



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica

"PLANIFICACION DE UN SISTEMA DE TELEFONIA RURAL
PARA LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

Tesis de Grado

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: ELECTRONICA

Presentada por:

FERNANDO MARCELO SANCHEZ MAYORGA

Guayaquil - Ecuador

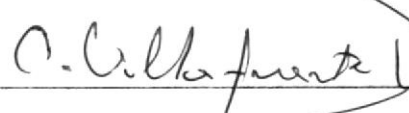
1.988

AGRADECIMIENTO

Al ING. PEDRO CARLO,
Director de Tesis, por
su ayuda y colaboraci
ón para la realizaci
ón de este trabajo.

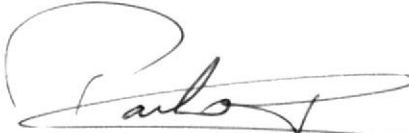
DEDICATORIA

- A Mis Padres.
- A Mis Hermanos.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "C. Villafuerte", is written over a horizontal line. The entire signature and line are enclosed within a hand-drawn oval.

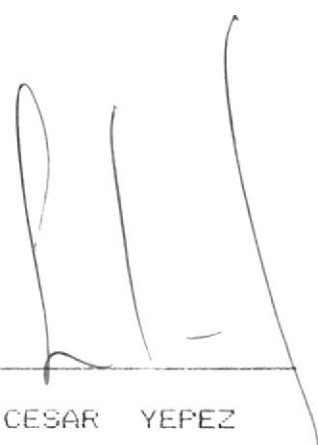
ING. CARLOS VILLAFUERTE

SUB - DECANO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Pedro Carlo", is written over a horizontal line.

ING. PEDRO CARLO

DIRECTOR DE TESIS

A large, stylized handwritten signature in dark ink is written over a horizontal line. The signature consists of several tall, vertical strokes.

ING. CESAR YEPEZ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Juan Carlos Aviles", is written over a horizontal line.

ING. JUAN CARLOS AVILES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).



FERNANDO MARCELO SANCHEZ MAYORGA

RESUMEN

Considerando que las telecomunicaciones son un factor importante en el desarrollo del país, esta tesis trata de resolver una necesidad actual de incorporar el área rural de la provincia de Tungurahua al sistema telefónico provincial, y a través de ella al resto del país.

En los primeros capítulos, llevaremos un enfoque de la provincia, donde analizaremos el clima, población, y en general las características geográficas que ella tiene, así como el tipo de enlace que tienen actualmente los pueblos rurales, en donde veremos su configuración.

Luego, veremos las necesidades de cada población, de acuerdo a un análisis de tipo socio-económico, como de productividad económica, de donde iremos desglosando o identificando las áreas a enlazar telefónicamente.

Consecuentemente planificaremos el sistema, de acuerdo al mejor tipo de enlace que se pueda realizar y a un estudio de propagación que se realice para cada trayecto de enlace; así como se estudiará su factibilidad de realizarlo.

Finalmente con los antecedentes anotados anteriormente, se hará un análisis de costos; igual que una planificación de inversiones y conclusiones a que se llegue.

INDICE GENERAL

	<u>PAGS.</u>
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCION	15
<u>CAPITULO I</u>	
ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL TUNGURAHUA	16
1.1. Concepto de Area Rural	16
1.2. Características Geográficas	17
1.2.1. Extensión, clima, población, división política	17
1.3. Mapa de la Provincia	27
<u>CAPITULO II</u>	
ACTUAL SISTEMA DE TELEFONIA DEL AREA RURAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA	28
2.1. Características generales del sistema	28
2.2. Diagrama y configuración del sistema	31

CAPITULO III

ESTUDIO DE LAS NECESIDADES PARA DETERMINAR LOS REQUERI	
MIENTOS	34
3.1. Antecedentes	34
3.2. Demografía	36
3.2.1. Tendencias poblacionales de la Provincia ...	37
3.2.2. Area urbana de cabeceras cantonales y parro	
quiales	39
3.2.3. Clasificación de los recintos de más de 500	
habitantes	41
3.3. Vías de comunicación	44
3.4. Educación	53
3.4.1. Producción	56
3.5. Identificación de las áreas a enlazar telefónica	
mente	57
3.5.1. Proyección de la población en la provincia ..	58
3.5.2. Cálculo de la demanda telefónica.....	61
3.5.3. Cálculo del tráfico telefónico	63

CAPITULO IV

PLANIFICACION DEL SISTEMA	70
4.1. Selección de rutas	70
4.1.1. Decisión del Sistema a Emplearse	71
4.1.2. Selección de Frecuencias	72

4.1.3. Perfiles del trayecto, generalidades, gráficos	73
4.1.4. Zona de Fresnel: Generalidades y cálculos.	95
4.1.5. Altura de antenas y punto de reflexión ...	101
4.1.6. Distribución de la atenuación en los enlaces.....	112
4.1.7. Determinación del cociente señal-ruido para un tiempo sin desvanecimiento, generalidades, cálculos.....	122
4.1.8. Umbral de ruido y diagrama de niveles	131
4.1.9. Distribución de los ruidos en los enlaces y un canal superior	134
4.1.10 Enlaces de los abonados remotos	154
4.1.11 Sistemas de comunicaciones locales.- Generalidades y consideraciones técnicas	192
4.2. Esquematzación del Sistema de Comunicación	198
4.2.1. Sistema de transmisión Radio	198
4.3 Presupuesto y Planificación de Inversiones.....	203
4.3.1. Costo por localidades	203
4.3.2. Gastos de Operación.....	214
4.3.3. Ingresos provenientes del uso de la red .	216
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	222
APENDICE "A".....	225
APENDICE "B".....	230
APENDICE "C".....	233
APENDICE "D".....	235
APENDICE "E".....	239
APENDICE "F".....	241
APENDICE "G".....	243

INDICE DE FIGURAS

PAGS.

CAPITULO I

1.1. Mapa de la Provincia	27
---------------------------------	----

CAPITULO II

2.1. Diagrama y Configuración del Sistema	33
---	----

CAPITULO III

3.5. Croquis de las áreas a enlazar	69
---	----

CAPITULO IV

4.1. Azimut geográfico y distancia de los trayectos de enlace	76
4.2. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Tisaleo	86
4.3. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Patate	87
4.4. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Pelileo	88
4.5. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Pillaro	89

PAGS.

4.6. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Quero	90
4.7. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Cevallos ...	91
4.8. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Mocha	92
4.9. Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Baños	93
4.10 Perfil de enlace trayecto: Chiquicha - Ambato	94
4.12 Diagrama de niveles enlace Ambato - Tisaleo	146
4.13 Diagrama de niveles enlace Ambato - Patate	147
4.14 Diagrama de niveles enlace Ambato - Pelileo	148
4.15 Diagrama de niveles enlace Ambato - Píllaro	149
4.16 Diagrama de niveles enlace Ambato - Quero	150
4.17 Diagrama de niveles enlace Ambato - Cevallos	151
4.18 Diagrama de niveles enlace Ambato - Mocha	152
4.19 Diagrama de niveles enlace Ambato - Baños	153
4.2.1. Enlaces de radio: plano general de la ruta .	200
4.2.2. Red física enlace teléfonos remotos a las ... centrales locales	201
4.2.3. Sistema de transmisión	202
4.2.4. Plan de inversiones e instalaciones	221

INDICE DE TABLAS

PAGS.

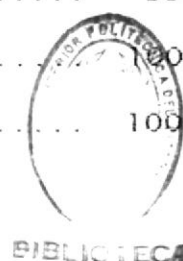
CAPITULO III

3.1. Población de Cabeceras Cantonales y Parroquiales ..	42
3.2. Clasificación y nivel de servicios de las vías na.. cionales (Provincia de Tungurahua)	49
3.5.1. Censo poblacional de la provincia del Tungurahua	58
3.5.2. Tabla de crecimiento poblacional de la pro .. vincia del Tungurahua	59
3.5.3. Proyección de la población de la provincia .. del Tungurahua	60
3.5.4. Demanda telefónica en el año 2.000	65
3.5.5. Demanda telefónica según la encuesta	66
3.5.6. Demanda promedio y densidad telefónica	67
3.5.7. Tráfico telefónico para el año 2.000	68

CAPITULO IV

4.1. Número de radiocanales en función del tráfico	74
4.2. Posición geográfica y distancia de estación y repe .. tidora	75
4.3. Altura de los diferentes puntos en el trayecto Chiquicha - Tisaleo	78

4.4. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Patate	79
4.5. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Pelileo	80
4.6. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Pillaro	81
4.7. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Quero	81
4.8. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Cevallos	82
4.9. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Mocha	83
4.10. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Baños	84
4.11. Altura de los diferentes puntos en el trayecto	
Chiquicha - Ambato	85
4.12. Primera zona de fresnel Chiquicha - Tisaleo	96
4.13. Primera zona de fresnel Chiquicha - Patate	97
4.14. Primera zona de fresnel Chiquicha - Pelileo	97
4.15. Primera zona de fresnel Chiquicha - Pillaro	98
4.16. Primera zona de fresnel Chiquicha - Quero	98
4.17. Primera zona de fresnel Chiquicha - Cevallos	99
4.18. Primera zona de fresnel Chiquicha - Mocha	100
4.19. Primera zona de fresnel Chiquicha - Baños	100



PAGS.

4.20 Primera zona de fresnel Chiquicha - Ambato	101
4.21 Altura de Antenas	111
4.22 Recomendaciones de CCIR 402-2	130
4.23 Recomendaciones de CCIR 399-2	130
4.24 Valores de ruidos	143
4.25 Tabla de datos para cada enlace	144

INTRODUCCION

Existen poblaciones que debido a su configuración geográfica, se hace bastante difícil su comunicación con el resto de poblaciones. El objetivo de este proyecto es de dar servicio a estas poblaciones, ya que un medio de comunicación seguro y confiable, hará que éstos se desarrollen y progresen de acuerdo al ritmo de sus necesidades.

Muchas de estas poblaciones están ubicadas en el Oriente Ecuatoriano y en la región Interandina. En este caso, esta tesis presenta la planificación de un sistema de comunicación rural de la provincia de Tungurahua.

Este trabajo contempla el requerimiento de modificar el sistema existente, substituyéndolo por un nuevo sistema más confiable, moderno y de mayor capacidad.

Este sistema de comunicación servirá para llevar canales telefónicos a la región rural.

La comunicación será cursada en algunas partes por medio de radio multicanal y en otras partes por medio de cable.

Este sistema formará parte de la estructura física y de la red tendida por IETEL en esta provincia.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

En un programa de comunicación, sea éste urbano o rural, es muy importante la etapa de planificación, la cual deberá tener como base un estudio del tipo socio-económico de las áreas a servirse, considerando cada área en forma independiente y luego como parte integrante del proyecto total de comunicación.

De esta forma, en este capítulo detallaremos cada una de las consideraciones que son necesarias tratarlas, en lo que se refiere a toda la provincia y que nos servirán como elementos de juicio valiosos para darnos una imagen, la más real, de la situación de la provincia.

1.1 Concepto de Area Rural

Hay muchos conceptos sobre Area Rural, éste es usado en los diferentes programas de desarrollo del gobierno. Se puede llamar zona rural a todos los lugares en las que no están ubicadas las grandes ciudades, las que no son cabeceras de provincia, exceptuando las que sobrepasan una población de unos 20.000 habitantes. También se podría establecer un concepto de zona rural, considerando el grado de desarrollo económico en comparación con otro tipo de rendimiento que crece a tasas muy elevadas. Sin embargo, estimamos que no debemos considerar zona rural al agro únicamente

te, sino que para este estudio se considera zona rural a todas las poblaciones que no han logrado desarrollar de una manera eficiente sus problemas dentro del campo de las necesidades humanas requeridas.

1.2 Características Geográficas

La provincia de Tungurahua, se encuentra en la zona central del callejón interandino, entre los $0^{\circ}57'$ y $1^{\circ}34'$ de latitud sur y entre los $78^{\circ}8'$ y $78^{\circ}54'$ de longitud occidental de Greenwich.

EXTENSION:

La provincia tiene una extensión aproximada de 2.896 Km^2 y limita al Norte con la provincia de Cotopaxi; al Sur, con la provincia de Chimborazo; al Este, con la provincia de Pastaza y Napo; al Sureste con Morona Santiago; y al Oeste con las provincias de Cotopaxi y Bolívar.

CLIMA:

El clima de la provincia de Tungurahua, es variado, ya que de acuerdo a las condiciones geomorfológicas y climáticas, esta provincia es parte de la hoya de Latacunga-Ambato.

Por ello, tendremos que tomar en cuenta este particular,

considerando además, que sólo políticamente la hoya está dividida en dos provincias.

El clima de la hoya Latacunga-Ambato, como el de las otras de la región interandina, está sujeto al factor orográfico-altitudinal. La temperatura fría de las grandes alturas y el viento que de ellos desciende a los planos o fajas inferiores, afecta notablemente en la temperatura promedio y en la pluviosidad general; aparte de este factor, existe la influencia de los vientos alisios (cálidos y húmedos) que penetra por la gran abra del Pastaza procedentes de la región oriental o amazónica y se distribuyen dentro de la hoya. Una parte de éstos se encamina por el valle del río Patate y la explanada de Pelileo, y entra en Ambato y Latacunga; la otra va hacia el Sur, siguiendo el cauce del río Chambo, influyendo estas entradas en convertir a la provincia en un clima suave y típico de la hoya.

De Junio a Septiembre se acentúa la estación lluviosa; el cielo permanece cubierto de nubes y el sol brilla sólo por instantes, siendo escasos los días luminosos; corrientes de aire procedentes desde el sur producen frecuentes lloviznas acompañadas de frío.

La llovizna de los valles se convierten en verdaderas lluvias que alcanzan gran intensidad en las mesetas altas y páramos. A mediados de Septiembre, la temperatura media presenta un marcado ascenso a la apertura del período pri

maveral; en Diciembre la temperatura se eleva, y sobre todo en el mes de Enero, que es el más abrigado, se siente verdadero calor.

El equinoccio de Marzo, marca el período del otoño. En esta estación se aprecia una mayor frecuencia de lluvias. Va aumentando la nubosidad y la humedad, mientras disminuye el calor; las temperaturas abrigadas van disminuyendo, y para los últimos días de mayo se inician las primeras nevadas en las cordillera, hasta que en Junio vuelve el período invernal.

A pesar de que en términos generales, la provincia goza de un clima temperado, no toda la extensión de su territorio tienen las mismas condiciones climáticas. Podría establecerse la siguiente clasificación climática:

Subtropical (Baños, Río Negro).

Temperado Subandino (Pelileo, Ambato, Mocha, Pilahuín y San Fernando).

Piso Frío Andino (Píllaro).

Finalmente señalamos que la temperatura máxima es de 24°C y la mínima de 7°C.

Esta provincia, como toda las provincias de la sierra, es sumamente accidentada, pues aún en su parte central está formada por una serie de lomas, colinas, barrancos y que

bradas.

De acuerdo al estudio realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la provincia de Tungurahua se encuentra localizada desde 1.230 hasta los 4.000 metros; franja altitudinal donde se registran todos los cultivos. Los sectores más bajos corresponden a los declives del área oriental hacia el sector de la parroquia de Río Negro y con los más altos hacia los páramos de la cordillera occidental.

Este "habitat" ecológico general, se lo ha dividido en pisos altitudinales, en donde se destacan:

La Región Bajal Corresponde al cantón Baños, en una área agrícola que se desarrolla desde los 1.200 hasta los 2.600 metros, siendo esta última altura localizada en el sector montañoso.

La temperatura media para el cantón, fluctúa entre los 21 y los 16°C. Las precipitaciones entre 4.800 y 1.504mm. anuales, respectivamente. La mayor parte de la superficie es pedregosa, ondulada, con pendientes que van desde el 15 al 40%, cubierta en su mayoría por chaparral, con pequeñas superficies cultivadas de maíz, camote, naranjillas, en su parte más alta.

El viento es suficiente en consideración a los regímenes de precipitación de la zona.



Existen varios lugares que expresan la condición de valles subtropicales así: Patate, Quillán y La Viña, en los cantones Patate y Ambato, respectivamente.

Sección Media: Comprende a las fajas altitudinales localizadas en los declives de la cordillera de los Andes hacia su interior entre los 2.500 y 2.900m., con una topografía plana y ondulada.

Sección Alta de Páramos: Corresponde a la franja agrícola más elevada, y está comprendida entre los 2.900 y los 4.000 m., en la que se distribuyen los cultivos más importantes del sector. La mayor altitud se localiza en la Cordillera Occidental. Topográficamente presenta sectores más escarpados, con suelo franco y franco arenoso. Esta sección goza de mejores condiciones de humedad, dado el régimen de precipitaciones de páramo. En general, obedece a las siguientes características: Temperaturas medias, 10°C; precipitación anual 1.000 a 2.000 mm.; pendiente de 12 a 35%; cultivos principales: cebolla, ajos, papas, pasto, habas, etc.

Los páramos en un 60%, se encuentran sin uso adecuado y puede estimarse aproximadamente, que en un 25% son suelos erosionados y de vocación forestal.

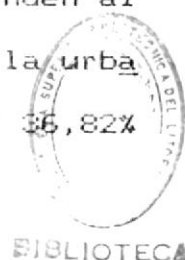
POBLACION:

De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado en 1.974, la provincia de Tungurahua alcanzaba una población total de 279.920 habitantes, representando el 3,96% de la población nacional. Para el año de 1.982 y de acuerdo con el censo de población realizado en el mes de Noviembre por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), la población total era de 328.061 habitantes.

Como se observará, la población ha tenido un crecimiento significativo, pues en ocho años se aprecia un aumento de 48.141 habitantes; lo que expresa, a su vez, una altísima tasa interanual, que llega al 4,08%, siendo mayor que la tasa nacional, que tiene un 3,30% anual.

La densidad demográfica es elevada, pues para el año 1.982 ha aumentado a 113 habitantes por kilómetro cuadrado, manteniendo la característica de ser la segunda en el país, luego de la provincia del Guayas.

De acuerdo a la utilización zonal, la provincia se caracteriza por ser desigual la distribución de sus elementos humanos, dado que la mayor parte de la población se localiza en la zona rural: 207.228 habitantes, que corresponden al 63,17% del total de la provincia, mientras que en la urbana existen 120.842 habitantes, correspondiendo al 36,82% del total de la provincia.



En relación a la superficie espacial, la población se ha

lla dispersa en toda la provincia, lo que se visualiza a través de la densidad demográfica, pero existe una tendencia a concentrarse en el cantón Ambato, que con una población de 221.392 habitantes, representa el 67,48% del total de la población provincial, mientras que en el resto de los cinco cantones, acumulan una población de 106.669 h., correspondiendo al 32,5% del total provincial.

La ciudad de Ambato es la más densamente poblada de la provincia, ya que con 100.605 h., expresa el 30,66% del total de la población provincial, casi igualando a la suma de la población de los cantones: Baños, Pelileo, Pillaro, Patate y Quero.

El cantón Pelileo sigue en importancia poblacional, y aquí es donde la característica rural se expresa más notoriamente, ya que del total cantonal, el 56,97% se dispersa en la zona rural, mientras que el 43,02%, o sea 16.043 h., conforma la zona urbana. El cantón Pelileo tiene una altísima densidad demográfica, 203 h. por kilómetro cuadrado.

El cantón de menor densidad es Baños, pues tiene 17 H. por Km², guardando un cierto equilibrio entre los sectores urbano y rural.

Los datos estadísticos nos indican que existen más mujeres que hombres; tanto en el total provincial como en relación a las diferentes regiones urbano y rural.

En relación a la edad, la población de Tungurahua, al igual que en todo el Ecuador, es joven. La mayoría de la población se ubica entre los 1 - 21 años.

En el área urbana existen 58.824 hombres y 62.318 mujeres. La mayor presencia de mujeres en esta área, se debe quizás a los movimientos migrantes en busca de trabajo doméstico. En el área rural encontramos 102.096 hombres y 104.823 mujeres.

La actividad que mayor ocupación presta a la población, es la agricultura, caza, pesca y sevicultura, con un número de 43.442 personas, sobresaliendo el cantón Ambato, que representa el 52%. Sigue sin importancia la actividad de servicios, con 14.203 personas, para ubicarse en tercer lugar la industria manufacturera con 11.389 personas.

La actividad de agricultura, como es lógico, se expresa más en el área rural, mientras que los servicios, en el área urbana. En cuanto a la industria manufacturera, existe un equilibrio entre las dos áreas; no así en el comercio, que más se realiza en el área urbana.

DIVISION POLITICA:

La provincia de Tungurahua se encuentra constituida por 9 cantones y 59 parroquias; de estas últimas, 19 son urbanas y 40, rurales. Los cantones son: Ambato, Baños, Patate, Pe

liléo, Pillaro, Quero, Cevallos (Alobamba - Capote), Mocha y Tisaleo.

Cantón Ambato:

Parroquias Urbanas (9): Matriz, San Francisco, La Merced, Atocha-Ficoa, Celiano Monge, Huachi Chico, Huachi Loreto, La Península y Pishilata.

Parroquias Rurales (16): Ambatillo, Atahualpa (Chisaata), Augusto N. Martínez (Mundugleo), Constantino Fernández, Huachi Grande, Izamba, Juan Benigno Vela, Montalvo, Pasa, Picaigua, Pilahuín, Quizapincha, San Bartolomé, San Fernando, Santa Rosa, Totoras (Tránsito).

Cantón Baños:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

Parroquias Rurales (4): Lligua, Río Negro, Río Verde, Ulba

Cantón Patate:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

Parroquias Rurales (4): El Triunfo, Los Andes, (Poatug), Sucre, Patate-Urco.

Cantón Felileo:

Parroquias Urbanas (2): Matriz y Reinaldo Miño Altamirano.

Parroquias Rurales (8): Benítez (Pachanlica), Bolívar, Co taló, Chiquicha, El Rosario (Rumichaca), García Moreno (Chumaquí), Guanbaló, Salasaca.

Cantón Pillaro:

Parroquias Urbanas (2): Matriz y Ciudad Nueva.

Parroquias Rurales (7): Baquerizo Moreno, Emilio María Te rán (Rumipamba), Marcos Espinel, Presidente Urbina, San An drés, San José de Poaló, San Miguelito.

Cantón Quero:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

Parroquias Rurales (1): Yanayacu Mochapata (Cab. de Yanaya cu).

Cantón Cevallos:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

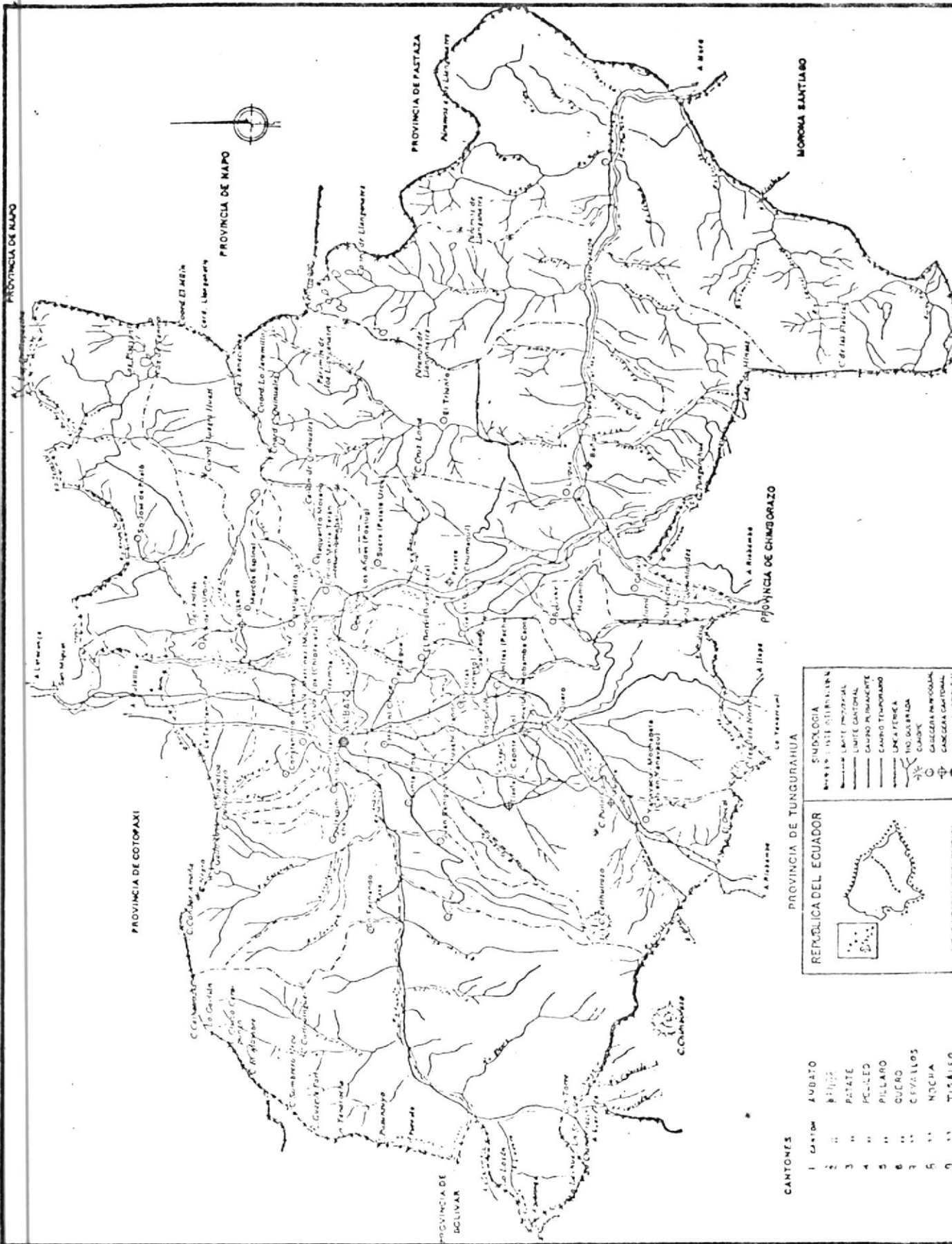
Cantón Mocha:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

Cantón Tisaleo:

Parroquia Urbana (1): Matriz.

1.3 Mapa de la Provincia



CAPITULO II

ACTUAL SISTEMA DE TELEFONIA DEL AREA RURAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

La provincia de Tungurahua, cuenta en la actualidad con un servicio de telefonía rural deficiente, ya sea por la alta dispersión de la población, como por la zona montañosa que dificulta las comunicaciones de estos pueblos; por lo que las comunicaciones de todo tipo no son fáciles.

2.1 Características generales del sistema

ENTEL de la ciudad de Ambato, dispone de una central con una capacidad para 10.000 abonados y 300 canales (150 en trante + 150 saliente) vía radio para comunicarse con el resto del país.

La central de Ambato es tipo Ericson de conmutación, con un edificio de cuatro plantas; tiene sala de espera, oficina de atención pública y 4 cabinas telefónicas; con servicio de telex.

La ciudad contará con una nueva central digital con capacidad para 10.000 abonados.

La comunicación entre los pueblos de la provincia y Ambato se realiza a través de un repetidor Telettra tipo ECO,

que tiene una capacidad de 300 canales, de los cuales sólo están trabajando 120 canales. Estos canales prestan servicio a los pueblos rurales más importantes.

El repetidor de Chiquicha, trabaja en el sistema micro-on das hacia la ciudad de Ambato en una frecuencia central de 2 G Hz.

Todos estos pueblos están comunicados a través del repeti dor de Chiquicha, el cual recoge la señal de ellos y la en vía a Ambato, para de aquí enlazar con el resto del país.

Así los cantones Patate, Píllaro, Cevallos, Pelileo y Ba ños, tienen asignados 24 canales (12 entrante + 12 salien te) para cada uno de ellos.

Todos estos cantones tienen una central local de fabrica ción brasilera, equipada con el siguiente número de abona dos:

<u>CANTON</u>	<u>Nº. ABONADOS</u>
Patate	150
Pelileo	250
Píllaro	250
Cevallos	150
Baños	250

Algunas parroquias importantes tienen servicio de Radio Ba

se Multiacceso y Radio Monocanal, en donde se ha ubicado una cabina telefónica que preste servicio para toda la población.

Los Radio Base Multiacceso, trabajan en la frecuencia de VHF (146 - 174 MHz); en cambio los Radio Monocanal están en la frecuencia de UHF (400 - 470 MHz).

Entre los medios de comunicación masiva, podemos citar: Radio emisoras, prensa escrita y televisión.

Las emisoras existentes en la provincia son 16, y se clasifican entre aquellas que trabajan en Amplitud modulada (AM) y las de Frecuencia modulada (FM).

Las primeras (AM), constituyen la mayoría y forman un grupo de más de 10 emisoras en la ciudad de Ambato. En el cantón Baños funciona "La voz del Santuario"; en Pelileo, "La voz del Dorado" y "Pelileo"; en Pillaro, "Moderna" y "Radio Pillaro"; y en el cantón Quero, "Radio Viracocha".

Las emisoras de frecuencia modulada, funcionan todas en Ambato.

La mayoría de las emisoras trabajan desde las cuatro de la mañana hasta las doce de la noche. Los programas que más se difunden son: Musicales, noticiosos y deportivos.

En el desarrollo de la provincia, las emisoras de radiodifusión constituyen un factor importante, ya que a través de ellas se puede crear conciencia de la necesidad y soluciones que el momento requiere.

Periódicos:

En la provincia, únicamente el cantón Ambato dispone de dos periódicos: "El Heraldó" y "Avance", los mismos que se publican diariamente con un tiraje limitado.

Televisión:

No existe un canal de televisión tungurahuense, pero llegan las señales de los canales 8, 4 y 13 de Quito, y el 10 de Guayaquil, manteniendo una transmisión diaria con programas variados.

Además de los servicios indicados, toda la provincia cuenta con un deficiente servicio de correos y telégrafo.

2.2 Diagrama y Configuración del Sistema

El diagrama del sistema se lo representa en la figura 2.1, este plano fue cedido por IETEL - Telecomunicaciones Rurales (R-1) Quito.

En su configuración, se puede apreciar que los cantones P1



llaro, Pelileo, Patate, Cevallos y Baños, tienen enlace de 24 canales; así también tenemos que Pilahuín, Quero, Mocha, tienen servicio de mono canal y algunas parroquias tienen servicio de radio multiacceso.

Con esto podemos darnos una idea general del sistema actual de comunicación de esta provincia.

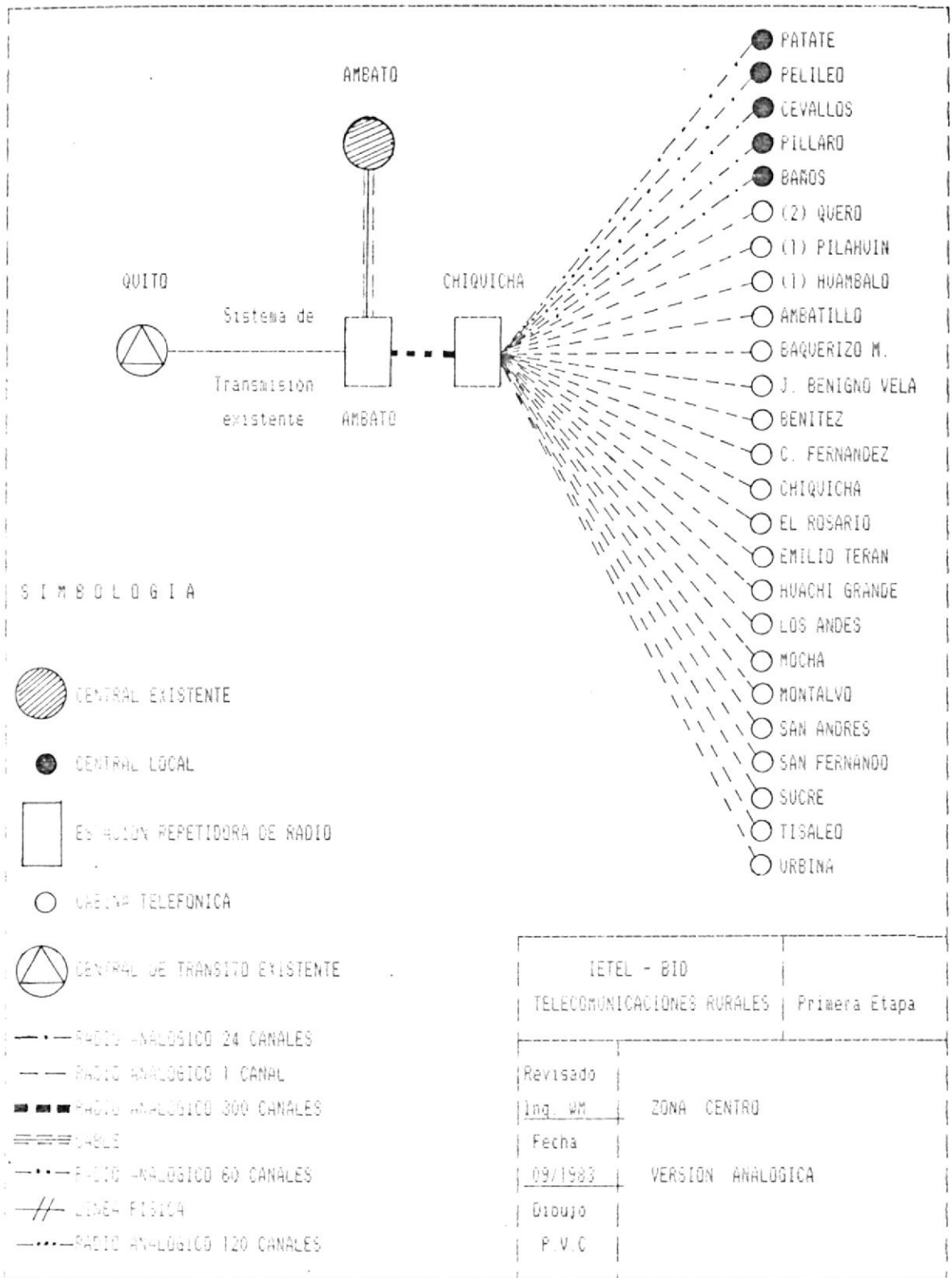


Fig. 2.1 Diagrama y Configuración del Sistema Actual

CAPITULO III

ESTUDIO DE LAS NECESIDADES PARA DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS

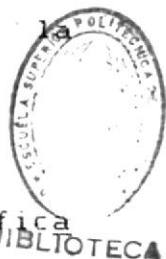
3.1 Antecedentes

Al estudiar estos aspectos, es necesario reconocer que en nuestro país, al igual que en algunos países latinoamericanos, el proceso de desarrollo económico y social se ha caracterizado por el inicio tardío de su industrialización, originando concentraciones geográficas de desarrollo creciente.

La experiencia histórica de nuestro país, demuestra que aquellas fuerzas que ocasionan la concentración, benefician más al centro que a su periferia, hecho que impide de por sí, cualquier posibilidad de desarrollo integral y armónico.

Estas premisas anteriormente anotadas, nos hacen situar a la provincia del Tungurahua, como una región del Ecuador que no ha tenido un desarrollo eficiente. Esta provincia es eminentemente agrícola, con una gran proyección en industria metal-mecánica.

El Ecuador es un país atrasado en telefonía y electrificación rural, lo que ha motivado que sea también un país donde el agro no se ha tecnificado, y que se mantengan toda



vía las viejas escuelas en los métodos de cultivo y cuidado de animales; así como tampoco se ha emprendido un desarrollo industrial de los productos por ello cosechados.

Todos estos aspectos no han permitido que el habitante de la zona rural del Ecuador mejore su condición económica y se mantenga en su mismo nivel precario de ingresos y hoy más afectado por el sistema inflacionario que existe, obstaculizándolo para que se integre al consumo de la producción nacional, esto es, debido a que ellos consumen lo que la tierra produce, y además fabrican sus ropas, zapatos, etc., con elementos que están a su alcance, tal como lo hacían nuestros aborígenes en las épocas incaicas.

Por otro lado, la falta de comunicación telefónica, no ha permitido al habitante de la zona rural, integrarse a los beneficios modernos de la electrónica, sistemas de datos y en general con el mundo exterior; mantenerse comunicados y no manteniéndose aislados de él.

Además, los planteles de educación no son aprovechados eficientemente, debido a la falta de comunicación, y no poder ser incorporados al mundo moderno, que está impidiendo que gran parte de la población campesina se eduque con los nuevos avances tecnológicos.

Otro de los problemas graves que está ocurriendo en el campo, es el de que los campesinos están emigrando hacia los

grandes centros poblados, a probar mejor suerte, ya que el campo no le brinda en la actualidad ninguna mejora económica, y no tienen las comodidades de la vida moderna. Esto ha ocasionado que actualmente no se tengan hombres para que trabajen en las labores agrícolas y por consiguiente, la escasez y carestía de los productos agrícolas.

El poco ingreso de estos habitantes, hace que los costos de el sistema telefónico sea un artículo de lujo, por lo que sería necesario darles un servicio asequible para ellos.

3.2 Demografía

Este estudio, da una importancia especial a la población como la variable más importante, ya que a través de ella se logran hacer los análisis de la distribución de los habitantes por regiones tanto urbanas como rurales; se establecen las relaciones por sexo y por edades; se obtienen las tasas de crecimiento, y de esta forma toda las condiciones demográficas de una sociedad.

Para obtener un desarrollo telefónico, es menester que se definan las responsabilidades de todas las personas que van a recibir el beneficio de la comunicación, tomando en cuenta la situación económica de los habitantes de la zona rural y su participación activa en el sistema telefónico, ya sea con ayuda económica, materiales y mano de obra, pa

ra de esta forma ir seleccionando estas poblaciones.

Para nuestro estudio, conviene tener en cuenta cuáles son los criterios demográficos que más interesan, con el fin de ir seleccionando las poblaciones que ayudado con otras informaciones de otras variables y de su ruralidad, nos determinarán las mismas en orden de prioridades.

3.2.1 Tendencias poblacionales de la provincia

La provincia de Tungurahua, con gran población agtual, ha pasado por una serie de tendencias que han hecho que en ciertos poblados tenga un decrecimiento demográfico, ya sea motivado por las sequías como también por la falta de una infraestructura integral y la migración hacia las grandes ciudades.

De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado en 1.974, señalaba que la provincia de Tungurahua tenía una población de 279.920 habitantes, representando el 3,96% de la población nacional.

El siguiente censo de población realizado en 1.982, y de acuerdo con el censo del mes de Noviembre por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), la población total era de 328.061 habitantes.

Como se observa, la población ha tenido un crecimiento

to significativo, pues en ocho años se aprecia un aumento de 48.141 habitantes. Lo que expresa a su vez, una altísima tasa interrural que llega al 4,08%, siendo mayor que la tasa nacional, que tiene un 3,30%.

De acuerdo a la utilización zonal, la provincia se caracteriza por ser desigual la distribución de sus elementos humanos, dado que la mayor parte de la población se localiza en la zona rural, 207.228 habitantes, que corresponden al 63,17% del total de la provincia, mientras que en la urbana existen 120.842 habitantes, correspondiendo al 36,82% del total provincial.

De los datos anteriormente anotados, es interesante sacar algunas conclusiones, saliendo en primer lugar que casi los 2/3 de la población tungurahuese es habitante rural.

En relación a la superficie espacial, se halla una población dispersa en toda la provincia, pero existe una tendencia a concentrarse en el Cantón Ambato, que con una población de 221.392 habitantes, representa el 67,48% del total de la población provincial, mientras que el resto de los cinco cantones acumulan una población de 106.605 habitantes, correspondiendo al 32,5% del total provincial.

Es interesante ver estos resultados, ya que uno de los fines de la telefonía rural, es tratar de lograr frenar esta migración hacia las ciudades y otras provincias del Ecuador; es por eso que dentro de los criterios considerados en esta tesis, uno de ellos es la migración cero dentro de cada cantón.

3.2.2 Area urbana de Cabeceras Cantonales y Parroquiales

De lo que se ha hablado sobre la provincia de Tungurahua y el tener una gran parte de la población en la zona rural, zona de estudio de esta Tesis de Grado, se hace imprescindible el análisis y clasificación de esta zona; zona rural que como ya lo hemos mencionado, se caracteriza por ser dispersa y por su gran tendencia de salir con dirección a las ciudades más importantes, que ofrecen trabajo y superación económica y social.

Si bien es cierto que la población Tungurahuense ha emigrado a otras provincias en busca de fuentes de trabajo; también se produce una migración interna dentro de la misma provincia. Este fenómeno se produce por efecto de un auto-desarrollo regional; se están urbanizando ciudades, especialmente la capital de provincia, las cuales por gozar de equipamiento urbano, mejores posibilidades de educación, acceso a las fuentes de trabajo de un naciente también sector

industrial, etc., que se han convertido en los receptores de la población rural de la provincia.

El efecto de esta situación se ve de inmediato, al producirse los típicos y característicos barrios marginales, que surgen como resultado del deficiente sistema económico-social de nuestra sociedad y que se manifiesta en la incapacidad de nuestras ciudades, para receptor este inmenso volumen de migrantes expulsados del campo.

A continuación tenemos las cabeceras cantonales, con su respectiva población e importancia:

Ambato	112.600	h.
Baños	10.471	h.
Patate	6.279	h.
Pelileo	16.038	h.
Píllaro	10.644	h.
Quero	12.650	h.
Cevallos	6.504	h.
Mocha	6.136	h.
Tisaleo	8.280	h.

Otra de las características de la población rural de el Tungurahua, es su enorme grado de dispersión que constituye uno de los impedimentos más grandes para la dotación de servicios básicos.

3.2.3 Clasificación de los Recintos de más de 500 Habitantes

Existe una gran cantidad de poblados dispersos en la geografía tungurahuese, cuya población es menor a 500 habitantes, que se encuentran aislados y sin ninguna clase de servicios.

Es oportuno fortalecer la infraestructura de servicios, donde se incluye la comunicación. Esta acción debe ser guiada por una política demográfica conjugada con otros sectores, a fin de evitar extender dotaciones de infraestructura telefónica a localidades cuyo proceso es el de mantenerse dispersa o pequeñas, alimentando otras localidades que en cambio crecen por obras de condiciones socio-económicas realmente consistentes que sí justifican el apoyo telefónico por su volumen, condición de trabajo, bienestar, desarrollo y situación.

Para ese fin analizaremos todas las poblaciones de esta provincia, comenzando por las cabeceras cantonales y parroquiales (ver cuadro # 3.1). Se han agrupado las localidades que no tienen o pueden considerarse con comunicación con el debido señalamiento del

CUADRO N.º 3-1

Provincia de Tungurahua

Población de Cabeceras Cantonales y Parroquiales

Censo de 1.982

POBLACIONES MENORES DE 2.500		POBLACIONES DE 2.501 - 5.000		POBLACIONES DE 5.001 - 10.000		POBLACIONES DE 10.001 - 50.000	
		AMBATILLO	3.345				
		ATAHUALPA	4.231				
CONSTANTINO FERNANDEZ	2.322			AUGUSTO N. MARTINEZ	7.387		
		HUACHI GRANDE	4.377			IZAMBA	11.083
MONTALVO	2.319			JUAN BENIGNO VELA	5.659		
				PASA	5.781		
				PICAIGUA	5.513		
				PILAGUIN	7.282		
				QUISAPINCHA	7.282		
				SAN BARTOLOME	5.525		
		SAN FERNANDO	2.657			SANTA ROSA	10.419
				TISALEO	8.280		
		TOTORAS	3.567			BAROS	10.471
LLIGUA	481						
RIO NEGRO	820						
RIO VERDE	946						
ULBA	1.919						
EL TRIUNFO	720			PATATE	6.279		
LOS ANDES	1.252						
SUCRE							

Cuadro No 3-1 (Continuación)

POBLACIONES MENORES DE 2.500		POBLACIONES DE 2.501 - 5.000		POBLACIONES DE 5.001 - 10.000		POBLACIONES DE 10.001 - 50.000	
PATATE-URCO	1.386						
						PELILEO	16.038
BENITEZ	1.737						
BOLIVAR	1.879						
COTALO	2.069						
CHIQUECHA	1.628						
EL ROSARIO	1.722						
		GARCIA MORENO	4.003				
				GUAMBALO	5.546		
		SALASACA	2.670				
						PILLARO	10.644
BAQUERIZO MORENO	386						
EMILIO MARIA	1.246						
TERAN							
MARCOS ESPINEL	2.419						
FRESIDENTE	2.299						
URBINA							
				SAN ANDRES	7.147		
SAN JOSE DE	2.399						
POALO							
		SAN MIGUELITO	4.871				
						QUERO	12.650
YANAYACU -	1.339						
MOCHAPATA							
				CEVALLOS	6.504		
				MOCHA	6.136		

número de habitantes que tienen los mismos hasta el censo de 1.982.

