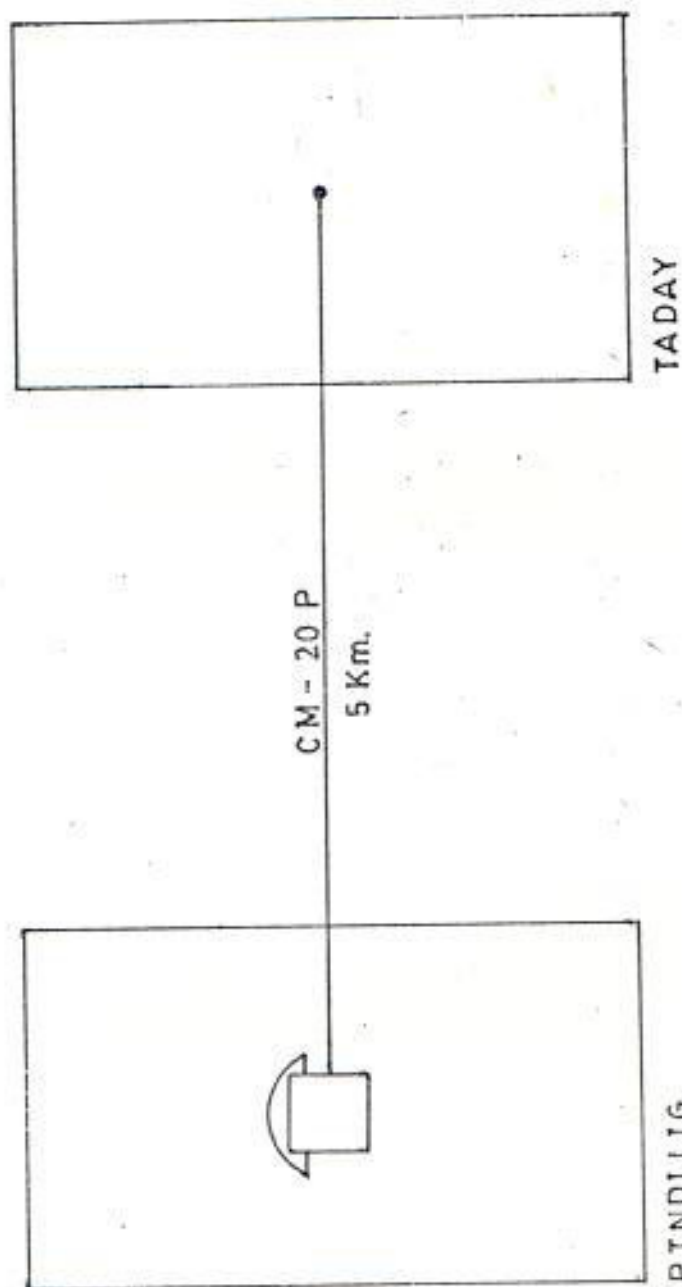


Fig 4.133

Sistema de cable multi i par Luis Cordero - Azogues



PINDILIG

TADAY

CM - 20 P

5 Km.

Fig 4.134

Sistema de cable multipar Pindilig - Taday

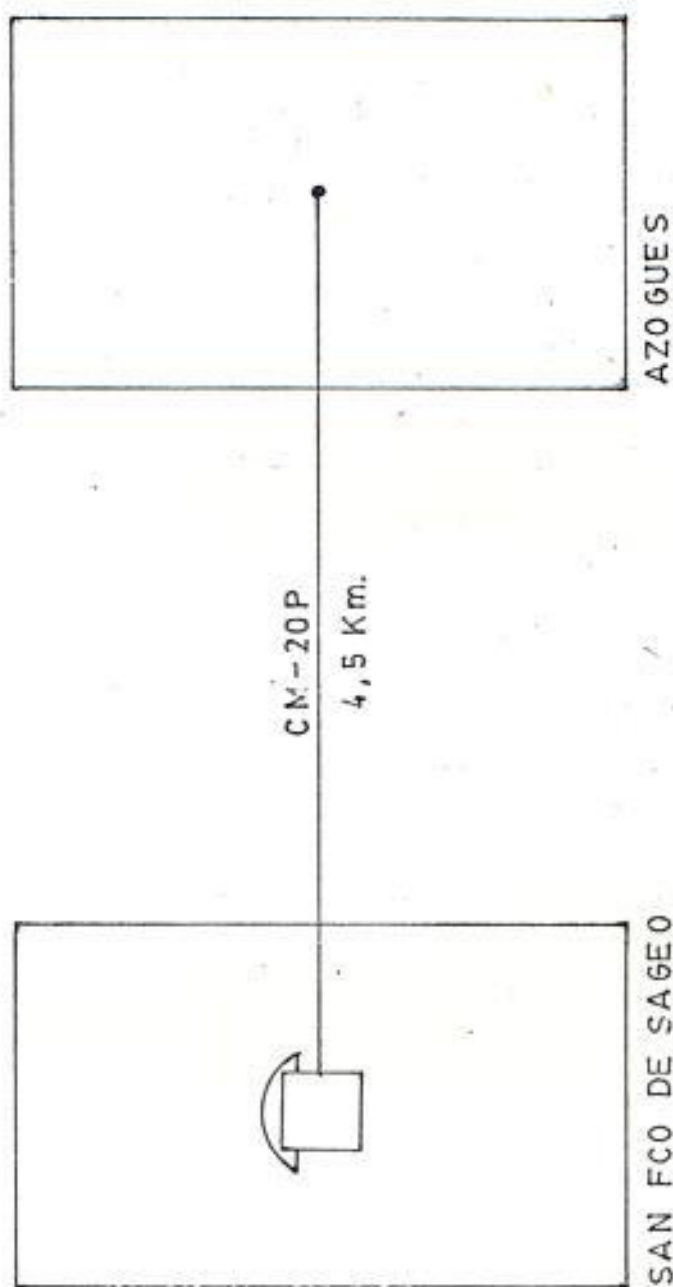


Fig 4.135
Sistema de cable multipar San Francisco de Sago-Azogues

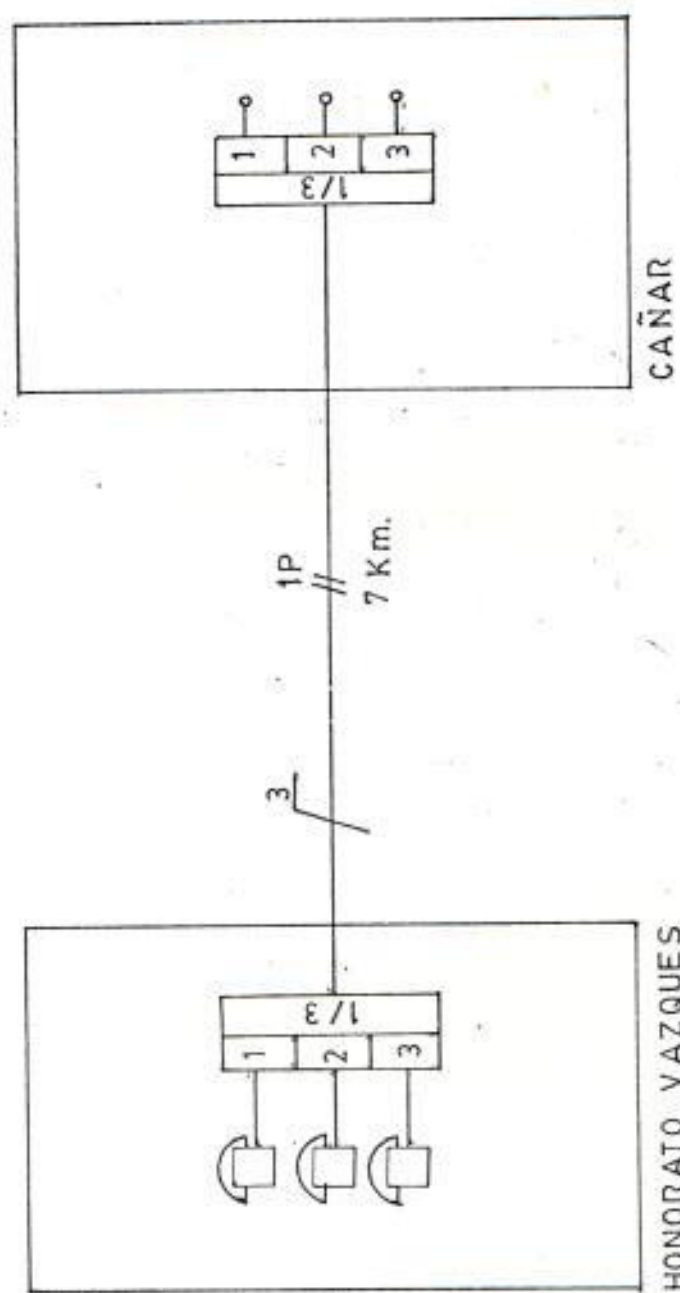


Fig 4.136

Sistema de onda portadora Honorato Vasques - Cañar

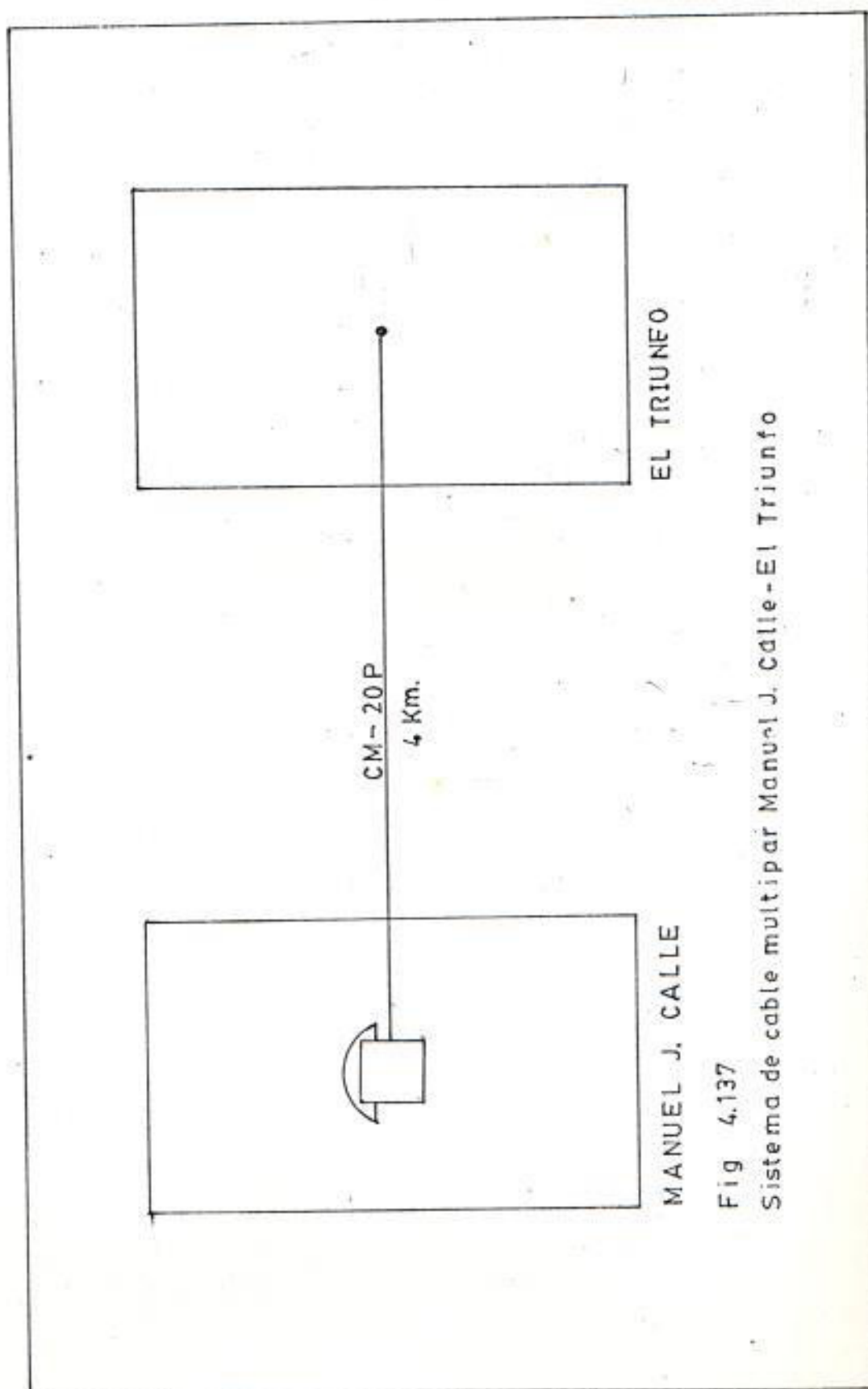


Fig 4.137

Sistema de cable multipar Manuel J. Calle-El Triunfo

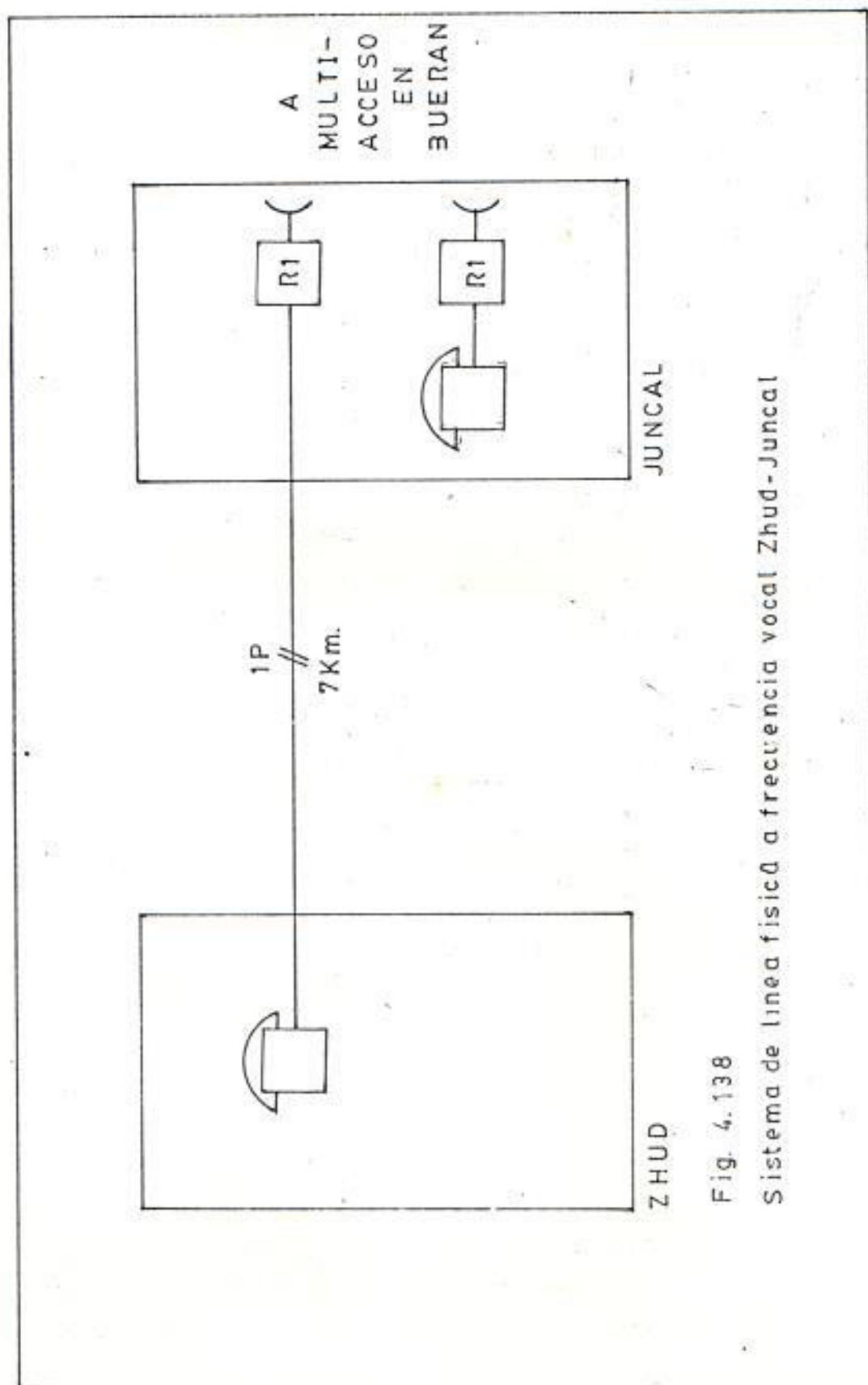


Fig. 4.138

