



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica



“PLANIFICACION DE UNA RED PARA TELECOMUNICACIONES RURALES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: **ELECTRONICA**

Presentada por:

Geovanni Brito Moncayo

Guayaquil - Ecuador

1.988

AGRADECIMIENTO

Al Ing. PEDRO CARLO PAREDES, Director de la presente tesis.

Al Ing. WALTER MACKLIFF C., Jefe de División de Telecomunicaciones Rurales - del IETEL R-2.

A todos mis amigos que de una u otra forma me apoyaron para poder concluir con este trabajo.

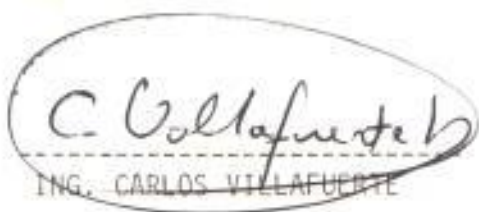
DEDICATORIA

- Para LIGIA y ALFREDO, mis
padres.
- A mis hermanos



ING. PEDRO CARLO PAREDES

DIRECTOR DE TESIS



ING. CARLOS VILLAFUERTE

SUBDECANO DE LA FACULTAD

INGENIERIA ELECTRICA.



ING. CESAR YEPEZ F.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. JAIME SANTORO

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

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

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

GEOVANNI BRITO MONCAYO

R E S U M E N

La incorporación a las comunicaciones de las áreas rurales en la provincia del Guayas, se realizará mediante el diseño y la planificación de una red para satisfacer la demanda requerida.

Mediante el estudio de los indicadores socio-económicos y del estado actual de las comunicaciones en la provincia del Guayas, se determina cuales son las necesidades del servicio telefónico, mediante el cálculo del tráfico telefónico y del número de circuitos de cada población.

El diseño de la red se realiza mediante el uso de los enlaces de radio en distancias relativamente grandes y la descripción de los enlaces físicos como líneas bifilares o cables multipares en los sitios donde sea conveniente su utilización.

Se desarrollan una serie de planes fundamentales que deberá cumplir la red diseñada. Se concluye el estudio mediante el análisis del concepto de una red rural integrada.

INDICE GENERAL

	<u>PAGS.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INDICE DE TABLAS -----	XI
INTRODUCCION -----	19
CAPITULO I	
ANALISIS SOCIOECONOMICO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS-----	21
1.1. GENERALIDADES -----	21
1.2. POBLACION Y DIVISION POLITICA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS -----	22
1.3. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)-----	30
1.4. LA VIVIENDA -----	34
1.5. SERVICIOS GENERALES -----	35
CAPITULO II	
SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES EN LA PROVINCIA - DEL GUAYAS -----	40

	<u>Pags.</u>
2.1. CENTRALES DE CONMUTACION.- CARACTERISTICAS -----	40
2.2. ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES -----	46
2.3. ENLACES DE RADIO -----	48
2.4. LINEAS FISICAS -----	50
2.5. OTROS SERVICIOS -----	52
 CAPITULO III	
ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DEL SERVICIO TELEFONICO-----	55
3.1. DETERMINACION DE LAS POBLACIONES QUE REQUIERAN SER VICIO -----	55
3.2. PROYECCION DE LAS POBLACIONES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS -----	57
3.3. CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA -----	62
3.4. CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO -----	73
3.5. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS -----	76
 CAPITULO IV	
DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES -----	97
4.1. DISEÑO DE LA RED Y DIVISION POR ZONAS -----	98
4.1.1. Consideraciones generales -----	98
4.1.2. Comparación para distancias cortas del uso de enlaces de radio o cable multipar-----	129
4.2. COMPOSICION GENERAL DEL ANALISIS PARA CADA UNO DE LOS ENLACES DE RADIO -----	136

	<u>Pags.</u>
4.3. DECISION DEL SISTEMA A UTILIZARSE. EQUIPO DE RADIO-	164
4.4. DISEÑO DE LOS ENLACES PRINCIPALES. ENTRE ZONAS-----	187
4.5. DISEÑO DE LOS ENLACES SECUNDARIOS EN CADA ZONA-----	200
4.6. DESCRIPCION DE LOS ENLACES FISICOS DE CADA ZONA----	271
 CAPITULO V	
CONSIDERACIONES DE LA PLANIFICACION -----	300
5.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CENTRALES TELEFONICAS-----	300
5.2. PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES A DESARROLLARSE-----	304
5.3. ESCOGIMIENTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE EN LA PLA- NIFICACION -----	315
5.4. BREVE ANALISIS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS HACIA LA DIGITALIZACION DE SUS TELECOMUNICACIONES-----	323
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	 335
APENDICES -----	341
BIBLIOGRAFIA -----	359

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

La influencia que tienen las telecomunicaciones en nuestro país se encuentra íntimamente ligada con el desarrollo de pequeñas poblaciones rurales dispersas. Existe la opinión creciente en las zonas rurales de exigir un mejor servicio de comunicaciones; sus habitantes reclaman las mismas oportunidades que los habitantes de las grandes ciudades.

Distancias grandes, una infraestructura pobre, falta de personal especializado, un terreno difícil y bajas densidades de tráfico son condiciones normales de las zonas rurales.