En este cuadro se ha omitido a la ciudad de Ambato, por tener una población superior a los 50.000 habitantes, (112.600 habitantes).

3.3 Vías de Comunicación

La ubicación geográfica de la provincia, en el centro del callejón interandino, la convierte en un lugar de convergencia de algunas carreteras importantes. Así podemos anotar la carretera Panamericana, como principal; la Ambato-Guaranda; Ambato-Puyo, entre las más que le siguen a la primera en importancia.

La carretera Panamericana atraviesa la provincia de Norte a Sur, permitiendo el flujo vehicular interprovincial y nacional, ya sea a las provincias de Pichincha y Cotopaxi, y fundamentalmente a la ciudad de Quito, como a la provincia de Chimborazo. Cabe destacar que en el tramo Ambato-Quito, esta carretera es profusamente transitada.

La vía Ambato-Guaranda se proyecta hacia el Occidente, uniendo a las provincias de Tungurahua y Bolívar. Es necesario destacar que últimamente esta carretera ha sido corregida, aprovechando adelantos técnicos modernos, por lo que constituye una vía de primer orden.



En lo que a la provincia de Tungurahua concierne, el trazado de esta carretera ha sido totalmente rectificado en comparación con el antiguo, que siguiendo el cauce del río Ambato, no permitía ningún tipo de ampliación por la presencia de un cañón bastante profundo. La vía nueva ha superado estos obstáculos y une las parroquias de Santa Rosa, Juan Benigno Vela y Pilahuín.

La vía Ambato-Puyo es considerada como una de las más importantes del país, ya que hasta hace algunos años atrás, era la única vía de penetración a la amazonía norte. En los actuales momentos se encuentra asfaltada hasta la ciudad de Baños, en calidad de vía de primer orden; más, lamentablemente, el tramo Baños-Puyo, todavía conserva el trazo original, estrecho y altamente peligroso para la circulación vehicular. Esta vía empalma con la de Tena-Papallacta-Quito, de donde sale una derivación al sector petrolero de Lago Agrio.

También se ha inaugurado la vía Baños-Riobamba, la misma que es asfaltada en su totalidad, constituyendo un lazo más de unión con la provincia de Chimborazo y posibilitando a ésta, una penetración directa a la amazonía.

La comunicación con la costa se efectúa fundamentalmente utilizando la carretera Panamericana Sur, hasta la ciudad de Riobamba, en donde se toma la vía Riobamba-Pallatanga-Bucay, asfaltada y de primer orden. Otra posibilidad de

conectarse con la costa, es tomando la carretera Panamericana al Norte hasta Aloag (provincia de Pichincha), para de ahí tomar la vía Santo Domingo-Quevedo, asfaltada y de primer orden. La carretera Ambato-Guaranda también permite el contacto con la costa, ya que se dirige a Babahoyo y Guayaquil por la antigua vía Flores, la misma que en un gran trecho es lastrada y empedrada. Aunque con menos circulación, la vía Latacunga-Quevedo, posibilita otro contacto con la costa; esta vía, al igual que la anterior, tiene un gran trecho lastrado y empedrado.

La distancia entre Ambato y las ciudades más importantes del país, por vía terrestre, expresada en kilómetros, es la siguiente:

<u>Con dirección Norte:</u>	<u>Km.</u>
- Latacunga	40
- Quito	132
- Ibarra	272
- Tulcán	390
 <u>Con dirección Sur:</u>	 <u>Km.</u>
- Riobamba	65
- Azogues	322
- Cuenca	342
- Loja	553

<u>Con dirección Oriente:</u>	<u>Km.</u>
- Baños	60
- Puyo	122
- Tena	192

<u>Con dirección Occidente:</u>	<u>Km.</u>
- Guaranda	86
- Babahoyo	196
- Guayaquil	398
- Portoviejo	374
- Esmeraldas	404
- Machala	534

A lo interno de la provincia se dispone de una buena red de carreteras y caminos vecinales (empedrados la mayoría), que unen a casi todas las poblaciones con la capital provincial. Prácticamente no hay población que no esté conectada por algún camino carrozable que permita conducir pasajeros y mercaderías a los centros de consumo y comercialización. A causa de la escasa pluviosidad, el estado de los caminos se mantiene bueno, excepto en la vía Baños-Puyo que, por la gran cantidad de lluvias y la topografía inclinada, presenta un deterioro más o menos constante.

Sin embargo, las vías que conducen a parroquias un tanto apartadas como:

Pasa, Huanbaló, Cotaló, Sucre, San José de Poaló, etc.,

son deficientes, a pesar de lo cual existe un servicio de transporte constante.

Con relación a Baños, hacen falta otros ramales de caminos que, partiendo de la vía oriental, comuniquen con algunos poblados aislados como: Valencia y Vizcaya.

La distancia terrestre aproximada en kilómetros, de la capital de la provincia a las cabeceras cantonales, es la siguiente:

<u>Desde</u>	<u>Hasta</u>	<u>Km.</u>
Ambato	Baños	39,5
Ambato	Patate	26,6
Ambato	Pelileo	16,1
Ambato	Pillaro	22,4
Ambato	Quero	18,5
Ambato	Cevallos	16,0
Ambato	Mocho	30,4
Ambato	Tisaleo	16,0

CUADRO N.º 3-2
Clasificación y nivel de servicio de las Vías Nacionales
Provincia de Tungurahua

INVENTARIO DE LA RED FUNDAMENTAL AÑO 1.986						
No.	CARRETERA (TRAMO)	ANCHO	TIPO DE CALZADA			TOTAL
			ASFALT.	AFIRM.	TIERRA	
1	Pichincha (Lim. Prov. Cotopaxi)	6,7	17,2			17,2
2	Ambato (Lim. Prov. Chimborazo)	6,9	30,0			30,0
3	Ambato-Arenal (Lim. Prov. Bolívar)	7,3	50,0			50,0
4	Ambato-Pelileo	7,3	16,1			16,1
5	Pelileo-Baños	7,3	22,8			22,8
6	Baños (Lim. Prov. Pastaza)	7,3	5,1			
		6,5		24,1		29,2
7	Puente Chambo (Lim. Prov. Chimborazo)	7,3	7,0			7,0
	Total Km.		148,2	24,1		172,3
	Porcentajes:		86%	14%		100%
INVENTARIO DE CAMINOS VECINALES AÑO 1.986						
1	Ambato-Martínez-Pillaro	6,9		6,6		
		4,5		12,8		19,4
2	Ambato-Picacahuá-El Rosario-Nitón-Chiquicha	4,0		4,1	21,9	26,0
3	Ambato-San Bartolomé-Pasaloma	3,8		9,7		9,7
4	Ambato-Pasa-San Fernando	6,0		10,6		10,6
5	Ambato-Tigua-Tangaiche	3,0		4,3		4,3
6	Ambato-Laquigo-Constantino Fernández	5,0		7,6		7,6
7	Ambato-La Península	3,0			5,0	5,0
8	Ambato-La Viña-Chiquicha-Pelileo	4,0		29,3		29,3
9	Ambato-Salasaca	5,0		15,0		15,0
10	Ambato-Izamba	3,0			9,0	9,0
11	Pilahuín-Desvío-Yatsapusán	3,0		4,8		4,8
12	Pilahuín-Mulanleo	3,0			14,6	14,6
13	Panamericana-Quinchicoto-Mocha	4,0		7,6		7,6
14	Mocha-Mocha Viejo	5,0		1,0		1,0
15	Mocha-Las Abras-El Arenal	3,0			42,5	42,5
16	Mocha-Quero	4,0		10,5		10,5
17	Panamericana-Quero	5,0		9,5		9,5
18	Quero-Jalpa-Huambalo	5,0		32,8		32,8
19	Quero-Sabañay	5,0		23,9		23,9
20	Quero-Enpalme	4,0			9,9	9,9
21	Quero-Puñochiza-Shanzhi	4,0		6,5		6,5
22	San Vicente de Quero-Pueblo Viejo	4,0		9,6		9,6
23	Huachi Grande-La Libertad-Quinchicoto-San Francisco-El Chicolitoral	4,0		8,6		8,6
24	Huachi Grande-Huachi-Totoras	4,0		4,9		4,9
25	Huachi-Tisaleo-Panamericana	4,0		8,3	3,4	11,7
26	Cevallos-Yanahurco-Panamericana	4,0		8,5		8,5
27	Cevallos-Benítez-Pelileo	4,0		13,8		13,8

No.	CARRETERA (TRAMO)	ANCHO	TIPO DE CALZADA			TOTAL
			ASFALT.	AFIRM.	TIERRA	
28	Cevallos-Santo Domingo	4,0		2,6		2,6
29	Cevallos-Adignato	4,0		4,5		4,5
30	Cevallos-San Antonio-Puñachisag	3,0			7,3	7,3
31	Montalvo-Alobamba	4,0		2,8		2,8
32	Montalvo-La Libertad-Totoras	4,0		5,4		5,4
33	Montalvo-San Pedro-Huachi-Totoras	4,0		5,8		5,8
34	Montalvo-Llimpia-San Antonio	3,0			12,5	12,5
35	Montalvo-Pueblo Viejo	3,0			3,6	3,6
36	Paso Mogato-Aguajau	4,0		6,5		6,5
37	Quidivana-Paso-Tilivi	4,0		4,8		4,8
38	Aguajan-San Fernando	3,0			4,7	4,7
39	San Fernando-Llavehuasi	3,3		5,3		5,3
40	Quizapincha-Ambayata-Putungleo	4,0		9,3		9,3
41	San Bartolomé-Quizapincha	3,9		2,5		2,5
42	Laquingo-Martínez	4,0		2,8		2,8
43	Atahualpa-Martínez	5,0		3,4		3,4
44	Martínez-Fernández	5,0		4,0		4,0
45	Fernández-San José	4,0		4,4		4,4
46	Fernández-Samanga Alto	4,0		7,5		7,5
47	Izamba-El Pisque	5,0		4,8		4,8
48	Izamba-Quillán-Emilio M. Terán	3,0		15,9		15,9
49	San Vicente-Izamba-Campo de aviación Yacupamba	5,0		3,1		3,1
50	San Vicente-Quillán-Izamba	4,0		8,5		8,5
51	Emilio M. Terán-San Vicente	4,0		6,2		6,2
52	Atahualpa-Angahuama-Caiguachico	4,0			9,6	9,6
53	Atahualpa-Pondoa-Samanga Alto	3,5		2,7	3,5	6,2
54	Angahuama-Samanga Alto	4,0		2,6		2,6
55	Camino del Rey	4,0		12,7		12,7
56	Alobamba-Tisaleo	5,0		4,4		4,4
57	Sta. Rosa-San Pablo-Apatog	4,0		7,3		7,3
58	Sta. Rosa-El Quinche-4 Esquinas	4,0		5,4		5,4
59	Juan B. Vela-Chibuleo-San Pedro	4,0		11,8		11,8
60	El Rosario-Salasaca	4,0			3,2	3,2
61	El Rosario-Hualsalata	4,0		3,5		3,5
62	El Rosario-Chicha	3,0			11,0	11,0
63	Patate-Yamate-Tungaiche-San Jorge	4,0		7,8		7,8
64	Patate Baños	3,0		14,6		14,6
65	Patate-La Joya-Leito	4,0		6,3		6,3
66	Patate-Empalme	3,7		9,4		9,4
67	Patate-Los Andes-Emilio Terán-San Miguelito-Pillaro	3,6		17,0		17,0
68	Patate-Mundug	4,0		3,8		3,8
69	Tunga-Poatug	4,0		7,9		7,9
70	San Rafael-Leitillo	4,0		8,0		8,0
71	Los Andes-Galpón-Sucre	3,5		4,7		4,7
72	Pelileo-García Moreno	4,0		2,2		2,2
73	Pelileo-Huambaló-Cotaló-Empalme	4,0		30,9		30,9
74	Pelileo-Huambalito-Cotaló-Baños	5,0		15,7		15,7
75	Huasibamba-Bolívar-Quitocucho	4,0		6,6		6,6

No.	CARRETERA (TRAMO)	ANCHO	TIPO DE CALZADA			TOTAL
			ASFALT.	AFIRM.	TIERRA	
76	Huambalito-Bolivar	4,0		4,2		4,2
77	Huambalito-Huambaló	4,0		3,5		3,5
78	Huambaló-Segovia-Surangay	4,0		4,2		4,2
79	Huambaló-La Chamba	4,0		3,5		3,5
80	Florida-Bolivar-Huambaló-Empalme	3,8		4,8		4,8
81	Florida-Empalme	6,2			4,6	4,6
82	Rio Negro-Rio Estancias	4,0		6,5		6,5
83	Pillaro-Marcos Espinel-Galloquillo	3,5		2,0		
		3,0			3,3	5,3
84	Pillaro-Chacota	4,0		2,3		2,3
85	Pillaro-Urbina-Pucapella	4,0		8,8		8,8
86	Pillaro-Montuza-San Juan	5,0		3,5		3,5
87	Pillaro-Cruzán-Huaynacuri-La Esperanza	5,0		7,5		7,5
88	Pillaro-Tunguipamba-La Merced-Sta. Rita	5,0		6,5		6,5
89	Pillaro-San Andrés-Huanpantes	6,0		22,1		22,1
90	Pillaro-San Miguel	5,0		3,2		3,3
91	Pillaro-Dos Acequias	4,0		11,0		11,0
92	Puente-Culapachán-Pillaro	7,2		4,8		4,8
93	Cuchibamba-San Andrés	6,0		11,0		11,0
94	San Andrés-Pisayambo	5,0		28,4		28,4
95	San Andrés-San José de Paoló-Pucará	5,6		12,9		12,9
96	Pucará-Camara de Válvulas	5,0		2,7		2,7
97	Cochaló-Guanguivana	5,0		2,2		2,2
98	Baquerizo Moreno-Empalme-Pillaro	3,3		1,8		1,8
99	Rio Colorado-Puenebata-Lim. Prov. Bolivar	5,0		10,5		10,5
100	San Miguelito-La Esperanza-Yacamamba	4,0		2,4		
		3,0			4,6	7,0
101	San Miguelito-San Juan-Huaynacuri	4,0		3,5		3,5
102	Dos Acequias-San José de Paoló	5,0		5,2		5,2
103	Tinsaco-Sta. Lucia-Panamericana	4,0		5,5		5,5
104	Chichincha-Pachanlica	3,0			4,6	4,6
105	Pachanlica-Ambato	3,0			14,5	14,5
106	Rio Guaranda-Rio Blanco	4,0		30,2		30,2
107	Atocha-Laquigua	4,0		3,5		3,5
108	San Bartolomé-Lacón	4,0		2,3		2,3
109	San Bartolomé-Desvío Ambatillo	4,0		6,1		6,1
110	Desvío Ambatillo-Ambatillo	4,0		3,2		3,2
111	Marcos Espinel-Coruna San Marcos	7,2		5,0		5,0
112	Panamericana-Quinchicoto	5,0		3,6		3,6
113	San Fernando-Colamanka	6,5		30,0		30,0
114	Pilahuin-Cunuyacu	6,5		12,0		12,0
115	Patate-El Triunfo	6,5		35,0		35,0
Total Km.				865,0	193,3	1058,3
Porcentajes:				82%	18%	100%

La provincia se encuentra servida, además, por una vía férrea, que la atraviesa de norte a sur, lamentablemente un tanto descuidada; sin embargo, mantiene un flujo regular de trenes, principalmente para movilizar carga.

3.3.1 Vías Lastradas

Las vías lastradas son aquellas que sin ser asfaltadas permiten el movimiento vehicular durante todo el año.

En la red fundamental existen 24,1 Km, que representa el 14% de todo lo que se considera de esta clase de vía y 865,0 Km. constituidos en caminos vecinales que significan un 82% del total.

Estas vías unen las poblaciones menores con las vías asfaltadas, estableciéndose un nexo entre las zonas productivas y los centros de consumo y exportación.

3.3.2 Vías de Tierra

Los caminos de tierra, son vías elementales formadas comunmente por la nivelación de calzadas, caminos de acémilas, lechos de ríos secos que presentan ciertas condiciones para el tránsito vehicular cuando hay ausencia de lluvias.



3.4 Educación

Comparativamente con el resto del país, la provincia del Tungurahua es la que menos problemas educativos tiene. En los últimos años el porcentaje de analfabetismo ha disminuido ostensiblemente. La concurrencia a los diferentes niveles educativos cada año es mayor y el interés por la educación alcanza a todos los sectores de la población.

La educación pre-primaria ejercido por los jardines de infantes, se aprecia que el sector urbano es el mejor servido, con 23 planteles, mientras que el rural únicamente con 7 establecimientos.

El nivel primario de acuerdo a las disposiciones legales, tiene el carácter de obligatorio. En la provincia existen 366 escuelas, distribuidas por cantones de la siguiente manera:

<u>Cantones</u>	<u>Zonas</u>	
	<u>Urbana</u>	<u>Rural</u>
Ambato	48	115
Baños	6	27
Patate	2	22
Pillaro	7	31
Pelileo	6	43
Quero	2	24
Cevallos	2	9



Mocha	3	11
Tisaleo	2	5

De donde se aprecia que las escuelas ubicadas en la zona rural, constituyen el 79,05%.

La población escolar que asiste a este nivel es de 57.389 alumnos; de los cuales 29.435 son varones y 27.949 mujeres.

Un problema que debe ser tratado con todo detenimiento es aquel que se refiere a la deserción escolar.

De 100 alumnos matriculados en primer grado, luego de seis años de estudio han llegado a concluir 63; agudizando de esta manera los problemas educativos y sociales de la provincia. La deserción escolar se encuentra claramente patentizada, sobre todo en el sector rural.

Entre los factores que inciden en la deserción escolar, podemos anotar:

- a) La situación socio-económica familiar. En vista de que muchos niños trabajan en faenas agrícolas o de otro tipo.
- b) La falta de incentivos. Todavía no ha existido una comprensión plena de la importancia de la educación.
- c) Los movimientos migratorios.

En el nivel medio también se nota una alta deserción; e igualmente en el cantón Ambato se concentra la mayoría de colegios; sobre todo particulares.

En la provincia se encuentran funcionando 54 colegios, del nivel medio, incluido el Instituto Normal Superior No. 15 de la ciudad de Baños.

Este fenómeno de abandono es notorio sobre todo en el primer curso.

El análisis anterior tiene su particular comportamiento en cada uno de los colegios, ya que influirán condiciones propias a la organización, ubicación, capacitación de los maestros, etc.

En la provincia de Tungurahua el nivel Superior está representado por la Universidad Técnica de Ambato.

Este plantel de educación superior es uno de los 17 existentes en el país. Surgió teniendo como base al ex-Instituto de Contabilidad Superior, Gerencia y Técnica Industrial.

En sus pocos años ha experimentado un notable ritmo de crecimiento en todo aspecto, lo que ha permitido que alcance un importante sitio dentro de la Universidad ecuatoriana.

3.4.1 Producción

Las actividades agrícolas concentran el mayor esfuerzo humano en la provincia, seguidas de los de carácter industrial, artesanal y del trabajo hogareño.

La agricultura es la actividad productiva fundamental de la provincia; la provincia dispone de un total de 276.000 hectáreas.

Este hectareaje se distribuye en forma desigual en relación a las unidades productivas agrícolas (UPA), lo que ha generado la presencia del minifundio en un porcentaje que alcanza el 95,7%, por efectos de la aplicación de la Ley de Reforma Agraria y Colonización, mientras que las medianas y grandes propiedades porcentualmente expresaron el 4,3%.

Las consideraciones anteriores demuestran que existe una desigual distribución del recurso del suelo, con una gran población concentrada en las unidades de menor extensión y una alta concentración de tierra en pocos propietarios.

Al igual que en el resto del país, en la provincia de Tungurahua existen diferentes formas de tenencia de la tierra, entre las que se destacan: propietarios, partidarios, aparceros y comuneros.

La producción agrícola en la provincia de Tungurahua se encuentra distribuida en sus ocho cantones; cuyos cultivos predominantes son: papa, cebada, maíz suave, cebollas, habas, fréjol, trigo, frutales (durazno, manzana, pera, mora) y pastos. Además en los cantones de Patate y Baños se encuentra cultivos de: mandarina, aguacate, caña de azúcar y naranjilla.

Las áreas localizadas sobre los 3.500 m. sobre el nivel del mar, que abarcan superficies considerables que aún no han sido aprovechadas, se dedican en la actualidad a una explotación insuficiente de ganadería bovina y ovina.

La manufactura y la pequeña industria, tiene singular importancia en el ámbito nacional; la provincia se ha constituido en el cuarto polo de desarrollo nacional, teniendo, de acuerdo al INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), un número de 161 establecimientos manufactureros, que representa el 6,45% del total nacional.

3.5 Identificación de las Areas a Enlazar Telefónicamente

Para la identificación y selección de las áreas a enlazar, se propuso un análisis de las variables más importantes; como son: población, demanda y tráfico telefónico, todas ellas proyectadas hacia el año 2.000.

Estas variables estudiadas particularmente y unidas a los servicios básicos, como vías de comunicación, educación, etc; nos indicarán con bastante exactitud los sectores que podrían ser sujetos de comunicar telefónicamente.

3.5.1 Proyección de la Población en la provincia

En la tabla 3.5.1, se indica los resultados de los censos poblacionales de los años 1.962, 1.974, 1.982 y 1.986.

Año	1.962	1.974	1.982	1.986
Población	258.718	279.920	328.062	360.520

Tabla 3.5.1 Censo Poblacional de la provincia de Tungurahua.

De acuerdo al Censo Poblacional, la tasa de crecimiento, es la indicada en la tabla 3.5.2.



Periodo	# de Años	Tasa de Crecimiento %
1.962-1.974	12 años	0,66
1.974-1.982	8 años	2,00
1.962-1.982	20 años	1,19
1.962-1.986	24 años	1,39

Tabla 3.5.2 tabla de crecimiento poblacional de Tunurahua.

De la tasa de crecimiento poblacional indicada en la tabla 3.5.2, la más conveniente para efectuar la proyección poblacional hacia el año 2.000 es aquella que se refiere al período más largo; en este caso sería de 1,39%.

A partir de los datos poblacionales que se disponen para la provincia para el año 1.982 y utilizando la tasa de crecimiento 1,39% se hace la proyección poblacional hacia el año 2.000 indicando en la tabla 3.5.3.



CANTONES	PARROQUIAS	POBLACION EN EL 2.000
Ambato		144.364
	Ambatillo	4.288
	Atahualpa	5.424
	Augusto N. Martínez	9.471
	Const. Fernández.	2.977
	Huachi Grande	5.612
	Izamba	14.209
	Juan Benigno Vela	7.255
	Montalvo	2.973
	Pasa	7.412
	Picaigua	7.068
	Pilaguin	7.750
	Quisapincha	9.336
	San Bartolomé	7.084
	San Fernando	3.407
	Santa Rosa	13.358
Baños	Totoras	4.573
		13.425
	Lligua	617
	Río Negro	1.051
	Río Verde	1.212
Patate	Ulba	2.460
		8.050
	El Triunfo	923
	Los Andes	1.605
	Sucré Patate-Urco	1.754
Pelileo		20.562
	Benítez	2.227
	Bolívar	2.409
	Cotaló	2.653
	Chiquicha	2.087
	El Rosario	2.208
	García Moreno	5.132
	Huambaló	7.111
	Salasaca	3.423
Píllaro		13.647
	Baquerizo Moreno	495
	Emilio Marín Terán	1.598
	Marcos Espinel	3.101
	Presidente Urbina	2.948
	San Andrés	9.163
	San José de Poaló	3.076
	San Miguelito	6.241
Quero		16.219
	Yanayacu-Mochapata	1.717
Cevallos		8.339
Mocha		7.867
Tisaleo		10.616

Tabla 3.5.3 Proyección de la Población de Tungurahua.

3.5.2 Cálculo de la Demanda Telefónica

El método empleado en el cálculo de la demanda es el método de la regresión exponencial (consta en el documento TR-20 de agosto de 1.980: Estudio de la demanda telefónica para la población rural del Ecuador).

De acuerdo con este método a la población se la clasifica según sus características socio-económicas en poblaciones altas, medias, bajas. De acuerdo a esto a los cantones que tienen un cierto nivel económico se los considera con demanda media como son: Ambato, Pelileo, Baños, Pillaro; al resto de poblaciones se las considera con demanda baja.

El modelo matemático es el siguiente:

$$Y = ax^b$$

Donde

X = # de Habitantes

Y = # de Abonados

a = constante (a = 0,00894420 para demanda media)

(a = 0,01366366 " " baja)

b = constante (b = 1,2419 demanda media)

(b = 1,0889 " baja)



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

Según esto tenemos las siguientes ecuaciones:

$$Y = 0,00894 X^{1,2419} \text{ (demanda media) } 3.5.1$$

$$Y = 0,01366 X^{1,0889} \text{ (demanda baja) } 3.5.2$$

Con estas ecuaciones elaboramos la tabla 3.5.4; demanda telefónica para la provincia.

Realizaremos un segundo cálculo de la demanda telefónica, haciendo una estimación telefónica de acuerdo a una encuesta realizada en los pueblos.

Así obtuvimos lo siguiente:

1 teléfono cada 10 personas en los Cantones (excepto Tisaleo y Quero).

1 teléfono cada 60 personas en las Parroquias Rurales.

1 teléfono cada 50 familias (250 personas aproximadamente) para comunas y recintos.

En la ciudad de Ambato obtuvimos 1 teléfono cada 6 personas.

En base a estos datos elaboramos la tabla 3.5.5. Con estas dos demandas calculadas (tabla 3.5.4 y 3.5.5) sacaremos una demanda promedio y la densidad telefónica; indicada en la tabla 3.5.6, que nos servirá para darnos una idea mas clara de la demanda telefónica.

Densidad telefónica es el porcentaje de teléfonos con relación a la cantidad de habitantes.

Se la expresa de la siguiente forma:

$$\text{Densidad telefónica} = \frac{\text{Demanda}}{\text{No. de Habitantes}} \times 100 \quad 3.5.3$$

3.5.3 Cálculo del Tráfico Telefónico

El método para calcular el tráfico que vamos a usar es el que describe el documento TR-80, en el cual se considera un tráfico total de 0,05 Erlang por abonado, para sistemas rurales.

El tráfico telefónico calculamos para aquellos pueblos de mayor concentración, desarrollo económico y demanda telefónica, para esto utilizaremos la siguiente ecuación.

$$d = F + \frac{M - F}{1 + ay^b} \quad 3.5.4$$

Donde:

d = Tráfico en Erlang por cada 100 abonados

y = Número de abonados en la central local

M = 5.313 (valor máximo del tráfico para cada 100 abodos)

F = 0,2 (valor mínimo de tráfico para cada 100 abonados)

a = 0,000200956

b = 1,23.

Con los datos de números de abonado promedio y la tabla 4,1; tabulamos la tabla 3.5.7 que nos da el tráfico telefónico y # de canales para aquellas poblaciones. A las demás localidades las serviremos con teléfonos remotos según sea el caso.

Con el conocimiento de la información básica, se procedió a la representación gráfica de las áreas a enlazar en planos de la provincia; fig. 3.5, con el objeto de obtener un mejor panorama; ello dió una verdadera imagen con relación a las poblaciones identificadas y seleccionadas; quedando obviamente implicito la comunicación de todos aquellos pueblos de menor importancia pero que son factibles de comunicación, poniéndose especial interés en los pueblos donde se puede estimular su desarrollo social y económico.

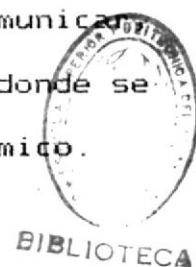


TABLA # 3.5.4 DEMANDA TELEFONICA EN EL AÑO 2.000

CANTONES	PARROQUIAS	DEMANDA TELEFONICA
AMBATO	AMBATILLO	22.849
	ATAHUALPA	123
	AUGUSTO N. MARTINEZ	159
	CONSTANTINO FERNANDEZ	292
	HUACHI GRANDE	83
	IZAMBA	165
	JUAN BENIGNO VELA	454
	MONTALVO	218
	PASA	83
	PICAIGUA	224
	PILAGUIN	212
	QUIZAPINCHA	235
	SAN BARTOLOME	287
	SAN FERNANDO	213
	SANTA ROSA	96
	TOTORAS	425
		132
		1.196
	LLIGUA	15
	RIO NEGRO	27
BAROS	RIO VERDE	31
	ULBA	67
		245
PATATE	EL TRIUNFO	23
	LOS ANDES	42
	SUCRE PATATE - URCO	47
PELILEO		2.031
	BENITEZ	60
	BOLIVAR	66
	COTALO	73
	CHIUQUICHA	56
	EL ROSARIO	60
	GARCIA MORENO	150
	HUAMBALO	214
	SALASACA	96
PILLARD		1.221
	BAQUERIZO MORENO	12
	EMILIO MARIA TERAN	42
	MARCOS ESPINEL	87
	PRESIDENTE URBINA	82
	SAN ANDRES	282
	SAN JOSE DE POALO	86
	SAN MIGUELITO	185
QUERO		525
	YANAYACU - MOCHAPATA	46
CEVALLOS		254
MOCHA		239
TISALEO		331

TABLA 3.5.5 DEMANDA TELEFONICA SEGUN LA ENCUESTA

CANTONES	PARROQUIAS	DEMANDA TELEFONICA
AMBATO	AMBATILLO	24.060
	ATAHUALPA	72
	AUGUSTO N. MARTINEZ	91
	CONSTANTINO FERNANDEZ	158
	HUACHI GRANDE	50
	IZAMBA	94
	JUAN BENIGNO VELA	237
	MONTALVO	121
	PASA	50
	PICAIGUA	124
	PILAGUIN	118
	QUIZAPINCHA	129
	SAN BARTOLOME	156
	SAN FERNANDO	118
	SANTA ROSA	57
	TOTORAS	223
		76
BAMOS		1.342
	LLIGUA	10
	RIO NEGRO	18
	RIO VERDE	20
	ULBA	41
PATATE		805
	EL TRIUNFO	15
	LOS ANDES	27
	SUCRE	29
PELILEO		2.056
	BENITEZ	37
	BOLIVAR	40
	COTALO	44
	CHIQUECHA	35
	EL ROSARIO	37
	GARCIA MORENO	86
	HUAMBALO	119
	SALASACA	57
PILLARO		1.365
	BAQUERIZO MORENO	8
	EMILIO MARIA TERAN	27
	MARCOS ESPINEL	52
	PRESIDENTE URBINA	49
	SAN ANDRES	153
	SAN JOSE DE POALO	52
	SAN MIGUELITO	104
		271
QUERO		29
CEVALLOS	YANAYACU - MOCHAPATA	833
MOCHA		786
TISALEO		177

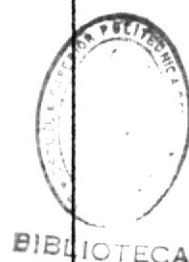


TABLA 3.5.6 DEMANDA PROMEDIO Y DENSIDAD TELEFONICA

CANTONES	PARROQUIAS	DEMANDA PROMEDIO	DENSIDAD
AMBATO		23.455	16,25
	AMBATILLO	98	2,27
	ATAHUALPA	125	2,30
	AUGUSTO N. MARTINEZ	225	2,38
	CONSTANTINO FERNANDEZ	67	2,23
	HUACHI GRANDE	130	2,31
	IZAMBA	346	2,46
	JUAN BENIGNO VELA	170	2,34
	MONTALVO	67	2,24
	PASA	174	2,35
	PICAIGUA	165	2,33
	PILAGUIN	182	2,35
	QUIZAPINCHA	222	2,37
	SAN BARTOLOME	166	2,34
	SAN FERNANDO	77	2,25
	SANTA ROSA	324	2,43
	TOTORAS	104	2,27
BARROS		1.269	9,45
	LLIGUA	13	2,03
	RIO NEGRO	23	2,14
	RIO VERDE	26	2,10
	ULBA	54	2,20
PATATE		525	6,52
	EL TRIUNFO	19	2,06
	LOS ANDES	35,0	2,15
	SUCRE	38	2,17
PELILEO		2.044	9,94
	BENITEZ	49	2,18
	BOLIVAR	53	2,20
	COTALO	59	2,21
	CHIQUECHA	46	2,18
	EL ROSARIO	49	2,20
	GARCIA MORENO	118	2,30
	HUAMBALO	167	2,34
	SALASACA	77	2,23
PILLARO		1.293	9,47
	BAQUERIZO MORENO	10	2,02
	EMILIO MARIA TERAN	35	2,16
	MARCOS ESPINEL	70	2,24
	PRESIDENTE URBINA	66	2,22
	SAN ANDRES	218	2,38
	SAN JOSE DE POALO	69	2,24
	SAN MIGUELITO	145	2,32
QUERO		398	2,45
	YANAYACU - MOCHAPATA	38	2,18
CEVALLOS		544	6,52
MOCHA		513	6,51
TISALEO		254	2,39

TABLA No 3.5.7

Tráfico telefónico para el Año 2.000

POBLACION	# ABONADOS	TRAFICO TELEFONICO		#
				CANALES
		TRAF. C/100 AB.	TRAF. TOTAL	
TISALEO	254	4,52	11,44	12
PATATE	525	3,74	19,62	24
PELILEO	2.044	1,72	35,09	36
PILLARO	1.293	2,38	30,72	36
QUERO	398	4,08	16,25	24
CEVALLOS	544	3,69	20,07	24
MOCHA	513	3,77	19,33	24
BAROS	1.269	2,40	30,51	36

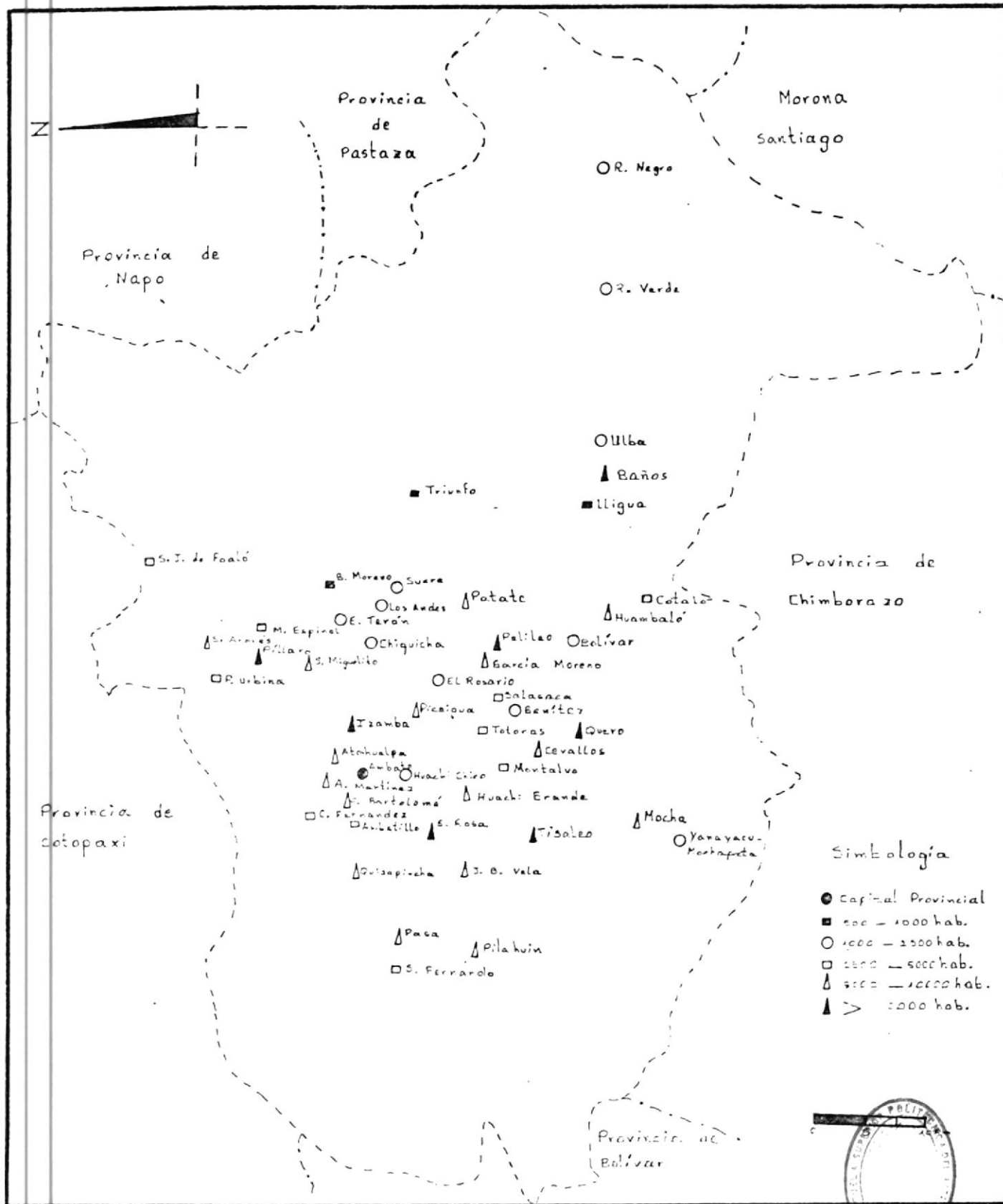


Fig. 3.5 Provincia de Tungurahua - Croquis de las áreas en lazar.

CAPITULO IV

PLANIFICACION DEL SISTEMA

En este capítulo haremos un estudio para el enlace telefónico entre los pueblos rurales de esta provincia.

Una parte fundamental en el diseño de un sistema de enlace telefónico, es la determinación de la ruta del sistema y de la ubicación geográfica de los puntos inicial, final y de enlace.

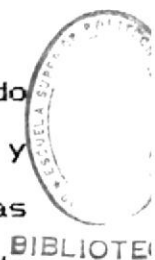
Así como parámetros tales como relación señal ruido, nivel de desvanecimiento, atenuación, etc.

4.1 Selección de Rutas

Es un trabajo importante en la planificación de un enlace telefónico seleccionar la ubicación de las estaciones repetidoras y terminales.

Los sitios de las estaciones, son decididos considerando no sólo las características de transmisión, sino la fácil construcción, servicios, mantenimiento y planes futuros.

Se ha escogido al repetidor del cerro de Chiquicha debido que cumple con las mejores condiciones de propagación, y desde este cerro se obtiene línea de vista con casi todas las poblaciones; además que este repetidor está siendo sub-explotado por estar trabajando a menos del 40% de su capacidad total.



Se ubicarán estaciones terminales en cada una de las localidades consideradas en este estudio.

Como es lógico, podemos descartar lo que corresponde a construcción, mantenimiento, accesibilidad, energía eléctrica, etc.

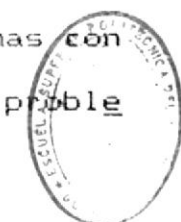
El estudio de las características de transmisión, se basará en un estudio técnico de propagación, ya que las pruebas de propagación no han sido posibles por no disponer de equipos necesarios y por lo costosos de éstos actualmente.

4.1.1 Decisión del Sistema a Emplearse

Los métodos convencionales de distribución local como de cable y línea abierta, son generalmente imprácticos en estos casos.

Como solución a esto hay dos tipos de sistemas radio eléctricos para comunicaciones rurales, que son:

- Sin concentración, utilizando un único canal radio VHF/UHF asignado a cada abonado. Válido en zonas con muy baja densidad de abonados cuando no hay problemas de disponibilidad de canales de radio.



BIBLIOTECA

- Con concentración; que usaremos en la presente tesis, se basa en utilizar radio VHF/UHF multicanal

con FDM (Multicanalización por División de Frecuencia) y microonda en el que un cierto número de abonados comparten un número reducido de canales.

Este sistema nos da una solución de costos y una optimización en la utilización de canales, no habiendo necesidad de contar con costoso equipo común.

El sistema permite expansión y al mismo tiempo conserva un valioso espectro de frecuencia.

El número de radio canales, se dimensionó en función del tráfico por abonado y grado de servicio requerido, la tabla 4.1 permite determinar el número de canales necesarios, en función del número de abonados equipados y su tráfico total.

4.1.2 Selección de Frecuencias

En el sistema VHF/UHF para la planificación de frecuencia, se utilizará en este estudio de propagación la frecuencia central de $f_0 = 370$ MHz que está dentro del rango UHF (270 - 470 MHz) asignado a IETEL; y de $f_0 = 158$ MHz es la frecuencia central de espectro de frecuencia (145 - 170 MHz) asignado a IETEL en VHF.

En estas frecuencias centrales (f_0) se hará el estudio de propagación.



BIBLIOTECA

En la fig. 4.1 se indica los Azimuts geográficos y la distancia de los trayectos de enlaces. El procedimiento para calcular los Azimuts trayecto y distancia se indica en el apéndice A.

En la tabla 4.2 se indica la posición geográfica (1) de cada estación y la repetidora, también las alturas y distancias de los trayectos de enlaces.

4.1.3 Perfiles del Trayecto, Generalidades, Gráficos

Es fundamental en un radio enlace el trazado de los perfiles; esto es, graficar la topografía de la ruta para averiguar si tiene línea de vista directa o si hay obstrucción. Esto lo haremos con los mapas topográficos del IGM(1) en el que se indican las cotas.

El frente onda (haz) cambia la dirección de su trayectoria, al cruzar dos medios diferentes o por un medio de variación gradual del índice de refracción.

El índice de refracción (N) depende de la temperatura, presión atmosférica, presión parcial de vapor

(1) Se usó las cartas topográficas a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar. "Carta Ambato" con denominación CT-ÑIV-A4; "Carta Quero" CT-ÑIV-C2; "Carta Sucre" CT-ÑIV-B3; "Carta San José de Poaló" CT-ÑIV-B1.



TRON	ERLANGS	TRON	ERLANGS	TRON	ERLANGS	TRON	ERLANGS	TRON	ERLANGS	TRON	ERLANGS
CALES		CALES		CALES		CALES		CALES		CALES	
1	0,0101	24	15,3	47	35,2	70	55,1	140	122,0	250	228,0
2	0,153	25	16,1	48	36,1	72	58,0	146	127,7		0,976
3	0,455	26	17,0	49	37,0	74	59,8	150	131,6	300	277,1
4	0,869	27	17,8	50	37,9	76	61,7	152	133,5		0,982
5	1,36	28	18,6	51	38,8	78	63,5	156	137,3	350	326,2
6	1,91	29	19,5	52	39,7	80	65,4	160	141,2		0,982
7	2,50	30	20,3	53	40,6	82	67,2	166	146,9	400	375,3
8	3,13	31	21,2	54	41,5	84	69,1	170	150,8		0,986
9	3,78	32	22,0	55	42,4	86	70,9	176	156,6	450	424,6
0	4,46	33	22,9	56	43,3	88	72,8	180	160,4		0,988
11	5,16	34	23,8	57	44,2	90	74,7	186	166,2	500	474,0
12	5,88	35	24,6	58	45,1	92	76,6	190	170,1		0,991
13	6,61	36	25,5	59	46,0	94	78,4	196	175,9	600	573,1
14	7,35	37	26,4	60	46,9	96	80,3	200	179,7		0,993
15	8,11	38	27,3	61	47,9	98	82,2	206	185,5	700	672,2
16	8,88	39	28,1	62	48,8	100	84,1	210	189,4		0,994
17	9,65	40	29,0	63	49,7	106	89,7	216	195,2	800	771,8
18	10,4	41	29,9	64	50,6	110	93,5	220	199,1		0,997
19	11,2	42	30,8	65	51,5	116	99,2	226	204,9	900	871,5
20	12,0	43	31,7	66	52,4	120	103,0	230	208,8		0,997
21	12,8	44	32,5	67	53,4	126	108,7	236	214,7	1000	971,2
22	13,7	45	33,4	68	54,3	130	112,5	240	218,6		0,998
23	14,5	46	34,3	69	55,2	136	118,2	246	224,4	1100	1,071

TRONCALES EN FUNCION DE ERLANGS

Accesibilidad completa - Pérdida "B" igual 1 a 0,01

Tabla 4.1 N_o de radiocanales en función del tráfico

Trayecto de Enlace	Estación Repetidora	Latitud Sur (°)	Longitud Oeste (°)	Altura (m)	Distancia del Trayecto (Km)
1	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	17,63
	Tisaleo	1° 20' 45"	78° 40' 01"	3.240	
2	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	5,45
	Patate	1° 18' 30"	78° 30' 16"	2.200	
3	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	6,64
	Pelileo	1° 19' 34"	78° 32' 35"	2.600	
4	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	10,82
	Pillaro	1° 10' 01"	78° 32' 26"	2.760	
5	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	14,89
	Quero	1° 22' 34"	78° 36' 21"	2.980	
6	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	13,31
	Cevallos	1° 21' 06"	78° 36' 50"	2.900	
7	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	21,88
	Mocha	1° 24' 55"	78° 39' 32"	3.280	
8	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	16,63
	Baños	1° 24' 03"	78° 27' 48"	2.500	
9	Chiquicha	1° 15' 58"	78° 31' 47"	3.086	11,44
	Ambato	1° 14' 13"	78° 37' 42"	2.560	

Tabla 4.2 Posición geográfica y distancia de Estación y Repetidora.