Sistema de línea física a frecuencia vocal Zhud-Juncal

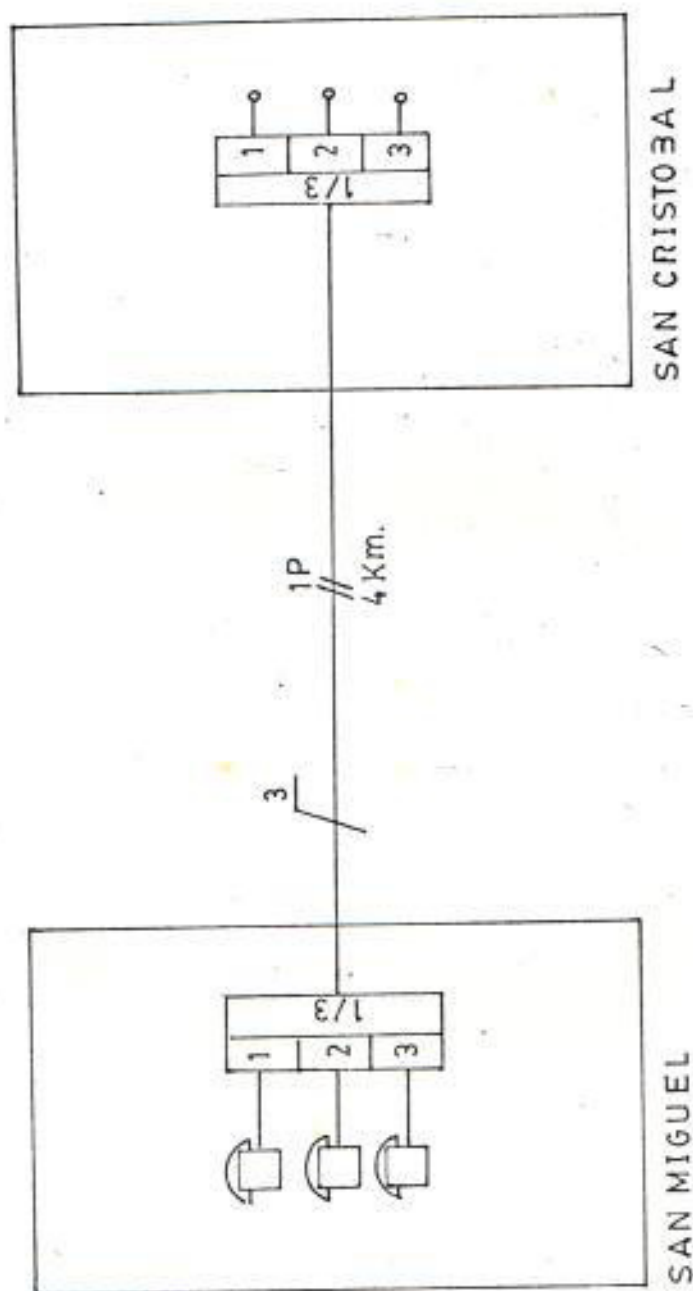


Fig 4.139
Sistema de onda portadora San Miguel-San Cristobal

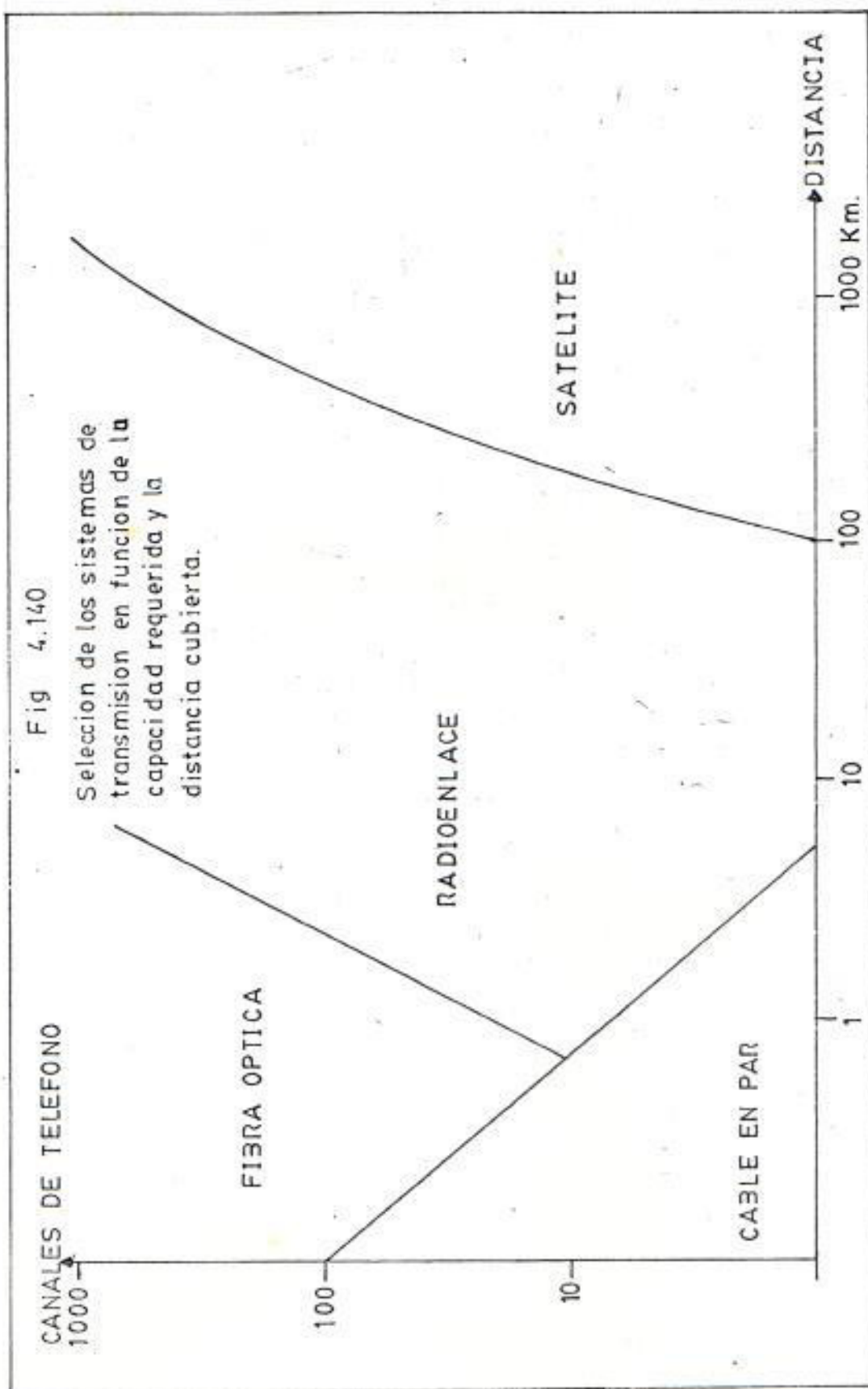
Y ENLACE DE RADIO

En general la decisión de enlazar mediante línea física o radio depende de muchos factores. El costo inicial del enlace por radio siempre es superior al enlace mediante línea física. Sin embargo debe considerarse que el mantenimiento de una línea física es muy superior al de un enlace por radio y si las condiciones del clima son malas, el enlace físico estaría sujeto a constantes interrupciones.

De acuerdo a la figura 4.140, se puede usar cable multipar hasta una distancia aproximada de 2 Km y una capacidad máxima de 100 canales. Por lo general se usa cable multipar autoportado de 0.9 y 0.6 mm de diámetro para poder satisfacer los requerimientos de transmisión que son atenuación y resistencia máxima de bucle de abonado que está limitada a 1800 ohms y 6 dB medido a 1 KHz.

Mediante el uso de alambres bimetalicos desnudos se pueden alcanzar mayores distancias y utilizando repetidores de onda portadora se pueden obtener hasta 15 canales en solo par de línea abierta.