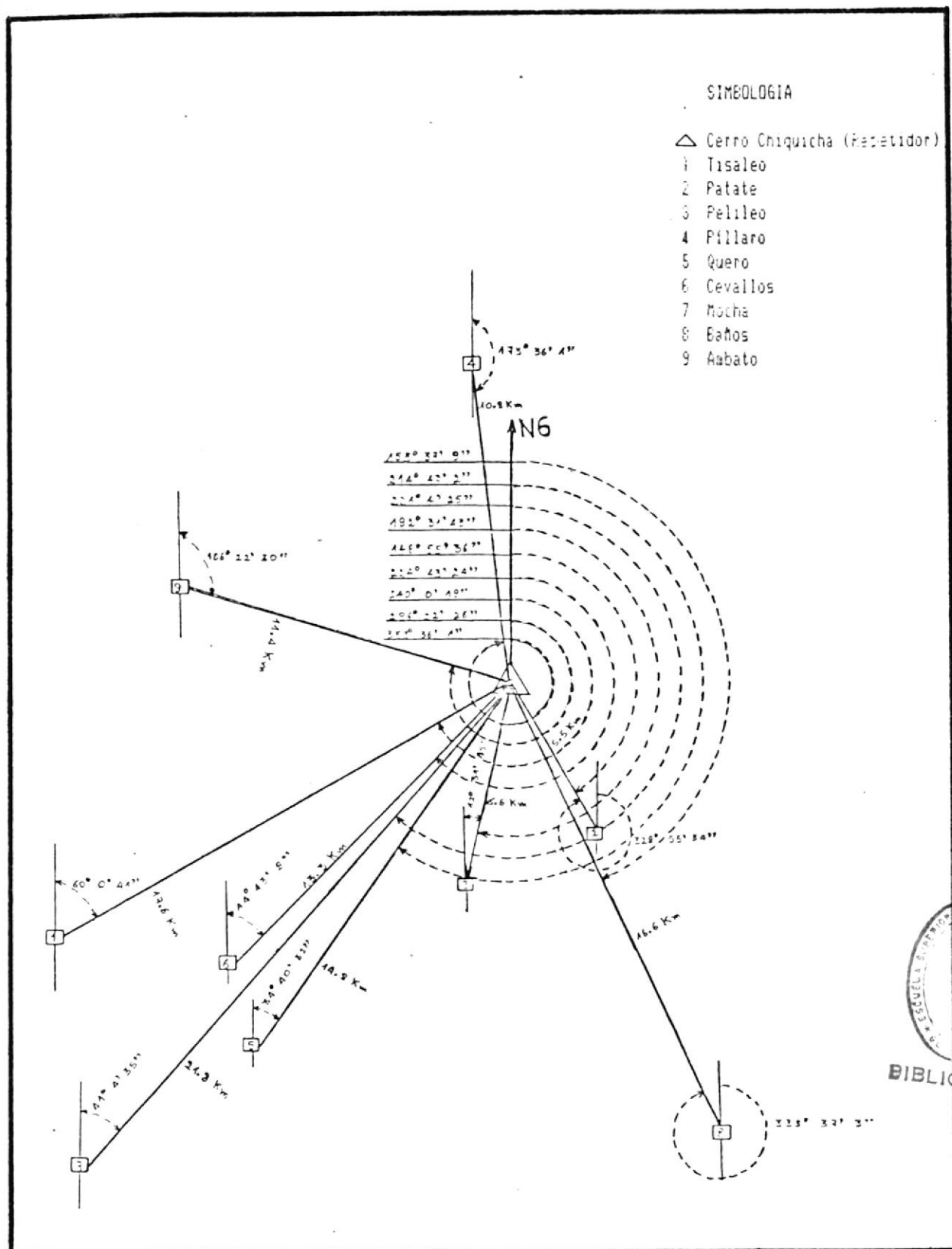


Fig. 4.1 Azimut geografico y distancia de los trayectos de enlaces.

de agua (Ver apéndice B).

El frente de onda es curvada hacia abajo y sigue la curvatura de la tierra por lo que el radio de curvatura de la superficie de la tierra parece mayor que el verdadero.

La relación entre el verdadero valor y el radio aparente se llama factor de radio de curvatura y se lo expresa "K".

El valor de "K" depende del índice de refracción (N)
El valor de $K = 4/3$ nos determina una propagación en condiciones normales y usaremos el valor $K = 2/3$ cuando se encuentre alguna elevación próxima a la línea de vista.

Como la curvatura de la tierra es un factor que se debe tomar en cuenta en un perfil de enlace; se determinará la curvatura de la tierra en cualquier punto de trayecto, (Ver apéndice C), considerando la refracción atmosférica con las siguientes fórmulas:

Para $K = 4/3$ $h_x = \frac{d_1 d_2}{17}$ 4.1

17

$K = 2/3$ $h_x = \frac{d_1 d_2}{8.5}$ 4.2

8.5



BIBLIOTECA

Con las ecuaciones 4.1 y 4.2 calcularemos la curvatura de la tierra de acuerdo con las distancias d_1 y d_2 del mapa IGM, para obtener h_x . A este valor le sumaremos la altura de los puntos seleccionados para obtener la altura real de la tierra. Con estos valores tabulados, trazaremos el perfil de cada radio en lace.

A continuación, de los mapas del IGM tabulamos las alturas de la geografía de la ruta para los diferentes tramos.

1) Trayecto: Chiquicha - Tisaleo.

Las cotas y distancias están tabulados en la tabla 4.3 y el perfil de enlace en la figura 4.2.

Estación	Altura	Distancia Total		
Chiquicha	3.086m.	17,63 Km.		
Tisaleo	3.240m.			

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	17,63	3.240	0	3.240
2,0	15,63	3.085	1,84	3.086,84
7	10,63	2.800	4,37	2.804,37
8,5	8,63	2.740	4,57	2.744,57
10	7,63	2.620	4,49	2.624,49
11,3	6,33	2.600	4,20	2.604,20
11,5	6,13	2.680	4,15	2.684,15
12,6	5,03	2.600	3,73	2.603,73
16,5	1,13	3.000	1,09	3.001,09
17,63	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.3 Altura para los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Tisaleo.

2) Trayecto: Chiquicha - Patate.

Las cotas y distancias están tabuladas en la tabla 4.4 y el perfil de enlace en la fig. 4.3.

Estación	Altura	Distancia Total		
Chiquicha	3.086m.	5,45 Km.		
Patate	2.200m.			

Distancia	Distancia	Altura	Hx	Hx + H
D1 (Km)	D2 (Km)	(m)	(m)	(m)
0	5,45	2.200	0	2.200
1	4,45	2.200	0,26	2.200,26
2,4	3,05	2.080	0,42	2.080,42
3,0	2,45	2.240	0,43	2.240,43
3,9	1,55	2.600	0,35	2.600,35
4,95	0,5	3.000	0,14	3.000,14
5,45	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.4 Altura para los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Patate.

3) Trayecto: Chiquicha - Pelileo.

Las cotas y distancias están tabuladas en la tabla 4.5 y el perfil de enlace en la fig. 4.4.

Estación	Altura	Distancia Total
----------	--------	-----------------

Chiquicha	3.086m.	6,64 Km.
Pelileo	2.600m.	

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	6,64	2.600	0	0
1	5,64	2.560	0,33	2.560,33
2	4,64	2.560	0,55	2.560,55
2,8	3,84	2.480	0,63	2.480,63
4	2,64	2.600	0,62	2.600,62
5,6	1,04	3.000	0,31	3.000,31
6,64	0	3.086	0	0

Tabla 4.5 Altura para los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Pelileo.

4) Trayecto: Chiquicha - Pillaro.

Las cotas y distancias están tabuladas en la tabla 4.6 y el perfil de enlace en la fig. 4.5.

Estación	Altura	Distancia Total
----------	--------	-----------------

Chiquicha	3.086m.	10,82 Km.
Pillaro	2.760m.	



Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	10,82	2.760	0	2.760
4	6,82	2.660	1,60	2.661,60
4,4	6,42	2.600	1,66	2.601,66
5	5,82	2.400	1,71	2.401,71
6	4,82	2.240	1,70	2.241,70
6,5	4,32	2.280	1,65	2.281,65
7	3,82	2.200	1,57	2.201,57
9	1,82	2.600	0,96	2.600,96
9,6	1,22	2.800	0,66	2.800,66
10,82	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.6 Altura para los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Pillaro.

5) Trayecto Chiquicha - Quero.

Las cotas y distancias están tabuladas en la tabla 4.7 y el perfil de enlace en la fig. 4.6.

Estación	Altura	Distancia Total
Chiquicha	3.086m.	14,89 Km.
Quero	2.980m.	

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	14,89	2.980	0	2.980
2	12,89	2.800	1,52	2.801,52
3,2	11,69	2.800	2,2	2.802,2
3,5	11,39	2.720	2,34	2.722,34
4,5	10,39	2.800	2,75	2.802,75
8	6,89	2.750	3,24	2.753,24
9,5	5,39	2.800	3,01	2.803,01
11,3	3,59	2.800	2,38	2.802,38
12,7	2,19	3.000	1,63	3.001,63
14,89	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.7 Altura del trayecto Chiquicha - Quero.

6) Trayecto: Chiquicha - Cevallos.

Las cotas y distancias están tabulados en la tabla 4.8 y el perfil de enlace en la fig. 4.7.

Estación	Altura	Distancia Total
Chiquicha	3.086m.	13,31 Km.
Cevallos	2.900m.	

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	13,31	2.900	0	2.900
2	11,31	2.840	1,33	2.841,33
3,5	9,81	2.680	2,02	2.682,02
6,4	6,91	2.720	2,60	2.722,60
8,6	4,71	2.800	2,38	2.802,38
10,8	2,51	3.000	1,59	3.001,59
13,31	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.8 Alturas de los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Cevallos.

7) Trayecto: Chiquicha - Mocha.

Las cotas y distancias están tabuladas en la tabla 4.9 y el perfil de enlace en la fig. 4.8.

Estación	Altura	Distancia Total
Chiquicha	3.086m.	21,88 Km.
Mocha	3.280m.	

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	21,88	3.280	0	3.280
4	17,88	3.120	4,20	3.124,20
5	16,88	3.080	4,96	3.084,96
6	15,88	3.000	5,61	3.005,61
7,4	14,48	3.000	6,30	3.006,30
9	12,88	2.880	6,81	2.886,81
10	11,88	2.840	6,99	2.846,89
13	8,88	2.600	6,79	2.606,79
14,3	7,58	2.720	6,37	2.726,37
16	5,88	2.600	5,53	2.605,53
17,1	4,78	2.720	4,81	2.724,81
19,1	2,78	2.880	3,12	2.883,12
19,8	2,08	3.000	2,40	3.002,40
21,88	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.9 Altura de los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Mocha.

8) Trayecto: Chiquicha - Baños.

Las cotas y distancias están tabulados en la tabla 4.10 y el perfil de enlace en la fig. 4.9.

Estación	Altura	Distancia Total
Chiquicha	3.086	16,63 Km.
Baños (Santa Rosa)	2.300	

En este perfil la antena la colocamos en el cerro Santa Rosa de Runtun por no haber línea de vista des de Baños.

Distancia D1 (Km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	16,63	2.300	0	2.300
1	15,63	1.600	0,91	1.600,91
2,5	14,13	1.560	2,08	1.562,08
5	11,63	1.600	3,42	1.603,42
7,5	10,63	2.400	4,69	2.404,69
8,6	8,03	2.160	4,06	2.164,06
10	6,63	2.120	3,90	2.123,90
11,7	4,93	2.400	3,40	2.403,40
13	3,63	2.080	2,77	2.082,77
15,9	0,73	3.000	0,68	3.000,68
16,63	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.10 Altura de los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Baños.

9) Trayecto: Chiquicha - Ambato.

Las cotas y distancias están tabulados en la tabla 4.11 y el perfil de enlace en la fig. 4.10.

Estación	Altura	Distancia Total
Chiquicha	3.086m.	11,44 Km.
Ambato	2.560m.	

Distancia D1 (km)	Distancia D2 (Km)	Altura (m)	Hx (m)	Hx + H (m)
0	11,44	2.560	0	2.560
1,5	9,94	2.600	0,87	2.600,87
2,4	9,04	2.600	1,27	2.601,27
3,2	8,24	2.400	1,55	2.401,55
3,7	7,74	2.400	1,68	2.401,68
7,1	4,34	2.600	1,81	2.601,81
7,8	3,64	2.600	1,67	2.601,67
8,3	3,24	2.400	1,60	2.601,40
8,7	2,74	2.600	1,40	2.601,40
10,6	0,84	3.000	0,52	3.000,52
11,44	0	3.086	0	3.086

Tabla 4.11 Altura de los diferentes puntos del trayecto Chiquicha - Ambato.

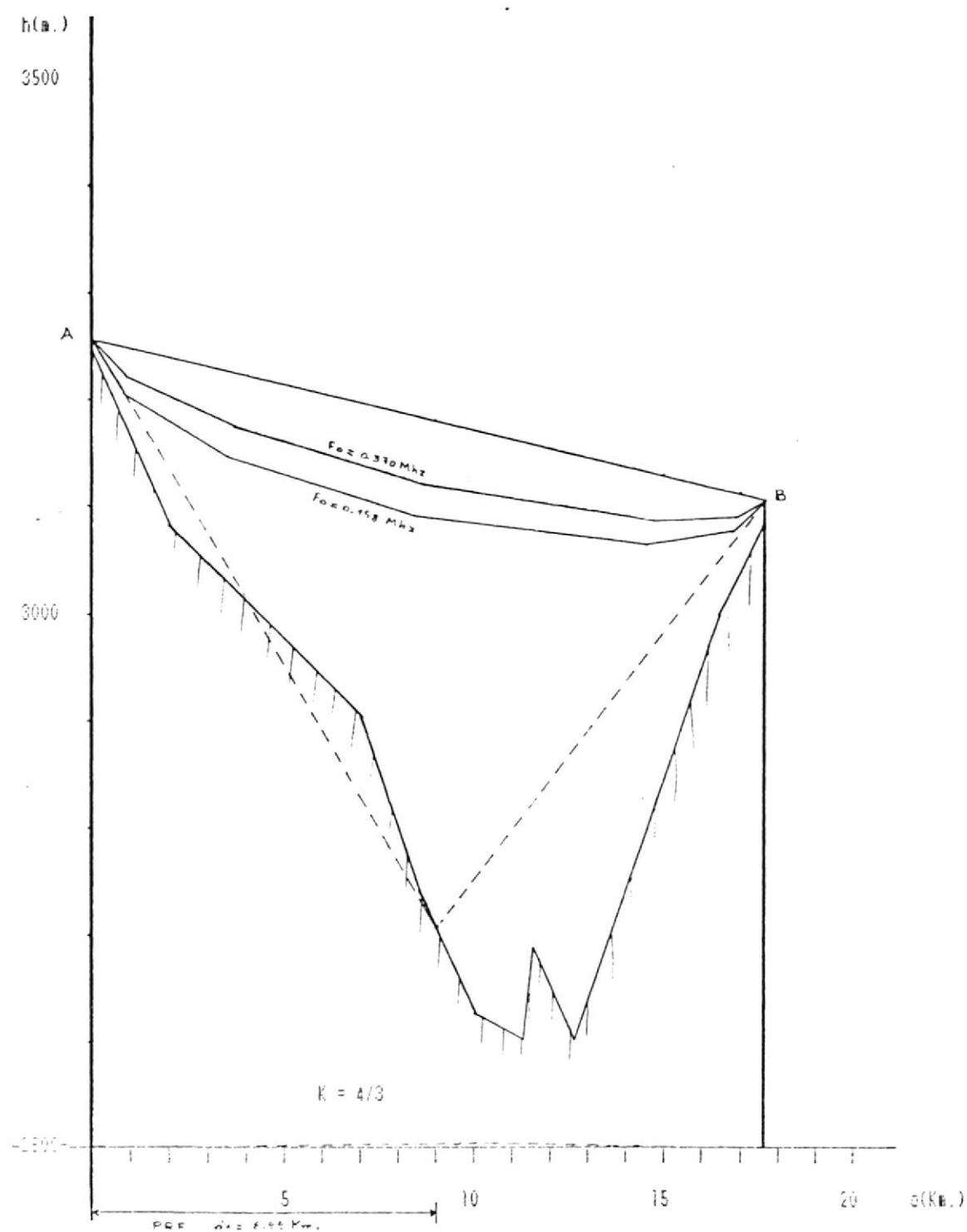


Fig. 4.2 Perfil: Enlace Trayecto Chiquicha-Tisaleo
 A: Tisaleo
 B: Chiquicha

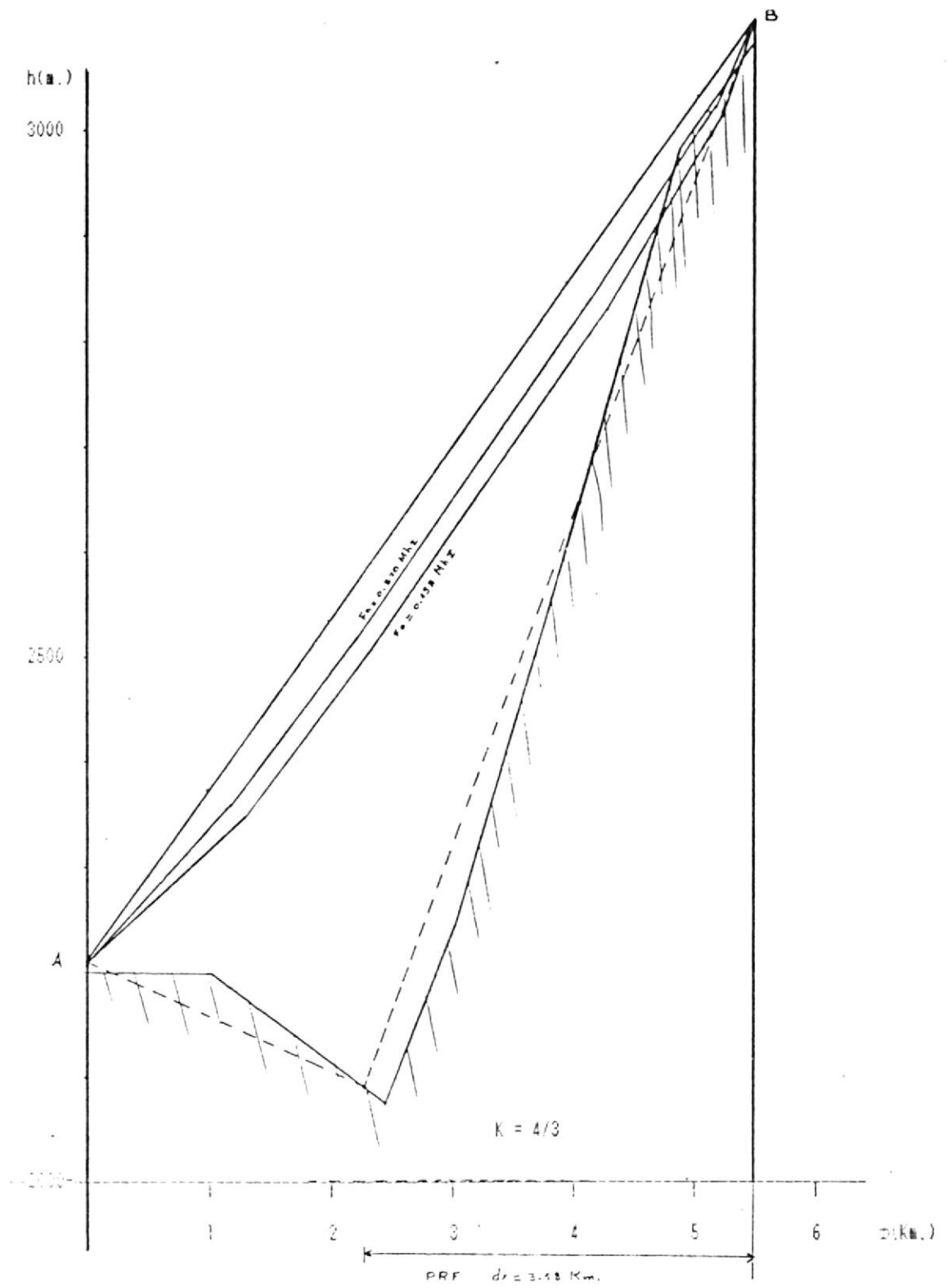


Fig. 4.3 Perfil: Trayecto Chiquicha-Patate
 A: Patate
 B: Chiquicha

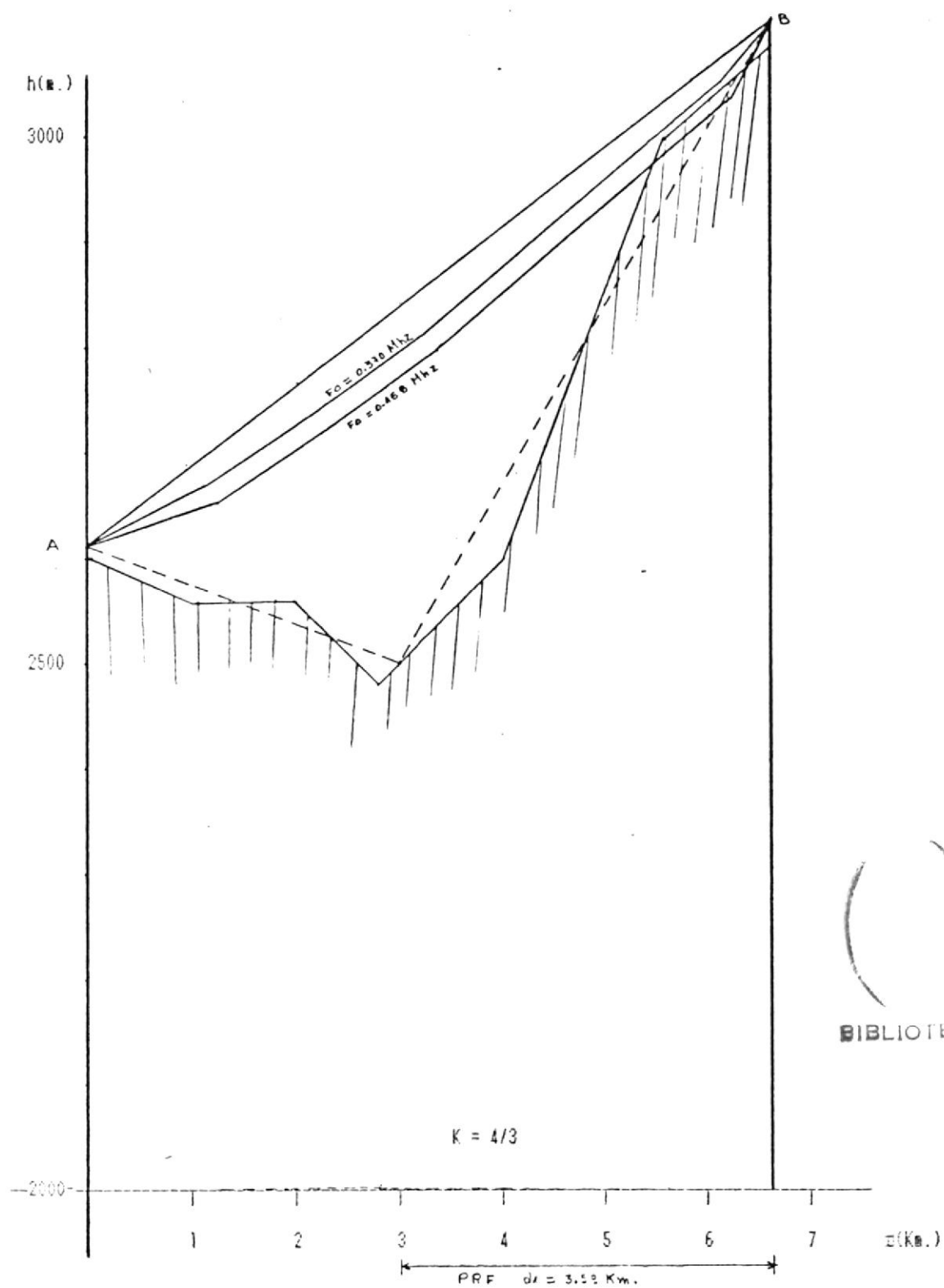


Fig. 4.4 Perfil: Enlace Chiquicha-Pelileo
 A: Pelileo
 B: Chiquicha

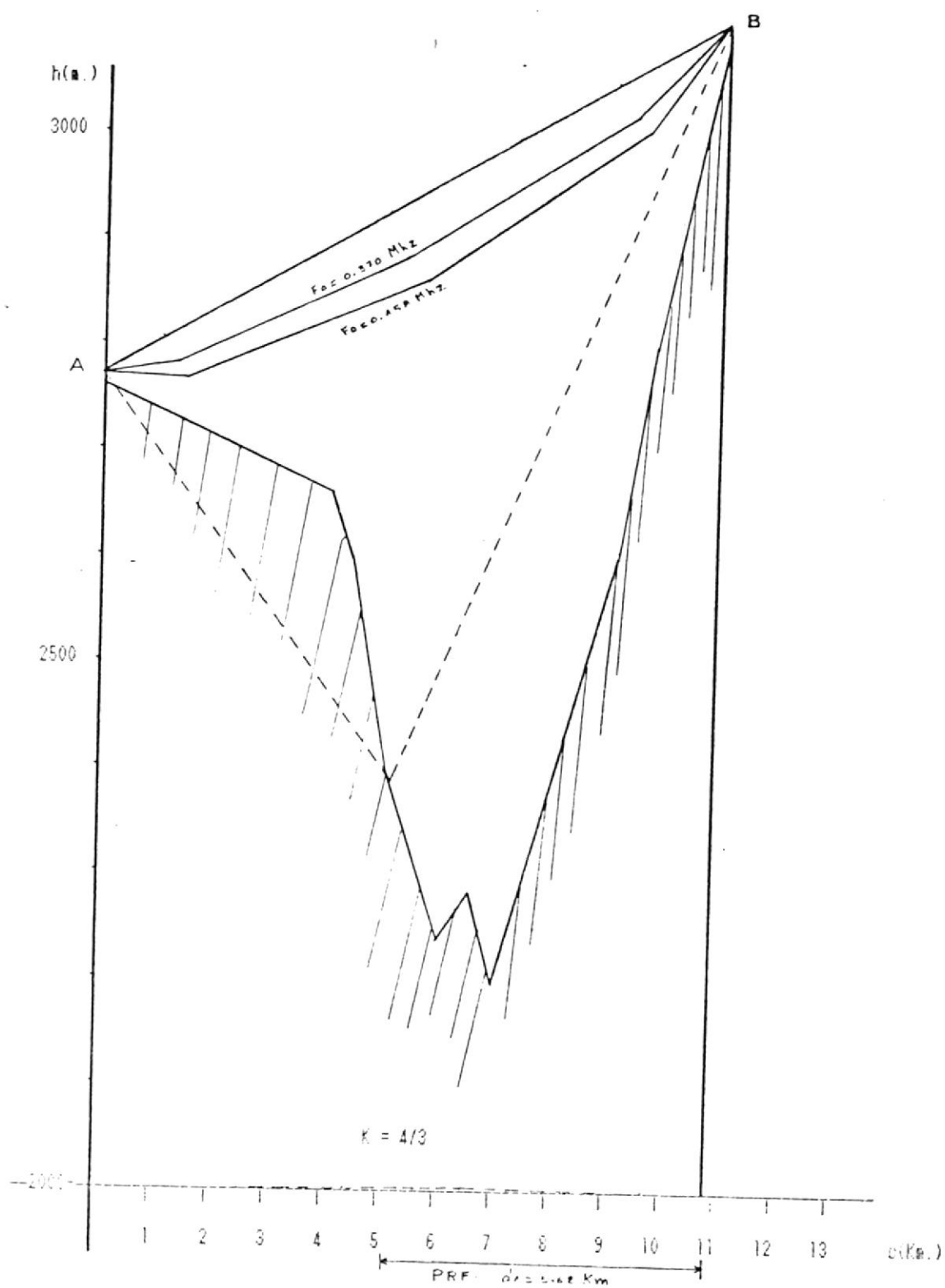


Fig. 4.5 Perfil: Trayecto Chiquicha-Pillaro
 A: Pillaro
 B: Chiquicha

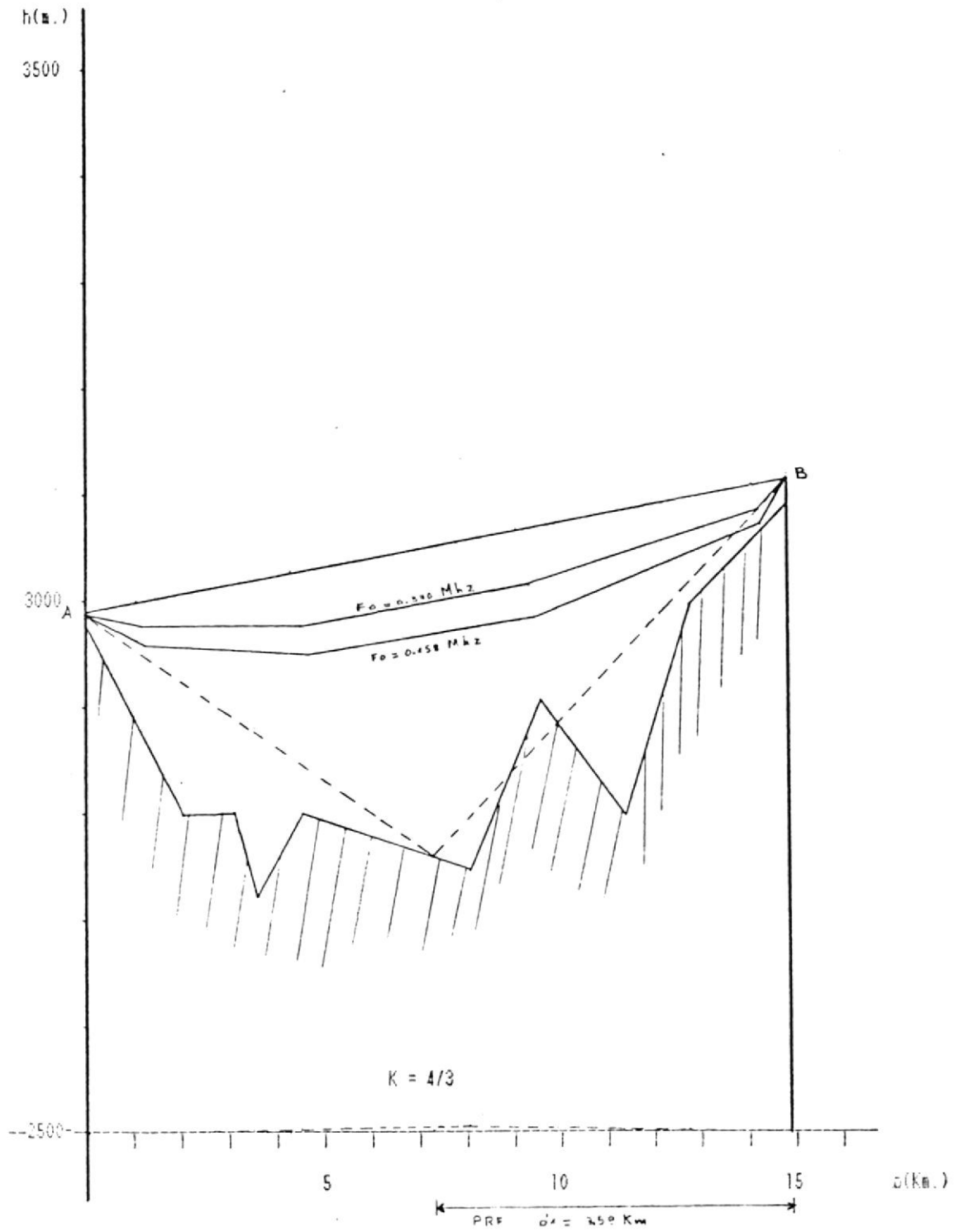


Fig. 4.6 Perfil: Trayecto Chiquicha-Quero
 A: Quero
 B: Chiquicha

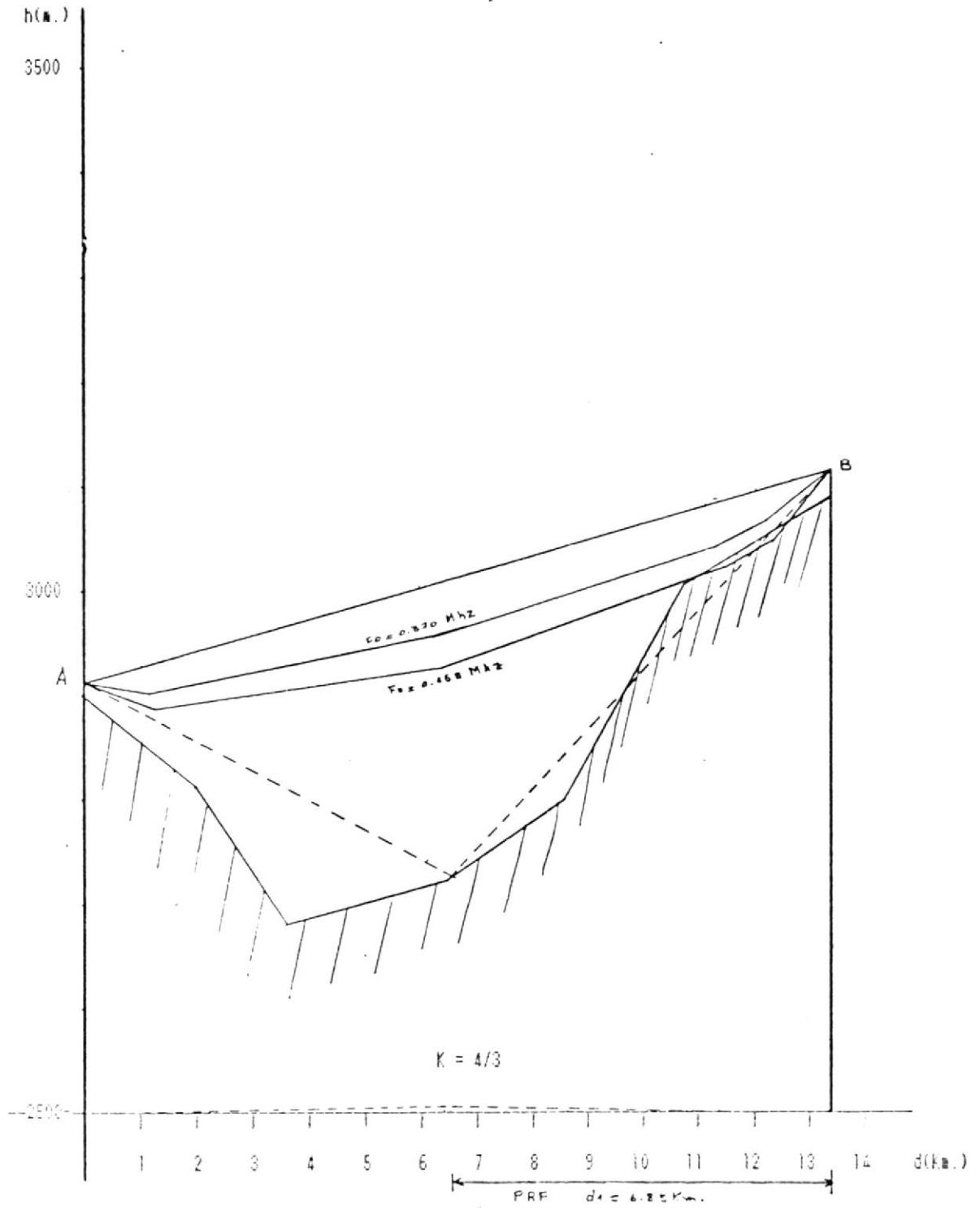


Fig. 4.7 Perfil: Trayecto Chiquicha-Cevallos
 A: Cevallos
 B: Chiquicha

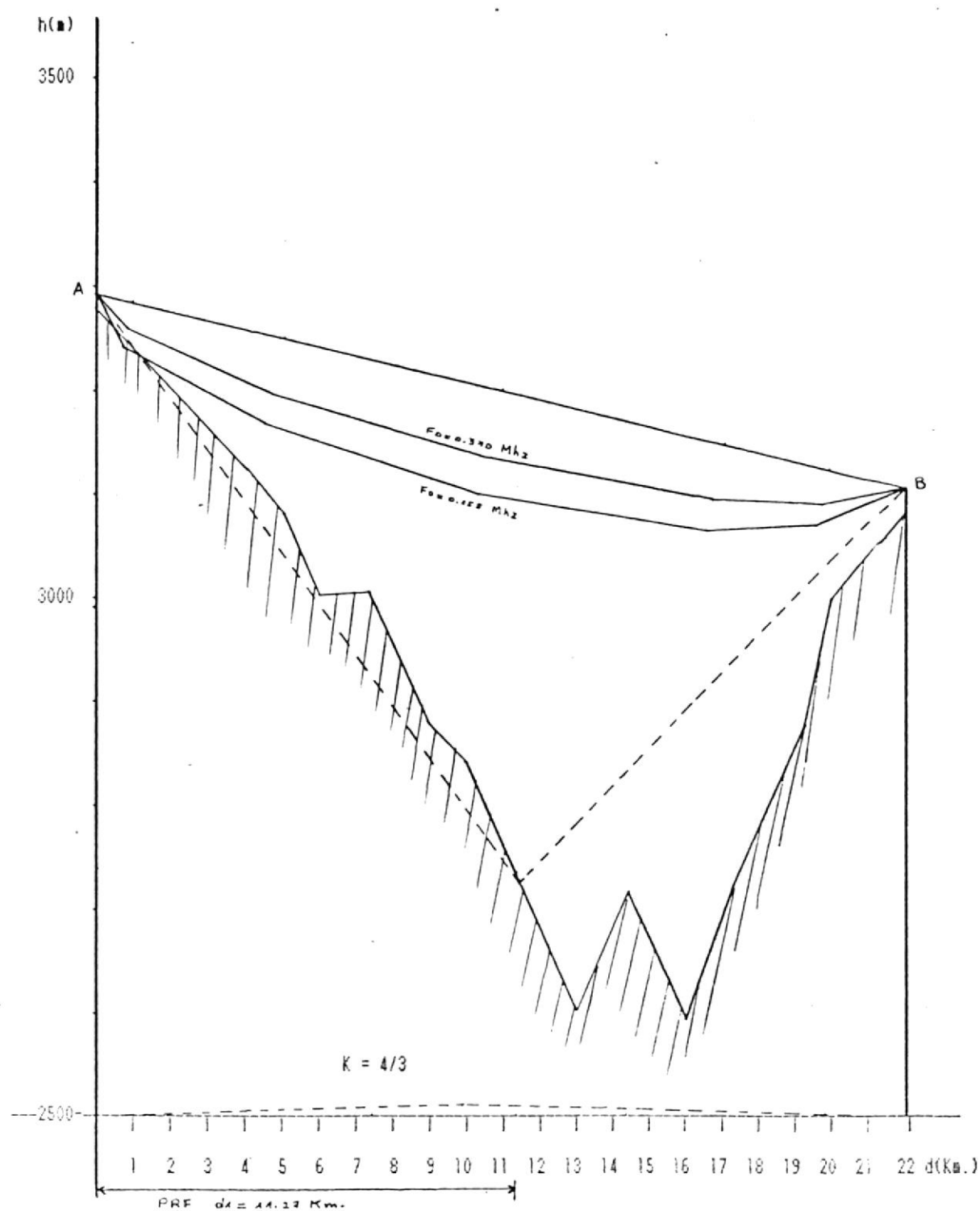


Fig. 4.8 Perfil: Trayecto Chiquicha-Mocha
 A: Mocha
 B: Chiquicha

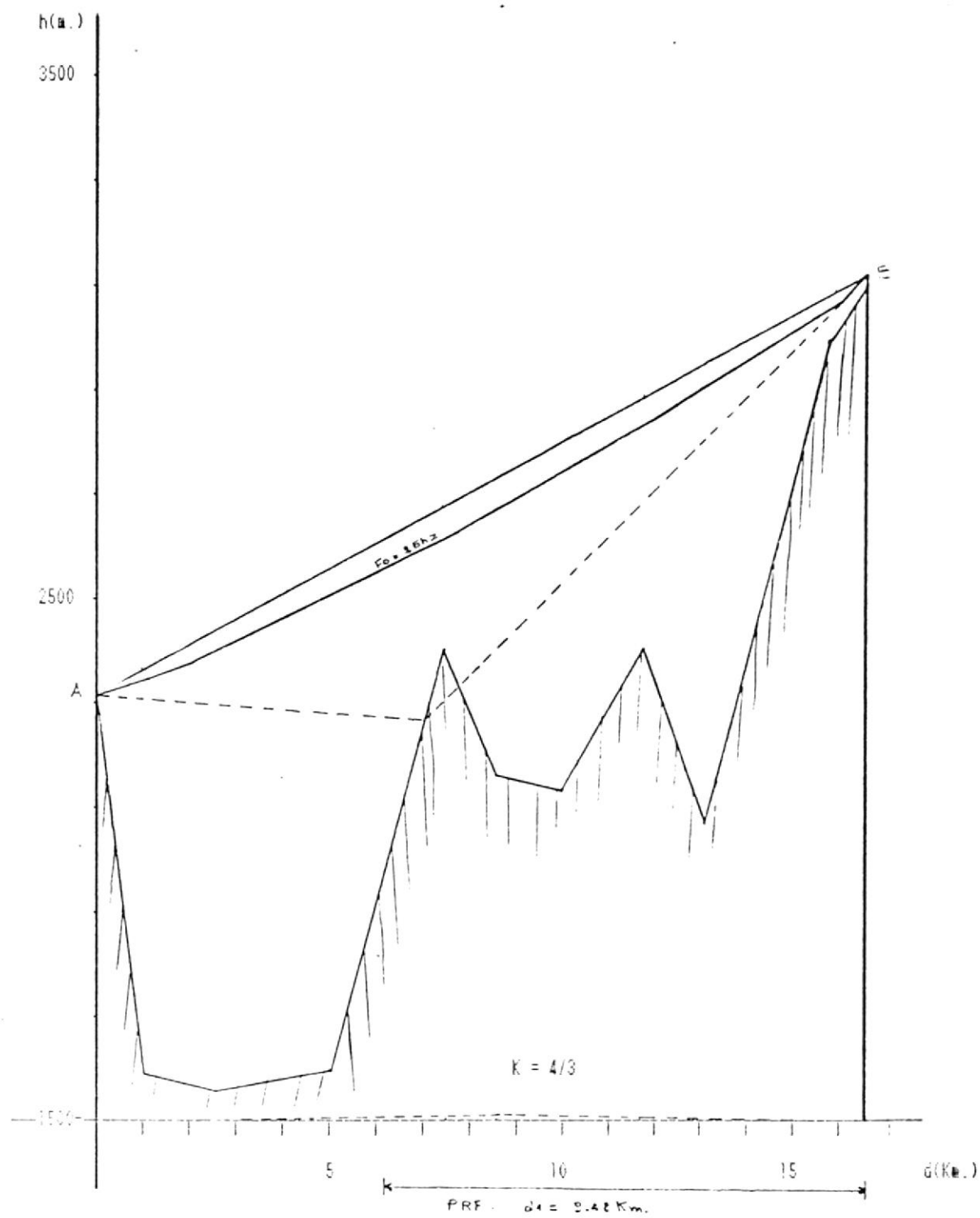


Fig. 4.9 Perfil: Enlace Chiquicha-Baños
 A: Baños
 B: Chiquicha

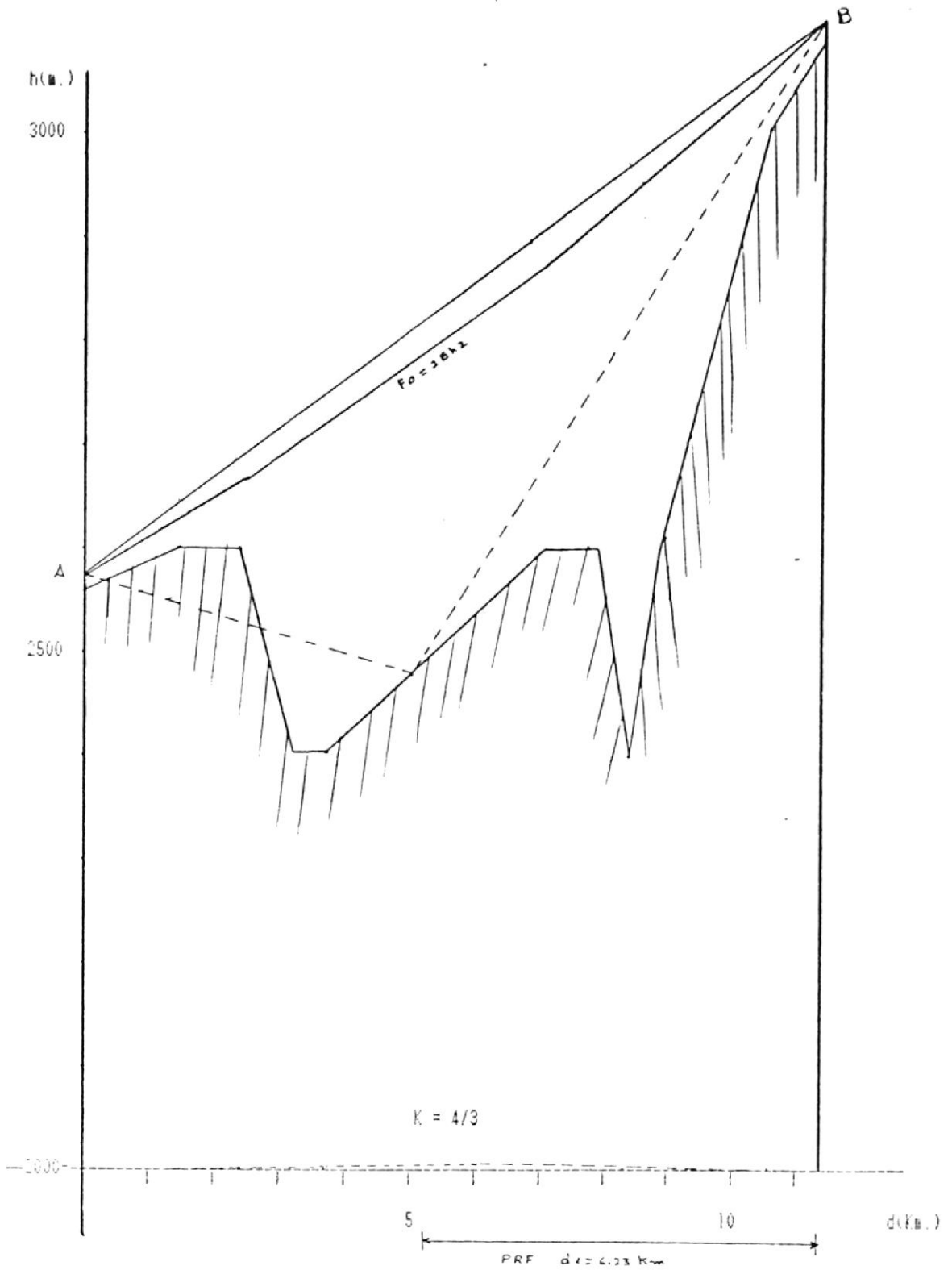


Fig. 4.10 Perfil: Enlace Chiquicha-Ambato
 A: Ambato
 B: Chiquicha

4.1.4 Zona de fresnel: Generalidades y cálculos.

Existe una infinidad de caminos que tomarán las ondas desde el transmisor hasta el receptor y por lo tanto una infinidad de distancias que recorrerán las ondas hacia su destino. La primera zona de Fresnel nos da una idea de la claridad existente entre el transmisor y el receptor. En los enlaces VHF y UHF, se debe cumplir que exista línea de vista y que el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

Para el cálculo de la zona de Fresnel es necesario conocer la frecuencia de transmisión.

En el apéndice D se explica la formación de las zonas de Fresnel y también la obtención de la ecuación que sirve para obtener la primera zona de Fresnel.

Su fórmula es:

$$F_1 = 17,32 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d \cdot f(\text{GHz})}} \quad 4.3$$

Utilizando la ecuación 4.3 procedemos a calcular la primera zona de Fresnel para los diferentes trayectos de enlaces en las frecuencias VHF = 158 MHz, VHF = 370 MHz y microonda 2 GHz.

1) Trayecto: Chiquicha - Tisaleo.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.12 y en la figura 4.2 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UH
0	17,63	0	0
1	16,63	42,32	27,65
4,1	13,53	76,63	50,07
9	8,63	91,45	59,76
15,05	2,58	65,18	42,59
17	0,63	33,96	22,19
17,63	0	0	0

Tabla 4.12 cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Tisaleo.

2) Trayecto: Chiquicha - Patate.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4,13 y en la figura 4,3 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UHF
0	5,45	0	0
1	4,45	39,37	25,72
2,05	3,40	49,02	32,04
3,95	1,50	44,95	29,37
5	0,45	27,99	18,29
5,45	0	0	0

Tabla 4.13 Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Patate.

3) Trayecto Chiquicha - Pelileo

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.14 y en la figura 4.4 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UH
0	6,64	0	0
1,05	5,59	40,15	26,24
2	4,64	51,51	33,66
3	3,64	55,88	36,51
6,1	0,54	33,10	21,55
6,64	0	0	0

Tabla 4.14 cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Pelileo.

4) Trayecto: Chiquicha - Pillaro.

El cálculo de la primera zona de fresnel se tabula en la tabla 4.15 y en la fig. 4.5 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UHF
0	10,82	0	0
1	9,82	41,51	27,13
5,05	5,77	71,46	46,69
9	1,82	53,61	35,03
10,82	0	0	0

Tabla 4.15 cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Pillaro.

5) Trayecto: Chiquicha - Quero.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.16 y en la fig. 4.6 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UHF
0	14,89	0	0
1	13,89	42,08	27,50
5,05	9,84	79,40	51,88
9	5,82	82,21	53,72
14	0,89	39,85	26,01
14,89	0	0	0

Tabla 4.16. Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Quero.

6) Trayecto: Chiquicha - Cevallos.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.17 y en la fig. 4.7 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UHF
0	13,31	0	0
0,95	12,36	41,90	27,38
6	7,31	79,09	51,68
11,1	2,21	60,20	39,34
12	1,31	47,35	30,94
13,31	0	0	0

Tabla 4.17. Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Cevallos.

7) Trayecto: Chiquicha - Mocha.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.18 y en la fig. 4.8 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia D_1 (Km)	Distancia D_2 (Km)	F_1 (m)	
		Fo VHF	Fo UHF
0	21,88	0	0
1	20,88	42,57	27,81
5,05	16,83	85,58	55,92
11	10,88	101,90	66,59
16,95	5,93	84,84	55,44
20	1,88	57,12	37,32
21,88	0	0	0

Tabla 4.18. Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha -Mocha.

8) Trayecto: Chiquicha - Baños.

El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.19 y en la fig. 4.9 se indica la formación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia	Distancia	F_1 (m)
D_1 (Km)	D_2 (Km)	$F_0 = 2$ GHz
0	16,63	0
1	15,63	11,87
2,5	14,13	17,85
7,5	10,63	26,82
11,7	4,93	22,81
15,9	0,73	10,23
16,63	0	0



Tabla 4.19. Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Baños.

9) Trayecto: Chiquicha - Ambato.

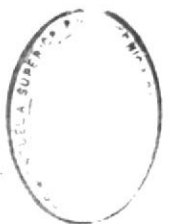
El cálculo de la primera zona de Fresnel se tabula en la tabla 4.20 y en la fig. 4.10 se indica la for

mación de la primera zona de Fresnel para este trayecto.

Distancia	Distancia	F ₁
D ₁ Km	D ₂ Km	F ₀ = 2GHZ
0	11,44	0
1,5	9,94	13,98
2,4	9,04	16,86
7,1	4,34	20,81
8,7	2,74	17,68
10,6	0,84	10,80
11,44	0	0

Tabla 4.20. Cálculo de la primera zona de Fresnel para el trayecto Chiquicha - Ambato.

4.1.5 Altura de Antenas y punto de reflexión.



BIBLIOTECA

Los diagramas de perfiles trazados no sólo nos de terminan si existen o no determinadas distancias de camino para la transmisión, sino que una carta de perfil puede también ser usada para determinar los puntos de reflexión.

Para antenas elevadas de transmisión y recepción y con línea de vista entre ellas, la onda directa y la onda reflejada se combinan para dar una señal resultante.

La onda reflejada varía en magnitud y fase, dependiendo de las características del terreno, la polarización de la onda incidente, etc.

Para hallar los puntos de reflexión, (ver apéndice E). Primero hallamos los parámetros c y m , mediante:

$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad 4.4$$

$$m = \frac{d_2}{4ka(h_1 + h_2)} \quad 4.5$$

de donde:

h_1 = altura de la antena #1 en metros

h_2 = altura de la antena #2 en metros

d = longitud del tramo en Km.

a = radio de la tierra en Km.

k = constante de proporcionalidad (4/3).



Con estos valores de constantes y por medio del gráfico del apéndice E observamos el valor de $\underline{b}$; y con este valor encontramos las distancias d_1 y d_2 por medio de las siguientes fórmulas:

$$d_1 = \frac{d}{2} (1 + b) \quad 4.6$$

$$d_2 = \frac{d}{2} (1 - b) \quad 4.7$$

El razonamiento que se sigue para optimizar la altura de una antena consiste en encontrar los puntos de reflexión en el tramo en cuestión y determinar, si fuera necesario, la posición y la altura de las antenas para evitar obstrucciones, especialmente de la primera zona de Fresnel.

1) Trayecto: Chiquicha - Tisaleo.

$$h_1 = 3.240 + 10 = 3.250 \text{ m (altura de alimentación de antena Tisaleo)}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m (altura de alimentación de antena; cerro Chiquicha)}$$

$$d = 17,63 \text{ Km. (longitud del tramo)}$$



$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

$$c = \frac{3.250 - 3.106}{3.250 + 3.106} = 0.023$$

$$m = \frac{d^2}{4ka(h_1 + h_2)}$$

$$m = \frac{(17,63)^2}{4 (4/3) (6,37) (3.250 + 3.106)} = 0,0014$$

Del nomograma del apéndice E encontramos el valor de $b = 0,02$.

Aplicando la fórmula 4.6 y 4.7 determinamos:

$$d_1 = 8,99 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 8,61 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.2 notamos que la onda reflejada es obstruida por un obstáculo, por lo que ésta queda debilitada y no hay reflexión. Como existe perfecta línea de vista y la señal en todo su recorrido está libre de obstáculos, entonces las alturas de las antenas son las adecuadas en este tramo.



2) Trayecto: Chiquicha - Patate.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m}$$

$$h_2 = 2.200 + 10 = 2.210 \text{ m}$$

$$d = 5,45 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomograma del apéndice E se obtiene:

$$c = 0,168$$

$$m = 0,0002$$

$$b = 0,17$$

$$d_1 = 3,19 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 2,26 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.3 vemos que la onda reflejada queda bloqueada y no hay reflexión.

Como hay línea de vista y no hay obstrucción de la señal entonces las alturas de antena son las adecuadas.

3) Enlace: Chiquicha - Pelileo.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.600 + 10 = 2.610 \text{ m.}$$

$$d = 6,64 \text{ Km.}$$



Aplicando las fórmulas 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomograma del apéndice E obtenemos:

$$c = 0,087$$

$$m = 0,0002$$

$$b = 0,08$$

$$d_1 = 3,59 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 3,06 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.4 vemos que la señal reflejada es obstruida y por lo tanto no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no es obstruida la altura de las antenas es la adecuada.

4) Enlace: Chiquicha - Pillaro.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.760 + 10 = 2.770 \text{ m.}$$

$$d = 10,82 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomograma del apéndice E obtenemos:

$$c = 0,057$$

$$m = 0,0006$$

$$b = 0,05$$

$$d_1 = 5,68 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 5,14 \text{ Km.}$$



Observando el gráfico 4.5 vemos que la señal reflejada es obstruida, por lo que no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no es obstruida, la altura de las antenas son las adecuadas.

5) Enlace: Chiquicha - Quero.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106$$

$$h_2 = 2.980 + 10 = 2.990$$

$$d = 14,89 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomograma del apéndice E obtenemos:

$$c = 0,02$$

$$m = 0,0001$$

$$b = 0,02$$

$$d_1 = 7,59 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 7,30 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.6 vemos que la onda reflejada es obstruida, por lo que no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no es obstruida, la altura de las antenas es la adecuada.

6) Enlace: Chiquicha - Cevallos.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.900 + 10 = 2.910 \text{ m.}$$

$$d = 13,31 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomógrafo del apéndice E, encontramos:

$$c = 0,033$$

$$m = 0,0009$$

$$b = 0,03$$

$$d_1 = 6,85 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 6,46 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.7, vemos que la onda reflejada es obstruida por lo que no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no tiene obstrucción, la altura de las antenas es la adecuada.

7) Enlace: Chiquicha - Mocha.

$$h_1 = 3.280 + 10 = 3.290 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 21,88 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, y el nomógrafo del apéndice E, encontramos:

$$c = 0,029$$

$$m = 0,0022$$

$$b = 0,03$$

$$d_1 = 11,27 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 10,61 \text{ Km.}$$

Observando el gráfico 4.8, vemos que la onda reflejada es obstruida y por lo tanto no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no tiene obstrucción, la altura de las antenas es la adecuada.

8) Enlace: Chiquicha - Baños.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.300 + 10 = 2.310 \text{ m.}$$

$$d = 16,63 \text{ km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomógrafo del apéndice E, encontramos:

$$c = 0,147$$

$$m = 0,0015$$

$$b = 0,14$$

$$d_1 = 9,48 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 7,12 \text{ Km.}$$



Observando el gráfico 4.9, vemos que la onda reflejada es obstruida y por lo tanto no hay reflexión.

Como hay línea de vista y la señal no tiene obstrucción, la altura de las antenas es la adecuada.

9) Enlace: Chiquicha - Ambato.

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.560 + 10 = 2.570 \text{ m.}$$

$$d = 11,44 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y el nomógrafo del apéndice E encontramos:

$$c = 0,094$$

$$m = 0,0007$$

$$b = 0,09$$

$$d_1 = 6,23 \text{ km.}$$

$$d_2 = 5,20 \text{ km.}$$

Observando el gráfico 4.10 vemos que la onda reflejada es obstruida y como consecuencia de esto no hay reflexión, por lo que concluimos que la altura de antena es la adecuada ya que no hay obstrucción en la señal.

Numeral	Enlace	Altura de Antena (m)	Longitud de Alimentadores L(m)	Tipo ó Diámetro de Antena	Ganancia de Antena
1	Chiquicha	20	35	helicoidales	15
	Tisaleo	10	25	u otro tipo	
2	Chiquicha	20	35	helicoidales	15
	Patate	10	20	u otro tipo	
3	Chiquicha	20	35	2m.	14,37
	Pelileo	10	20		
4	Chiquicha	20	35	2m.	14,37
	Pillaro	10	20		
5	Chiquicha	20	35	helicoidales	15
	Quero	10	25	u otro tipo	
6	Chiquicha	20	35	helicoidales	15
	Cevallos	10	20	u otro tipo	
7	Chiquicha	20	35	helicoidales	15
	Mocha	10	25	u otro tipo	
8	Chiquicha	20	35	2m.	29,43
	Baños	10	1000		
9	Chiquicha	20	35	2m.	29,43
	Ambato	10	30		

BIBLIOTECA

Tabla 4.21 Altura de Antenas

4.1.6 Distribución de la atenuación en los enlaces.

Las pérdidas totales de transmisión entre los terminales de transmisión y recepción, se lo presenta en la fig. 4.11, en donde se indican los distintos componentes de la "Atenuación Total".

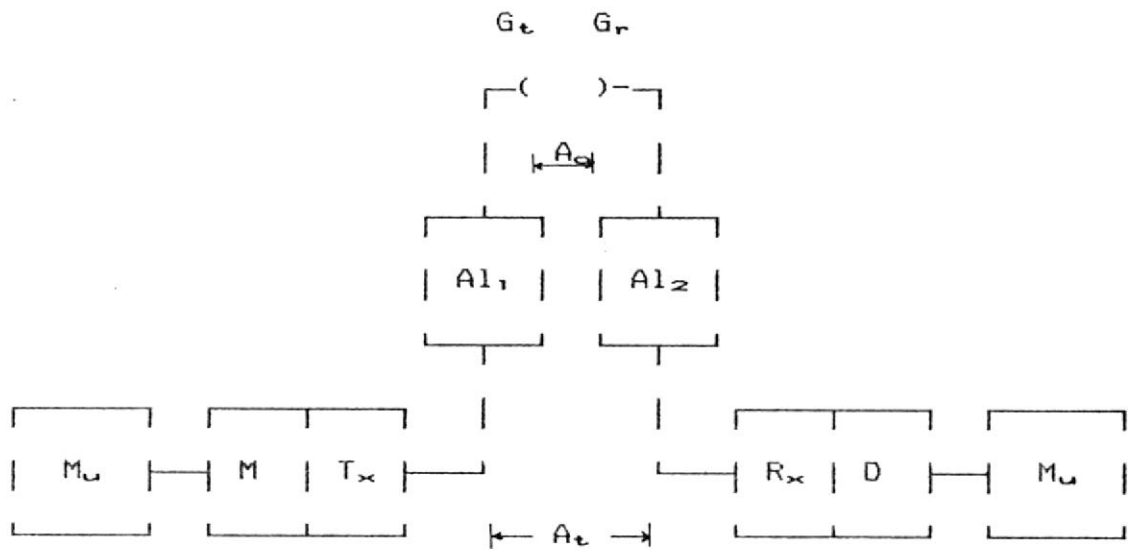


Fig. 4.11

- | | |
|--------------------------|---|
| M_u = Equipo Multiplex | A_t = Atenuación total del recorrido |
| M = Modulador | A_o = Atenuación del trayecto |
| D = Demodulador | $A_{l1,2}$ = Pérdidas en los alimentadores de antenas y filtros |
| T_x = Transmisor | |
| R_x = Receptor | $G_{t,r}$ = Ganancia de antena. |

La atenuación total está compuesta de varios suman

dos:

A_o es la pérdida básica de transmisión, considerada cuando no hay presencia de desvanecimiento. Esta pérdida, es la pérdida real entre las 2 estaciones en los cuales se han usado radiadores isotrópicos.

Las eventuales pérdidas que pudieran parecer por obstrucciones están incluidas en A_o .

La atenuación total viene dada por:

$$A_t = A_o + A_r + A_c - (g_t + g_r) \quad 4.8$$

Donde:

A_t = Atenuación total

A_o = Pérdida en el espacio libre sin desvanecimiento

A_r = Pérdida en los alimentadores de antena

A_c = Pérdida en circulares y filtros de antena

g_t = Ganancia de antena de transmisión

g_r = Ganancia de antena de recepción.

$$A_r + A_c = A_l$$

Un radiador isotrópico o antena isotrópica irradia o recibe energía en todas las direcciones; es una antena ideal, utilizada en los cálculos.

Considerando dos antenas isotrópicas separadas una distancia d , donde una transmite una potencia p_t y la otra recibe una potencia p_r para una distancia y la frecuencia dada, el A_o viene dado por:

$$p_r = \frac{(4\pi d)^2}{G_t G_r \lambda^2} \quad 4.9$$

La ecuación 4.9 expresada en decibeles (ver apéndice F) es :

$$A_o(\text{db}) = 92,5 + 20 \log d(\text{km}) + 20 \log F(\text{Ghz}) \quad 4.10$$

La potencia de señal útil de recepción (p_r) es definida de la siguiente forma:

$$p_r(\text{dB}_m) = p_t(\text{dB}_m) - A_t(\text{dB}) \quad 4.11$$

En donde: $p_t(\text{dB}_m)$ = Potencia de transmisión relativa a 1mw.

La ganancia de una antena está dada por:

$$G(\text{dB}) = 10 \log n \left| \frac{D}{\lambda} \right|^2 \quad 4.12$$

Donde:

n = Rendimiento que nos indica la disminución de área geométrica al área efectiva. Para antenas parabólicas $n = 0,5$.

λ = longitud de onda en metros

D = Diámetro de la parábola en metros.

Con las ecuaciones antes descritas se procederá a calcular las pérdidas totales de transmisión y la potencia recibida, para cada uno de los enlaces en UHF ó VHF, según sea el enlace.

Los alimentadores de antena serán tipo HJ5-50 que según el fabricante nos da una atenuación de 0,045 dB/m.

La atenuación en filtros y circuladores es de 8,5 dB, como valor total en un tramo, esto es en transmisor y receptor.

Los valores antes mencionados han sido tomados de las especificaciones normales de equipos de la firma Telettra Española S.A.

Cálculos: de A_t , P_r y $G_{t,r}$.

1) Enlace: Chiguicha - Tisaleo.

$d = 17,63$ Km.

$F_o = 0,158$ Ghz

Usando la ecuación 4.10 :



$$A_o = 92,5 + 20 \log 17,63 + 20 \log 0,158$$

$$A_o = 101,39$$

De la tabla 4.21 obtenemos $L = 60$ m.

$$A_r = 60 \text{ m} \times 0,045 \text{ dB/m} = 2,7 \text{ dB}$$

$$A_e = 8,5 \text{ dB}$$

Si usamos antenas helicoidales de 15 dB de ganancia

$$G_t + G_r = 15 + 15 = 30 \text{ dB}$$

Usando la ecuación 4.8 obtenemos A_t :

$$A_t = A_o + A_r + A_e - (G_t + G_r)$$

$$A_t = 101,39 + 2,7 + 8,5 - 30$$

$$A_t = 82,59 \text{ dB}$$

Con $p_t = 16$ watt (42 dBm)

Usando la ecuación 4.11 obtenemos p_r :

$$P_r = P_t - A_t$$

$$P_r = 42 - 82,59$$

$$P_r = -40,59 \text{ dBm.}$$

2) Enlace: Chiquicha - Patate.

$$d = 5.45 \text{ Km.}$$

$$F_o = 0,158 \text{ Ghz}$$

Usando la ecuación 4.10 :

$$A_o = 91,2 \text{ dBm}$$

$$L = 55 \text{ m.}$$

$$A_r = 55\text{m} \times 0,045 \text{ dB/m} = 2,48 \text{ dB}$$

$$A_c = 8.5 \text{ dB}$$

$$G_t + G_r = 30 \text{ dB} \quad (\text{antenas helicoidales})$$

$$A_t = 72,18 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = 42 - 72,18$$

$$P_r = -30,18 \text{ dBm.}$$

3) Enlace: Chiquicha - Pelileo.

$$d = 6,64 \text{ Km.}$$

$$F_o = 0,370 \text{ Ghz.}$$

Usando la ecuación 4.10 :

$$A_o = 92,5 + 20 \log 6,64 + 20 \log 0,370$$

$$A_o = 100,31 \text{ dBm}$$

$$L = 55 \text{ m} \quad (\text{ver tabla 4.21})$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_r = 2,48 \text{ dB.}$$

Si usamos antenas de 2 m de diámetro, y usando la ecuación 4.12 tenemos:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^9}{0,370 \times 10^9} = 0,81 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} G(\text{dB}) &= 10 \log n \left| \frac{D}{\lambda} \right|^2 \\ &= 10 \log 0,5 \left| \frac{2 \pi}{0,81} \right|^2 \end{aligned}$$

$$G(\text{dB}) = 14,37 \text{ dB}$$

$$(G_t + G_r) = 14,37 + 14,37 = 28,73 \text{ dB}$$

Usando la ecuación 4.8 obtenemos A_t : ($P_t = 42 \text{ dBm}$)

$$A_t = A_o + A_r + A_c - (G_t + G_r)$$

$$A_t = 100,31 + 2,48 + 8,5 + - 28,73 = 82,55 \text{ dBm}$$

Usando la ecuación 4.11 obtenemos P_r :

$$P_r = P_t - A_t$$

$$P_r = 42 - 82,55$$

$$P_r = -40,55 \text{ dBm.}$$

4) Enlace: Chiquicha - Pillaro.

$$d = 10,82 \text{ Km}$$

$$F_o = 0,370 \text{ GHz}$$

$$L = 55 \quad (\text{ver tabla 4.21})$$

$$A_r = 2,48 \text{ dB}$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 104,54 \text{ dB}$$

Usando antenas de 2 m de 14,37 dB de ganancia.

$$G_t + G_r = 28,73 \text{ dB}$$

$$A_t = 86,79 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -44,79 \text{ dBm}$$

5) Enlace: Chiquicha - Quero.

$$d = 14,89 \text{ Km}$$

$$F_o = 0,158 \text{ Ghz}$$

$$L = 60 \text{ m} \quad (\text{ver tabla 4.21})$$

$$A_r = 2,7 \text{ dB}$$

$$A_e = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 99,93 \text{ dB}$$

Usando antenas helicoidales de 15 dB de ganancia

$$G_t + G_r = 30 \text{ dB}$$

$$A_t = 81,13 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -39,13 \text{ dBm}$$

6) Enlace: Chiquicha - Cevallos.

$$d = 13,31 \text{ Km}$$

$$F_o = 0,370 \text{ Ghz}$$

$$L = 55 \text{ m} \quad (\text{ver tabla 4.21})$$

$$A_r = 2,48 \text{ dB}$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 106,34 \text{ dB}$$

$$(G_t + G_r) = 30 \text{ dB} \quad (\text{antenas helicoidales})$$

$$A_t = 87,32 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -45,32 \text{ dBm}$$

7) Enlace: Chiquicha - Mocha

$$d = 21,88 \text{ km}$$

$$f_o = 0,158 \text{ GHz}$$

$$L = 60 \text{ m} \quad (\text{ver tabla 4.21})$$

$$A_r = 2,7 \text{ dB}$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 103,27$$

Usando antenas helicoidales 15 dB de ganancia

$$(G_t + G_r) = 30 \text{ dB}$$

$$A_t = 84,47 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -42,47 \text{ dBm}$$

8) Enlace: Chiquicha - Baños

$$d = 16,63 \text{ Km}$$

$$L = 1000 \text{ m}$$

$$F_o = 2 \text{ GHz}$$



BIBLIOTECA

Como la longitud de la línea de transmisión es bastante larga (1.000 m) utilizaremos entre el radio y el multiplex cable tipo $A_r(zE)-50-7$ cuya atenuación es 0,03 dB/m

$$A_r = 30 \text{ dB}$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 108,27 \text{ dB}$$

$$G_t + G_r = 58,86 \text{ (antenas con } D = 2\text{m)}$$

$$A_t = 87,91 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -45,91 \text{ dBm}$$

9) Enlace: Chiquicha - Ambato.

$$d = 11,44 \text{ Km.}$$

$$L = 65 \text{ m (ver tabla 4.21)}$$

$$F_o = 2 \text{ GHz}$$

$$A_r = 2,93 \text{ dB}$$

$$A_c = 8,5 \text{ dB}$$

$$A_o = 119,69 \text{ dB}$$

$$G_t + G_r = 58,86 \text{ dB (antenas de } D = 2\text{m)}$$

$$A_t = 72,26 \text{ dB}$$

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$P_r = -30,26 \text{ dBm}$$

4.1.7 Determinación del cociente Señal-Ruido para un tiempo sin desvanecimiento. Generalidades y cálculos.

Uno de los factores de mayor importancia en un radio-enlace telefónico, es principalmente el ruido térmico (potencia de ruido a la entrada del receptor y depende de A_e).

La relación señal/ruido térmico está dado por la siguiente ecuación:

$$S/N = s - A_e \quad 4.13$$

donde:

N = Ruido térmico

S = Valor del sistema en dB

A_e = Atenuación total del tramo en dB

El valor del sistema es el parámetro que determina el comportamiento del ruido, y está dado por:

$$S = 10 \log \frac{P_t}{NKT B} \left| \frac{f_d}{f_m} \right|^2 + P + 2,5 \quad 4.14$$

Donde:

P_t = potencia de transmisión

N = Factor de ruido del receptor igual a

$$F = 10 \log N \quad (F = \text{figura de ruido}).$$

K = Constante de Boltzman $1,38 * 10^{-23}$

joule/°K.

T = Temperatura en °K.

B = Ancho de banda del canal telefónico 3.100 Hz.

f_d = Desviación de frecuencia en valores rms
(tabla 4.22)

f_m = Frecuencia más elevada de la banda base
(tabla 4.23)

P = Factor de pre-acentuación o pre-enfásis
en dB.

La transferencia de la máxima potencia de ruido, entre la antena transmisora y la receptora está dada por:

$$P_{rr} = NKT B \quad 4.15$$

Donde:

P_{rr} = Potencia de ruido a la entrada del receptor.

En la recomendación 393-1 y 395-1 del CCIR indica que el nivel de potencia de un ruido de espectro uniforme debe disminuirse en 2,5 para un ancho de banda 3.1 KHz para obtener el nivel de potencia so-
fométrica .

El factor de pre-acentuación, (p) es la distribución uniforme de la relación S/N en los canales de un sistema multicanal, utilizando red pasiva RLC de pre-acentuación. El CCIR en su recomendación 275 indica la siguiente ecuación para calcular el factor P.

$$P = 5 - 10 \log \left| 1 + \frac{6,90}{1 + \frac{5,25}{\left(\frac{F_r}{F_{max}} - \frac{F_{max}}{F_r} \right)^2}} \right| \quad 4.16$$

Donde:

F_r = Frecuencia resonante del sistema ($f_r = 1,25 f_m$)

F_{max} = Frecuencia del canal telefónico más alto de la banda base.

Según la recomendación 275-2 del CCRI, indica que para sistemas con capacidad inferior o igual a 1800 canales, el valor de P es de 4db, y se usa como factor de pre-acentuación.

La relación S/N se puede expresar también como una función del nivel de potencia a la entrada del receptor ($P_r = P_t - A_t$), obteniéndose la siguiente ecuación:

$$S/N = s - p_t + p_r \quad 4.17$$

El nivel de la potencia de ruido está siempre referido a 1(m watt).

Como el nivel de la señal se supone cero dB las potencias de ruido son negativas y tienen como valor absoluto el de la relación señal-ruido.

Expresando la señal ruido en pico watio (10^{-12} watt)

$$N_{pw} = \text{antilog} \left| \frac{90 - (S/N) \text{ dB}}{10} \right| \quad 4.18$$

Cálculos:

Utilizando las ecuaciones 4.14 y 4.18, calcularemos el valor de S y S/N para cada enlace.

1) Enlace: Chiquicha - Tisaleo.

El sistema que se utiliza en este enlace es de 24 canales y procedemos a calcular con los siguientes datos:

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$\begin{aligned} KTB &= 1,38 \times 10^{-23} \times 295^\circ \times 3.100 \text{ wtt.} \\ &= 1,28 \times 10^{-14} \text{ m watt} \end{aligned}$$

$$F = 6$$

$$f_d = 35 \text{ Khz}$$

$$f_m = 100 \text{ Khz}$$

$$P = 4$$

$$S = 10 \log p_t - 10 \log N + 20 \log \left| \frac{f_d}{f_m} \right| + P + 2,5$$

$$S = 42 + 138,92 - 6 - 9,12 + 4 + 2,5$$

$$S = 172,3 \text{ dB}$$

Luego usando la ecuación 4.17 obtenemos S/N:

$$S/N = S - P_t + P_r$$

$$S/N = 172,3 - 42 + P_r$$

$$S/N = 130,3 \text{ dB} + P_r$$

$$P_r = -40,59 \text{ dBm}$$

$$S/N = 89,71 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = \text{antilog} \left| \frac{90 - 89,71}{10} \right|$$

$$N_p \text{ watt} = 1,07 \text{ p watt}$$

2) Enlace: Chiquicha - Patate.

$$P_r = -30,18 \text{ dBm}$$

$$S/N = 130,3 \text{ dB} + P_r$$

$$S/N = 130,3 - 30,18 = 100,12 \text{ dB}$$

$$N_{pw} = 0,1 \text{ p watt.}$$

3) Enlace: Chiquicha - Pelileo.

Considerando que es un enlace de 60 canales (uHf)
procedemos con los siguientes datos:

$$P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$KTB = 1,28 \times 10^{-14} \text{ m watt}$$

$$F = 6$$

$$f_d = 50 \text{ KHz}$$

$$f_m = 270 \text{ KHz}$$

$$P = 4 \text{ dB}$$

$$S = 10 \log P_t - 10 \log KTB - 10 \log N + 20 \log \frac{f_d}{f_m} + P + 2,5$$

$$S = 42 + 138,92 - 6 - 14,65 + 4 + 2,5$$

$$S = 166,77 \text{ dB}$$

Luego usando la ecuación 4.17 obtenemos S/N:

$$S/N = S - P_t + P_r$$

$$S/N = 166,77 - 42 + P_r$$

$$S/N = 124,77 + P_r$$

$$P_r = -40,55 \text{ dBm}$$

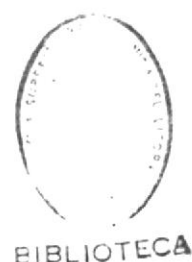
$$S/N = 124,77 - 40,55$$

$$S/N = 84,22 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = \text{antilog} \left| \frac{90 - 84,22}{10} \right|$$

$$N_p \text{ watt} = 3,78 \text{ pwatt}$$

4) Enlace: Chiquicha - Pillaro.



$$P_r = -44,79 \text{ dBm}$$

$$S/N = 124,77 \text{ dB} + P_r$$

$$S/N = 124,77 - 44,79$$

$$S/N = 79,98 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 10,04 \text{ p watt.}$$

5) Enlace: Chiquicha - Quero.

$$P_r = -39,13 \text{ dBm}$$

$$S/N = 130,3 + P_r$$

$$S/N = 130,3 - 39,13$$

$$S/N = 91,17 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 0,76 \text{ p watt.}$$

6) Enlace: Chiquicha - Cevallos.

$$P_r = -45,32 \text{ dBm}$$

$$S/N = 124,77 + P_r$$

$$S/N = 124,77 - 45,32$$

$$S/N = 79,45 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 11,35 \text{ p watt.}$$

7) Enlace: Chiquicha - Mocha.

$$P_r = -42,47 \text{ dBm}$$

$$S/N = 130,3 + P_r$$

$$S/N = 130,3 - 42,47$$

$$S/N = 87,83 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 1,65 \text{ p watt.}$$

8) Enlace: Chiquicha - Baños.

$$P_t = 42 \text{ dBm}; f_d = 200 \text{ KHz}; f_m = 1.248 \text{ KHz}; F = 6 \text{ dB}$$

$$P_r = -45,91 \text{ dBm}$$

$$S/N = 123,52 - P_r$$

$$S/N = 123,52 - 45,91 = 77,61 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 17,33 \text{ p watt.}$$

9) Enlace: Chiquicha - Ambato.

Para 300 canales tenemos:

$$f_d = 200 \text{ KHz}, f_m = 1,248 \text{ KHz}, P_t = 42 \text{ dBm}$$

$$S = 10 \log P_t - 10 \log KTB - 10 \log N + 20 \log \frac{f_d}{f_m}$$

$$+ P + 2,5$$

$$S = 42 + 138,92 - 6 - 15,90 + 4 + 2,5$$

$$S = 165,52 \text{ dBm}$$

$$S/N = 165,52 - 42 + P_r$$

$$S/N = 123,52 + P_r$$

$$P_r = -30,26 \text{ dbm}$$

$$S/N = 123,52 - 30,26 = 93,26 \text{ dB}$$

$$N_p \text{ watt} = 0,44 \text{ p watt.}$$

Número máximo de Canales	Desviación de Frecuencias por canal en KHz valor RMS.
12	35
24	35
60	50, 100, 200
120	50, 100, 200
300	200
600	200
960	200
1260	140, 200
1800	140, 200
2700	140

Tabla 4.22 Recomendación del CCIR 402-2

Capacidad del Sistema	Frecuencia Superior
Número de Canales	KHz.
24	100
60	70, 270
120	70, 270, 534
300	70, 270, 534, 1248
960	70, 270, 534, 1248, 3886

Tabla 4.23 Recomendación del CCIR 399-2

4.1.8 Umbral de ruido y diagrama de niveles.

El nivel de umbral es uno de los factores que limita hasta determinado valor la calidad de señal de recepción.

El margen de desvanecimiento es el valor entre la línea de umbral y la señal útil; está dado por la siguiente ecuación:

$$M_u = P_r - N_u \quad 4.19$$

Donde:

M_u = Margen de desvanecimiento.

N_u = nivel de umbral.

El umbral de ruido es encontrado en conexión con las pérdidas del trayecto, en donde la potencia de señal útil en la entrada del receptor es tan sólo mayor en 10 dB más, que la potencia del ruido.

El nivel del umbral viene dado por:

$$N_u = 10 \log \left| \frac{KTB_{IF}N}{P_t} \right| + 10 \text{ dB} \quad 4.20$$

Para UHF y con los siguientes datos obtenemos el valor de N_u .

BIF = 2Mhz, F = 6 dB, T = 295°K, P_t = 16 watt

$$N_u = -136,86 \text{ dB.}$$

En el diagrama de nivel (fig. 4.14, 4.15 y 4.17) se indica la línea de umbral en: $-94,86 \text{ dBm}$ ($136,86 - 42$) y las curvas de atenuación en cada tramo hasta que exista una interrupción.

Para VHF y con los siguientes datos tenemos el valor de N_u .

$$BIF = 1,3 \text{ Mhz, } F = 6 \text{ dB, } T = 300^\circ\text{K, } p_e = 16 \text{ watt}$$

$$N_u = -1138,73 \text{ dB}$$

En el diagrama de niveles (fig. 4.12, 4.13, 4.16 y 4.18) se indica la línea de umbral en: $-96,73 \text{ dBm}$ ($138,73 - 42$) y las curvas de atenuación en cada tramo hasta que haya una interrupción.

El margen de desvanecimiento sobre el umbral para cada enlace es determinado en base a las pérdidas totales de cada trayecto (ver tabla 4.25).

1) Enlace: Chiquicha - Tisaleo.

Usando la ecuación 4.19 se determina M_u .

$$M_u = P_r - N_u$$

$$M_u = P_r + 96,73$$

$$M_u = -40,59 + 96,73 = 56,14 \text{ dBm}$$



2) Enlace: Chiquicha - Patate.

$$M_u = P_r + 96,73$$

$$M_u = -30,18 + 96,73 = 66,55 \text{ dBm}$$

3) Enlace: Chiquicha - Pelileo.

$$M_u = P_r + 94,86$$

$$M_u = -40,55 + 94,86 = 54,31 \text{ dBm}$$

4) Enlace: Chiquicha - Pillaro.

$$M_u = P_r + 94,86$$

$$M_u = -44,79 + 94,86 = 50,07 \text{ dBm}$$

5) Enlace: Chiquicha - Quero.

$$M_u = P_r + 96,73$$

$$M_u = -39,13 + 96,73 = 57,6 \text{ dBm}$$

6) Enlace: Chiquicha - Cevallos.

$$M_u = P_r + 94,86$$

$$M_u = -45,32 + 94,86 = 49,54 \text{ dBm}$$

7) Enlace: Chiquicha - Mocha.

$$M_u = P_r + 96,73$$

$$M_U = -42,47 + 96,73 = 54,26 \text{ dBm.}$$

8) Enlace: Chiquicha - Baños.

Para microonda con los siguientes datos obtenemos el valor de N_U .

$$BIF = 20 \text{ MHz, } F = 6 \text{ dB, } T = 295^\circ\text{K, } P_t = 16 \text{ watt}$$

$$N_U = -126,86 \text{ dB.}$$

En el diagrama de niveles (fig. 4.19) se indica la línea de umbral en: $-84,86 \text{ dBm}$ ($126,86 - 42$) y las curvas de atenuación en cada tramo hasta que haya una interrupción.

$$M_U = P_r + 84,86$$

$$M_U = -45,91 + 84,86 = 38,95 \text{ dBm.}$$

9) Enlace: Chiquicha - Ambato.

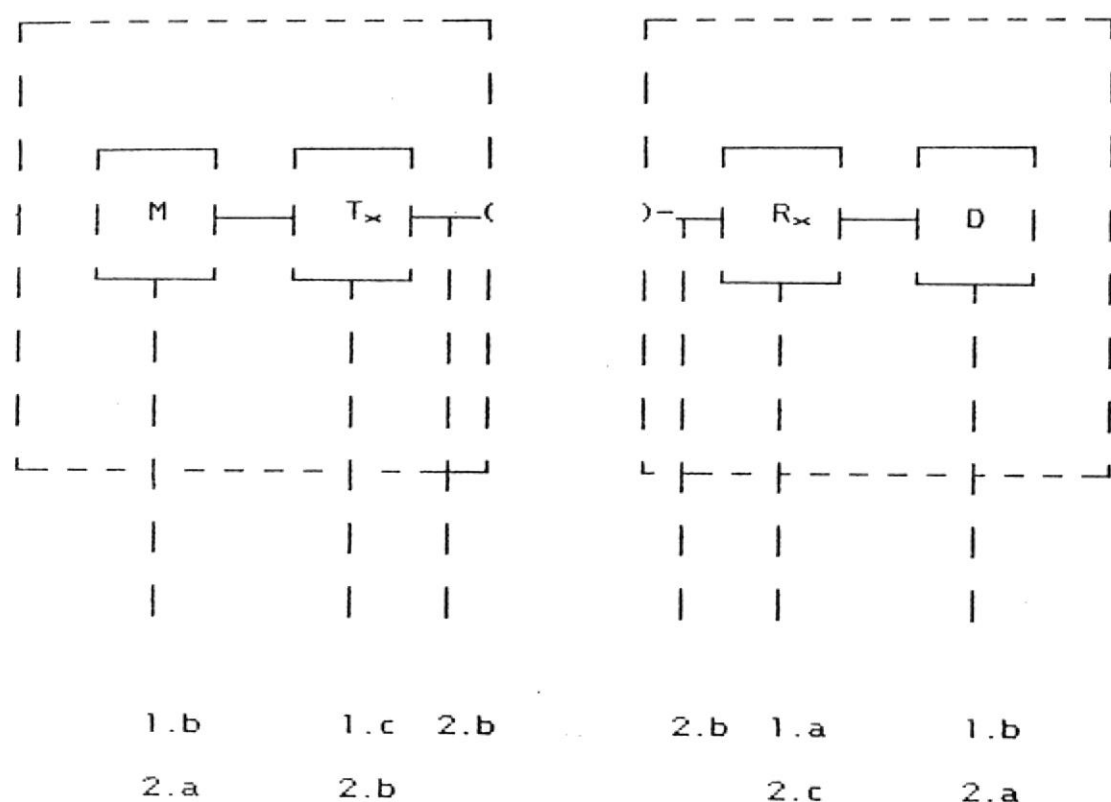
$$M_U = P_r + 84,86$$

$$M_U = -30,26 + 84,86 = 54,660 \text{ dbm.}$$

4.1.9 Distribución de los ruidos en los enlaces y un canal superior.

Para comprender sistemáticamente los ruidos que sirven de criterio en la evaluación de la calidad de un

enlace de comunicación, será conveniente distribuir los en la forma siguiente:



Ruido Básico. - (los cuales son térmicos).

1.a Ruido térmico del receptor dependiente de la atenuación en el tramo.

1.b Ruido básico de los equipos de modulación.

1.c Ruido básico de los equipos de radio.

Ruido de Intermodulación.

Es debido a la no linealidad de los equipos de transmisión y producen destrucción de la señal de banda base y reflexiones múltiples en las instalaciones de las antenas.

2.a En los equipos de Modem.

2.b En los equipos de radio y las instalaciones de las antenas.

Con el valor del ruido térmico se puede hacer un balance de ruido en el canal superior de medición.

En la tabla 4.24 se indica los valores de experiencia de ruido enlace para diferentes equipos. El ruido indicado para un equipo de radio o modem se compone de ruido básico y de intermodulación.

Estos valores de ruido dependen del número de canales y la desviación de frecuencia.

En los valores de ruido de intermodulación está incluido el ruido causado por el efecto "Línea Larga" en la línea de antena, el cual resulta por la transmisión retardada por reflexión repetida. Se estima un valor de 5pw/tramo en base de una reflexión mediana.

Enlace: Chiquicha - Tisaleo.

1.- Ruido Básico (térmico)

1.1 Ruido térmico a la entrada del receptor. 1,07 pwatt

1.2 Ruido Básico del modem 8,0 pwatt

1.3 Ruido Básico de los equipos RF -IF. 8,0 pwatt

2.- Ruido de Intermodulación.

2.1 Ruido del Modem 8,0 pwatt

2.2 Ruido Equipo IF - RF 8,5 pwatt

3.- Ruido Total inducido en el enlace. 5 pwatt

Suma total del ruido 38,57pwatt
sin desvanecimiento

Ruido total permitido(CCIR recomendación 395-1) $3 \text{ pw/Km} \times 17,63$
+ 200 pwtt.

Aumento permitido para el ruido térmico en el receptor (252,89-38,57).

Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.

$$10 \log \frac{214,32}{38,57} = 7,45 \text{ db}$$



El margen de desvanecimiento de 7,45 dB nos indica una reserva para desvanecimiento en cada uno de los tramos. Este valor indica una reserva muy buena,

porque es raro que al mismo instante haya en más de un solo tramo un desvanecimiento fuerte; detallamos el balance de ruido considerando un desvanecimiento de 4,5 dB.

Enlace: Chiquicha - Patate.

Ruido térmico a la entrada del receptor.	0,40 pwtt
Ruido del modem	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,0 pwtt
Ruido modem (intermodulación)	8,0 pwtt
Ruido equipo IF-RF	8,5 pwtt
Ruido inducido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>37,60</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	216,35 pwtt
Aumento permitido para el ruido.	178,75 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	6,77 dB

Chiquicha - Pelileo.

Ruido a la entrada del receptor.	3,78 pwtt
Ruido del modem	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,5 pwtt

Ruido modem (intermodulación).	8,0 pwtt
Ruido equipo IF-RF	8,7 pwtt
Ruido inducido en el enlace.	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>41,98</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	219,92 pwtt
Aumento permitido para el ruido.	177,94 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	6,27 dB

Chiquicha - Pillaro.

Ruido a la entrada del receptor.	10,04 pwtt
Ruido del modem	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,5 pwtt
Ruido modem(intermodulación)	8,0 pwtt
Ruido equipo RF-IF	8,7 pwtt
Ruido inducido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>48,24</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	232,46 pwtt
Aumento permitido para el ruido	184,22 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	5.82 dB

Chiquicha - Quero

Ruido a la entrada del receptor	0,76 pwtt
Ruido del modem	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,0 pwtt
Ruido modem (Intermodulación)	8,0 pwtt
Ruido Equipo RF-IF	8,5 pwtt
Ruido inducido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>38,26</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	244,67 pwatt
Aumento permitido para el ruido.	206,41 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	7,32 dB

Chiquicha - Cevallos.

Ruido a la entrada del receptor	11,35 pwtt
Ruido del modem (Básico)	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,5 pwtt
Ruido modem (intermodulación)	8,0 pwtt
Ruido equipo RF-IF	8,7 pwtt
Ruido inducido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>49,55</u> pwatt
Ruido total permitido CCIR	239,93 pwatt
Aumento permitido para el ruido.	190,38 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	5,84 dB

Chiquicha - Mocha.

Ruido en la entrada del receptor	1,65 pwtt
Ruido del modem (básico)	8,0 pwtt
Ruido de los equipos RF-IF	8,0 pwtt
Ruido modem (intermodulación)	8,0 pwtt
Ruido equipo RF-IF	8,5 pwtt
Ruido inducido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>39,15</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	265,64 pwtt
Aumento permitido para el ruido.	226,49 pwtt
Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	7,62 dB

Chiquicha - Baños.

Ruido en la entrada del receptor.	17,33 pwtt
Ruido del modem	12,50 pwtt
Ruido en los equipos RF-IF	13,75 pwtt
Ruido modem (intermodulación)	12,50 pwtt
Ruido equipo RF-IF	14,25 pwtt
Ruido incluido en el enlace	5,0 pwtt
Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>65,33</u> pwtt
Ruido total permitido CCIR	249,89 pwtt

Aumento permitido para el ruido.	184,56 pwtt
----------------------------------	-------------

Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	4,51 dB
--	---------

Chiquicha - Ambato.

Ruido en la entrada del receptor.	0,44 pwtt
-----------------------------------	-----------

Ruido del modem	12,50 pwtt
-----------------	------------

Ruido de los equipos RF-IF	13,75 pwtt
----------------------------	------------

Ruido modem (intemodulación)	12,50 pwtt
------------------------------	------------

Ruido equipo RF-IF	14,25 pwtt
--------------------	------------

Ruido incluido en el enlace	5,0 pwtt
-----------------------------	----------

Suma total del ruido sin desvanecimiento.	<u>58,44</u> pwtt
---	-------------------

Ruido total permitido CCIR	234,32 pwtt
----------------------------	-------------

Aumento permitido para el ruido.	175,88 pwtt
----------------------------------	-------------

Reserva mínima para tiempo de desvanecimiento.	4,79 dB
--	---------

Clases de Ruidos	Potencia de Medición		
	Canal de Medi- ción 1248 MHz	Canal de Medi- ción 270 MHz	Canal de Medi- ción 100 MHz
Ruido básico para un equipo IF-RF	13,75 pwtt	8,5 pwtt	8 pwtt
Ruido básico para un Modem	12,50 pwtt	8,0 pwtt	8 pwtt
Ruido de intermo- dulación en IF-RF	14,25 pwtt	8,7 pwtt	8,5 pwtt
Ruido de intermo- dulación para 1 modem	12,50 pwtt	8,0 pwtt	8,0 pwtt

Tabla 4.24 Valores de Ruidos



# de Enlace	1		2		3		4		5	
Tramo de Enlace	Tisaleo	Chiquicha	Pataste	Chiquicha	Pelileo	Chiquicha	Pillaro	Chiquicha	Quero	Chiquicha
Altura (m)	3240	3086	2200	3086	2600	3086	2760	3086	2980	3086
Distancia del enlace (Km)	17,63		5,45		6,64		10,82		14,80	
Tipo de antena o diámetro (Ø-m)	helic.	helic.	helic.	helic.	2	2	2	2	helic.	helic.
Altura de antena (m)	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Longitud de alimentador (m)	25	35	20	35	20	35	20	35	25	35
Atenuación de espacio libre Ao(dB)	101,39		91,20		100,3		104,54		99,93	
Atenuación total de alimentadores (dB)	2,70		2,48		2,48		2,48		2,70	
Pérdida en filtros y circuladores (dB)	8,50		8,50		8,50		8,50		8,50	
Ganancia de antena (dB)	15	15	15	15	14,37	14,37	14,37	14,37	15	15
Pérdida total del enlace At(dB)	82,59		72,18		82,55		86,79		81,13	
Potencia de transmisión (dBm)	42		42		42		42		42	
Potencia de recepción (dBm)	-40,59		-30,18		-40,55		-44,79		-39,13	
Nivel de umbral (dB)	-96,73		-96,73		-94,86		-94,86		-96,73	
Margen sobre umbral (dBm)	56,14		66,55		54,31		50,07		57,60	
Valor del sistema (dB)	172,30		172,30		166,77		166,77		172,30	
Relación señal-ruido S/N (dB)	89,71		100,12		84,22		79,98		91,17	
Potencia de ruido térmico(pwt)	1,07		0,10		3,78		10,04		0,76	
Relación señal-ruido S/N (dB)	88,21		95,62		79,72		75,48		86,67	
Potencia de ruido térmico (dBm)	3,09		0,27		10,66		28,31		2,15	
Margen de desvanecimiento (dB)	7,45		6,77		6,27		5,82		7,32	

Tabla 4.25 Tabla de datos para cada enlace

Tabla 4.25 (Continuación)

# de Enlace	6		7		8		9	
Tramo de Enlace	Cevallos	Chiquicha	Mocha	Chiquicha	Baños	Chiquicha	Chiquicha	Ambato
Altura (m)	2900	3086	3280	3086	2500	3086	3086	2560
Distancia del enlace (Km)	13,31		21,88		16,63		11,44	
Tipo de antena ó diámetro (Ø-m)	helic.	helic.	helic.	helic.	2	2	2	2
Altura de antena (m)	10	20	10	20	10	20	10	20
Longitud de alimentador (m)	20	35	25	35	1000	35	35	30
Atenuación de espacio libre Ao(dB)	106,35		103,27		108,27		119,69	
Atenuación total de alimentadores (dB)	2,48		2,70		30		2,93	
Pérdida en filtros y circuladores (dB)	8,5		8,5		8,5		8,5	
Ganancia de antena (dB)	15	15	15	15	29,43	29,43	29,43	29,43
Pérdida total del enlace At(dB)	87,32		84,47		87,91		72,26	
Potencia de transmisión (dBm)	42		42		42		42	
Potencia de recepción (dBm)	-45,32		-42,47		-45,91		-30,26	
Nivel de umbral (dB)	-94,86		-96,73		-84,86		-84,86	
Margen sobre umbral (dBm)	49,54		54,26		38,95		54,60	
Valor del sistema (dB)	166,77		172,30		165,52		165,52	
Relación señal-ruido S/N (dB)	79,45		87,83		77,61		93,26	
Potencia de ruido térmico (pwtt)	11,35		1,65		17,33		0,44	
Relación señal-ruido S/N (dB)	74,95		83,33		73,11		89,02	
Potencia de ruido térmico (dBm)	31,98		4,65		48,86		1,25	
Margen de desvanecimiento (dB)	5,92		7,62		4,51		4,79	

A) Suma de los ruidos enlace Ambato-Tisaleo

$$P_{\text{total}} = P_{\text{term}} 4.5 + P_{\text{modem}} (*) + n P_{\text{IF/RF}} (*) + n P_{\text{ind}}$$

$$= 4,29 + 20,50 + (2)(22,95) + 2(5) = 80,69$$

B) Potencia permitida CCIR

$$3(29,07) + 200 = 287,21 \text{ pwtt}$$

C) Reserva = 206,52 pwtt

(*) Ver tabla de ruidos

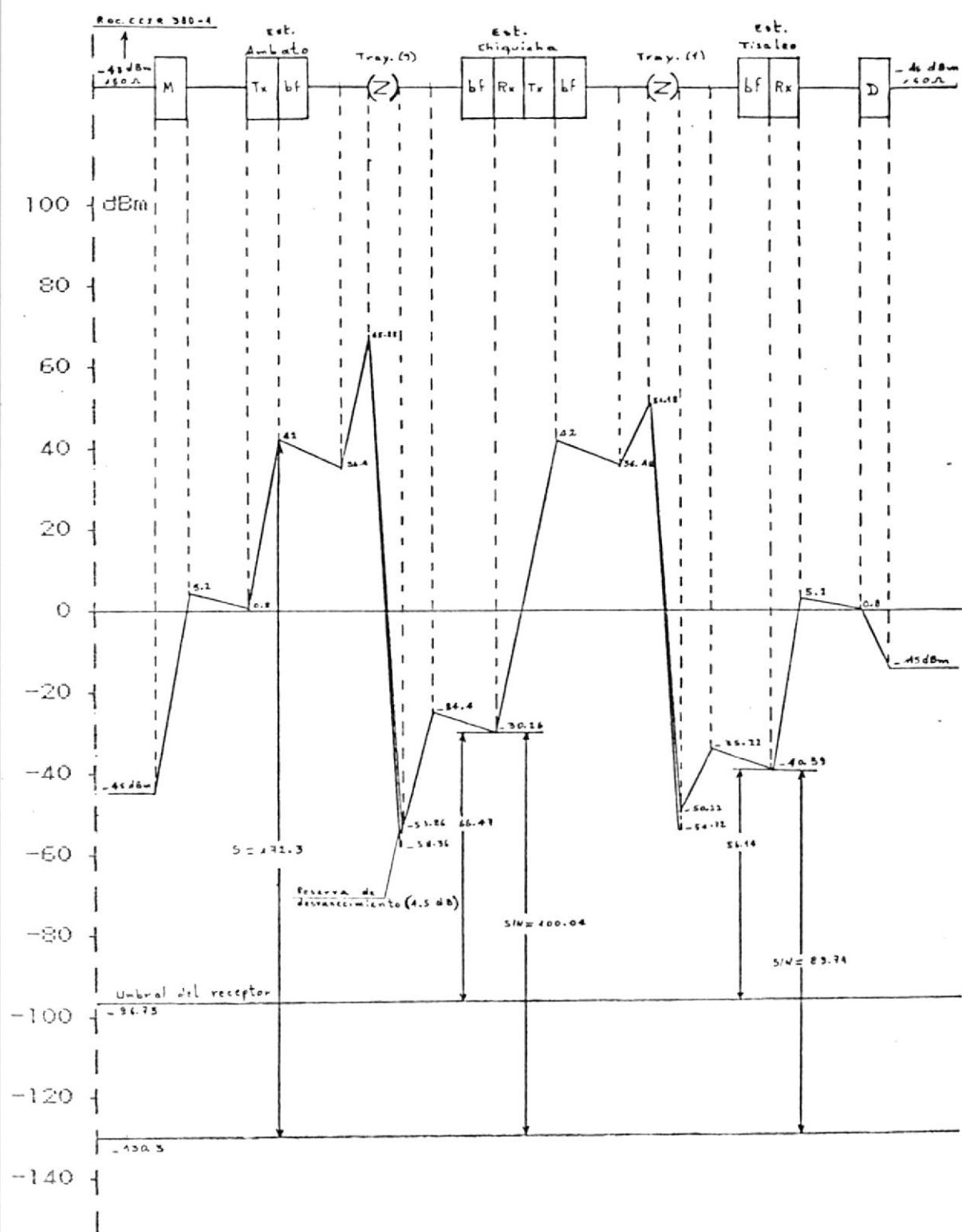


Fig. 4.12 Diagrama de niveles enlace: Ambato-Tisaleo en FM para el canal superior (12C/158MHz).

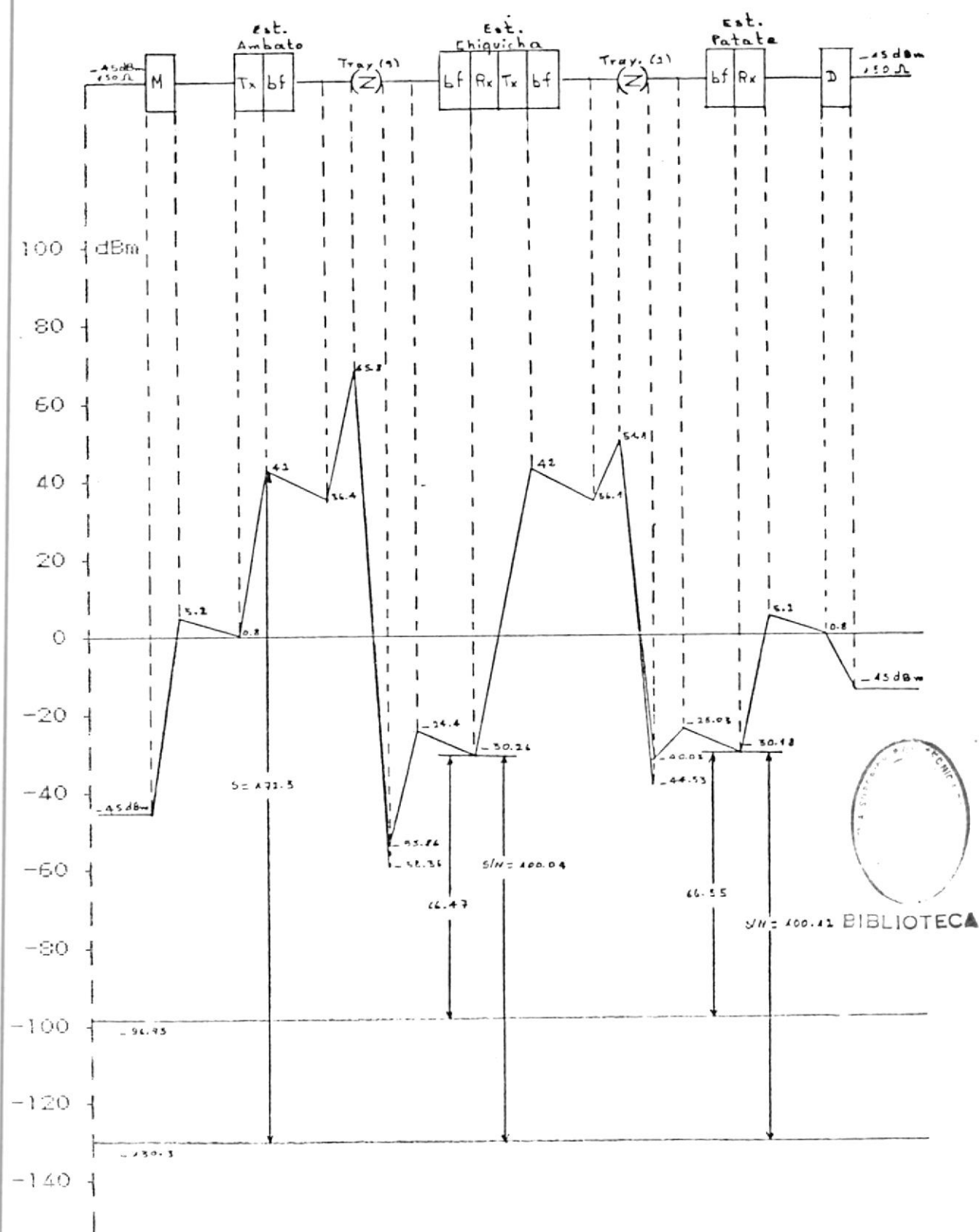


Fig. 4.13 Diagrama de niveles enlace: Ambato-Patate en FM para el canal superior (240/158MHz).

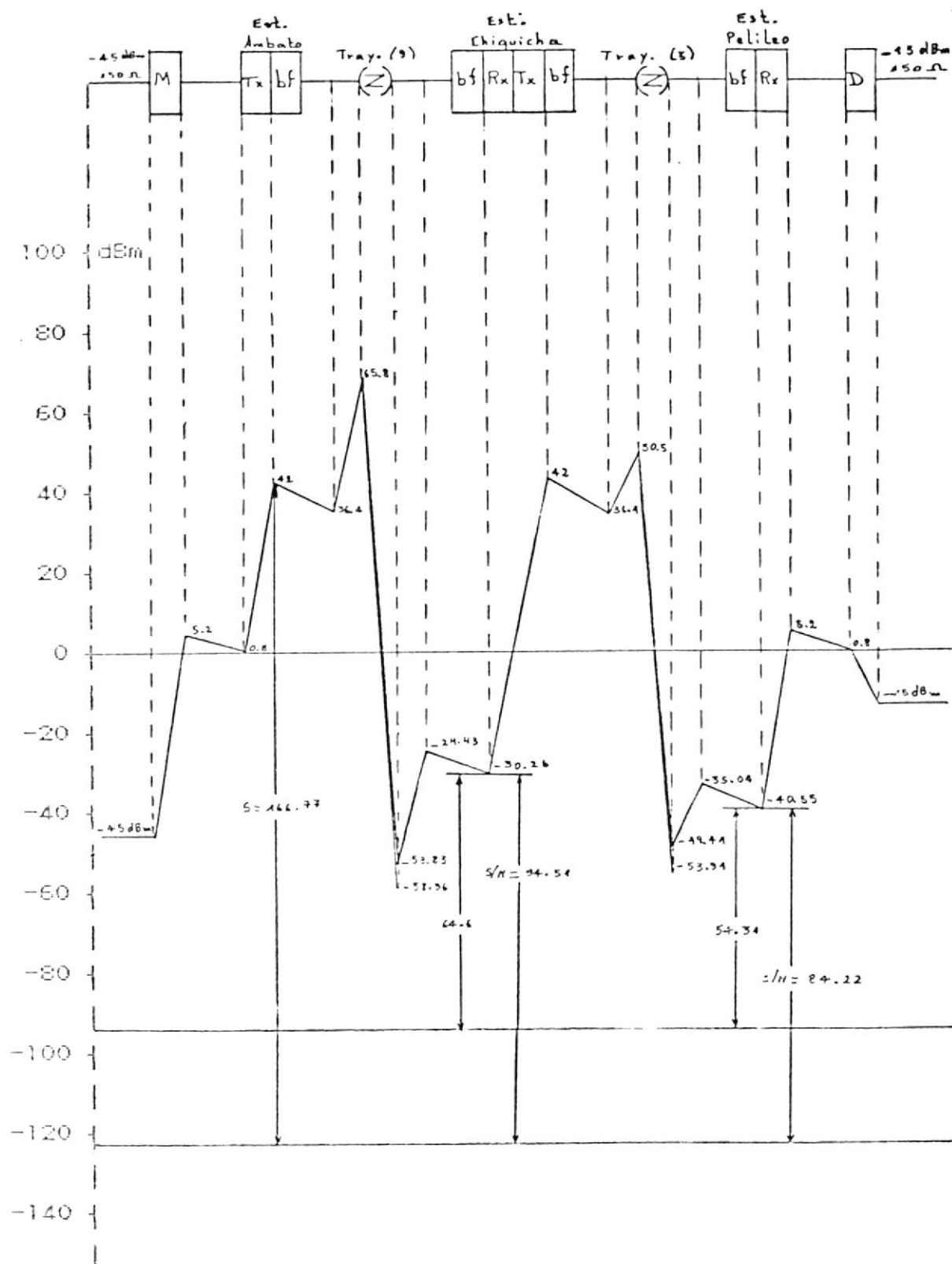


Fig. 4.14 Diagrama de niveles enlace: Ambato-Pelileo en FM para el canal superior (360/370MHz).

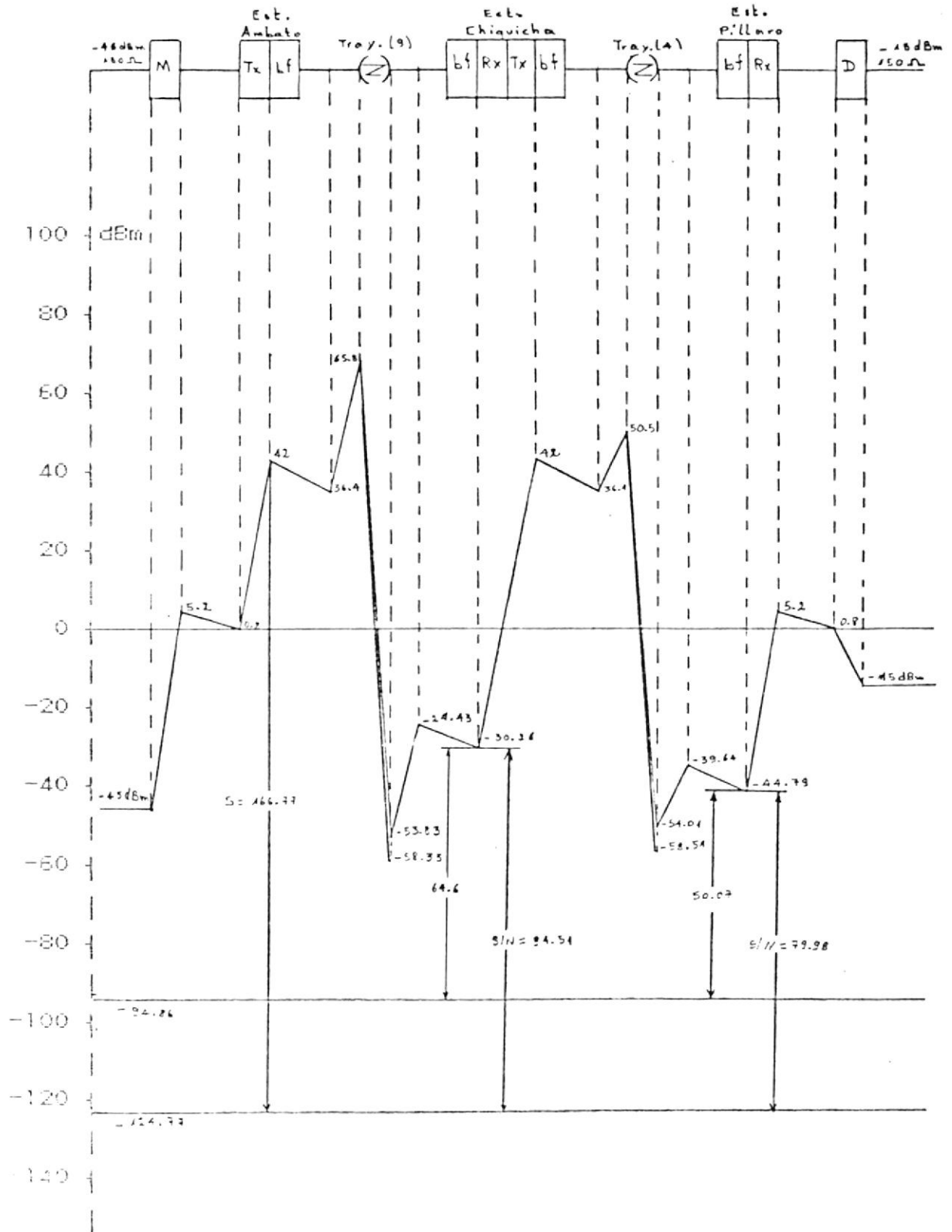


Fig. 4.15 Diagrama de niveles enlace: Ambato-Pillaro en FM para el canal superior (350/370MHz).

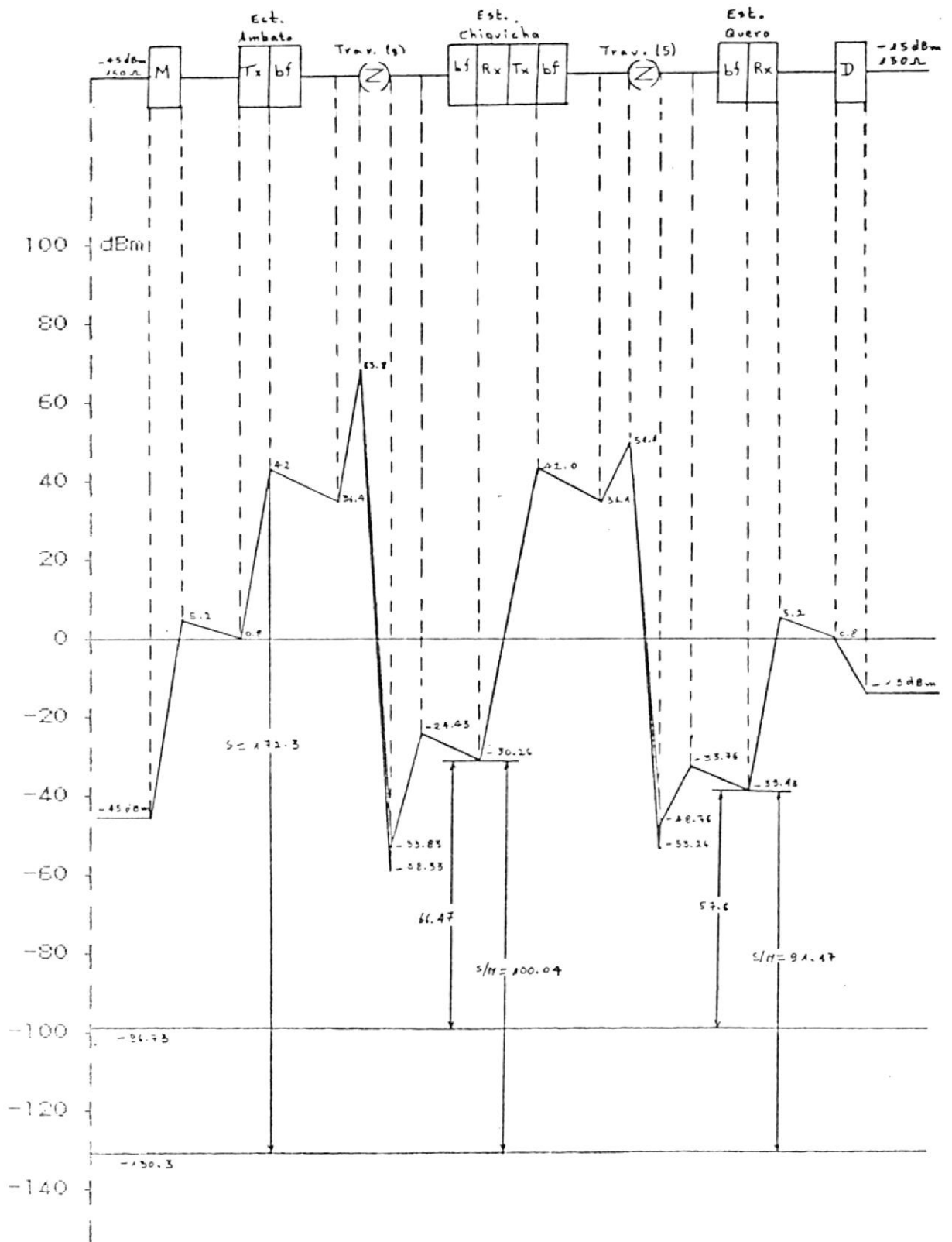


Fig. 4.16 Diagrama de niveles enlace: Ambato - Quero en FM para el canal superior (240/158MHz).

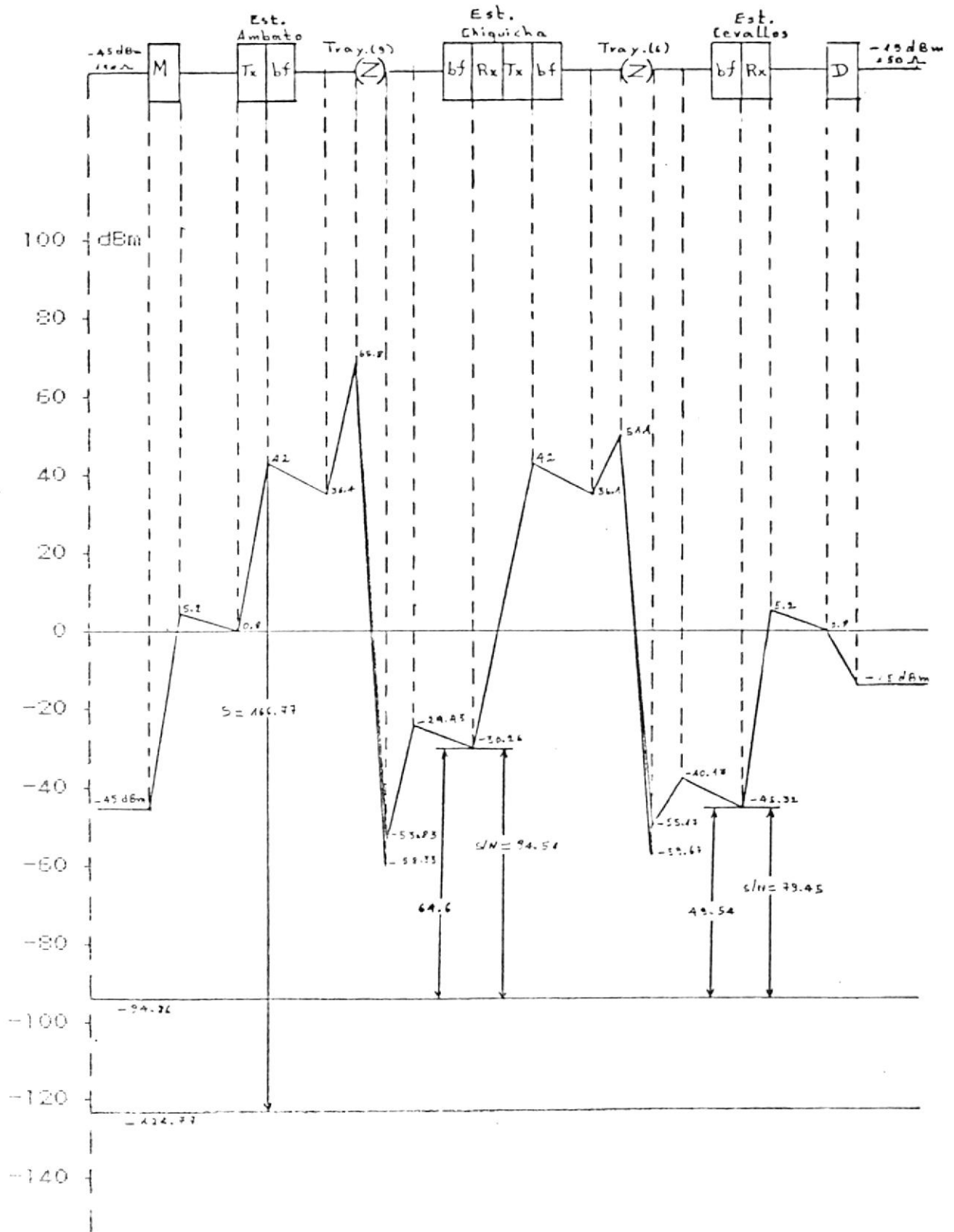


Fig. 4.17 Diagrama de niveles enlace: Ambato-Cevallos en FM para el canal superior (240/370MHz).

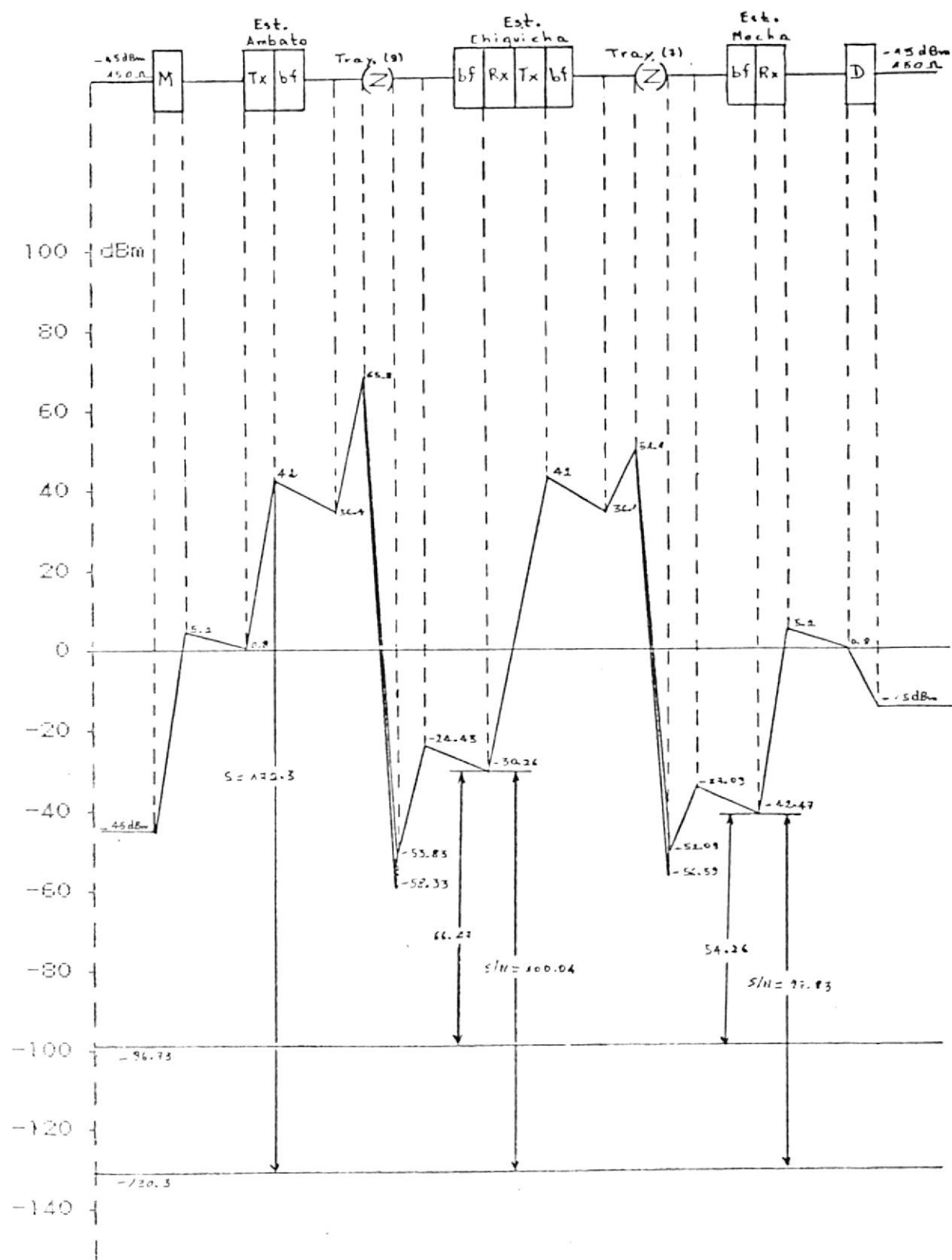


Fig. 4.18 Diagrama de niveles enlace: Ambato - Mocha en FM para el canal superior (240/158MHz).

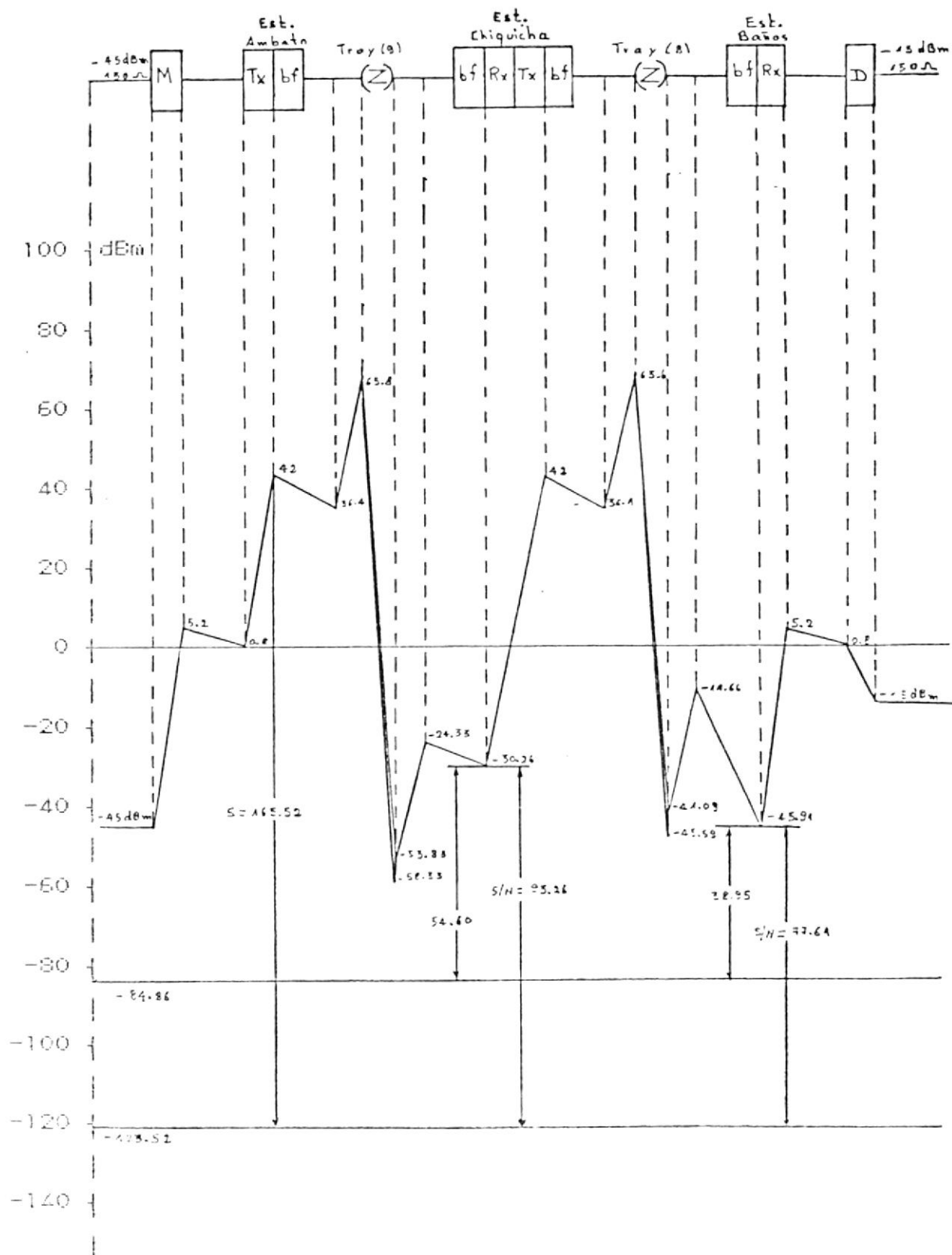


Fig. 4.19 Diagrama de niveles enlace: Ambato - Baños en FM para el canal superior (360/26Hz).

4.1.10 Enlace de los abonados remotos.

Para solucionar el problema que representa proporcionar servicio telefónico a las áreas rurales de población dispersa, abonados prácticamente aislados, utilizaremos el sistema multiacceso rural (Sistema MAR -1601/D), este sistema puede dar servicio a un máximo de 96 abonados, divididos en grupos de 48, localizados en un radio de 30/50 Km. aproximadamente, a través de un máximo de 8 radiocanales en la banda VHF. El número de radiocanales se dimensionará en función de la tabla 4.1.25; estos radiocanales para cada grupo de 8 canales son compartidos en el tiempo por todos los abonados.

Cada abonado tendrá acceso a su par físico en central, a través del radiocanal marcado en ese momento como disponible.

A otros pueblos por la factibilidad de cercanía a las centrales, se los servirá con líneas físicas.

A continuación procedemos a realizar los perfiles del trayecto, Zonas de Fresnel, alturas de antena para cada pueblo a enlazar por este sistema.

Enlace: Juan B. Vela - chiguicha.

En la tabla 4.1.10 elaboramos las cotas y zonas de Fresnel para este enlace y a su vez representamos en la fig. 4.1.10 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Juan B. Vela	3.120 m.	18,45 (Km.)
Chiquicha	3.086 m.	

<u>Distancia</u>	<u>Distancia</u>	<u>Altura</u>	<u>H_x</u>	<u>H_x + H</u>	<u>F₁(m)</u>
<u>D₁(Km)</u>	<u>D₂(Km)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F₀ VHF</u>
0	18,45	3.120	0	3.120	0
3,1	15,35	3.080	2,8	3.082,8	69,97
5	13,45	3.000	3,96	3.003,96	83,18
6,9	11,55	2.800	4,65	2.804,65	90,56
11	7,45	2.640	4,82	2.644,82	91,83
13,8	4,65	2.600	3,77	2.603,77	81,26
18,45	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.10 Altura y primera zona de Fresnel para el trayecto Juan B. Vela - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.120 + 10 = 3.140 \text{ (m)}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ (m)}$$

$$d = 18,45 \text{ Km.}$$

De donde aplicando las fórmulas correspondientes y el nomógrafo del Apéndice E obtenemos:

$$c = 0,0054$$

$$m = 0,0016$$

$$b = 0,005$$

$$d_1 = 9,27 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 9,18 \text{ Km.}$$

Enlace: Pasa - Chiquicha.

En la tabla 4.1.11 elaboramos las cotas y zonas de Fresnel para este enlace y también representamos en la fig. 4.1.11 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Pasa	3.200 m.	22,2 km.
Chiquicha	3.086 m.	

<u>Distancia</u>	<u>Distancia</u>	<u>Altura</u>	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	22,2	3.200	0	3.200	0
4,6	17,6	3.000	4,76	3.004,76	83,2
4,9	17,3	2.800	4,98	2.804,98	85,15
7	15,2	3.000	6,26	3.006,26	95,39
8	14,2	3.000	6,68	3.006,68	98,57
10	12,2	2.800	7,17	2.807,17	98,57
18	4,2	2.600	4,44	2.604,44	80,4
22,2	0	3.086	0	3.086	0

Tabla: 4.1.11 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Pasa - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.200 + 10 = 3.210 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 22,2 \text{ Km.}$$

Aplicando las ecuaciones correspondientes y el nomó grafo del Apéndice E obtenemos:

$$c = 0,0165$$

$$m = 0,002$$

$$m = 0,016$$

$$d_1 = 11,28$$

$$d_2 = 10,92$$

Enlace: Picaigue - Chiquicha.

En la tabla 4.1.12 tabulamos las cotas y zona de Fresnel para este enlace, así como representamos en la fig. 4.1.12 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Picaigua	2.600 m.	5,9 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_2 VHF</u>
0	5,9	2.600	0	2.600	0
1,6	4,3	2.600	0,41	2,600,41	47,05
3,9	2	2.800	0,46	2.800,46	50,01
5,9	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.12 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Picaigua - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 2.600 + 10 = 2.610 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 5,9 \text{ km.}$$

Aplicando las ecuaciones correspondientes y el nomó grafo de Apéndice E obtenemos:

$$c = 0,087$$

$$m = 0,0002$$

$$b = 0,08$$

$$d_1 = 3,19 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 2,71 \text{ Km.}$$



BIBLIOTECA

Enlace: Pilahuin - chiquicha.

En la tabla 4.1.13 tabulamos las cotas y Zona de Fresnel para este enlace; también representamos en la fig. 4.1.13 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
-----------------	---------------	------------------------

Pilahuin	3.120 m.	21,95 km.
----------	----------	-----------

Chiquicha	3.086 m.	
-----------	----------	--

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	21,95	3.120	0	3.120	0
5	16,95	3.000	4,99	3.004,99	85,62
6,9	15,05	2.800	6,10	2.806,10	94,77
12	9,95	2.640	7,02	2.643.02	101,62
14,6	7,35	2.600	6,31	2.606,31	96,43
21,95	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.13 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Pilahuin - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.120 + 10 = 3.140 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 21,95$$

Aplicando las fórmulas correspondientes y el nomógra
fo del Apéndice E obtenemos:

$$c = 0,0054$$

$$m = 0,002$$

$$b = 0,005$$

$$d_1 = 11,03 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 10,97 \text{ Km.}$$

Enlace: Baquerizo Moreno - Chiquicha.