En la figura 4.141, se hace una comparación entre los costos de los diferentes medios de transmisión para una capacidad de 100 canales. A partir de los 2 Km el sistema analógico resulta más caro que el



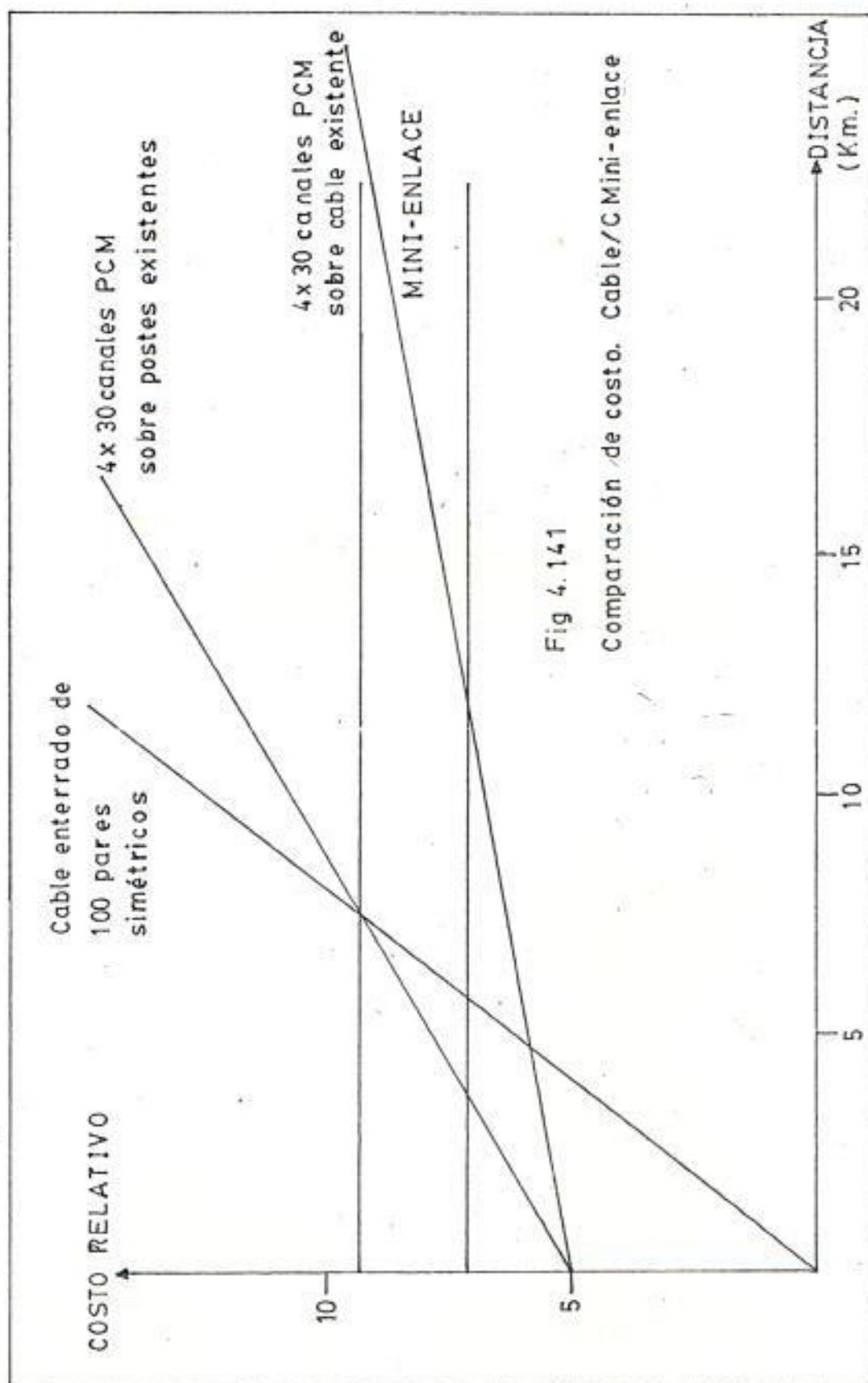


Fig 4.141

Comparación de costo. Cable/C Mini-enlace

sistema digital PCM de 120 canales sobre postes existentes y a partir de los 5 Km es más caro que el sistema de 120 canales PCM sobre cable existente. Sin embargo un sistema minienlace digital de 120 canales resulta más barato que cualquiera de los sistemas anteriores a partir de los 13 Km.

La figura 4.142, muestra una comparación en base a 30 canales. El sistema de 30 canales PCM sobre cable existente siempre es más barato que el sistema de 30 pares de cable enterrado pero es más caro a partir de los 12 Km.

La figura 4.143, muestra una comparación de costos en base a 100 canales. Se puede notar que si no se considera el costo de los mástiles de 30 m en el mini-enlace, el costo del enlace por radio digital es superior a cualquiera de los otros sistemas a partir de los 9 Km.

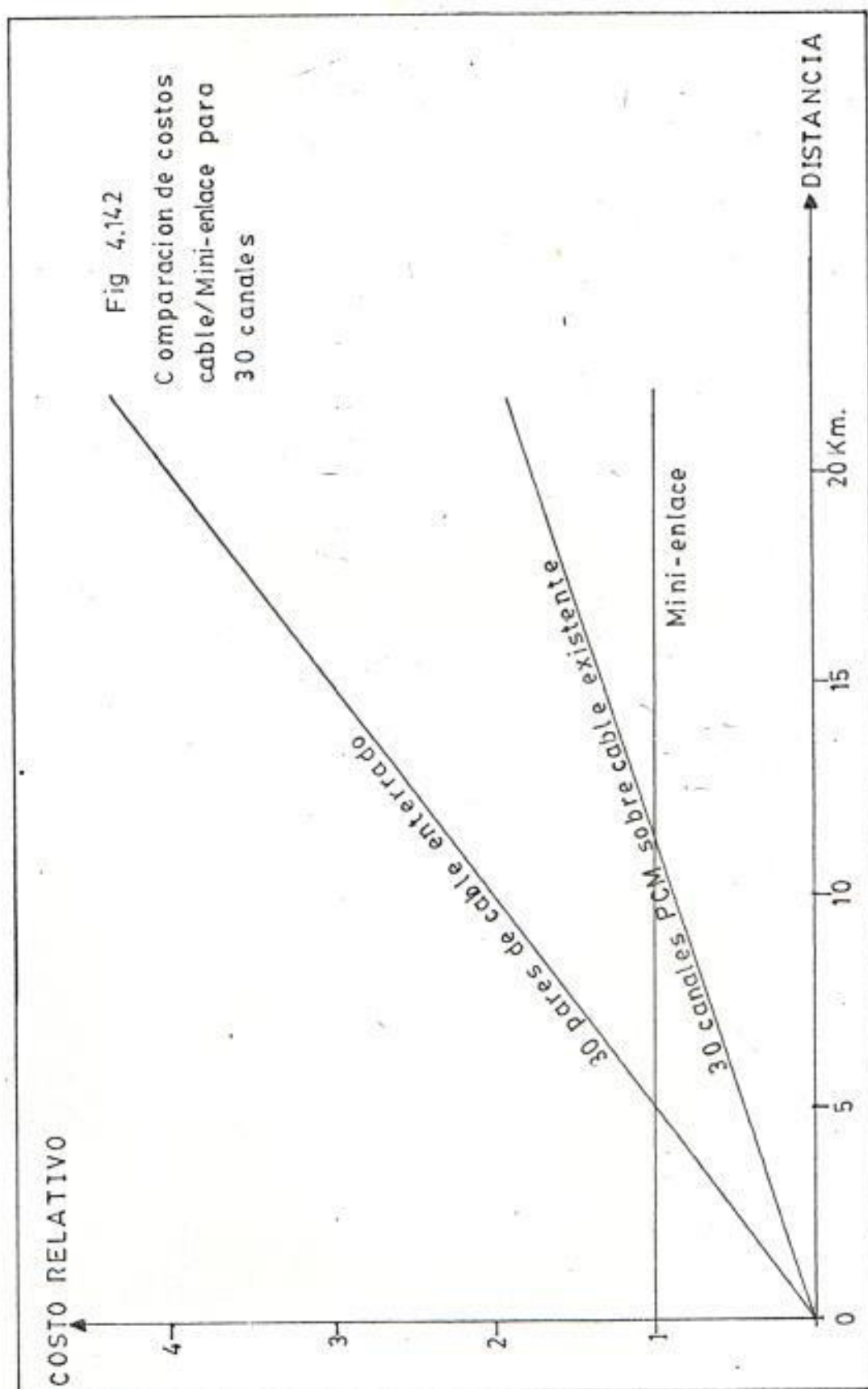
Los enlaces en los que se puede poner enlace de radio y enlace físico son:

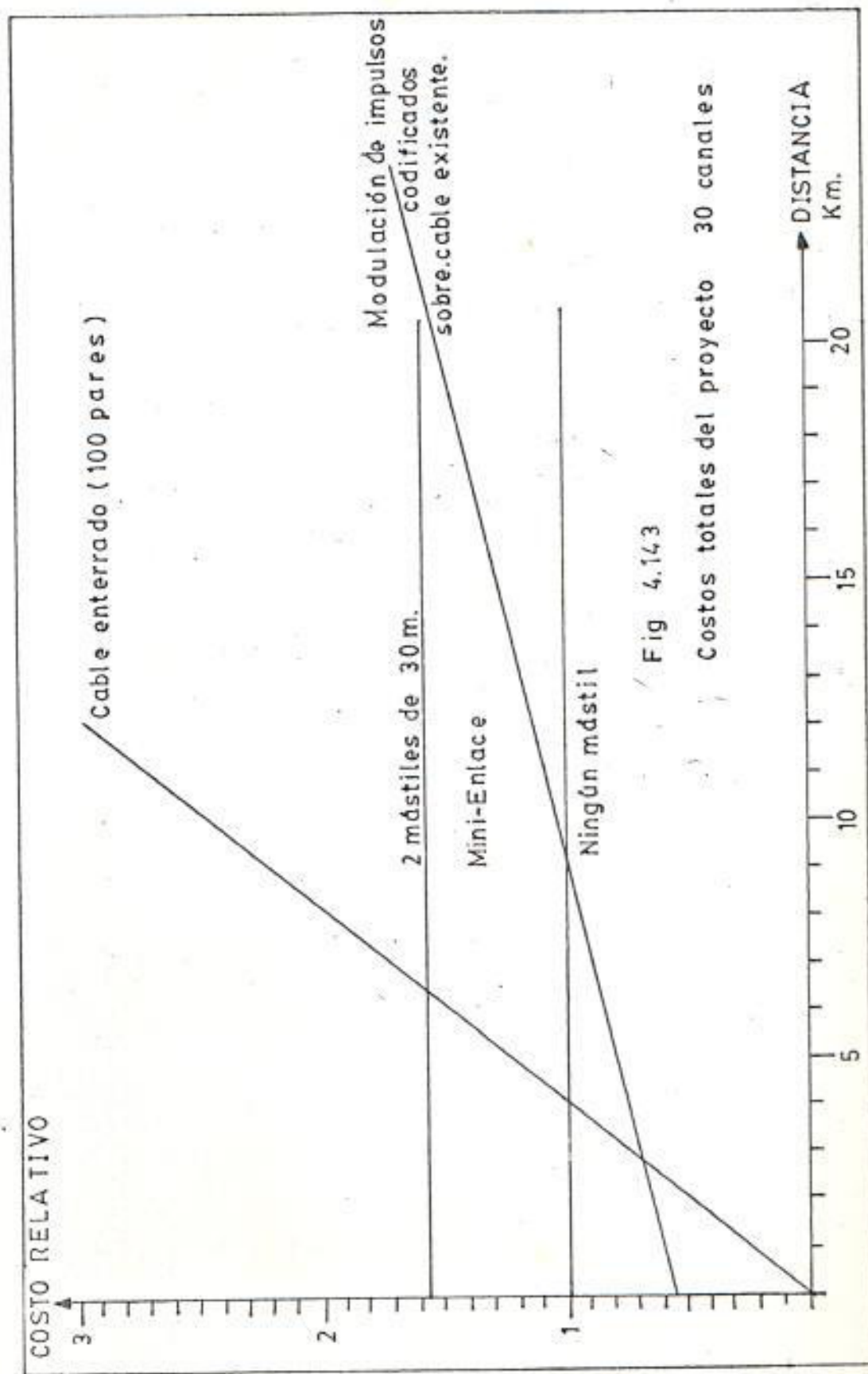
Santa Ana - Cuenca

Distancia : 12 Km

Capacidad de tráfico: 9 circuitos

Santa Ana recoge los tráficos de las poblaciones de El Valle y Shimag y puede conectarse vía radio con





Cuenca con un sistema analógico multiplex de 12 canales pero también puede conectarse mediante un sistema de onda portadora escalonado. Sin embargo el terreno es montañoso y difícil que el mantenimiento del enlace resultaría demasiado caro y las interrupciones constantes. El enlace vía radio es el más adecuado en este caso.

Sinincay - Cuenca

Distancia : 8 Km

Capacidad de tráfico: 3 circuitos

Sinincay puede conectarse vía radio con el multi-acceso de San Cristobal. Se requieren tres circuitos y se podrían conectar tres enlaces monocanales hacia el multiacceso de San Cristobal. Sin embargo el enlace mediante línea física hacia Cuenca resultaría más factible ya que se pueden obtener hasta 16 canales por un solo par y la distancia no es grande.

Sayausi - Cuenca

Distancia : 9 Km

Capacidad de tráfico: 3 circuitos

Al igual que en el caso anterior se conectará mediante onda portadora con Cuenca.

Ricaurte - Cuenca

Distancia : 7.5 Km

Capacidad de tráfico: 6 circuitos

La población de Rincante recoge el tráfico de Sidcay y puede conectarse vía radio hacia el multiacceso de San Cristobal o por línea física hacia Cuenca. El tráfico requiere 6 circuitos que podrían ser 6 monocanales hacia el multi-acceso o un sistema de onda portadora escalonado hacia Cuenca. Ya que la distancia es de 9.5 Km se considera que el sistema de onda portadora es el más adecuado.

Cutchil - Sigsig

Distancia : 4 Km

Capacidad de tráfico : 3 circuitos

La población de Cutchil puede conectarse mediante radio al multiacceso de Gallil o hacia Sigsig mediante línea física. Sin embargo el terreno es montañoso y abrupto que la conexión mediante línea física y el mantenimiento resultaría costoso por lo cual se lo conecta mediante radio hacia Gallil.

Guapan - Azogues

Distancia : 4 Km

Capacidad de tráfico: 70 canales distribuidos a lo largo de la trayectoria hacia Azogues.

Guapan puede conectarse mediante línea física con Azoques o por radio hacia el multiacceso de San Cristobal. El tráfico es alto pero esta distribuido a lo largo de la carretera que lo une con Azoques por lo cual la conexión por cable multipar es la más adecuada.

4.6 PLANIFICACION DE LAS CENTRALES PARA LOS PUEBLOS QUE LA REQUIERAN.

Muchas administraciones han optado preferentemente por la conmutación automática, no solo para las grandes ciudades sino también, en los últimos años, para las zonas rurales.

Las ventajas más importantes de la conmutación automática son:

- servicio disponible durante las 24 horas del día;
- rapidez en el establecimiento de las comunicaciones;
- secreto de las comunicaciones;
- igualdad de servicio para todos los usuarios;
- menor personal requerido;
- conexión inmediata a la red automática nacional.

Las ventajas más importantes de la conmutación

manuales son:

- bajo costo inicial;
- instalación rápida y fácil;
- facilidad de mantenimiento;
- posibilidad de usar líneas muy largas con un aislamiento mediocre.

A pesar de la reducida inversión inicial que requieren las centrales manuales, su elevado costo en concepto de personal de explotación las hace antieconómicas a largo plazo. Existe también el problema de atenderlas permanentemente en las regiones aisladas y a veces no muy accesibles, el de las sustituciones en caso de enfermedad y el de la supervisión. Las centrales rurales automáticas no precisan ser atendidas. Solo se necesita un técnico en un punto central, encargado de una amplia zona, que responda a una señal de telealarma en el caso, poco frecuente, de dificultades en una de las centrales.