En la tabla 4.1.14 tabulamos las cotas y Zona de Fresnel para este enlace, también representamos en la fig. 4.1.14 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión:

<u>Estación</u>	<u>Distancia</u>	<u>Distancia Total</u>
Baquerizo	2.600 m.	5,95 m.
Moreno.		
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	5,95	2.600	0	2.600	0
1,5	4,45	2.400	0,43	2.400,43	48,67
2,7	3,25	2.400	0,51	2.400,51	52,92
3,3	2,65	2.200	0,51	2.200,51	52,83
4	1,95	2.400	0,45	2.400,42	49,89
5,95	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.14 Altura y primera zona de Fresnel para el trayecto Baquerizo Moreno - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.600 + 10 = 2.610 \text{ m.}$$

$$d = 5,95 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el monógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,087$$

$$m = 0,0002$$

$$b = 0,8$$

$$d_1 = 3,21 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 2,74 \text{ Km.}$$

Enlace: Emilio Terán - Chiquicha.

En la tabla 4.1.15 tabulamos las cotas y Zona de Fresnel para este enlace, así como representamos en la fig. 4.1.15 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
-----------------	---------------	------------------------

Emilio Terán	2.640 m.	5.4 Km.
--------------	----------	---------

Chiquicha	3.086 m.	
-----------	----------	--

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	5,4	2.640	0	2.640	0
1,4	4	2.600	0,32	2.600,32	44,37
2,2	3,2	2.200	0,41	2.600,41	49,75
2,6	2,8	2.400	0,42	2.400,42	50,59
3,5	1,9	2.800	0,39	2.800,30	48,35
5,4	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.15 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Emilio Terán - Chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.640 + 10 = 2.650 \text{ m.}$$

$$d = 5.4 \text{ km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,079$$

$$m = 0,0001$$

$$b = 0,08$$

$$d_1 = 2,92 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 2,48 \text{ Km.}$$

Enlace: San José de Poaló - Chiquicha.

En la tabla 4.1.16 tabulamos las cotas y Zona de Fresnel para este enlace, así como representamos en la fig. 4.12.16 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia total</u>
San José de Poaló	3.240 m.	19,35 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	19,35	3.240	0	3.240	0
2,2	17,15	3.200	2,21	3.202,21	60,84
6,2	13,15	3.120	4,79	3.124,79	89,84
9,3	10,05	3.000	5,49	3.005,49	95,76
12,5	6,85	2.800	5,03	2.805,03	91,66
15,3	4,05	2.600	3,64	2.603,64	77,97
15,9	3,45	2.200	3,22	2.203,22	73,36
19,35	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.16 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto san José de Poaló - chiquicha.

Cálculo de la altura de antena y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.240 + 20 = 3.260 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 19.35 \text{ km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,024$$

$$m = 0,0017$$

$$b = 0,02$$

$$d_1 = 9,87 \text{ Km}$$

$$d_2 = 9,48 \text{ Km.}$$

Enlace: Totoras - Chiquicha.

En la tabla 4.1.17 se tabula las cotas y Zona de Fresnel para este enlace; también representamos en la fig. 4.1.17 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>			
Totoras	2.640 m.	8,35 km.			
Chiquicha	3.086 m.				

<u>Distancia</u>	<u>Distancia</u>	<u>Altura</u>	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	8,35	2.640	0	2.640	0
2,3	6,05	2.600	0,81	2.600,81	56,03
5,2	3,05	2.800	0,93	2.800,93	60,05
7	1,35	3.000	0,55	3.000,55	46,35
8,35	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.17 Altura y primera Zona de fresnel para el trayecto Totoras - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.640 + 10 = 2.650 \text{ m.}$$

$$d = 8,35.$$

Aplicando las fórmulas correspondientes y el nomógrafo del Apéndice E obtenemos:

$$c = 0,08$$

$$m = 0,0004$$

$$b = 0,08$$

$$d_1 = 4,51 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 3,84 \text{ Km.}$$

Enlace: Sucre - Chiquicha.

En la tabla 4.1.18 se tabula las cotas y Zona de Fresnel para este enlace; también se representa en la fig. 4.1.18 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Sucre	2.640 m.	4,15 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H _x	H _x + H	F ₁ (m)
<u>D₁(Km)</u>	<u>D₂(Km)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F₀ VHF</u>
0	4,15	2.640	0	2.640	0
1	3,15	2.400	0,185	2.400,18	37,96
2,2	1,95	2.200	0,25	2.200,25	44,30
3,1	1,05	2.800	0,19	2.800,19	38,58
4,15	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.18 Altura y primera Zona de fresnel para el trayecto Sucre - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.640 + 10 = 2.650 \text{ m.}$$

$$d = 4,15 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,08$$

$$m = 0,001$$

$$b = 0,08$$

$$d_1 = 2,24 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 1,91 \text{ Km.}$$



Enlace: Los Andes - Chiquicha.

En la tabla 4.1.19 se tabula las cotas y Zona de Fresnel para este enlace, también se representa en

la fig. 4.1.19 el perfil del trayecto, con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
-----------------	---------------	------------------------

Los Andes	2.240 m.	2,5 Km.
-----------	----------	---------

Chiquicha	3.086 m.	
-----------	----------	--

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	2,5	2.240	0	2.240	0
0,6	1,9	2.200	0,06	2.200,06	29,42
1	1,95	2.400	0,08	2.400,08	33,75
1,5	1,0	2.720	0,08	2.720,08	33,75
2,5	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.19 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Los Andes - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.240 + 10 = 2.250 \text{ m.}$$

$$d = 2,5 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,16$$

$$m = 0,00003$$

$$b = 0,16$$

$$d_1 = 1,45 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 1,05 \text{ Km.}$$

Enlace: Chiquicha - Cerro(Chiquicha).

En la tabla 4.1.20 se tabula las cotas y Zona de Fresnel para este enlace; también se representa en en la fig. 4.1.20 el perfil del trayecto con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Chiquicha	2.600 m.	2,3 Km.
Cerro(Chiquicha)	3.086 m.	

<u>Distancia</u>	<u>Distancia</u>	<u>Altura</u>	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>$F_0 \text{ VHF}$</u>
0	2,3	2.600	0	2.560	0
0,2	2,1	2.600	0,02	2.600,02	13,16
1,1	1,2	2.800	0,07	2.800,07	33,02
2,1	0,2	3.000	0,025	3.000,02	18,62
2,3	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.20 Altura y primera Zona de Fresnel para

el trayecto Chiquicha - Cerro(Chiquicha.).

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.600 + 20 = 2.620 \text{ m.}$$

$$d = 2,3 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,085$$

$$m = 0,00003$$

$$b = 0,085$$

$$d_1 = 1,25 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 1,05 \text{ Km.}$$

Enlace: Constantino Fernández - Chiquicha.

En la tabla 4.1.21 se tabula las cotas y Zona de Fresnel para este enlace; también se representa en la fig. 4.1.21 el perfil del trayecto con su respectiva altura de antenas y punto de reflexión.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Constantino Fernández	2.800 m.	12,6 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>$F_{\infty VHF}$</u>
0	12,6	2.800	0	2.800	0
2,6	10	2.720	1,53	2.721,53	62,59
3,8	8,8	2.600	1,96	2.601,96	70,98
5,8	6,8	2.680	2,32	2.682,32	77,09
7,6	5	2.600	2,24	2.602	75,67
8	4,6	2.400	2,16	2.402,16	74,46
8,5	4,1	2.400	2,05	2.402,05	72,46
9	3,6	2.600	1,91	2.601,91	69,87
9,5	3,1	2.400	1,73	2.401,73	66,61
10	2,6	2.600	1,53	2.601,53	62,59
12,6	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.21 Altura y primera Zona de Fresnel para el trayecto Constantino Fernández - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2.800 + 10 = 2.810 \text{ m.}$$

$$d = 12,6 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,05$$

$$m = 0,0008$$

$$b = 0,05$$

$$d_1 = 6,61 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 5,99 \text{ Km.}$$

En las siguientes poblaciones debido a que no hay línea de vista con el repetidor de Chiquicha, ubicaremos el receptor en un sitio elevado y desde allí por medio de línea física llegaremos al poblado.

A continuación elaboramos el perfil del trayecto y la altura de antena para estos poblados:

Enlace: Cotaló - Chiquicha.

En la tabla 4.1.22 se tabulan las cotas y zona de Fresnel para este enlace; también se representa en la fig. 4.1.22 el perfil del trayecto con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

Es de anotar que la distancia de transmisor al poblado, unidos por línea física, es de 2,4 Km.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
Cotaló	3.200 m.	15,55 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F_0 VHF</u>
0	15,55	3.200	0	3.200	0
1	14,55	3.000	0,85	3.200,85	42,15
2,4	13,15	2.800	1,85	2.801,85	62,07
4,5	11,05	2.600	2,93	2.602,93	77,92
6	9,55	2.400	3,37	2.403,37	83,64
10,1	5,45	2.600	3,23	2.603,23	81,98
12,5	3,05	2.400	2,24	2.402,24	68,23
15,55	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.22 Altura y primera Zona de fresnel para el trayecto Constantino Fernández - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.200 + 10 = 3.210 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 15,55 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,0165$$

$$m = 0,001$$

$$b = 0,016$$

$$d_1 = 7,9 \text{ km.}$$

$$d_2 = 7,65 \text{ Km.}$$

Enlace: San Fernando - Chiquicha.

En la tabla 4.1.23 se tabula las cotas y zona de Fresnel para este enlace; también se representa en la fig. 4.1.23 el perfil del trayecto con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

Es de anotar que la distancia de transmisor al poblado, unidos por línea física, es de 3 Km.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
San Fernando	3.400 m.	20,3 Km.
Chiquicha	3.086 m.	

<u>Distancia</u>	<u>Distancia</u>	<u>Altura</u>	<u>H_x</u>	<u>H_x + H</u>	<u>F₁(m)</u>
<u>D₁(Km)</u>	<u>D₂(Km)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>F₀ VHF</u>
0	20,3	3.400	0	3.400	0
1,2	19,1	3.200	1,34	3.201,34	46,30
3	17,3	3.200	3,05	3.203,05	69,67
5,1	15,2	2.800	4,56	2.804,56	85,15
7	13,3	3.000	5,47	3.005,47	93,31
8,4	11,9	2.800	5,88	2.805,88	96,69
16,8	3,5	2.600	3,45	2.603,45	74,16
17,1	3,2	2.400	3,21	2.403,21	71,53
17,6	2,7	2.600	2,79	2.602,79	66,66
20,3	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.2.23 Altura y primera Zona de Fresnel para

el trayecto San Fernando - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.200 + 10 = 3.210 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 20,3 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,0165$$

$$m = 0,0019$$

$$b = 0,016$$

$$d_1 = 7,9 \text{ km.}$$

$$d_2 = 7,65 \text{ Km.}$$

Enlace: El Triunfo - Chiquicha.

En la tabla 4.1.24 se tabula las cotas y zona de Fresnel para este enlace; también se representa en la fig. 4.1.24 el perfil del trayecto con su respectiva altura de antena y punto de reflexión.

Es de anotar que la distancia de línea física entre el transmisor y el poblado es de 4 Km.

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Distancia Total</u>
El Triunfo	3.200 m.	7,5 Km.
Chiquicha	3.086 m	

Distancia	Distancia	Altura	H_x	$H_x + H$	$F_1(m)$
<u>$D_1(Km)$</u>	<u>$D_2(Km)$</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>(m)</u>	<u>$F_{\infty VHF}$</u>
0	7,5	3.200	0	3.200	0
1,8	5,7	2.800	0,6	2.800,6	50,96
2,6	4,9	2.400	0,74	2.400,74	56,79
4,4	3,1	2.200	0,8	2.200,8	58,76
5,1	2,4	2.200	0,72	2.200,72	55,66
7,5	0	3.086	0	3.086	0

Tabla 4.1.23 Altura y primera Zona de fresnel para el trayecto El Triunfo - Chiquicha.

Cálculo de altura de antenas y punto de reflexión:

$$h_1 = 3.200 + 10 = 3.210 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3.086 + 20 = 3.106 \text{ m.}$$

$$d = 7,5 \text{ Km.}$$

Usando las fórmulas y el nomógrafo del Apéndice E:

$$c = 0,0165$$

$$m = 0,0003$$

$$d_1 = 3,81 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 3,69 \text{ Km.}$$

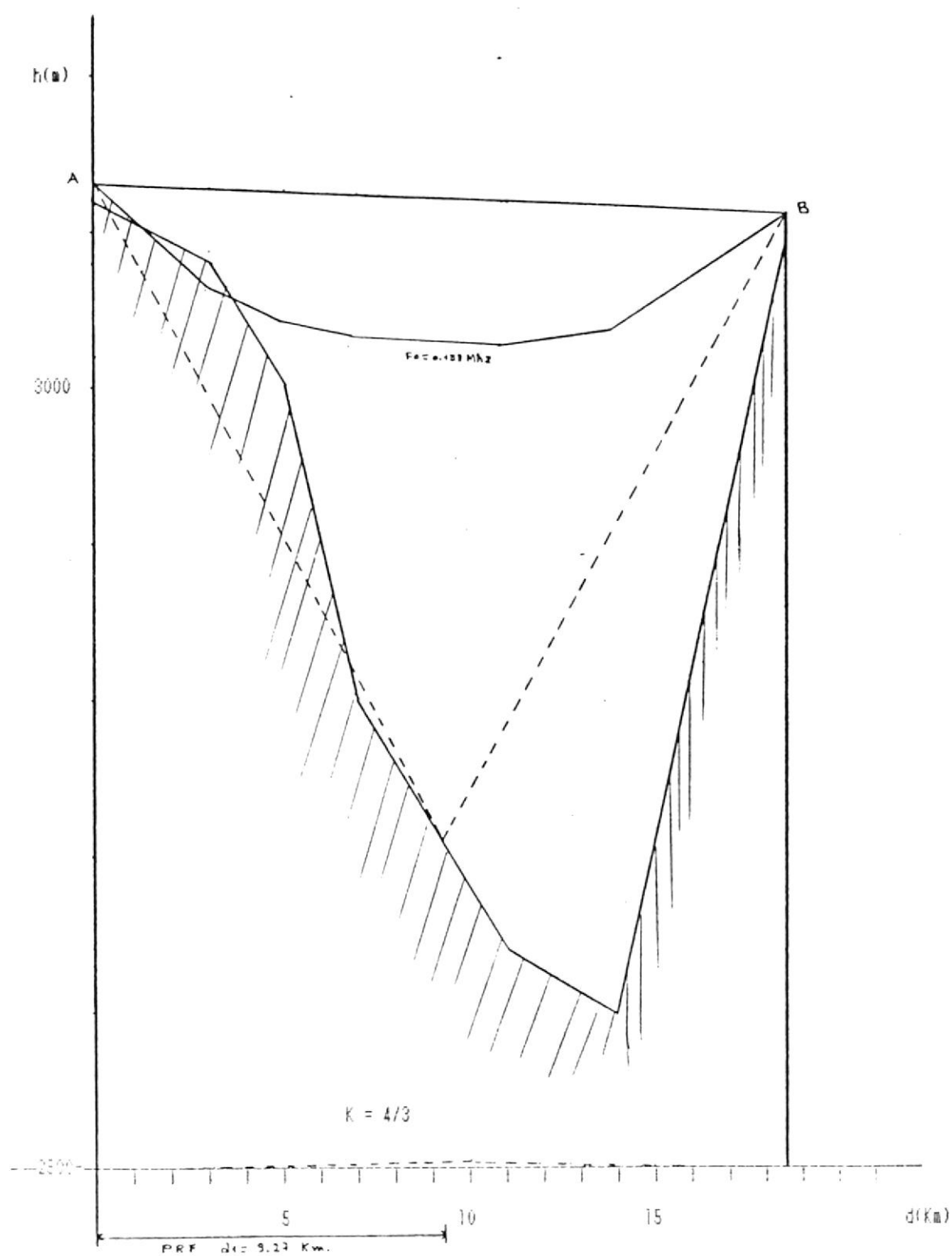


Fig. 4.1.10 Enlace: Juan B. Vela - Chiquicha
 A: Juan B. Vela
 B: Chiquicha

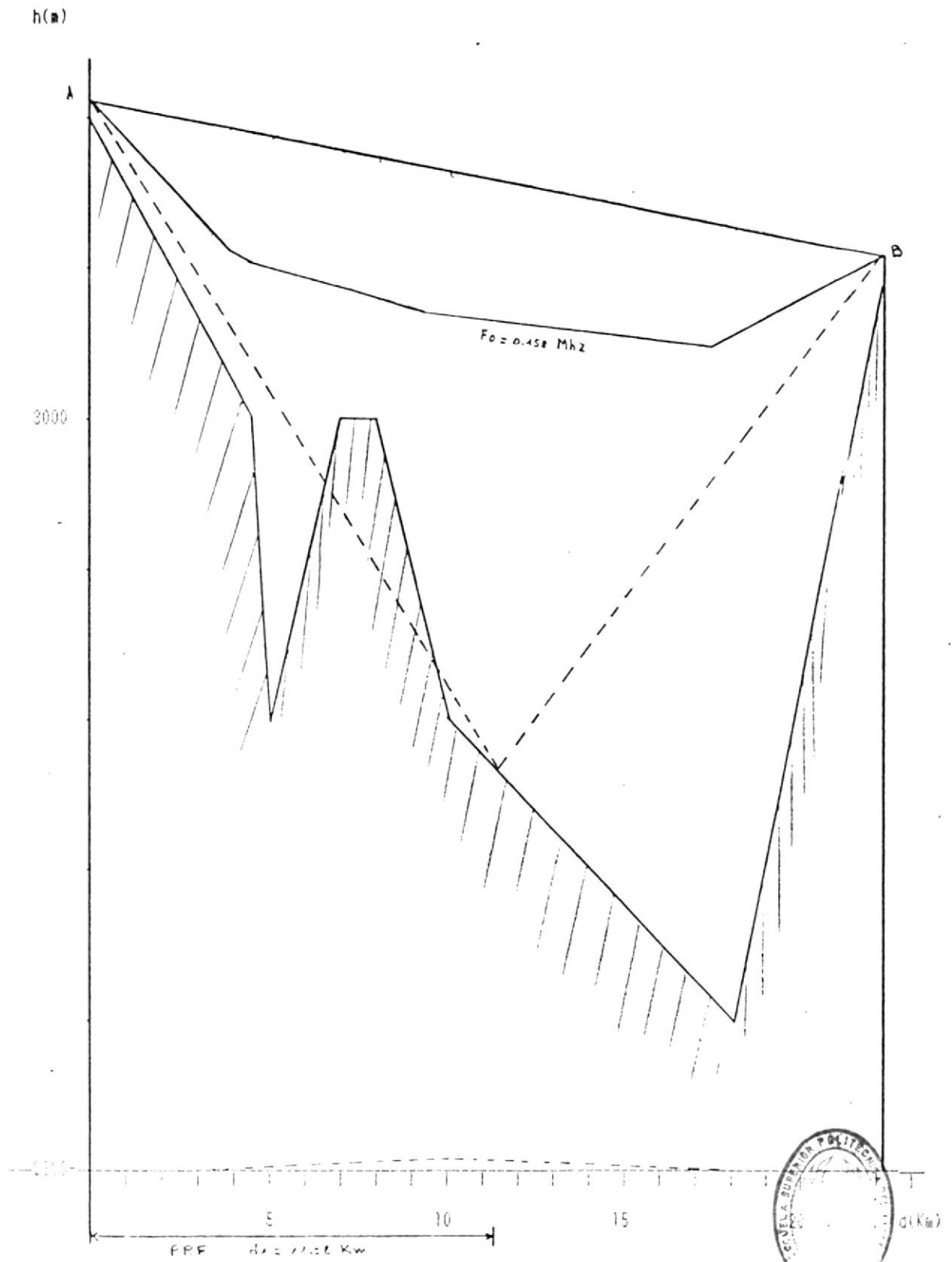


Fig. 4.1.11 Enlace: Pasa - Chiquicha
 A: Pasa
 B: Chiquicha

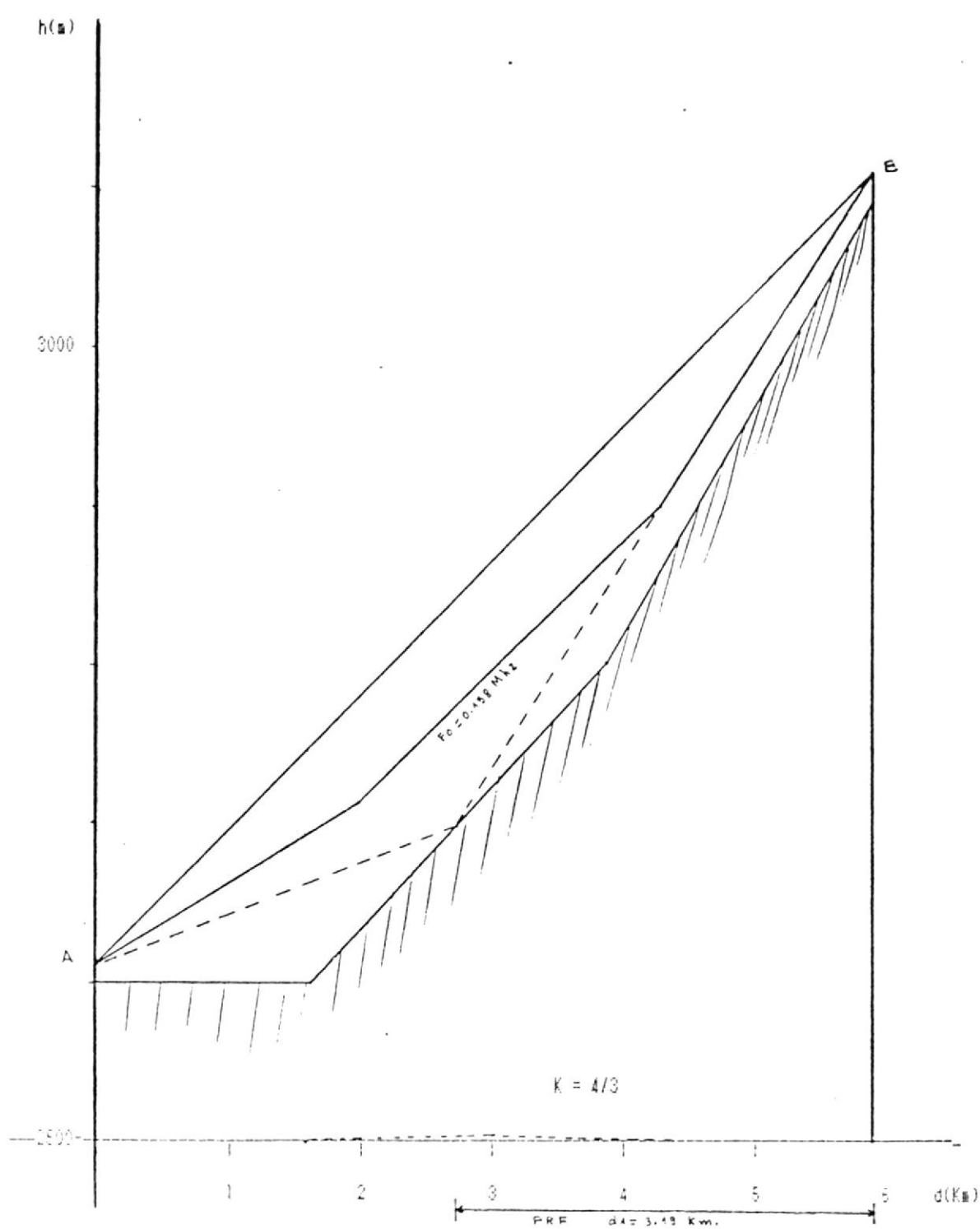


Fig. 4.1.12 Enlace: Picaigua - Chiquicha
 A: Picaigua
 B: Chiquicha

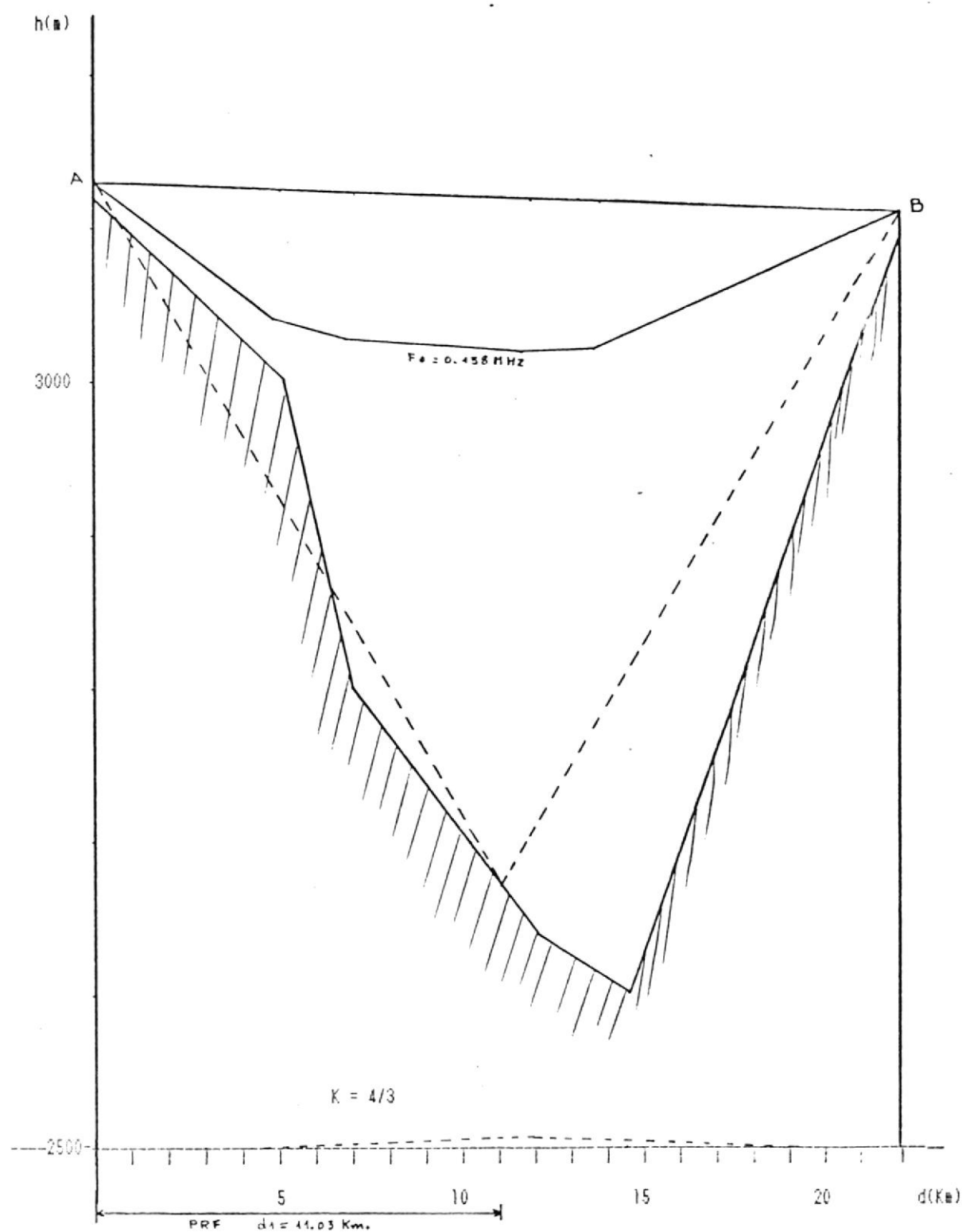


Fig. 4.1.13 Enlace: Pilahuín - Chiquicha
 A: Pilahuín
 B: Chiquicha

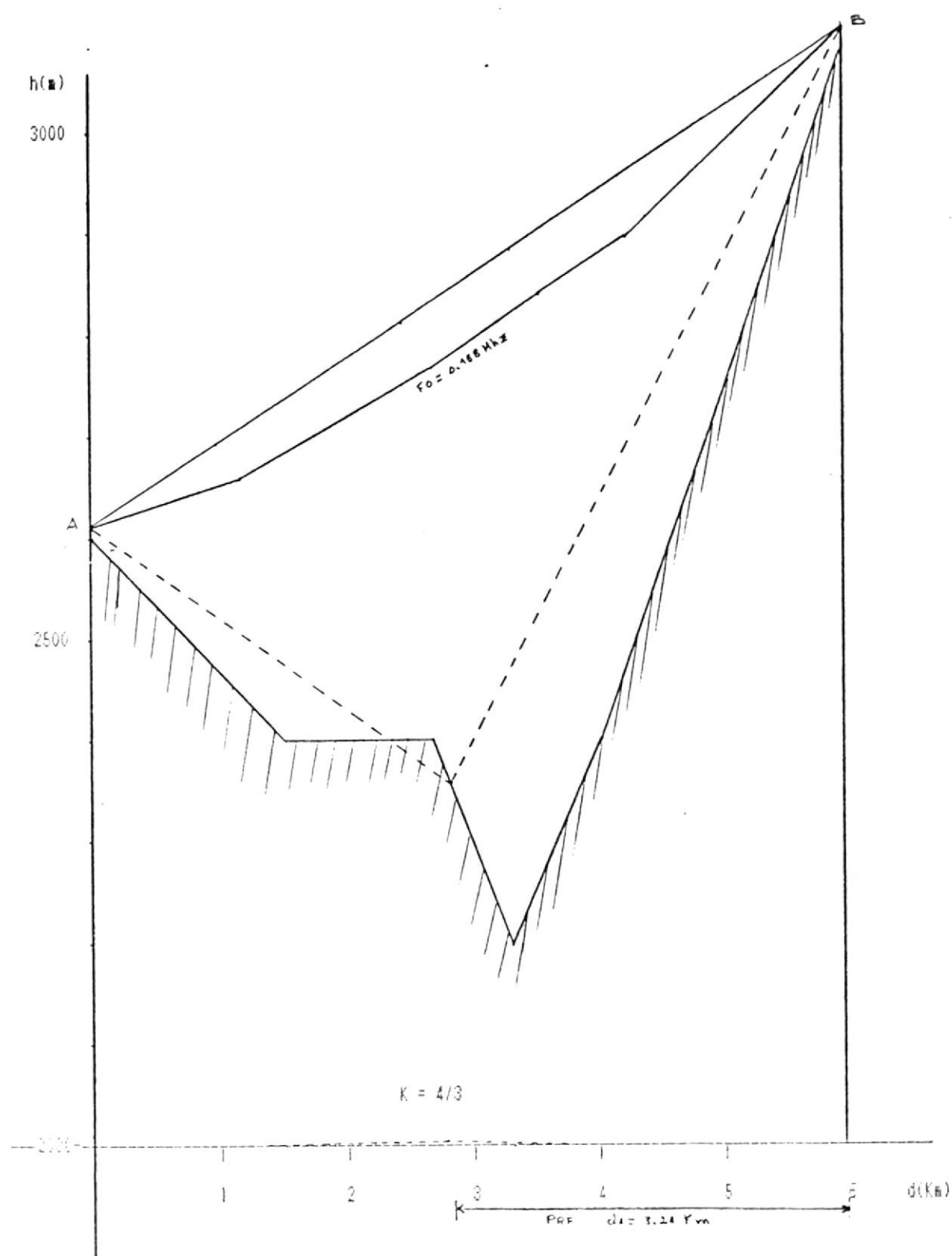


Fig. 4.1.14 Enlace: Baquerizo Moreno - Chiquicha
 A: Baquerizo Moreno
 B: Chiquicha

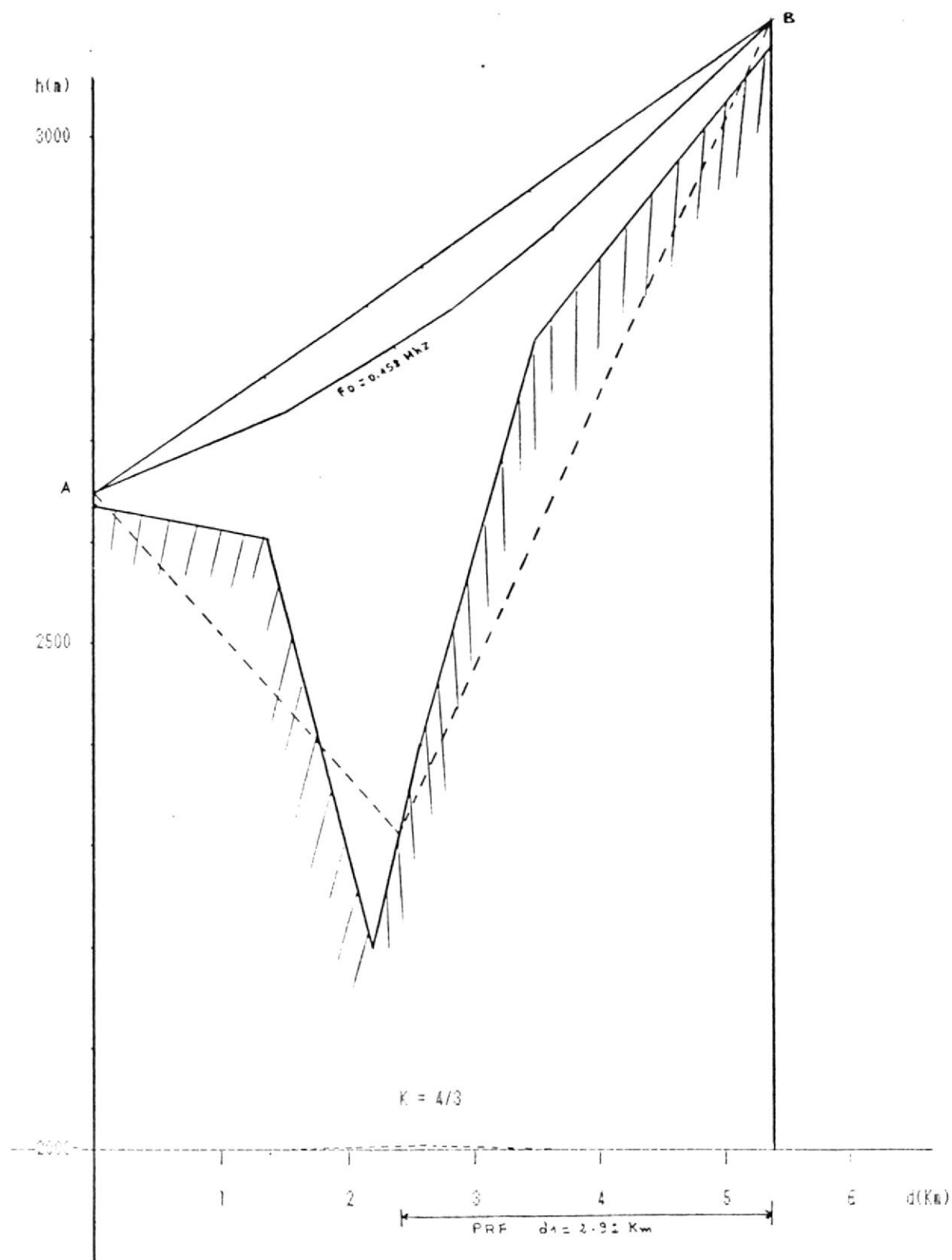


Fig. 4.1.15 Enlace: Emilio Terán - Chiquicha
 A: Emilio Terán
 B: Chiquicha

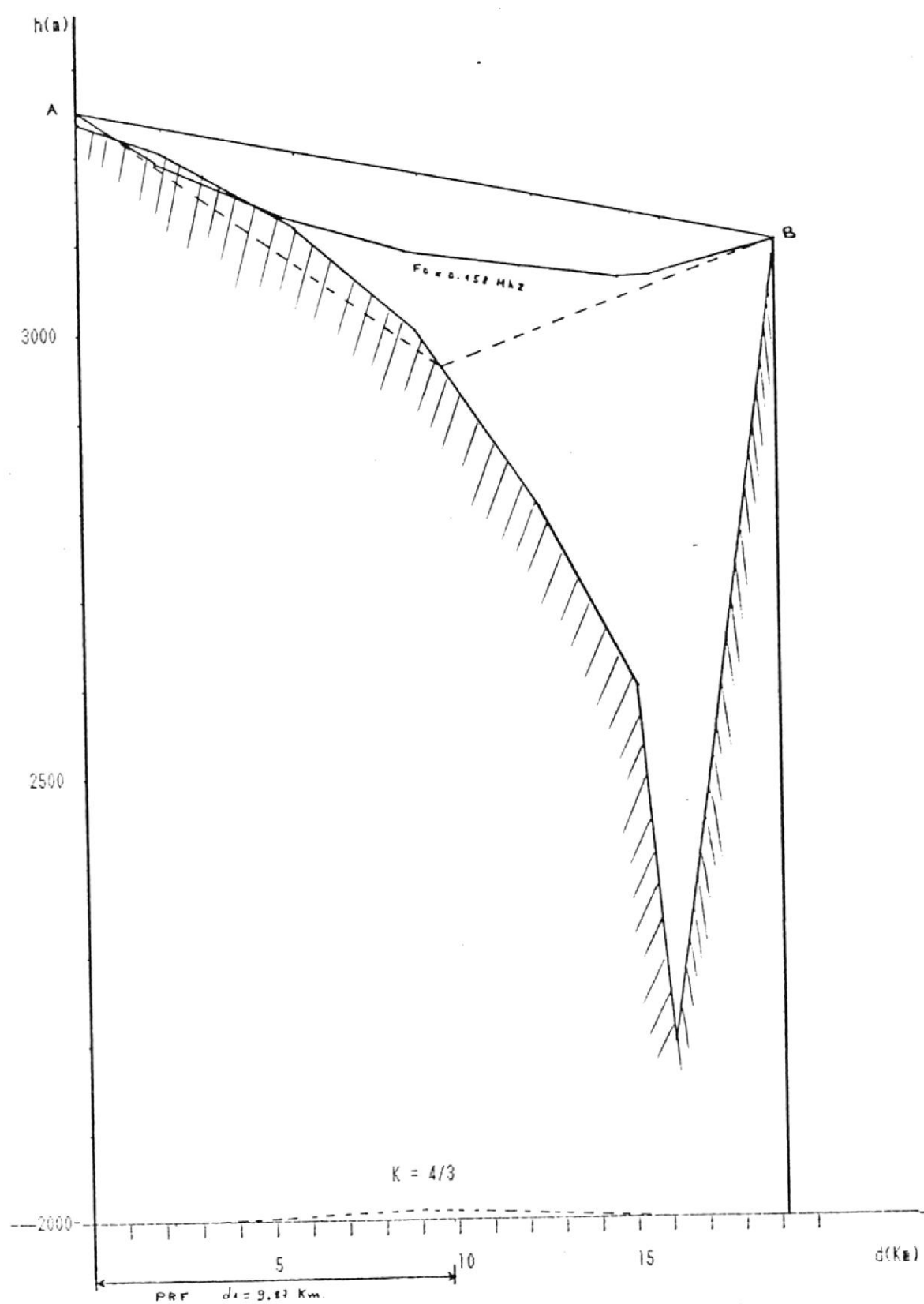


Fig. 4.1.16 Enlace: San José de Poaló - Chiquicha
 A: San José de Poaló
 B: Chiquicha