El tráfico de larga distancia es particularmente importante en las zonas rurales aisladas con pequeñas redes locales. Son especialmente destacadas las ventajas de la explotación automática sobre los sistemas totalmente manuales cuando hay un gran número de centrales para larga distancia conectadas en serie.

Debido a estos factores, las zonas rurales disponen hoy en día en la mayoría de los casos, de centrales automáticas para tráfico local y a larga distancia desde el comienzo del servicio. Un servicio telefónico de buena calidad, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las zonas rurales.

Requisitos especiales de las centrales automáticas en zonas rurales

Además de las condiciones normales, características de las modernas centrales telefónicas de zona urbana, las centrales rurales han de satisfacer cierto número de requisitos especiales, por ejemplo:

- a) explotación económica, incluso con una población de abonados reducida;
- b) equipo de dimensiones suficientemente pequeñas para poder ser instalado en los locales disponibles o en unidades móviles;
- c) explotación permanente no atendida; autoselección, teleselección, teleselección de averías; transferencia eléctrica de información de tráfico;
- d) fiabilidad especialmente elevada;
- e) menor sensibilidad a las influencias climáticas, p. ej., al polvo;

- f) instalación rápida y sencilla;
- g) diseño modular;
- h) posibilidad de utilizar líneas de peores características eléctricas;
- i) bajo consumo de energía.

Capacidad de la central

La capacidad de una central, expresada por el número de unidades de línea de abonado, se prevé de acuerdo con el número estimado de abonados una vez transcurridos los dos periodos siguientes :

- a) desde la etapa de planificación hasta el comienzo de la explotación (p. ej., 1 año), y
- b) desde el comienzo de la explotación hasta la etapa de ampliación de la central con la que comience el siguiente periodo de planificación (p. ej., de 3 a 5 años).

La experiencia ha demostrado que tras la inauguración de un servicio telefónico automático se reciben más solicitudes adicionales de instalaciones telefónicas.

Al elegir un sistema de conmutación adecuado, hay que tener presente que el costo por línea tiende a aumentar a medida que disminuye el tamaño del conmutador. Además hay que tomar en cuenta los

costos conexos al terreno, la edificación, el suministro de energía, etc., que entraña cada instalación, se trate de una central, un concentrador (UDC), un sistema múltiple digital de abonados, etc. Cuando se planifica una red rural para dar servicio, en una ubicación determinada a un número de abonados individuales no superior a 50, puede resultar técnicamente más económico conectar a los abonados a una central a través de una unidad distante de conmutación o de un sistema múltiple de abonados.

Ampliación

Las condiciones especiales que se dan en las centrales rurales llevan a requisitos más estrictos en relación con la ampliación. La ampliación deberá hacerse en pequeñas etapas, ser fáciles de realizar y no deberá ser necesario ejecutarla por adelantado.

Al considerar el alcance de los trabajos de ampliación, es aconsejable prever una cierta capacidad de reserva para cubrir tráfico durante un período de planificación determinado. En general el período entre ampliaciones es mayor en las zonas rurales que en las zonas urbanas; unos 3 a 5 años es un valor típico. Un período demasiado largo supone la inmovilización de un capital excesivo, y

una demasíado corto puede dar lugar a gastos de instalación excesivos. Las relaciones entre la capacidad inicial y final tiende a ser mayor que en las centrales urbanas. Son típicas las relaciones de 1:5 a 1:10.

Particularmente, en el caso de las centrales rurales, las mejores soluciones son las que permitan que las ampliaciones sigan el ritmo de crecimiento del sistema, es decir, que no requieran en su instalación un adelanto de los medios necesarios para una ampliación posterior.

Los sistemas modulares totalmente enchufables facilitan los trabajos de ampliación y reducen los costos de instalación, pues disminuyen el tiempo necesario para efectuarla.

Debido a las condiciones especiales que deben reunir las centrales rurales y al hecho de que incluso las de pequeña capacidad han de ser fijas su capacidad final es limitada.

Cuando las centrales rurales alcanzan su capacidad final, pueden sustituirse fácilmente por otras de mayor capacidad si su diseño es totalmente enchufable o portátil. Sin embargo, deberá considerarse la compatibilidad de la alimentación en energía y de los edificios con la sustitución.

Tiempo de líneas a conectar

Por lo general, las líneas de abonado de las centrales rurales son más largas que las de las zonas urbanas, y la densidad de abonados es inferior. La máxima longitud admisible de las líneas de abonado viene determinada por los requisitos en materia de señalización o de transmisión. El alcance de la señalización por las líneas de abonado viene determinado normalmente por la máxima resistencia en bucle y la mínima resistencia de aislamiento admisibles en dichas líneas. Actualmente son típicas una resistencia de bucle comprendida entre 1000 y 2000 ohmios, incluido el aparato del abonado, y una resistencia de aislamiento de unos 20 kilohmios. Según que se empleen en el país en cuestión microfonos para una corriente de alimentación máxima de 50 mA o 100 mA, la central deberá equiparse con puentes de transmisión de 2×400 ó 2×200 (o 2×150) ohmios, a 40 voltios.

Algunos equipos permiten aumentar el alcance funcional o el alcance de transmisión en líneas de abonado particularmente largas (>2000 ohmios), por ejemplo:

- repetidor de largo alcance con relé de línea
que transmite y...

- relevador de tensión para corriente de alimentación;
- amplificador.

Según las circunstancias económicas de cada caso, estos equipos se conectan a las líneas de abonados bien individualmente para cada abonado en los locales de éste o de la central, bien por consorcio a partir de un grupo de órganos común.

En el caso de distancias muy grandes pueden reducirse los costos de la línea conectando algunos abonados a la central a través de una línea común de abonados (líneas dúplex y compartidas). Los servicios que son convenientes ofrecer en relación con esta facilidad son: llamada selectiva, registro de tarificación individual, secreto de las comunicaciones, posibilidad de que los abonados que se comunican en la línea se comuniquen entre sí, utilización de la línea ocupada en caso de emergencia.

En las zonas rurales también deberá poder conectarse a las centrales centralitas privadas automáticas, PABX (con o sin marcación directa de sus extensiones). Deben además poder conectarse teléfonos de prepago a los sistemas de conmutación de las zonas rurales. Debido al volumen

relativamente pequeño del tráfico local, se aconseja emplear teléfonos de previo pago que permitan efectuar llamadas nacionales a larga distancia.

La necesidad de ofrecer a los abonados atendidos por centrales rurales el mismo servicio telefónico de que gozan los habitantes de las grandes ciudades significa que deben automatizarse también las centrales para larga distancia de las zonas rurales. Por lo tanto, al establecer una nueva central rural, es aconsejable elegir una que sea adecuada para el servicio interurbano automático.

Las centrales rurales deben integrarse en el plan de numeración de la red automática nacional. El distintivo de la central terminal puede constituirse un número separado del resto o estar incluido en el número del abonado, en cuyo caso este número es más largo (por ejemplo 3 ó 4) que han de analizarse para el encaminamiento alternativo automático y la determinación de la zona.

Sistemas de tasación de las comunicaciones

Los métodos de tasación utilizados en la actualidad pueden dividirse en tres grupos:

- sistema de tarifa uniforme (tarifa a tanto alzado para el tráfico local);
- cómputo por impulsos de tiempo para el tráfico local y a larga distancia;
- contabilización por tickets para el tráfico a larga distancia.

Sistema de tarifa uniforme

Este sistema se emplea en unos pocos países, y además solo para el tráfico local. Con este tipo de tarifas, en la central telefónica no se necesita equipo para el registro de las llamadas locales.

Cómputo por impulsos de tiempo

Todos los impulsos de tasación del tráfico local y a larga distancia se van sumando en contadores asignándose para ello a cada abonado un contador independiente. Para establecer las facturas de servicio telefónico se fotografían los contadores y esta información se evalúa en un punto central. En las centrales electrónicas, pueden sustituirse los contadores por una memoria electrónica. Este método de registro de tasación es relativamente económico y barato. Se emplea frecuentemente un cómputo único para el tráfico local, es decir, se transmite un impulso de tasación al contador del abonado que

llama por cada llamada local, al contestar el abonado llamado. En el caso de cómputo múltiple se transmiten impulsos de tasación adicionales, bien una sola vez y en función de la zona, bien durante la conversación y en función del tiempo.

En el caso de servicio automático interurbano, los impulsos de tasación se transmiten, durante la conversación, de la central automática de larga distancia de origen al contador del abonado que llama, dependiendo de la frecuencia con que se suceden estos impulsos de la distancia que media entre las centrales de origen y de destino.

Los impulsos de la tasación se transmiten por los circuitos de enlace sin que sean oídos por el abonado. Se adoptan medidas adecuadas para asegurar que esto no disminuya la calidad de transmisión.

Contabilización por tickets

Algunas administraciones han introducido el sistema de contabilización por tickets de las llamadas para la tasación del servicio automático interurbano. Ello supone el registro de la hora, duración, origen y destino de cada una de las llamadas, al igual que en el caso de las llamadas con conmutación manual. El importe determinado a partir de esta información se registra junto con esta en

cinta perforada o magnética o en una memoria de semiconductores. Estos medios de almacenamiento pueden luego tratarse en un punto central para la facturación. Por razones económicas, el equipo de contabilización se instala centralmente, para una extensa zona, en la central automática principal para larga distancia.

Si es preciso, las centrales rurales deberán por tanto hallarse en condiciones de identificar y almacenar el número del abonado que llama y transmitirlo al equipo de contabilización de la central automática para larga distancia cuando esta se lo pide.

Fiabilidad

No es corriente que las centrales rurales estén atendidas permanentemente; sino que dependen de un centro de mantenimiento situado a distancia. Por esta razón es de la máxima importancia que las centrales rurales presenten un grado particularmente elevado de fiabilidad de explotación para que se reduzcan al mínimo los gastos de mantenimiento. El grado de fiabilidad depende de cierto número de factores como son la tecnología empleada en la central, la estructura del sistema, las medidas de seguridad adoptadas, los métodos de fabricación y de los procedimientos

de prueba posteriores a la misma.

Actualmente una estructura de sistema fiable se caracteriza por el empleo de un mínimo de partes mecánicas y por el uso de componentes electrónicos. La eliminación de elementos mecánicos se consigue en parte mediante elementos de conmutación miniaturizados cuyos contactos son accionados directamente por el campo magnético (las partes móviles presentan poco peso y su velocidad de funcionamiento es elevada, y que no requieren ajustes ni mantenimiento durante su vida útil que es larga. Independientemente de la tecnología del sistema, el equipo de la central debe también diseñarse de forma que presente un alto grado de insensibilidad a las influencias del medio ambiente. Una medida eficaz para limitar las interrupciones del servicio por las averías es emplear una estructura de sistema basada en unidades funcionales autónomas independientes (por ej., que cada una atienda a un grupo de 50 abonados).

Telesupervisión

Las centrales rurales deberán poder combinarse para formar una zona de mantenimiento, situado normalmente en el mismo lugar que una central más

grande de la misma zona.

Los factores que facilitan la explotación de una central rural no atendida permanentemente son, particularmente, una elevada fiabilidad de funcionamiento, la integración del equipo de supervisión y del equipo de tele supervisión que informa del estado de funcionamiento de la central y transmite informes de averías.

El estado de funcionamiento de las centrales no atendidas puede comunicarse al centro de mantenimiento mediante:

- interrogaciones periódicas iniciadas desde el centro de mantenimiento (p. ej., tonos de verificación correspondientes a fallos específicos), o
- emisión activa de información acumulada al centro de mantenimiento (p. ej., establecimiento automático de una conexión de la central rural con el centro de mantenimiento), complementada por llamadas automáticas desde el centro de mantenimiento a la central rural para probar el equipo de emisión de alarmas de ésta.

Diseño del equipo

El diseño del equipo de las centrales rurales debe tener en cuenta ciertas condiciones especiales, por la cual difiere en algunos aspectos del de las centrales urbanas.

Una de las características de diseño de las centrales rurales será la de ocupar poco espacio y consumir poca energía. Conviene que los bastidores del equipo sean de poca altura pues éste ha de instalarse a veces en salas con la altura de una vivienda normal para la que los bastidores de una gran central serían demasiado altos. Por tanto, en las centrales rurales los módulos se combinan en los bastidores de forma especial para obtener una disposición muy compacta; es también importante que los componentes tengan fácil acceso para que puedan observarse y probarse en funcionamiento.

Es importante la estructuración modular, característica que presentan los sistemas en que las funciones se distribuyen entre unidades pequeñas y de poco peso, que frecuentemente el transporte supone un problema en las zonas rurales.

Pese a que su costo es algo superior, el empleo de módulos y cable enchufables ha demostrado ser ventajoso por las siguientes razones:

a) reducen el tiempo y el coste necesarios de

- instalación y prueba;
- b) el número de averías es menor debido al trabajo preparatorio efectuado en la fábrica;
- c) cuando es necesario, la central puede ampliarse rápidamente utilizando equipo disponible en los almacenes;
- d) las averías pueden repararse rápida y económicamente. Los técnicos reparadores pueden desplazarse hasta la central y sustituir el módulo averiado, que puede luego repararse en taller central que atiende a una extensa zona;
- e) llegado el momento de sustituir la central rural por una de mayor capacidad, aquella puede desmantelarse fácilmente y ser instalada sin dificultades en otro lugar.

En la elección del repartidor principal deberá tenerse en cuenta que el costo de la interconexión de rutina se reduce considerablemente si se adopta un diseño sencillo y directo. Los diseños modernos permiten efectuar la conexión mediante puentes sin necesidad de soldaduras ni tornillos de sujeción. Deben instalarse descargadores contra las sobretensiones en el repartidor principal por medio de clavijas y desconectarlas temporalmente de la central por un procedimiento sencillo. En el caso

de pequeñas centrales rurales resultan particularmente prácticos los repartidores principales murales en los cuales se conecta del mismo lado todas las líneas exteriores e interiores, pues ahorran espacio.

Condiciones climáticas

Debe prestarse particular atención a las condiciones climáticas en que ha de funcionar el equipo de conmutación. Aunque las centrales pueden explotarse sin adoptar medidas especiales a este respecto, ello reduce su vida útil y la calidad de servicio, y aumenta los gastos de mantenimiento. Puede tener efecto perjudicial los siguientes factores:

- temperatura;
- humedad;
- polvo;
- exposición directa a la luz;
- sal y productos químicos que se encuentran en el aire.

Las condiciones de funcionamiento pueden mejorarse considerablemente diseñando los edificios y sales en consonancia con las condiciones climáticas. Por ejemplo:

- paredes y techos bien aislados;

- ventanas pequeñas;
- ventanas y puertas estancas contra el polvo;
- estanqueidad de las salas al aire exterior;
- aleros que brinden protección de sombra a las paredes y ventanas;
- pintura de color claro en el exterior;
- pintura y suelos resistentes a la abrasión en el interior.

Dado que las centrales rurales son normalmente no atendidas, otras medidas adicionales que se tomen sólo afectarán a los equipos técnicos.

Los límites típicos que hay que conseguir son los que, a título de ejemplo, se indican.

Gama Optima	Temperatura en la sala	de 17 a 25 C
	Humedad relativa	del 40 al 60%
Gama admisible	Temperatura en la sala	de 5 a 40 C
	Humedad relativa	del 30 al 70%

No se producen daños si los valores reales superan estos márgenes durante breves periodos, que deberán indicarse.

Mantenimiento

El objeto del mantenimiento es proporcionar y conservar una aceptable calidad de servicio con

unos gastos razonables. En general, es posible distinguir tres tipos de mantenimiento:

- a) Mantenimiento preventivo.- Trabajos realizados a intervalos regulares, tales como limpieza, lubricación, sustitución de piezas, ajustes y pruebas destinados a prevenir en la mayor medida posible la aparición de fallos.
- b) Mantenimiento correctivo.- Solo se adoptan medidas cuando se producen realmente fallos y se reciben reclamaciones de abonados.
- c) Mantenimiento cualitativo.- El equipo de supervisión determina si existe, y en que lugar, una degradación de la calidad de servicio, y detecta la acumulación de fallos. Se efectúa entonces un mantenimiento selectivo a base de la información facilitada por este equipo de supervisión.

4.7 ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED DISEÑADA.

En la figura 4.144 se puede apreciar la estructura y la conexión de los diferentes sistemas de radio hacia el centro de conexión principal Cuenca.