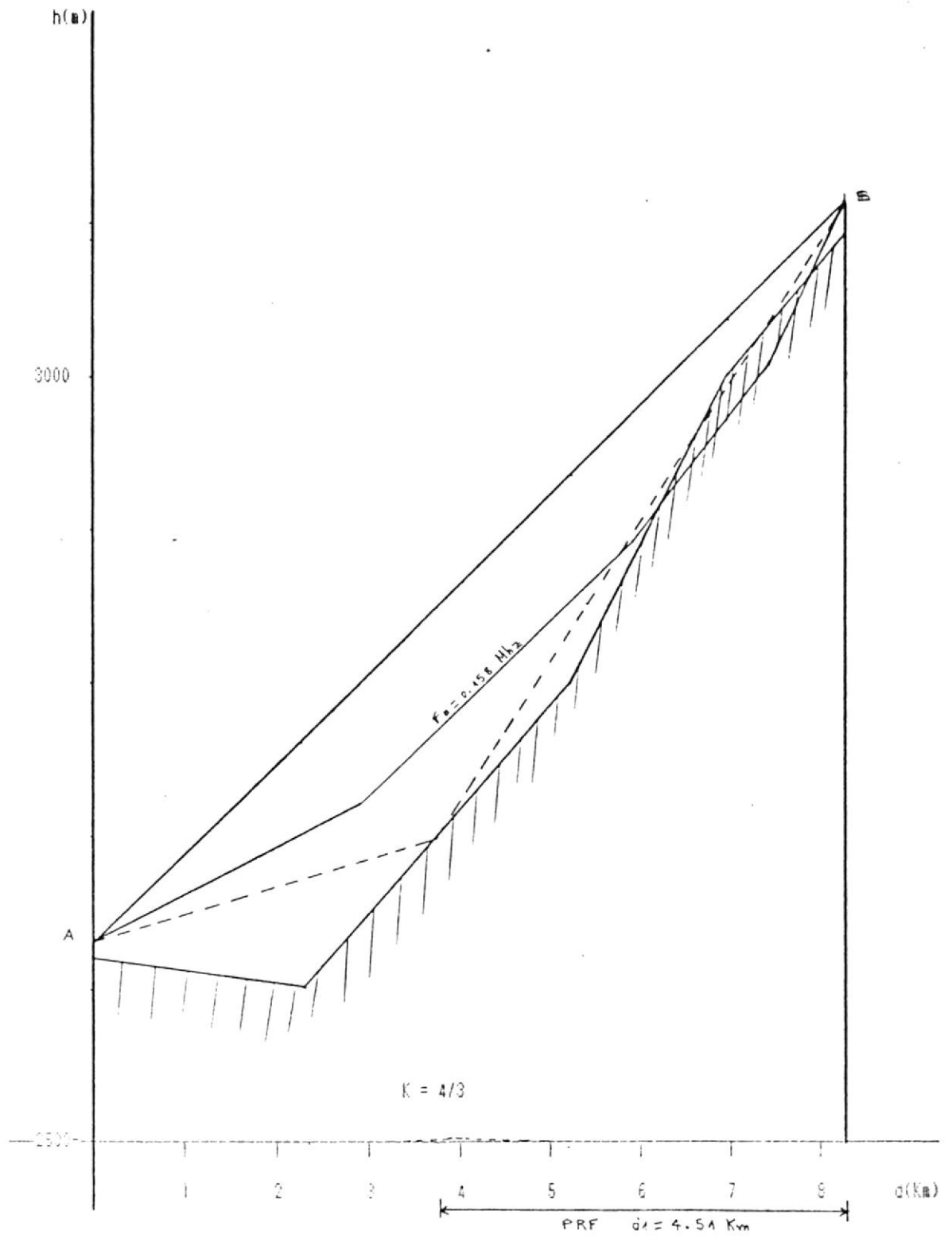


Fig. 4.1.17 Enlace: Totoras - Chiquicha
 A: Totoras
 B: Chiquicha

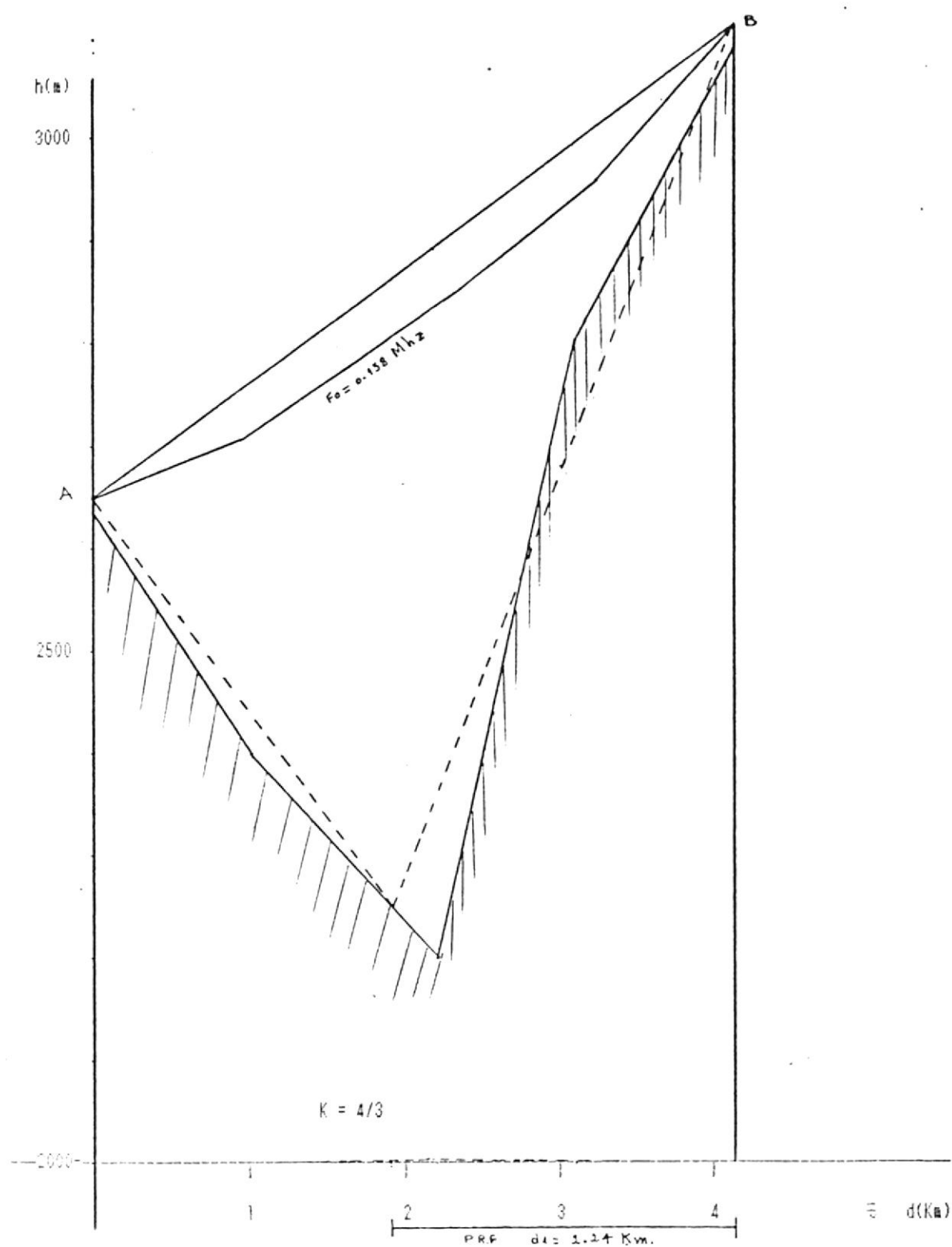


Fig. 4.1.18 Enlace: Sucre - Chiquicha
 A: Sucre
 B: Chiquicha

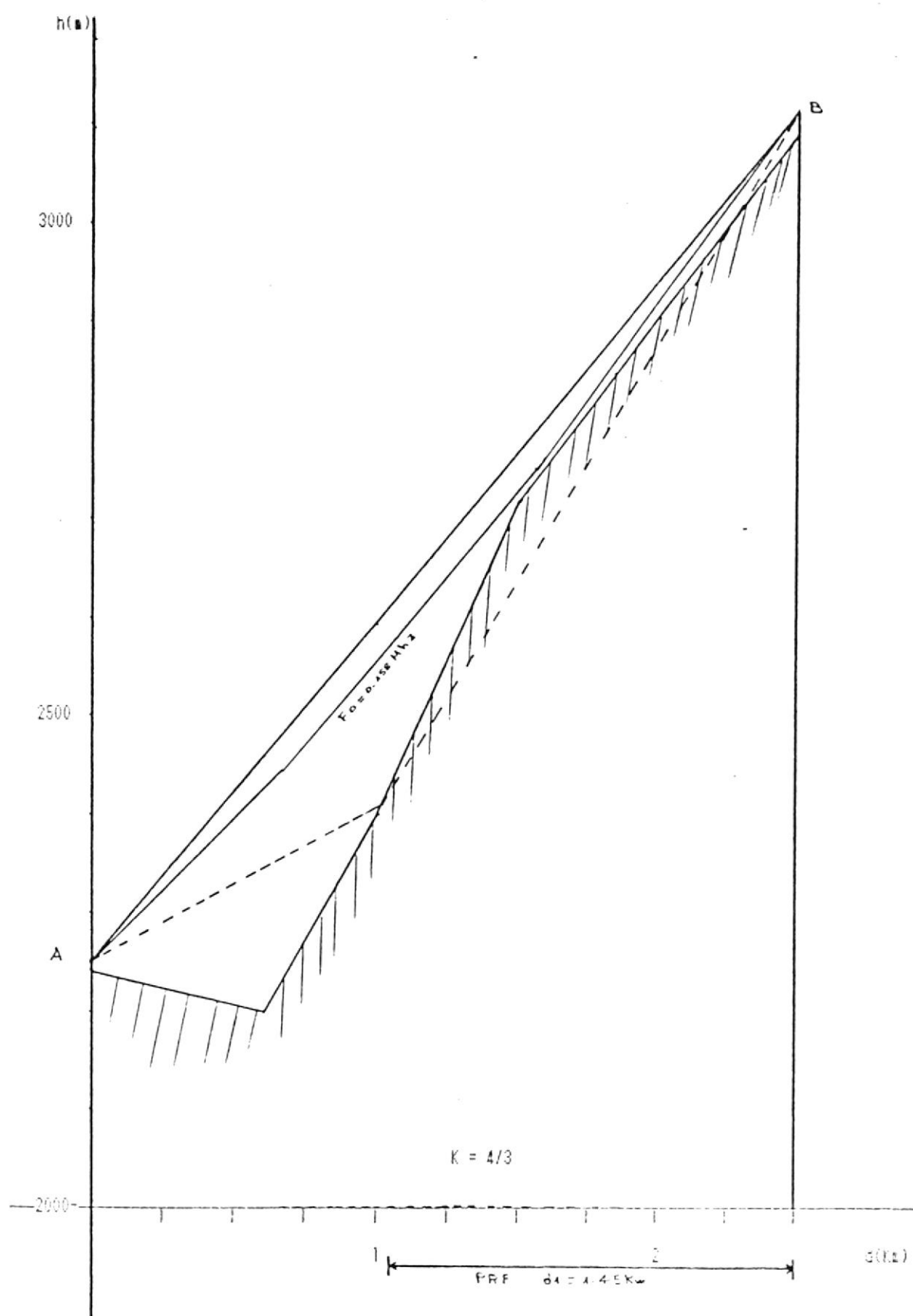


Fig. 4.1.19 Enlace: Los Andes - Chiquicha
 A: Los Andes
 B: Chiquicha

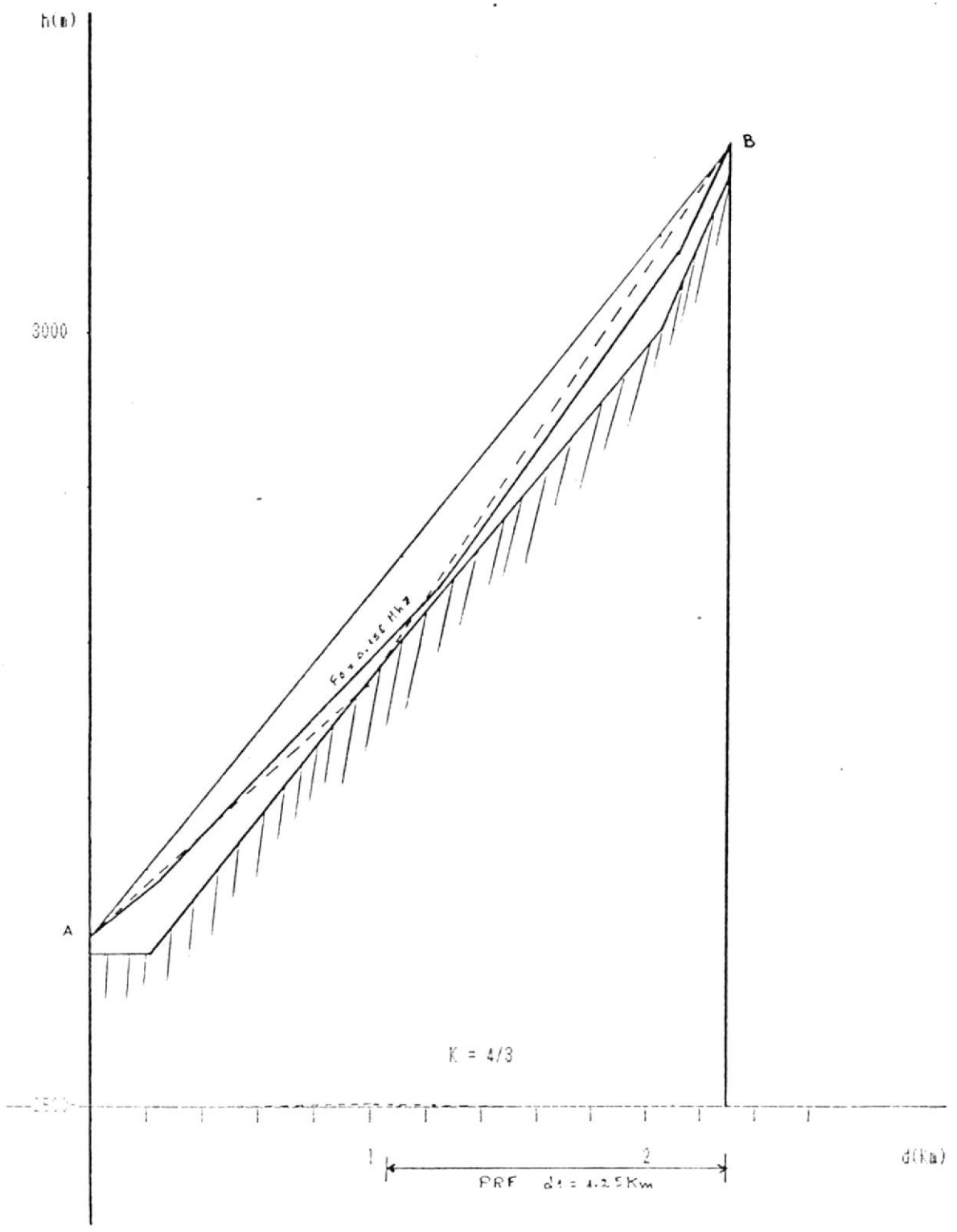


Fig. 4.1.20 Enlace: Chiquicha - Cerro (Chiquicha)
 A: Chiquicha
 B: Cerro (Chiquicha)

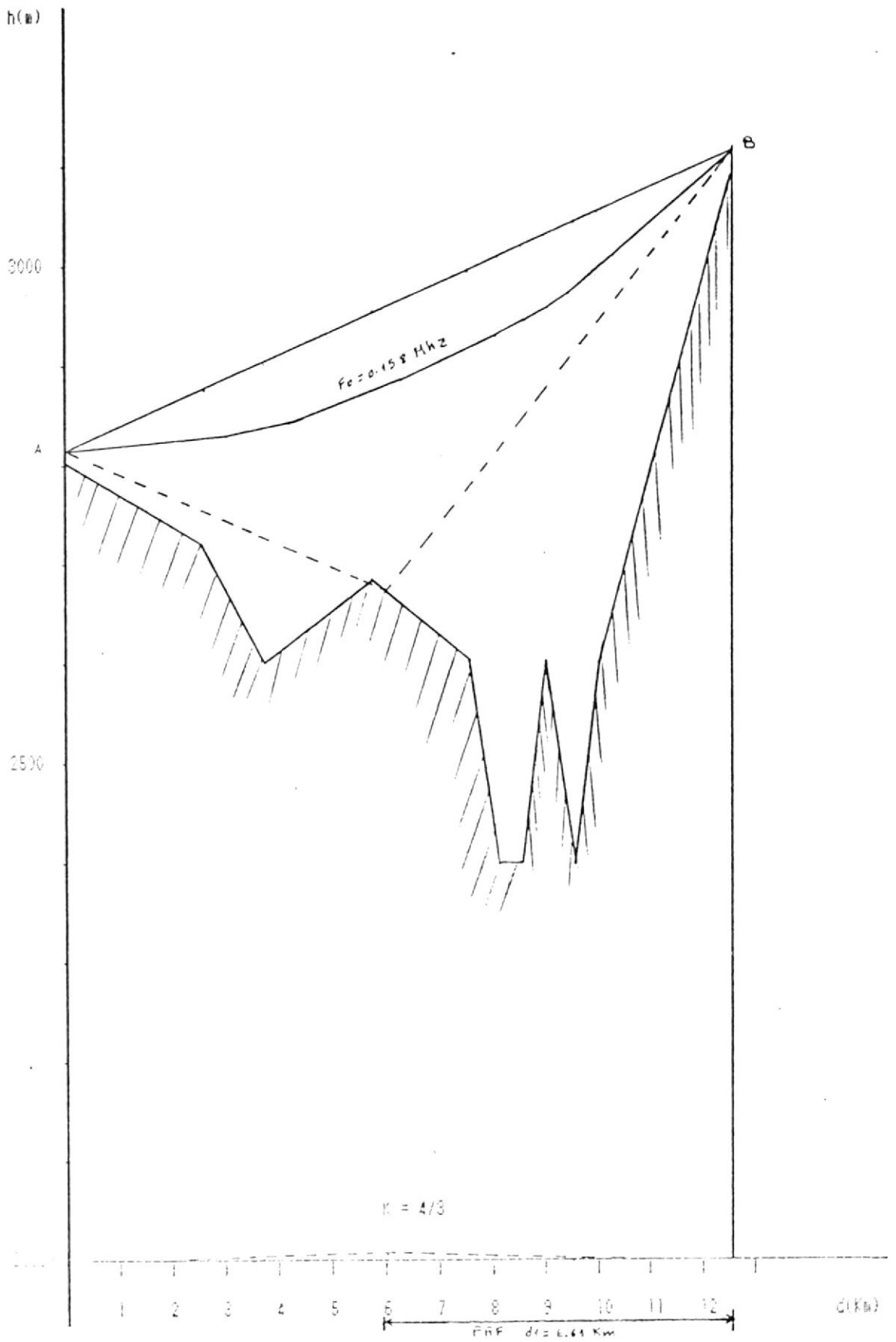


Fig. 4.1.21 Enlace: C. Fernández - Chiquicha
 A: C. Fernández
 B: Chiquicha

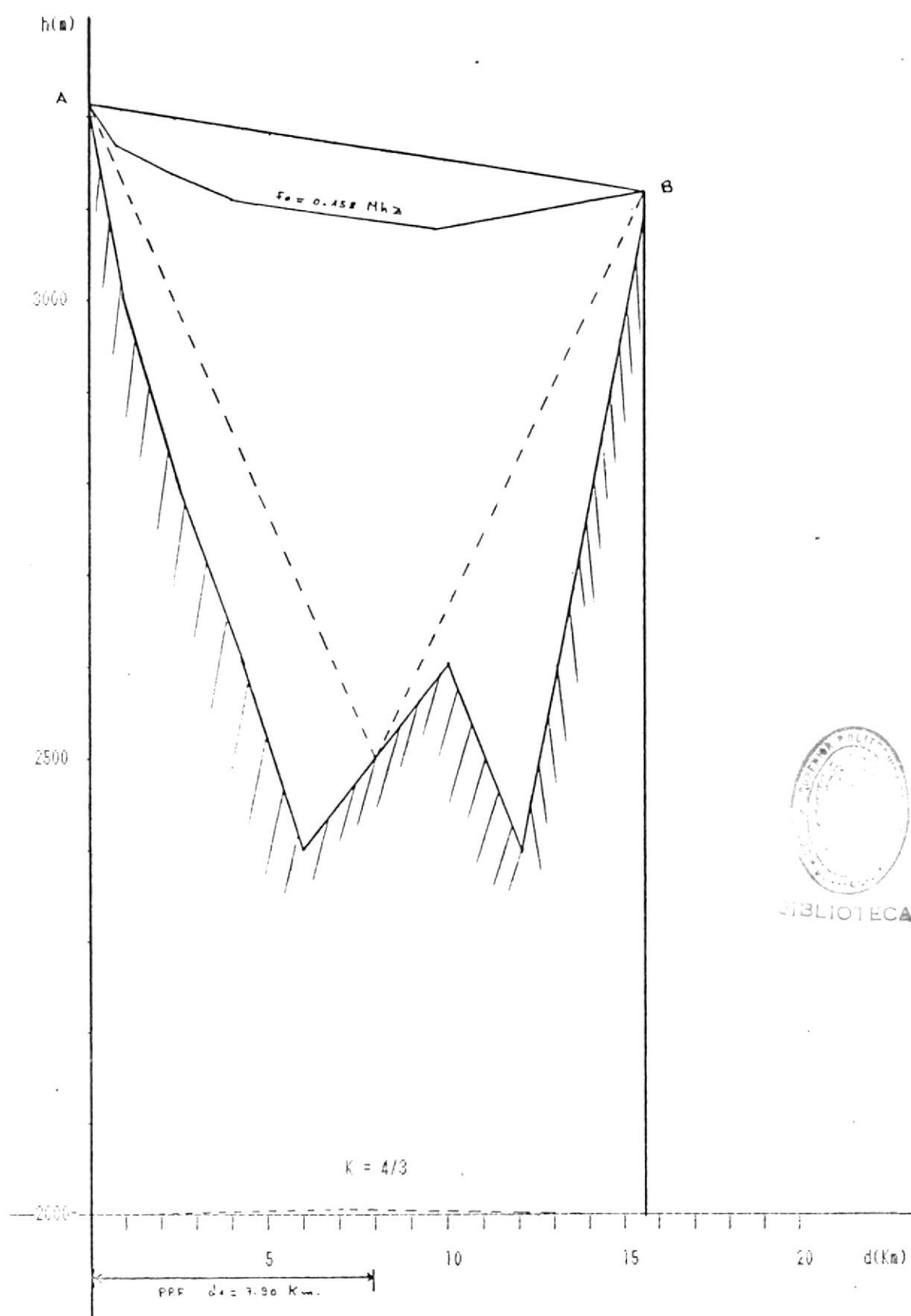


Fig. 4.1.22 Enlace: Cotaló - Chiquicha
 A: Cotaló
 B: Chiquicha

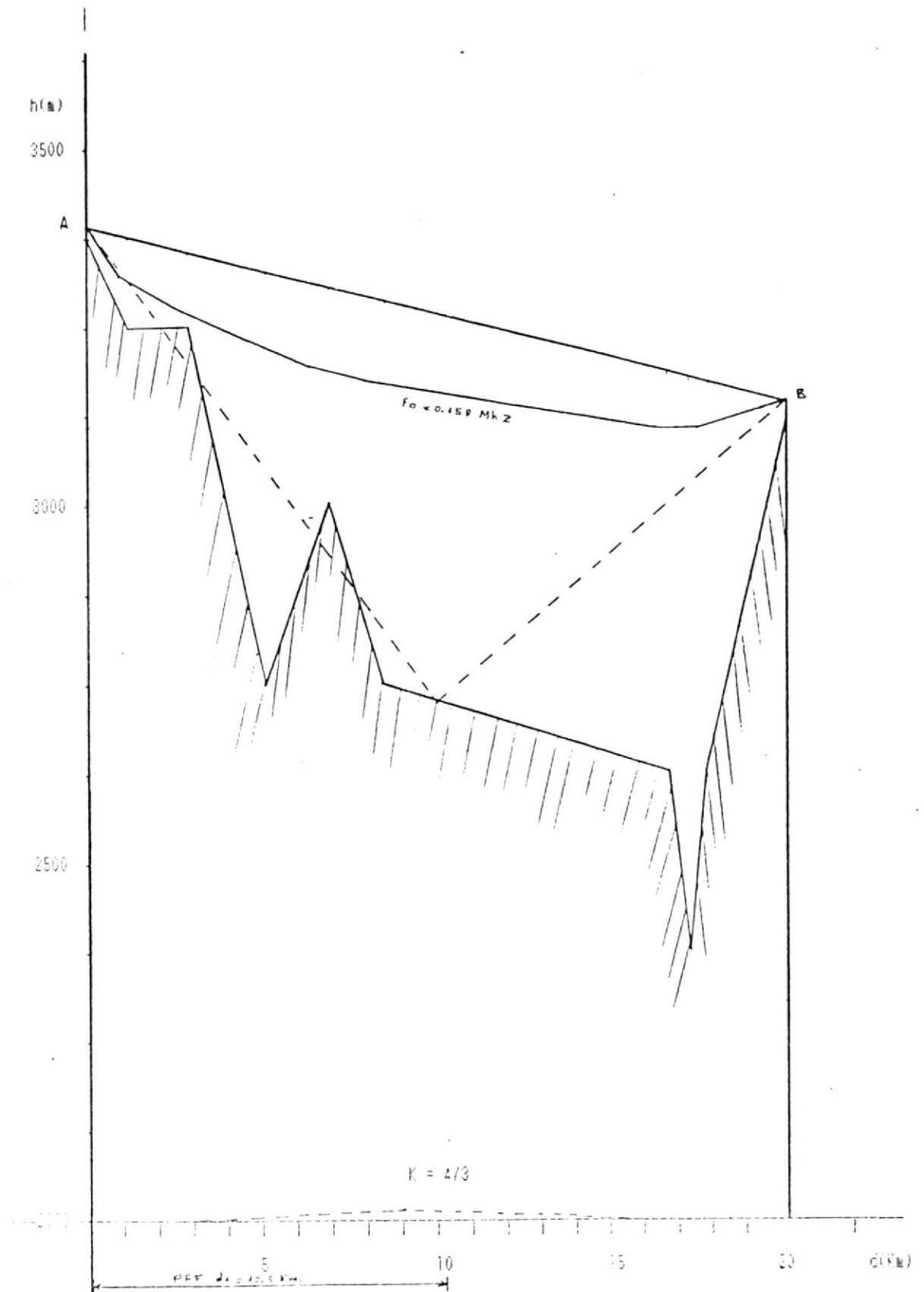


Fig. 4.1.23 Enlace: San Fernando - Chiquicha
 A: San Fernando
 B: Chiquicha

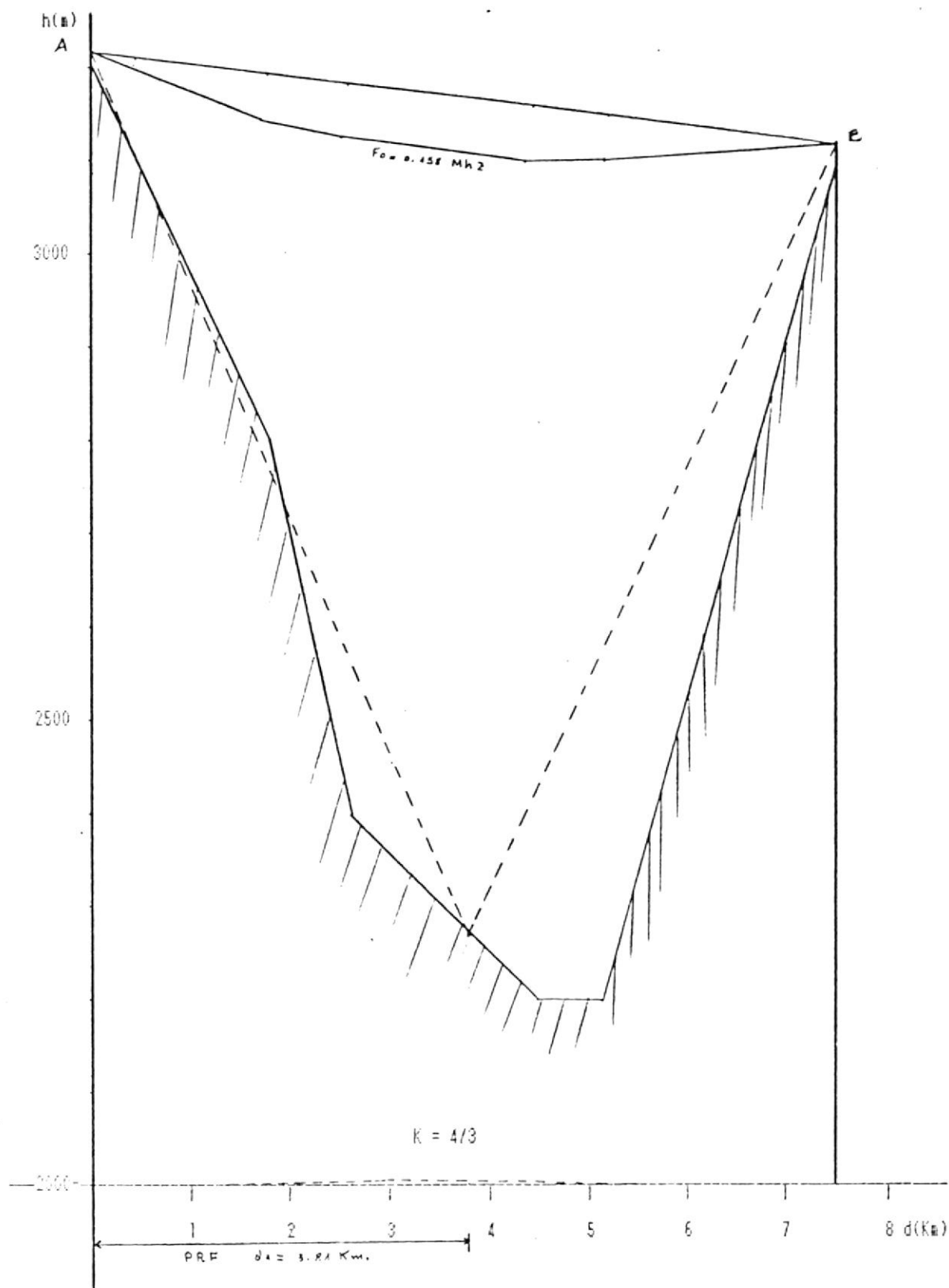


Fig. 4.1.24 Enlace: El Triunfo - Chiquicha
 A: El Triunfo
 B: Chiquicha

4.1.11 Sistema de Comunicaciones Locales.- Generalidades y consideraciones técnicas.

De acuerdo al estudio que hemos realizado se colocarán centrales locales en:

Tisaleo

Patate

Pelileo

Pillaro

Quero

Cevallos

Mocha

Baños

A las demás poblaciones las serviremos con teléfonos remotos por medio del sistema "Multiacceso", y línea física a las demás centrales locales.

Existen dos tipos de conmutación: Analógica y Digital.

Los dos tipos de centrales brindan iguales facilidades a los abonados como: discado directo, poseen mando propio, son de tipo modular y tienen facilidad de ampliación en la capacidad.

Sus diferencias son:

DigitalesAnalógicas

- | | |
|--|---|
| a) Sistema de conmutación central. | a) Sistema de conmutación analógico. |
| b) Congestión interna baja. | b) Mayor congestión interna. |
| c) Requiere de personal altamente calificado. | c) No requiere personal calificado. |
| d) Tiempo de conexión de una llamada en microsegundos. | d) Tiempo de conexión de una llamada en milisegundos. |
| e) Son electrónicas. | e) Son electromecánicas. |
| f) Son más caros. | f) Son más económicos. |

Tomando en cuenta las semejanzas y diferencias, demanda y tráfico que presentan estas poblaciones; se deduce que el tipo de central que se usaría es el tipo analógico, ya que la digital no justifica por su costo, personal altamente calificado y brinda las mismas facilidades al abonado; que las centrales electromecánicas.

Por esto tendremos en dichas poblaciones, centrales

telefónicas electromecánicas de discado directo.

Las centrales serán de 1.000 y 2.000 abonados, con capacidad para ampliaciones. Las centrales de mayor capacidad se instalarán en las poblaciones de mayor demanda telefónica.

Características Telefónicas: Cumpliendo con las recomendaciones del CCIR (Cómite Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico), tenemos:

Las centrales telefónicas serán automáticas, de moderna tecnología de sistema analógico, tipo modular que cumplen con los planes de numeración señalización, tarificación, transmisión y fácil mantenimiento.

El nivel de tráfico será estimado en 0.05 Erlang/abonado, con una pérdida inferior al 1% en una llamada interna.

Deberá tener posibilidad de conectar aparatos telefónicos de disco o de teclado (Código de multifrecuencia) MFC.

La señalización entre centrales será MFC; y la del abonado será por disco, tono de ocupado, tono de llamada, tono de congestión.

El equipo de tarificación debe ser flexible. Número de dígitos del abonado a 10 dígitos, con expansión.

Deberá tener mesa de operadora para comunicación local y externa,

Deberá traer numeración para las siguientes clases de servicio:

Servicio Especial (policía, cuerpo de bomberos, hospitales, etc).

Servicio Local.

Servicio al Exterior.

Sistema de fuerza: Todas las poblaciones poseen servicio eléctrico; y aquellas donde el transmisor se ha colocado en sitio elevado se alimentarán de paneles solares o de ramificaciones eléctricas desde el poblado.

N ^o DE CANALES	TRAFICO TOTAL (ERLANGS)	TRAFICO/ABONADO (ERLANGS)			
		0,10	0,08	0,05	0,03
2	0,38	3	4	7	12
3	0,90	9	11	18	30
4	1,52	15	19	30	50
5	2,22	22	27	44	74
6	2,96	29	37	59	96
7	3,74	37	46	74	-
8	4,54	45	56	90	-
9	5,37	53	67	96	-
10	6,22	62	77	-	-
11	7,08	70	88	-	-
12	7,95	79	96	-	-
13	8,83	88	-	-	-
14	9,73	96	-	-	-
15	10,63	-	-	-	-
16	11,54	-	-	-	-

Tabla 4.1.25 Número máximo de abonados para un número de canales.

TRAYECTO	ESTACION	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA (m)	DISTANCIA (Km)
1	JUAN B. VELA	1° 18' 06"	78° 41' 42"	3.120	18,45
2	PASA	1° 15' 57"	78° 43' 47"	3.200	22,2
3	PICAIGUA	1° 16' 21"	78° 35' 01"	2.600	5,9
4	PILAHUIN	1° 17' 32"	78° 43' 37"	3.120	21,95
5	BAQUERIZO MORENO	1° 13' 26"	78° 29' 49"	2.600	5,95
6	EMILIO TERAN	1° 13' 15"	78° 30' 42"	2.640	5,4
7	SAN JOSE DE POALO	1° 06' 26"	78° 28' 41"	3.240	19,35
8	TOTORAS	1° 18' 47"	78° 35' 41"	2.640	8,35
9	SUCRE	1° 15' 49"	78° 29' 30"	2.640	4,15
10	ANDES	1° 15' 03"	78° 30' 41"	2.240	2,5
11	CHIQUECHA	1° 34' 44"	78° 32' 13"	2.600	2,3
12	COTALO	1° 23' 47"	78° 30' 43"	3.200	15,55
13	SAN FERNANDO	1° 15' 37"	78° 43' 03"	3.400	20,3
14	TRIUNFO	1° 17' 25"	78° 27' 26"	3.200	7,5
15	CONSTANTINO FERNANDEZ	1° 11' 50"	78° 37' 18"	2.800	12,6

Tabla 4.1.26 Posición geográfica y distancia estación (multi acceso) y Repetidor Chiquicha

4.2 Esquematización del Sistema de Comunicación.

Del estudio hecho anteriormente tenemos 8 poblaciones que justifican la instalación de centrales locales por tener mayor número de habitantes, y su demanda telefónica. En cambio las poblaciones rurales típicas, recintos, caseríos indicado ya, llevarán cabinas telefónicas como abonados remotos.

Los teléfonos remotos están unidos a la red de comunicación mediante líneas físicas en algunos casos y radio en otros, como se indica en la fig. 4.2.1 y fig. 4.2.2 .

4.2.1 Sistema de Transmisión Radio.

En la fig. 4.2.3 se indica en bloque la distribución de los canales telefónicos en el repetidor de Ambato - Chiquicha a través de equipo multiplex de 300 canales.

Por medio de derivaciones en el Cerro Chiquicha se enlazan a las demás poblaciones; a través de equipo multiplex, radio analógico (60 ó 24 canales según la necesidad) y 5 traslador (12/60) de 5 super grupos a 300 canales.

De los equipos multiplex de 60 canales se utilizan 36 canales.

De los equipos Multiplex de 24 canales se utilizan 12 ó 24 canales.

De 1 traslador de (12/60) se utilizan 12 canales para el sistema multiacceso.

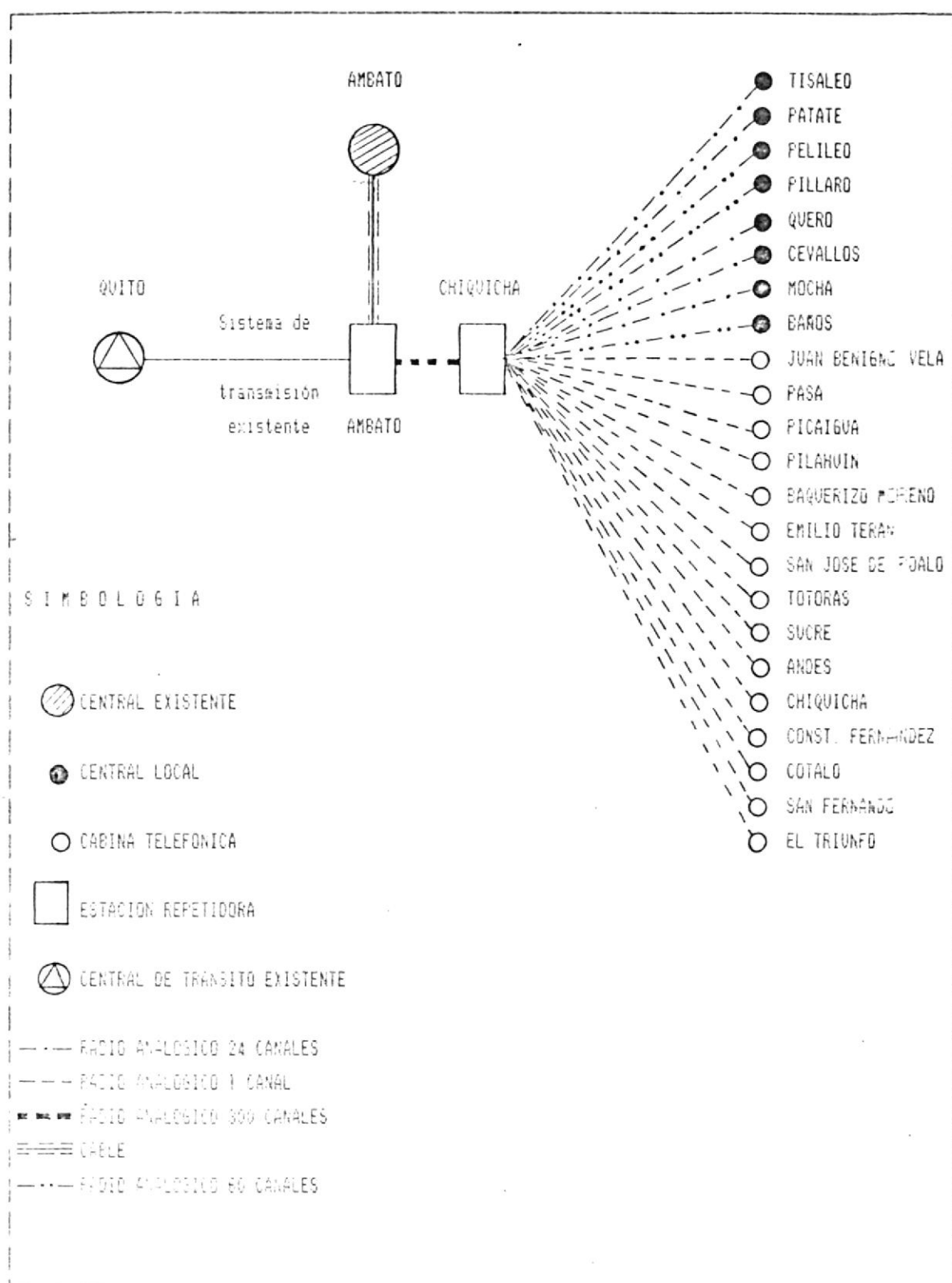


Fig. 4.2.1 Enlace: Vía Radio .- Plano general de la ruta

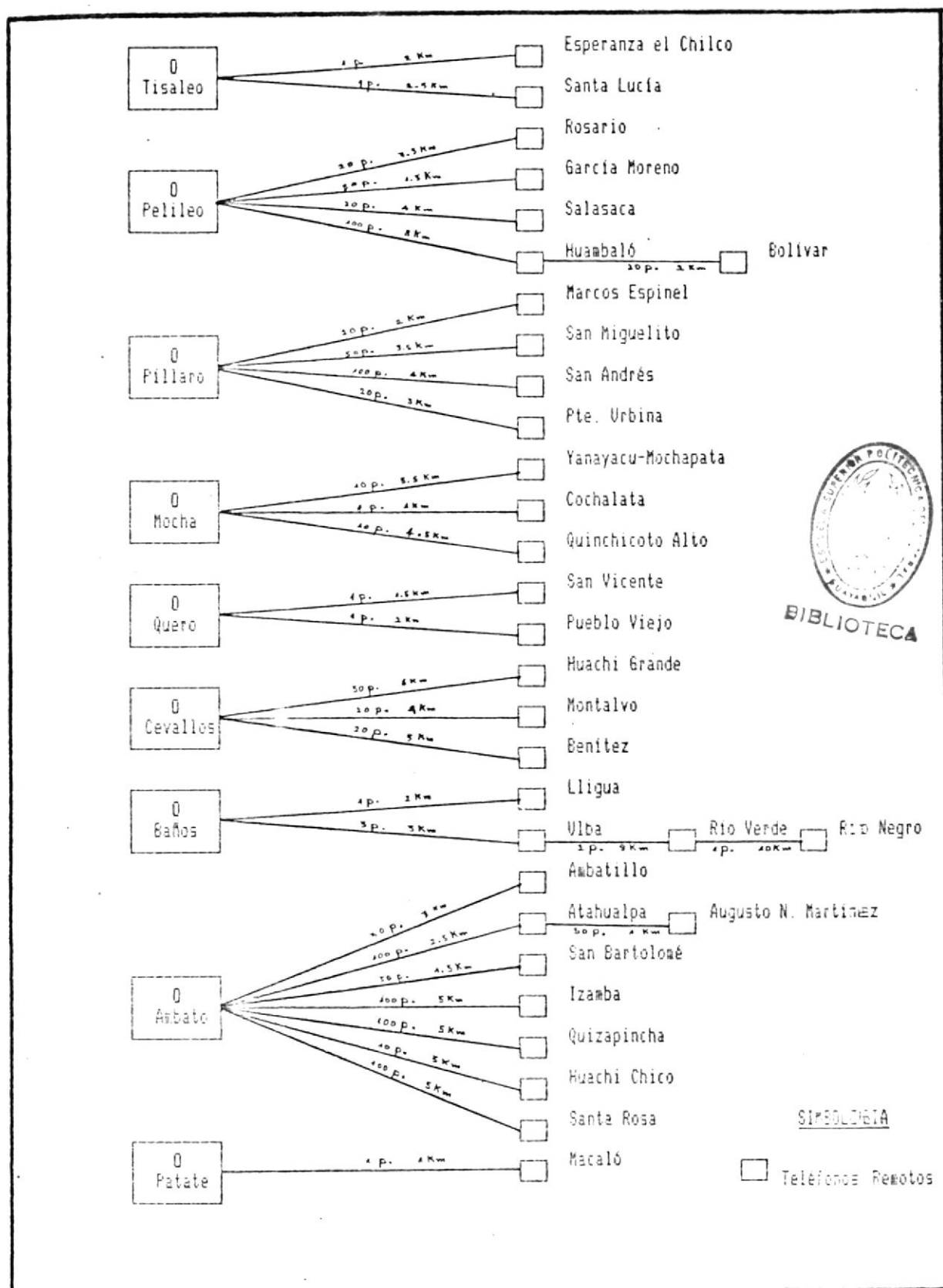


Fig. 4.2.2 Red Física.- Enlace de teléfonos remotos a las centrales locales

4.3 Presupuesto y Planificación de Inversiones.

A continuación, se hará un análisis económico de la red telefónica rural para la provincia de Tungurahua, realizada en este trabajo.

4.3.1 Costo por Localidades.

Los costos unitarios del proyecto se indicarán a continuación por localidades:

a) Localidad: Tisaleo.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
		<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad inicial de 250 líneas y final de 500 líneas, incluyendo materiales de instalación, supervisión y equipo de fuerza.	75.000	75.000
1	Equipo de radio analógico para 24 canales	15.000	15.000

les incluyendo ante
na, alimentador y
material de insta-
lación.

1	Equipo multiplex pa ra 24 canales.	15.000	15.000
1	Rectificador 12A. 48V y cargador.	8.000	8.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri bución repartidor.	3.000	3.000
1	Mástil	1.000	1.000
Total		\$122.000(dólares)	

b) Localidad: Patate.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
		<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad ini-	150.000	150.000

cial de 500 líneas
y final de 1.000
líneas, incluyendo
materiales de ins-
talación, supervi-
sión y equipo de
fuerza.

1	Equipo de radio ana- lógico para 24 cana- les incluyendo ante- na, alimentador y material de insta- lación.	15.000	15.000
1	Equipo multiplex pa- ra 24 canales.	15.000	15.000
1	Rectificador 20A. 48V y cargador.	12.000	12.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri- bución repartidor	5.000	5.000

1	Mástil	1.000	1.000
---	--------	-------	-------

Total		\$203.000(dólares)	
-------	--	--------------------	--

c) Localidad: Pelileo.

Cantidad	Descripción	Precio <u>Unitario(u\$)</u>	Precio <u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad inicial de 2.000 líneas y final de 4.000, incluyendo materiales de instalación, supervisión y equipo de fuerza.	600.000	600.000
1	Equipo de radio analógico para 60 canales incluyendo antena, alimentador y material de instalación.	25.000	25.000
1	Equipo multiplex para 60 canales.	50.000	50.000

1	Rectificador 70A. 48V y cargador.	20.000	20.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri bución repartidor.	5.000	5.000
1	Mástil	1.000	1.000
Total		\$710.000(dólares)	

d) Localidad: Píllaro.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
		<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad ini- cial de 1.000 lí- neas y final de 2.000, incluyendo materiales de ins- talación, supervi- sión y equipo de fuerza.	300.000	300.000

1	Equipo de radio ana lógico para 60 cana les incluyendo ante na, alimentador y material de instala ción.	25.000	25.000
1	Equipo multiplex pa ra 60 canales.	50.000	50.000
1	Rectificador 35A. 48V y cargador.	15.000	15.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri bución repartidor.	7.500	7.500
1	Mástil	1.000	1.000
Total		\$403.500(dólares)	

e) Localidad: Quero.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
_____	_____	<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>

1	Central telefónica de capacidad inicial de 500 líneas y final de 1.000 líneas, incluyendo materiales de instalación, supervisión y equipo de fuerza.	150.000	150.000
1.	Equipo de radio analógico para 24 canales incluyendo antena, alimentador y material de instalación.	15.000	15.000
1	Equipo multiplex para 24 canales.	15.000	15.000
1	Rectificador 29A. 48V y cargador.	12.000	12.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distribución repartidor.	5.000	5.000

1	Mástil	1.000	1.000
---	--------	-------	-------

Total		\$203.000(dólares)	
-------	--	--------------------	--

f) Localidad: Cevallos.

Cantidad	Descripción	Precio <u>Unitario(u\$)</u>	Precio <u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad inicial de 500 líneas y final de 1.000 líneas, incluyendo materiales de instalación, supervisión y equipo de fuerza.	150.000	150.000
1	Equipo de radio analógico para 24 canales incluyendo antena, alimentador y material de instalación.	15.000	15.000
1	Equipo multiplex para 24 canales.	15.000	15.000

1	Rectificador 29A. 48V y cargador.	12.000	12.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri- bución repartidor.	5.000	5.000
1	Mástil	1.000	1.000
Total		\$203.000(dólares)	

g) Localidad: Mocha.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
		<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>
1	Central telefónica de capacidad ini- cial de 500 líneas y final de 1.000 líneas, incluyendo materiales de ins- talación, supervi- sión y equipo de fuerza.	150.000	150.000

1	Equipo de radio ana lógico para 24 cana les incluyendo ante na, alimentador y material de instala ción.	15.000	15.000
1	Equipo multiplex pa ra 24 canales.	15.000	15.000
1	Rectificador 20A. 48V y cargador.	12.000	12.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000
1	Tablero de distri bución repartidor.	5.000	5.000
1	Mástil	1.000	1.000
Total		\$203.000(dólares)	

h) Localidad: Baños.