La figura muestra la red en forma independiente de la red nacional. Sin embargo, mediante la técnica de inserción-extracción de canales se puede

conectar hacia la red existente.

Las repetidoras en Cerro Zhulu, Santa Rita y San Cristobal no existen actualmente, se han creado para poder conectar a las poblaciones rurales que no tienen acceso a ninguna de las repetidoras existentes y que por lo tanto están totalmente aisladas. Esta red se complementa con el sistema de líneas físicas por onda portadora, frecuencia vocal y cable multipar.

SIMBOLOGIA PARA LOS ESQUEMAS DE TRANSMISION Y CONMUTACION

Conmutación



Cabina telefónica



Central Proyecto Rural



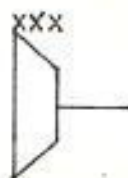
Central existente



Mesa de operación

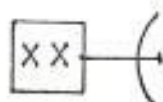
XXX

Indicador de capacidad



Concentrador

Transmisión de radio

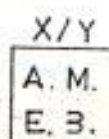


Equipo de radio - Incluye antena

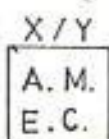
XX

Puede ser:

RA	Terminal de multiacceso
R1	Radio analógico de 1 canal
R12	Radio analógico de 12 canales
R24	Radio analógico de 24 canales
R60	Radio analógico de 60 canales
R120	Radio analógico de 120 canales
R300	Radio analógico de 300 canales
R960	Radio analógico de 960 canales



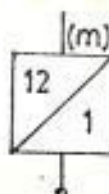
Estacion base de multiacceso



Estacion Central de Multiacceso

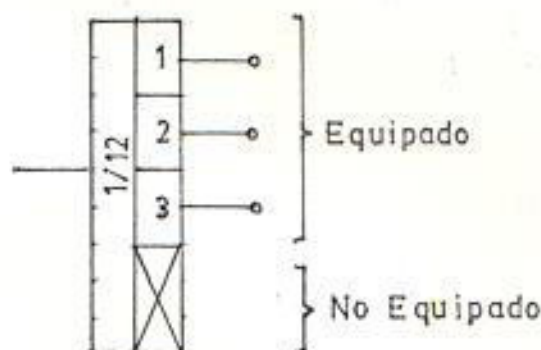
X = Equipamiento de radiocanales

Y = Equipamiento de abonados

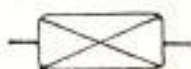


Multiplex analogico para 12 canales

(m) = Equipamiento de unidades de canal



Multiplex analógico
para 12 canales



Filtro de grupo primario de base



Recuadro para estación terminal



Recuadro para estación repetidora

Transmisión por líneas físicas y cables

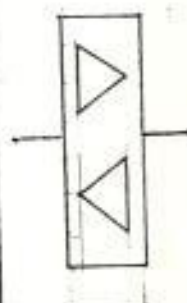
$\frac{2P}{//}$ ———— Línea física 2 pares
xx Km. XX= distancia en Kilómetros

CM 20P Cable multipar de 20 pares

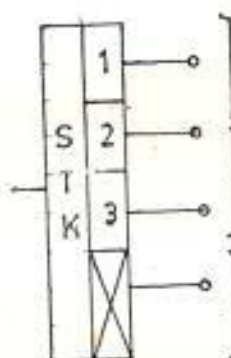
===== Cable coaxial



Equipo de línea para transmisión de señales analógicas por cable



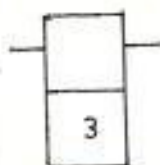
Regenerador



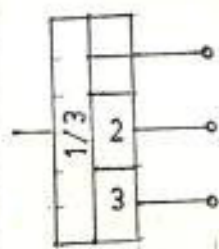
Equipado

No Equipado

Equipo terminal para sistemas de transmisión de onda portadora por línea física con posibilidades de derivar canales en el trayecto



Equipo de abonado para sistemas de transmisión de onda portadora por línea física con posibilidad de derivar canales en el trayecto



Equipo terminal para sistemas de onda portadora punto a punto de 3 canales por línea física

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través de sistemas de radio-enlace, ondas portadoras, líneas físicas a frecuencia vocal y cables multipares, este diseño integra a la red nacional de telecomunicaciones 70 poblaciones rurales, de las cuales 31 poblaciones pueden conectarse a través de radioenlaces y 39 poblaciones a través de líneas físicas. Se han diseñado 23 sistemas de ondas portadoras las cuales cubren una longitud total de aproximadamente 163,5 Km., 6 sistemas de líneas físicas a frecuencias vocales que cubren una longitud de 42 Km. y 10 sistemas de cables multipares con una longitud de 44 Km.

En el desarrollo de esta tesis se ubicaron 3 sitios para colocar estaciones repetidoras de radio que sirven para conectar las poblaciones rurales que no tienen acceso a la red nacional existente. Estos sitios son Cerro Santa Rita, San Cristobal y Cerro Zhalu, en las cuales se han diseñado estaciones de radio de multiacceso para servir a las poblaciones que tienen línea de vista con estos sitios. La estación de Cerro Zhalu sirve además para conectar algunas poblaciones de la provincia de Loja.

También se han diseñado estaciones de radio de multiacceso en las repetidoras existentes de IETEL que son Cerro Bueran y Cerro Gallil. La estación de Cerro

Puglla sirve para conectar la estación de Cerro Zhala a la red nacional. Las estaciones de San Cristobal y Cerro Santa Rita tienen enlaces troncales con la estación repetidora de Bueran.

Se han establecido 4 centrales telefónicas en las poblaciones de San Fernando, Camilo Ponce Enriquez, Ingapirca y Taday las cuales deben ser centrales automáticas tanto para tráfico local como nacional.

La red diseñada puede implementarse sin problemas con equipos de telecomunicaciones de multiacceso que existen en el mercado y sistemas de ondas portadoras que tienen capacidades de hasta 16 canales.

Se recomienda el uso de alambre Copperweld de 2.64 mm de diámetro para la implementación con sistemas de onda portadora y alambre multipar autosoportado de cobre recocido para los enlaces a frecuencia vocal.

Todos los enlaces de radio tienen línea de vista perfecta y la distancia no es mayor a 50 Km en ninguno de los enlaces por lo cual la señal recibida estará siempre dentro de un nivel aceptable.

Se recomienda a IETEL la implementación de esta red ya que actualmente sólo los cantones de las provincias del Azuay y Cañar tienen servicio y la mayoría de las poblaciones rurales no tiene ningún tipo de servicio de

comunicaciones.

ENTRE

QUIVE Telefonos de

305 2

PERSONA A.

PERSONA B.

200

25

Linea

25

B I B L I O G R A F I A

1. CEPAR, Boletín Socio - Demográfico del Cañar, San Pablo, Quito, 1986, 57 p.
2. CEPAR, Boletín Socio - Demográfico del Azuay, San Pablo, Quito, 1986, 57 p.
3. IETEL, Demanda telefónica, Documento SDP 87-04-1, Quito, 1986.
4. CCITT, Telecomunicaciones rurales, Ginebra, 1985, 565 p.
5. PERSSON, R, Planning and engineering of radio relay networks, Ericsson publication L2T 101471, 183 p.
5. KARL, H Performance and its calculation, LM Ericsson publication L2T 10804/2, 256 p.
6. KARL, H Frequency planning of radio-relay networks, LM Ericsson publication T/S 8521-17e 145 p.
7. JRC, Technical proposal for multi-access rural radiotelephone system SDD-400, 79 p.
8. PETRIE, J, Designing Modern Communication Lines , Automatic Electric Sales Corporation, 1954-55.

7. GEMUTH, P., The Lankari Decoder, Lankut Electric Company, Harzin, 1955.
10. MORRISON, E., Toll Line Spans Sierra Nevadas, California Interstate Telephone Company, November, 1960.
11. CARLSON, A., Sistemas de Comunicaciones, H.E. Graw-Hill, Mexico, 1930.
12. UFF, Manual de Ingenieria de las telecomunicaciones rurales, Ginebra, 1974.
13. IETEL, Licitación 80-85, Documento 16-80-21, Telecomunicaciones Rurales, Quito, 1980.

ESQUEMA DE TRANSFERENCIAS DE LAS PROVINCIAS DEL AZÚCAR