Cantidad	Descripción	Precio	Precio
_____	_____	<u>Unitario(u\$)</u>	<u>Total(u\$)</u>

3	Radio analógico pa ra 60 canales inclu yendo antena alimen tadora y material de instalación.	25.000	75.000
5	Traslador de grupo a super-grupo.	7.000	35.000
5	Equipo multiplex pa ra 24 canales.	15.000	75.000
3	Radio analógico pa ra 24 canales inclu yendo antena alimen tadora y material de instalación.	15.000	75.000
5	Equipo multiplex pa ra 60 canales.	50.000	150.000
5	Filtros	1.500	7.500
1	Rectificador 20A. 48V y cargador.	12.000	12.000
1	Banco de baterías de 48V.	5.000	5.000

1	Tablero repartidor	3.000	3.000
1	Torre auto soporta da.	10.000	10.000
Total		\$407.500(dólares)	

Para las estaciones multiacceso se considera lo si
guiente:

Cantidad	Descripción	Precio <u>Unitario(u\$)</u>	Precio <u>Total(u\$)</u>
15	Equipo de radio multiacceso in- cluido antena y material de ins- talación.	3.000	45.000
2	Paneles Solares 12V.	10.000	20.000
Total		\$65.000(dólares)	

4.3.2 Gastos de Operación.

1) Necesidad de personal.

Para las centrales de 36 canales tenemos aproximadamente el siguiente personal:

<u>Cantidad</u>	<u>Cargo a desempeñar</u>	<u>Sueldo personal(\$)</u>	<u>Sueldo Total(\$)</u>
1	Jefe de Oficina	50.000	50.000
3	Operadores	40.000	120.000
1	Técnico	65.000	65.000
3	Instalador de teléfonos	30.000	30.000
1	Conserje	25.000	25.000
Total(mensual)		s/. 370.000(sucres).	

Para las centrales de 24 canales tenemos el siguiente personal:

<u>Cantidad</u>	<u>Cargo a desempeñar</u>	<u>Sueldo personal(\$)</u>	<u>Sueldo Total(\$)</u>
1	Jefe de Oficina	50.000	50.000
2	Operadores	40.000	80.000
1	Técnico	65.000	65.000
2	Instalador de teléfonos	30.000	60.000
1	Conserje	25.000	25.000



TOTAL(mensual) s/. 280.000(sucres).

Para el repetidor Chiquicha tenemos un guardián por lo que su mensualidad es de s/. 25.000(sucres).

2) Gastos en Mantenimiento.

Materiales de Oficina	s/. 500.000
Repuestos	s/. 5'.000.000
Otros	s/. 1'.000.000
Viáticos	s/. 500.000

De donde tenemos que los gastos operacionales totales anuales son:

Gastos en mantenimientos	S/. 7'.000.000
Gastos en Personal	S/. 8'.100.000
TOTAL	S/.15'.100.000(Sucres)

4.3.3 Ingresos Provenientes del uso de la red.

1) Venta de Inscripciones.

Para todas las centrales se considerará que el 75% del número de abonados calculados en la tabla 3.5.7 solicitará servicio, siendo el ingreso por venta de inscripciones el siguiente:

El ingreso total por venta de líneas telefónicas será:

$$5.637 * 20.000 = s/. 112'.740.000 \text{ (sucres).}$$

El ingreso por acometida es:

$$5.637 * 1.000 = s/. 5'.637.000 \text{ (sucres).}$$

Luego el ingreso total por ventas de inscripciones es:

$$s/. 135'.288.000 \text{ (sucres).}$$

2) Ingresos por Servicios.

El porcentaje en el que se espera que se incremente el volumen del tráfico en el mismo año que empiece a operar el nuevo sistema varía en alto grado, dependiendo principalmente del volumen retenido por falta de medios adecuados de telecomunicaciones.

Tomaremos en el primer año en que empiece a operar el sistema, al igual que en países de condiciones similares, el tráfico generado por el 75% del total abonados para cada central, este tráfico está tabulado en la tabla 4.3.1; utilizando la fórmula 4.3.1 se obtiene el número de llamada por año para el servi

cio local cada impulso (3 minutos) vale 60 centavos de sucres, multiplicado por el tráfico local, se obtiene el ingreso por llamadas en forma anual, para el primer año de servicio, esto lo expresamos en la tabla 4.3.2 la fórmula del tráfico es la siguiente:

Tráfico total en minutos:

Número de llamada * minuto/año

Número de llamada * 365 * 24 * 60

Número de llamada * 175.200

$$\text{Llamada/año} = \frac{\text{Tráfico total en minutos}}{3 \text{ minutos}} \quad 4.3.1$$

Luego el ingreso total anual por servicio de la red para el primer año será: s/. 16'.573.217,20 sucres.

Si comparamos los gastos anuales totales para operación con los de ingresos por servicios anuales nos damos cuenta que apenas se puede cubrir los gastos de operación dándonos un margen de ganancia de s/. 1'.473.217,2 que no bastarían para pagar los equipos.

Si los equipos tienen una vida útil de 15 años y la inversión total es de s/. 2'.925.000 dólares (s/. 804'.375.000 sucres), y usamos como parte de pago

el ingreso por inscripción, nos quedaría una deuda de s/. 2'.433.043,60 dólares. Si se va a pagar en 15 años con un interés del 4% anual; usando la fórmula 4.3.2 y los datos anteriores tendremos la siguiente anualidad:

$$a = \frac{C_r (1 + r)^t}{(1 + r)^t - 1} \quad 4.3.2$$

$$a = \frac{2'.433.043,6 (0,04) (1 + 0,04)^{15}}{(1 + 0,04)^{15} - 1}$$

$$a = \$ 218.973,93 \text{ dólares}$$

Por lo que el Estado tendrá que pagar una anualidad de s/. 218.973,93 dólares.

4.3.4 Plan de Inversiones.

A continuación en el gráfico 4.34 se presenta el plan de instalación rural, tomando como base el primer mes del año.

Tabla 4.3.1 Tráfico total para el primer año de servicio.

<u>Localidad</u>	<u>Número de Abonados</u>	<u>Tráfico Total</u>
Tisaleo	190	8,99
Patate	394	16,13
Pelileo	1533	32,48
Pillaro	970	27,39
Quero	299	13,10
Cevallos	408	16,54
Mocha	385	15,86
Baños	952	27,17

Tabla 4.3.2 Ingreso anual para el primer año de servicio.

<u>Localidad</u>	<u>LLamada/año</u>	<u>Ingreso anual por servicio local (sucres)</u>
Tisaleo	1'575.048	945.028,80
Patate	2'825.976	1'695.585,60
Pelileo	5'690.496	3'414.297,60
Pillaro	4'798.728	2'879.236,80
Quero	2'295.120	1'377.072,00
Cevallos	2'897.808	1'738.684,80
Mocha	2'778.672	1'667.203,20
Baños	4'760.184	2'856.110,40

Estación	Mes				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
PELILEO	—				
PILLARO		—			
BAROS			—		
QUERO			—		
CEVALLOS				—	
PATATE				—	
MOCHA					—
TISALEO					—

Nota: Los abonados remotos se instalarán una vez que cada zona esté terminada.

Fig. 4.3.4 Plan de Inversiones e Instalación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dada la importancia que tiene el enlazar a los pueblos para su desarrollo económico y social, el estudio telefónico se lo ha realizado con proyecciones hacia el año 2.000, tomando en cuenta sus condiciones socio-económicas.

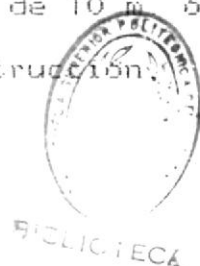
Actualmente vemos que el sistema más eficiente para comunicar a los pueblos dispersos es el sistema radio.

A las poblaciones con concentración urbana, se ha justificado la instalación de centrales locales analógicas de tecnología moderna.

En cambio para las demás poblaciones por la demanda calculada y su alto grado de dispersión, no justifica su instalación y más bien de acuerdo a la política de telefonía rural que tiene IETEL, se ha creído conveniente unirlos por el sistema multiacceso de punto a multipunto o por línea física de acuerdo a las condiciones técnicas operativas existentes.

El diseño de los radio enlaces indicados, se lo ha hecho en base a las normas y recomendaciones dadas por el CCIR.

En todos los enlaces no existe ocultamiento de antena por efecto de la curvatura de la tierra y en su mayoría son de 10 m. a 20 m. y los puntos de reflexión siempre tienen obstrucción.



El planeamiento realizado tiene su validez, ya que se puede integrar más poblaciones por el sistema multiacceso; claro está, realizando un estudio de propagación de dicho enlace.

Del estudio económico se desprende que el sistema es operable, pero no rentable.

Como recomendación podríamos dar IETEL el de seguir este tipo de comunicación rural, ya que es bastante económico dada la alta dispersión de estos pueblos y sus condiciones geográfiicas.

APENDICES

APENDICE "A"

"Cálculo de Azimuts y distancia de un trayecto".

El método de la "posición inversa", es uno de los métodos por el que se calcula el azimut geográfico, con el fin de que las antenas queden mejor alineadas.

Utiliza las coordenadas de las estaciones del trayecto y tablas para el cálculo de posiciones geodésicas, que contienen factores $\log B$ y $\log A$, para cada minuto de latitud, desde 0° a 72° . Pero no es necesario tanta aproximación, es por ello que en la tabla A aparecen esos factores por cada grado de latitud desde 0° a 72° . La tabla contiene valores de $\log A_m$ y $\log B_m/A_m$; el valor de B_m no es usado para los cálculos y por esto es que solo no aparece. Los subíndices "m" indican que los valores son tomados para la latitud promedio del trayecto.

Trayecto: Chiquicha - Tisaleo.

	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>
Tisaleo	$1^\circ 20' 45''$	$78^\circ 40' 1''$
Chiquicha	<u>$1^\circ 15' 58''$</u>	<u>$78^\circ 31' 47''$</u>
	$\Delta \varnothing = 0^\circ 04' 47''$	$\Delta \lambda = 0^\circ 08' 14''$

$$\Delta \varnothing = 287''$$

$$\Delta \lambda = 494''$$



$$\varnothing_m = \varnothing \text{ menor} + \frac{\Delta\varnothing_{\text{seg}}}{2}$$

$$\varnothing_m = 10^{\circ}15'58'' + \frac{287}{2} = 4701,5''$$

$$\varnothing_m = 1,306^{\circ}$$

Con los valores calculados y utilizando la tabla "A" se procede a calcular el "Azimut", con las siguientes ecuaciones.

AZIMUT

$$\log B_m/A_m = 0,002949 \quad (\text{ver tabla "A"})$$

$$\log \cos \varnothing_m = -0,000113 \quad - \text{Suma}$$

$$\log \Delta\lambda = \frac{2',693.727}{2',696.563}$$

- Sustracción

$$\log \Delta\varnothing = \frac{2',457.882}{0,238691}$$

$$\log \text{Ctg } w = \log B_m/A_m - \log \cos \varnothing_m + \log \Delta\lambda - \log \Delta\varnothing$$

$$\log \text{Ctg } w = 0,238691$$

$$w = \text{Arc tg } \left| \frac{1}{\text{antilog}(0,238691)} \right|$$

$$w = 29,9931 = 29^{\circ}59'35''$$

$$c = \frac{\Delta \lambda \sin \theta_m}{2}$$

$$c = 6''$$

Para la obtención de los ángulos que determinan la posición exacta de las antenas se consideran dos casos; tomando en cuenta que nos encontramos en el Hemisferio Sur.

Caso 1:

Cuando la estación Este, está al Norte de la estación Oeste, entonces el azimut será:

$$\text{Azimut Oeste} = 90^\circ - w + c$$

$$\text{Azimut Este} = 270^\circ - w - c$$

Caso 2:

Cuando la estación Este, está, al Sur de la estación Oeste, el Azimut será:

$$\text{Azimut Oeste} = 90^\circ + w + c$$

$$\text{Azimut Este} = 270^\circ + w - c$$

Para este ejemplo el azimut corresponde al primer caso:

$$\text{Azimut Oeste} = 90^\circ - (29^\circ 59' 35'') + 6'' = 60^\circ 0' 41''$$

$$\text{Azimut Este} = 270^\circ - (29^\circ 59' 35'') - 6'' = 240^\circ 0' 19''$$

El azimut geográfico se lo representa en la fig. A.1

Para la distancia del trayecto:

$$\log \cos \varnothing_m = -0,000113 \quad \text{Suma}$$

$$\log \Delta\lambda = \underline{2',693.727}$$

$$2',693.614$$

Resta

$$\log Am = \underline{-(-1,490274)}$$

$$4',183.888$$

Resta

$$\log \cos w = \underline{-(-0,062439)}$$

$$4',246.327$$

$$S = 17,633 \text{ Km.}$$

$$\log s = \log \cos \varnothing_m + \log \Delta\lambda - \log Am - \log \cos w.$$

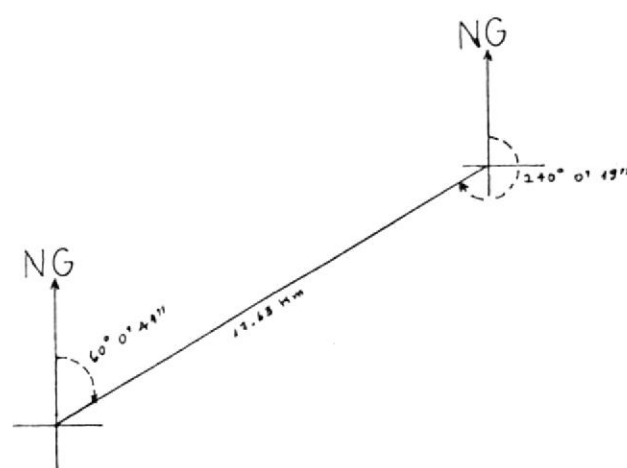


Fig. A.1 Azimut Oeste y Este del trayecto Chiquicha-Tisaleo.

TABLA A

Latitud (Grados)	Log A_m	Log B_m/A_m	Latitud (Grados)	Log A_m	Log B_m/A_m
00	2.509727	.002949	37	2.509194	.001884
01	726	.002949	38	169	.001834
02	725	.002946	39	144	.001784
03	723	.002941	40	118	.001733
04	719	.002935	41	093	.001683
05	715	.002927	42	066	.001631
06	711	.002917	43	042	.001580
07	705	.002906	44	2.509016	.001529
08	698	.002893	45	2.508990	.001477
09	691	.002878	46	965	.001426
10	682	.002861	47	939	.001374
11	673	.002843	48	913	.001323
12	663	.002823	49	888	.001272
13	652	.002801	50	862	.001221
14	641	.002778	51	837	.001170
15	628	.002753	52	812	.001120
16	615	.002726	53	787	.001071
17	601	.002698	54	762	.001021
18	586	.002669	55	738	.000973
19	571	.002638	56	714	.000925
20	555	.002606	57	690	.000877
21	538	.002572	58	667	.000830
22	520	.002537	59	644	.000784
23	502	.002501	60	621	.000739
24	483	.002463	61	599	.000695
25	464	.002424	62	578	.000652
26	444	.002384	63	557	.000610
27	423	.002343	64	536	.000568
28	402	.002301	65	516	.000528
29	381	.002258	66	496	.000489
30	359	.002214	67	478	.000452
31	336	.002169	68	459	.000415
32	313	.002123	69	442	.000380
33	290	.002077	70	425	.000346
34	267	.002029	71	409	.000313
35	243	.001981	72	393	.000282
36	218	.001933			

APENDICE "B"

Propagación.- Generalidades e índice de refracción.

Existen varios medios o mecanismos en los cuales las ondas de radio pueden propagarse desde una antena transmisora hasta una antena receptora.

Se las designa como onda ionosférica, onda troposférica, onda terrestre y onda espacial.

La tropósfera es la porción de la atmósfera terrestre de un espesor de alrededor de 16 Km., adyacente a la superficie terrestre.

Para frecuencias superiores a 30 MHz, la ionósfera (porción de la atmósfera de 60 Km. de altura) no devuelve nada hacia la tierra y la atenuación de la onda terrestre es extremadamente rápida. La propagación para cualquier distancia importante en estas frecuencias depende de la onda espacial.

La onda espacial consiste en dos componentes: un rayo directo de antena transmisora a la receptora y un rayo que es reflejado por la superficie de la tierra u objetos cercanos.

Índice de Refracción: La propagación de las ondas de radio depende del índice de refracción, el cual es función de la pre

sión atmosférica, temperatura y de la humedad, como indica la expresión:

$$N = (n-1)10^6 = \frac{77,6}{T} \left[p + \frac{4810}{T} e \right]$$

Donde:

n = índice de refracción de la atmósfera.

p = presión atmosférica en milibar.

e = presión de vapor en milibar.

T = temperatura absoluta en grados Kelvin.

N = índice de refracción modificado.

En general los valores de N son ligeramente superior a la unidad por esta razón se ha aceptado la expresión del valor de refracción " N " definido por:

$$N = (n - 1)10^6 \quad \text{B.1}$$

El valor de refracción N puede encontrarse entre 300 y 400 unidades.

En la propagación troposférica, como el índice de refracción varia según la estación del año y/o según la formación geográfica, el CCIR ha sugerido (recomendación H369) el concepto de una atmósfera standard, definida por la expresión.

$$n(H) = 1 + 289 \cdot 10^{-6} e^{-0,136 H(Km)}$$

$$n(H)_{H=0} = 1,0000289$$

Utilizando la expresión B1 tenemos:

$$N = (n - 1)10^6 = 289 \text{ unidades}$$

O sea:

$$N = 289 e^{-0,136h}$$

de donde $\frac{dN}{dh}$ será:

$\frac{dN}{dh}$

$$\frac{dN}{dh} = -0,136(289) = -39 \text{ unidades/Km.}$$

$\frac{dN}{dh}$

Con lo cual tendremos para una atmósfera standard el gradiente del índice de refracción igual a: $\frac{dN}{dh} = -39 \text{ unidades(N).}$

$\frac{dN}{dh}$

o también:

$$\frac{dN}{dh} = \frac{dn}{dh} \cdot 10^6$$

$\frac{dN}{dh}$ $\frac{dn}{dh}$

De donde:

$$\frac{dn}{dh} = -39 \cdot 10^{-6} \text{ unidades /Km.}$$

$\frac{dn}{dh}$

En lo que concierne a la difracción carece de mucha importancia a las frecuencias de VHF, UHF y microonda, ya que el frente de onda tiende a difractarse alrededor de los obstáculos que encuentre en el trayecto, por arriba de los 3.000 MHz.

La proporción de energía difractada alrededor de un obstáculo es casi despreciable.

APENDICE "C"

Ecuación para la elevación de la curvatura de la tierra.

En el cálculo de propagación en un radio enlace es conveniente determinar el cambio de la curvatura de la tierra a lo largo del trayecto. El radio verdadero de la tierra es afectado por el factor K (factor de curvatura de la tierra).

Deduciremos la fórmula para calcular la elevación de la tierra en la mitad del trayecto A-B como se indica en la Fig. C.1.

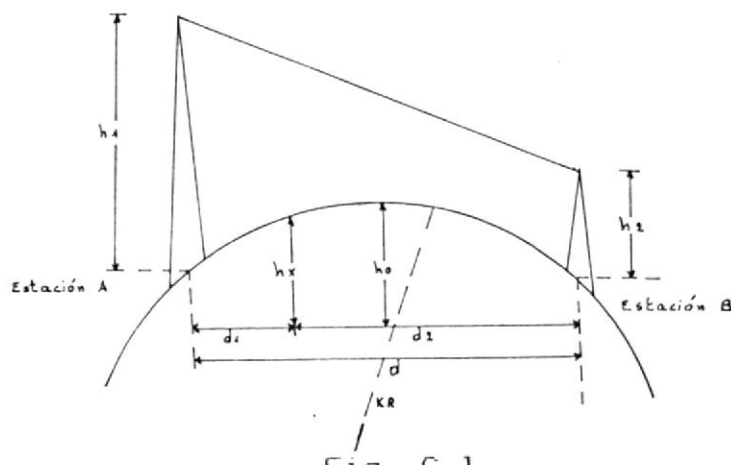


Fig C.1



Donde:

h_0 = elevación de la tierra en la mitad del trayecto A - B

h_x = elevación de un punto cualquiera del trayecto A - B.

d_1 = distancia a h_x desde A.

d = distancia del trayecto A - B.

d_2 = distancia a h_x desde B.

De la fig. C.1 se encuentra h_o :

$$(R_o)^2 = a^2 + (d/2)^2 \quad C.1$$

$$a = R_o - h_o$$

Reemplazando "a" en la ecuación C.1 tenemos:

$$\begin{aligned} (R_o)^2 &= (R_o - h_o)^2 + (d/2)^2 \\ &= (R_o)^2 - 2R_o h_o + (h_o)^2 + (d/2)^2 \end{aligned}$$

Si $(h_o)^2 \rightarrow 0$

$$2 R_o h_o = (d/2)^2$$

$$h_o = \frac{(d/2)^2}{2R_o}$$

Como R_c (Radio corregido) = $K.R_o$

Finalmente tenemos:

$$h_o = \frac{(d/2)^2}{2KR_o} \quad C.2$$

Donde h_o es la elevación en la mitad del trayecto.

Haciendo un análisis similar, la elevación de la tierra en un punto cualquiera del trayecto A-B será:

$$h_x = \frac{d_1 \cdot d_2}{2KR_o} \quad C.3$$

Reemplazando el valor de K, obtenemos la altura de la curvatura de la tierra para $K = 4/3$ y $K = 2/3$.

$$h_x = \frac{d_1 \cdot d_2}{17} \quad C.4$$

$$h_x = \frac{d_1 \cdot d_2}{8.5} \quad C.5$$

APENDICE "D"

Elipsoides de Fresnel.- Generalidades y cálculo.

El concepto de la zona de Fresnel es muy útil en transmisión radio. Su efecto es calculado en relación al radio de la primera zona de fresnel.

La fig. D.1 representa una antena transmisora de radio T, que emite energía la cual viaja expandiéndose en frentes de onda.

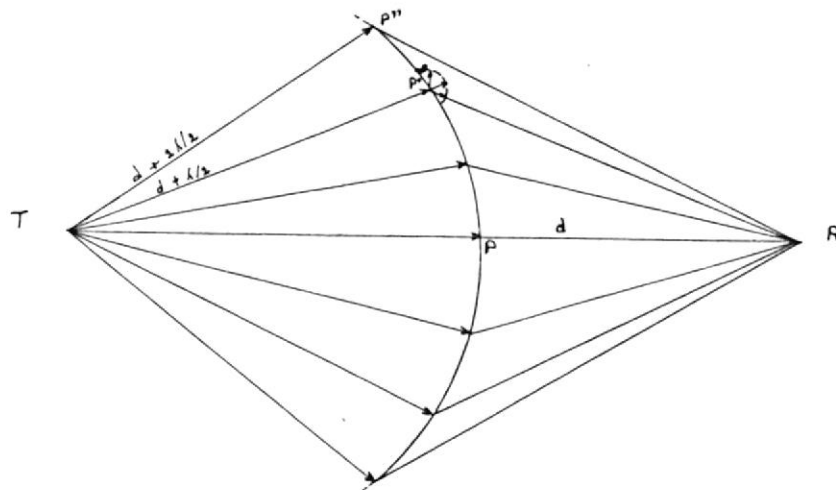


Fig. D.1

En base al principio de Huygens, se puede considerar la existencia de una irradiación secundaria desde cada punto de este frente, o sea que cada elemento de un frente de onda es una

fuentes de onda tal como P' , P'' , etc.

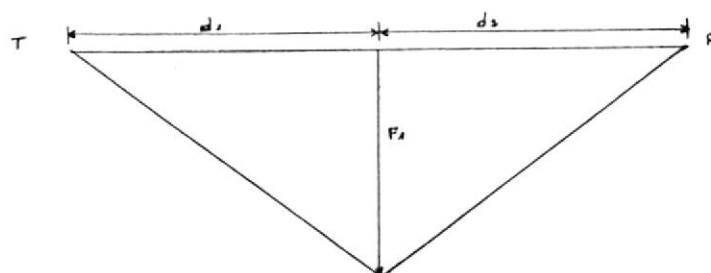
Se divide al frente de onda en pequeñas zonas, manteniendo la distancia perpendicular (d) entre el frente y el punto P . Las demás distancias siguientes serán $(d + m \lambda/2)$ donde $m = 1, 2, \dots$, la señal en el punto P , será la suma de las señales desde las diferentes zonas con su respectivo atraso consecutivo de fase de 180° .

En general la primera zona de Fresnel es la que contribuye con la mayor parte de la energía en el punto P , mientras que las contribuciones de las zonas siguientes tienden a cancelarse en su totalidad por la diferencia de fase mencionada.

Esta primera zona, es la llamada 1ª zona de Fresnel. De existir obstrucción en dicha zona podría dar un resultado erróneo en los estudios de propagación.

Cálculo de la primera zona de Fresnel:

Cuando el rayo es reflejado en el borde de la primera zona de Fresnel el recorrido es $d_1 + d_2 + \lambda/2$



O sea:

$$\begin{aligned} d_1 + d_2 + \frac{\lambda}{2} &= \sqrt{(F_1)^2 + (d_1)^2} + \sqrt{(F_1)^2 + (d_2)^2} \\ &= d_1 \sqrt{\frac{(F_1)^2}{(d_1)^2} + 1} + d_2 \sqrt{\frac{(F_1)^2}{(d_2)^2} + 1} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\frac{(F_1)^2}{(d_1)^2} \quad \text{y} \quad \frac{(F_1)^2}{(d_2)^2} \ll 1$$

Los radicales pueden ser expresados en serie aplicando:

$$\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2} \quad \text{si } x \ll 1$$

Luego:

$$d_1 \left[1 + \frac{(F_1)^2}{2(d_1)^2} \right] + d_2 \left[1 + \frac{(F_1)^2}{2(d_2)^2} \right] = d_1 + d_2 + \frac{\lambda}{2}$$

$$d_1 + \frac{(F_1)^2}{2(d_1)^2} + d_2 + \frac{(F_1)^2}{2(d_2)^2} - d_1 - d_2 = \frac{\lambda}{2}$$

en donde:

$$F_1 = \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d} \lambda}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/seg}}{f(\text{GHz}) \cdot 10^9} = \frac{0,3 \text{ m/seg}}{f(\text{GHz})}$$

d_1 = en Km.

d_2 = en Km.

d = en Km.

O sea:

$$F_1 = \sqrt{\frac{d_1 \cdot 10^3 \cdot d_2 \cdot 10^3 \cdot 0,3}{f(\text{GHz}) \cdot 10^3 \cdot d}}$$

$$F_1 = 17,32 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f(\text{GHz}) \cdot d}}$$

Para calcular la n^{th} zona de Fresnel, entonces tenemos:

$$F_n = F_1 \sqrt{n}$$



BIBLIOTECA

APENDICE "E"

Puntos de Reflexión.

En orden de evitar un fuerte desvanecimiento o distorsión de la señal, el camino de radio debe ser seleccionado, tal que la principal onda reflejada sea obstruida tanto como sea posible.

Es decir que se debe confirmar las condiciones geográficas en donde se encuentra reflejado el punto de reflexión y determinar si se puede o no obstruir la reflexión de la onda.

La localización del punto de reflexión es obtenida por la introducción del parámetro b que nos provee el nomógrafo de la fig. E.2. Primeramente los coeficientes c y m son calculados de las dimensiones conocidas en el tramo de radio, por la siguiente fórmula, en donde h_1 , d_1 y a están en metros.

$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (h_1 > h_2)$$

$$m = \frac{d_2}{4Ka(h_1 + h_2)}$$

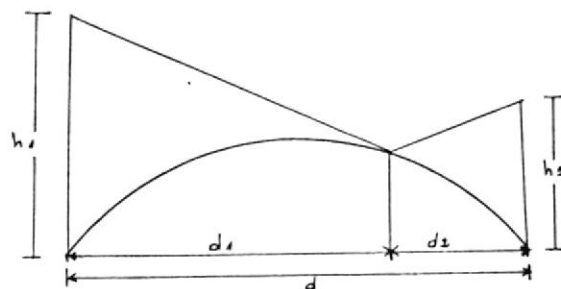


Fig. E.1

Luego, utilizando la fig. E.2 determinamos el parámetro b , de esta manera las distancias a ambos lados el punto de reflexión d_1 y d_2 son obtenidas de las siguientes fórmulas:

$$d_1 = d/2 (1 + b)$$

$$d_2 = d/2 (1 - b)$$

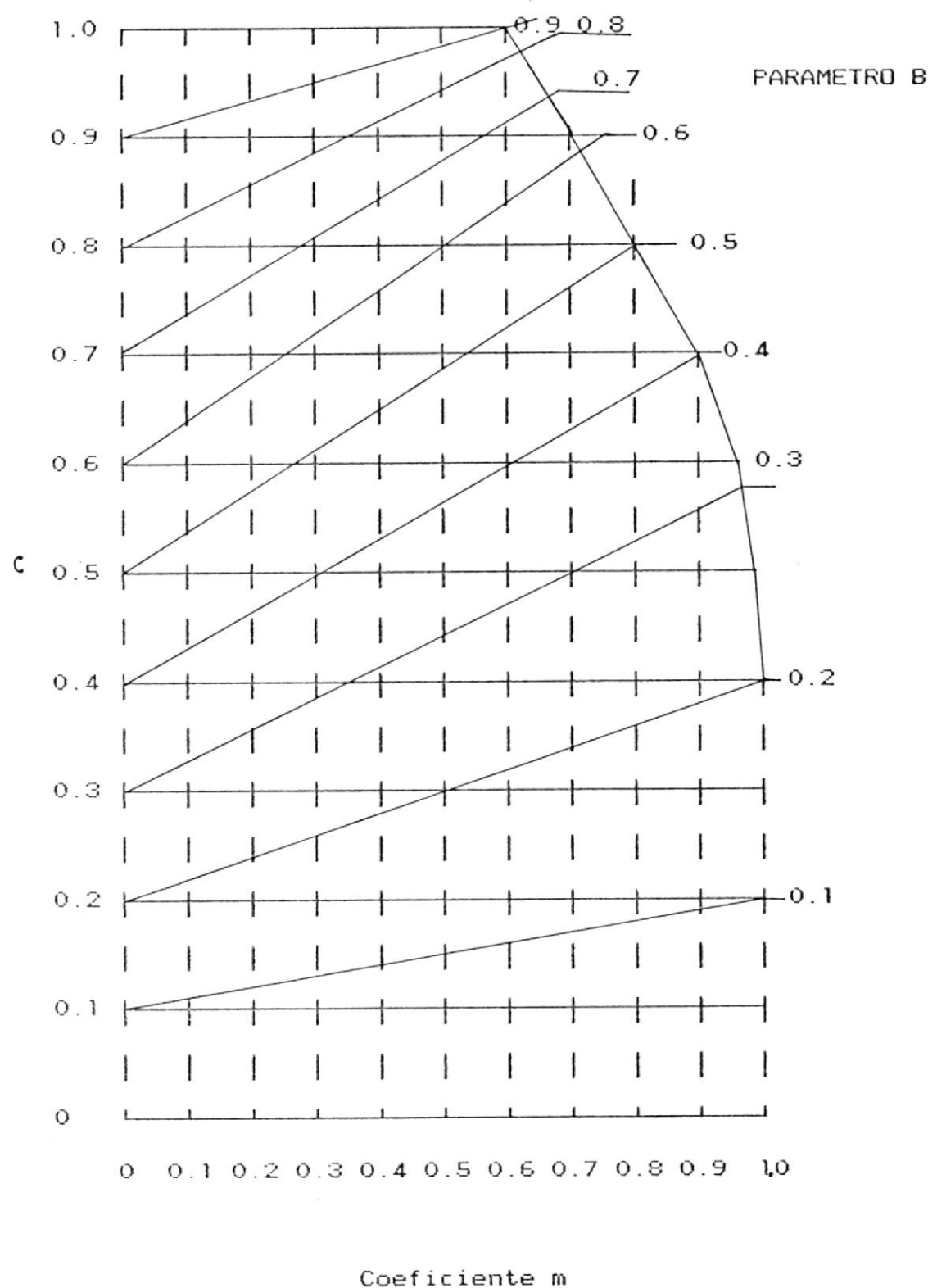


Figura E.2 Gráfico para determinar b

APENDICE "F"

Atenuación en Espacio Libre (A_o).

La atenuación del espacio libre se la determina cuando la primera zona de Fresnel está sin obstáculo.

$$A_o(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \quad \text{F.1}$$

$$= 20 \log \frac{4\pi d}{\lambda \text{ gis}} \quad \text{F.2}$$

P_1, P_2 = Potencia de transmisión y recepción a la entrada y salida de las antenas.

λ = longitud de onda.

d = distancia.

A = arco efectivo (apertura) de la antena.

gis = ganancia de la antena relacionada al radiador isótropico, $\text{gis} = 1$.

Para uso y práctica se simplifica la fórmula F.2 de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} A_o &= 20 \log \frac{4\pi d(\text{Km})}{\lambda (\text{cm})^{10-2}} \\ &= 20 \log 12,56 \times 10^6 + 20 \log \frac{d(\text{Km})}{\lambda (\text{cm})} \quad \text{F.3} \end{aligned}$$

Por razones que en la técnica VHF, UHF y microonda se utiliza, modificamos la fórmula F.3 de la siguiente manera:

$$\frac{1}{\lambda \text{ (cm)} \cdot 10^{-2}} = \frac{f \text{ (GHz)} \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8 \text{ m/seg}}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{f \text{ (GHz)}}{30}$$

En donde:

$$20 \log \frac{f \text{ (GHz)}}{30} = -29,54 + 20 \log f \text{ (GHz)}$$

$$A_0(\text{dB}) = 122 + 20 \log d(\text{Kms}) - 29,54 + 20 \log f \text{ (GHz)}$$

$$A_0(\text{dB}) = 92,5 + 20 \log d(\text{Kms}) + 20 \log f \text{ (GHz)}.$$

APENDICE "G"

Sistema Multiacceso.

COMPOSICION DEL SISTEMA.

Generalidades.

El Sistema Multiacceso Rural (Sistema MAR-1.601/D) de gran flexibilidad y modularidad, permite su adaptación económica, a las situaciones más diversas:

El uso de microprocesadores y control por programa almacenado, y de las técnicas más modernas de radio, con un mínimo de componentes discretos, hace que el sistema presente unas elevadas prestaciones de servicio, una alta fiabilidad y grandes facilidades de mantenimiento.

En la versión standard del Sistema MAR-1.601/D, está previsto dar servicio telefónico a un máximo de 96 abonados, divididos en grupos de 48, localizados en un radio de 30/50 Km. aproximadamente, a través de un máximo de 8 radiocanales en la banda VHF. El número de radiocanales para cada grupo de 8 canales son compartidos en el tiempo, por todos los abonados. Cada abonado tendrá acceso a su par físico en central, a través del radiocanal marcado en ese momento como disponible.

Composición Típica.

Una estructura general del sistema MAR, se puede ver en la fig. G.1, donde se puede observar los tres equipos que componen el mismo.

- a) El Equipo Concentrador (ECO), ubicado normalmente en una central, realiza la concentración de las líneas de central a los canales radio y la función inversa de expansión de los canales radio a las líneas telefónicas. El equipo desarrollado por Telettra Española se denomina ECO 96/16 (96 abonados, 16 canales en configuración máxima).
- b) El Equipo Radio (RB), interconectado al Equipo Concentrador por medio de un máximo de 16 canales, a 6 hilos, 4 de fonía (2 T_x, 2 R_x) y 2 de señalización (hilos E y M). En el RB existirá un número equivalente de transceptores y un combinador de antena por cada 4 transceptores radio. Estará ubicado en un lugar que asegure una buena cobertura radioeléctrica.

La interconexión entre el ECO y el RB se puede realizar bien en cable físico o en AF (cuando la distancia lo justifique), a través de un sistema multiplex de alta frecuencia.

- c) El Equipo Remoto de Abonado (RA) lleva un duplexor que permite la conexión de una única antena, en transmisión y recepción, un sintonizador capaz de engancharse sobre cualquiera de las frecuencias de los canales radio, los circui

tos de línea BF de interconexión al teléfono convencional, así como la unidad de control.

La configuración modular del sistema, permite desde el punto de vista económico, el subequipamiento, en configuraciones mucho más reducidas.

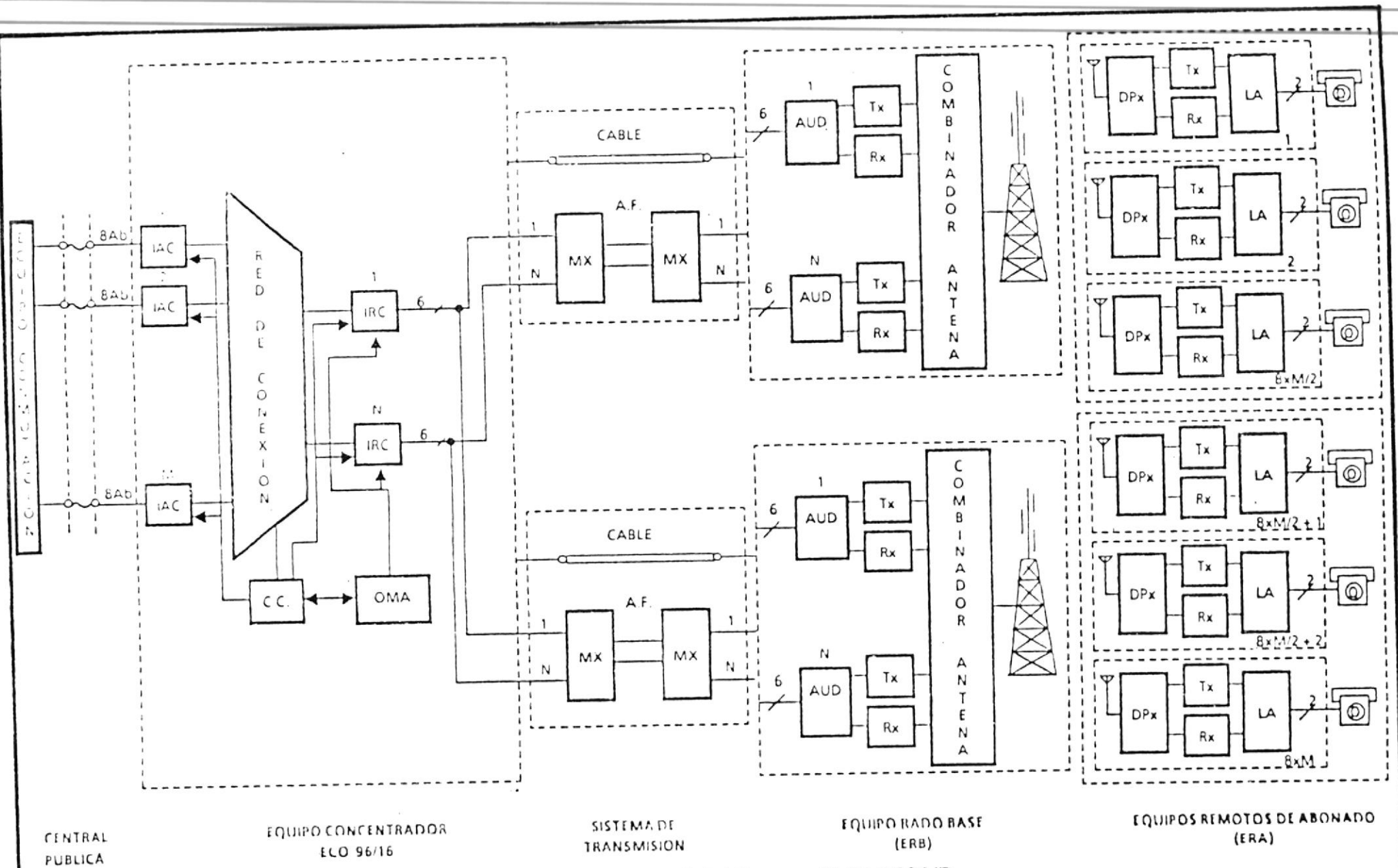


Fig. 1.- Estructura general del Sistema MAR-1601/D

Composiciones opcionales.

En la figura B.2, se pueden ver las distintas opciones de conexiones entre central pública, equipo concentrador y estación Radio Base.

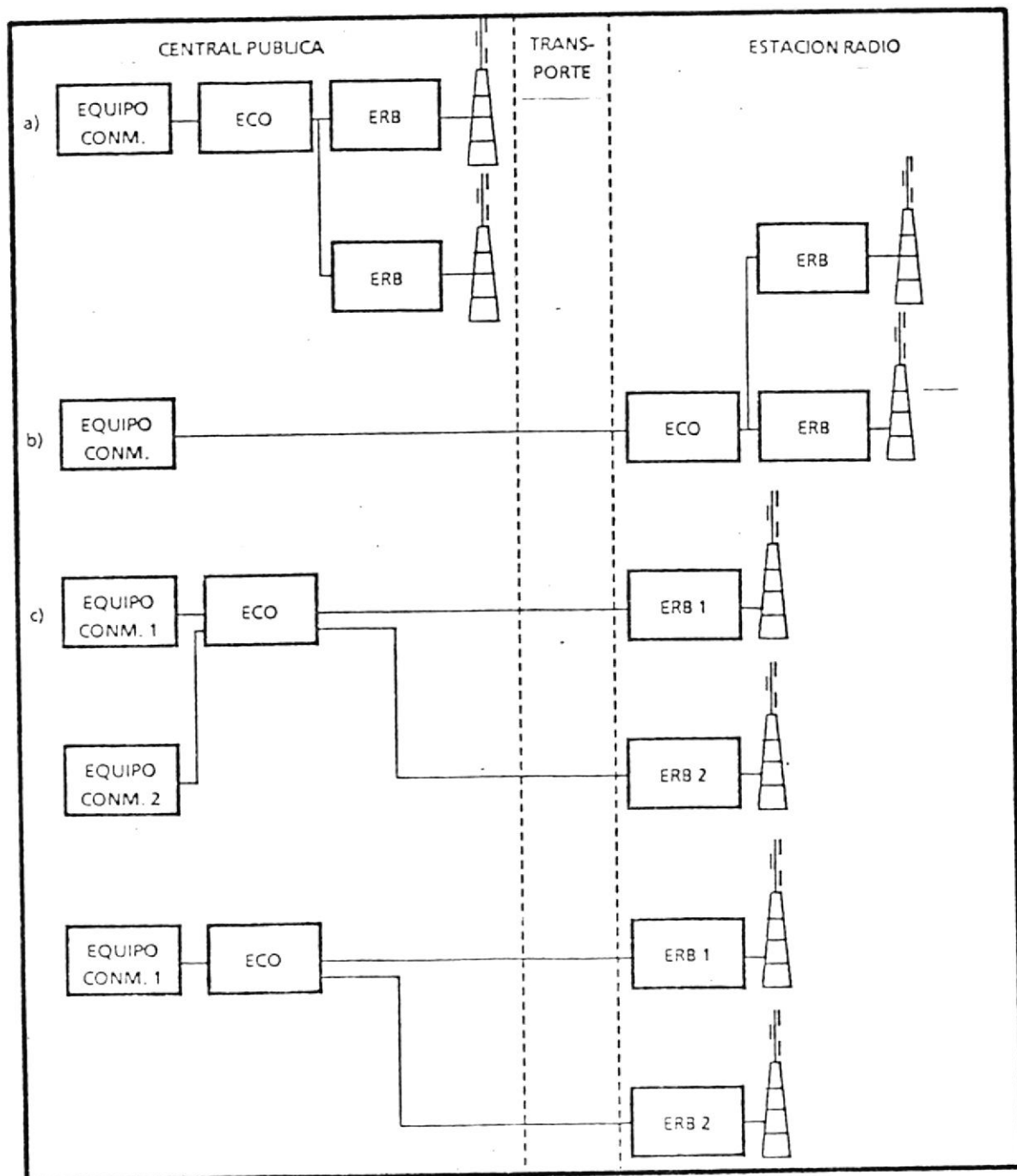


Fig. B.2.- Opciones de conexión CENTRAL - ECO - ERB

La primera opción (figura 6.2.a) sitúa el equipo concentrador y las Radios Base, en la central pública, con mayor economía, en cuanto a sistema de transporte y planta externa. Uno de los inconvenientes es la posible cobertura radioeléctrica a los abonados.

La opción b, con actuación de ECO y RB's en una estación de radio, sólo aconsejable por razones de saturación de edificios, es la menos aconsejable, desde el punto de vista económico, por el problema que representaría el transporte entre central y estación radio.

La opción c, es la composición típica del sistema, con el desdoblamiento del sistema, de ocho canales cada uno, y con servicio telefónico 48/8 a dos zonas independientes. La conexión del ECO, puede realizarse a una sola central o bien a dos centrales independientes.

BIBLIOGRAFIA

1. FREENAN ROGER. Telecommunication Transmission Handbook, Willey - Interscience Publication.
2. POSADA OMAR. Introducción a los sistemas de microonda, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
3. COLECCION LATINA EDITORES. Informe Socio-Económico del Ecuador.
4. ESCUELA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, Introducción de la Comunicación (México).
5. IETEL R-1 (Delegación de Tungurahua).
6. VOLUMEN IX CCIR. Recomendaciones e informaciones de la Asamblea Plenaria.
7. - TELETTRA Revista, Española S.A.



A.F. 142234