El objetivo del presente estudio es incorporar a las poblaciones actuales y futuras de la provincia del Guayas que requieran de un servicio de comunicación, para satisfacer la demanda existente.

La planificación de la red constituye un proceso continuo e iterativo, cuyos elementos son la observación de la red, el conocimiento del entorno en que ésta funciona, la creación de planes para satisfacer la demanda de servicios existentes y nuevos, la puesta en práctica de estos planes y la verificación de los resultados.

Los sistemas de transmisión a utilizarse en el diseño para enlazar las poblaciones con su centro de conmutación superior, es - por medio de radio-enlaces, si las condiciones topográficas lo permiten o por medio de líneas físicas sean éstos cables multipares o líneas bifilares. La planificación de la red se complementa con el dimensionamiento de los centros de conmutación y los planes técnicos fundamentales a desarrollarse.

De esta forma, se logra incorporar al desarrollo del país, vastas zonas agrícolas y turísticas del sector rural de la provincia - del Guayas.-

C A P I T U L O I

ANALISIS SOCIO-ECONOMICO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS

1.1. GENERALIDADES

El estudio de las Telecomunicaciones Rurales en nuestro país, tiene un especial interés para el desarrollo de las poblaciones rurales, muchas de ellas aisladas por no tener un nivel económico ni técnico, capaz para salir adelante de su abandono.

Las Telecomunicaciones Rurales de los países en vías en desarrollo, presentan marcadas diferencias con los países industrializados. En éstos últimos el problema es diferente porque las necesidades a satisfacer son individuales, mientras que en los países menos desarrollados aún existen grupos humanos localizados fuera de las áreas urbanas, que no gozan de los beneficios de las telecomunicaciones.

Uno de los aspectos más importantes que sirven para

estimar las necesidades telefónicas, son los datos estadísticos demográficos concernientes a cantidades de habitantes y viviendas de las poblaciones, así como de los servicios básicos que ellas poseen.

1.2. POBLACION Y DIVISION POLITICA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS

La provincia del Guayas, cuya capital es la ciudad de Guayaquil, a cinco metros sobre el nivel del mar y una temperatura media de 25°C., está localizada en su mayor parte en la llanura central entre el Océano Pacífico y los Andes. Limitada al norte por la provincia de Manabí y Los Ríos, al sur con la provincia de El Oro y el Golfo de Guayaquil, al oeste con el Océano Pacífico y al este con las provincias de Los Ríos, Chimborazo, Cañar y Azuay.

La confluencia de dos grandes ríos, el Babahoyo y el Daule, dan origen a su cuenca de cuarenta mil hectáreas productivas en su totalidad. Guayaquil es puerto fluvial y marítimo de primer orden internacional. Tiene partes altas cuyas alturas no sobrepasan los mil metros y es una provincia comercial por excelencia, centro y cuna de grandes industrias.

La provincia del Guayas está dividida en 15 cantones que son: Guayaquil, Balzar, Daule, Pedro Carbo, El Empalme, Milagro, Naranjal, Naranjito, Salinas, Samborondón, Santa Elena, Urbinajado, Yaguachi, Santa Lucía y El Triunfo; y, tiene una extensión de aproximadamente 20.200 kilómetros cuadrados. Su población alcanzó en el año de 1.982, los 2'038.454 habitantes que la constituye como la más poblada del territorio ecuatoriano.

Cada cantón posee una serie de parroquias rurales que suman en total 43 poblaciones y además una serie de recintos pequeños que aún no han sido considerados en los censos nacionales, como poblaciones importantes.

Según los datos proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en los censos de población y vivienda de 1.982, Guayas tiene una población de 2'038.454 habitantes, de los cuales el 68.7 % corresponde al área urbana (cabeceras cantonales) y el 31.3 % a la población rural (parroquias rurales).

En la tabla I, se detallan las poblaciones en sus -

respectivos cantones y habitantes, de acuerdo a los censos de 1.974 y de 1.982 (datos tomados del INEC), considerando solo las áreas urbanas y las cabeceras parroquiales, porque es allí donde se encuentran concentradas las poblaciones a ser servidas.

Adicionalmente, en la tabla I, se ha procedido a determinar la tasa de crecimiento existente para cada población en dicho período. La extrapolación geométrica que se utiliza para el cálculo de la tasa de crecimiento es:

$$P_n = P_o (1 + r)^t \quad (1.1)$$

Donde:

P_o es la población al inicio del período

t es el período en años

r es la tasa de crecimiento anual

P_n es la población al final del período.

Analizando la tabla I, se determina que existen poblaciones con tasas de crecimiento negativas o nulas, es

tos nos indica que la población debido a la falta de servicios básicos públicos como son: carreteras de acceso, electricidad, agua potable, vivienda, etc. , emigran hacia las grandes urbes. La población que posee la tasa de crecimiento negativa mayor es Chobo con -14.1213; por el contrario, existen poblaciones que poseen una tasa de crecimiento elevado como Chongón con 16.1521, teniendo un incremento sustancial en su población en pocos años.

Finalmente, conviene señalar que el cantón que está creciendo al ritmo más veloz es Salinas, siguiéndole Guayaquil, Milagro y Naranjito.

A continuación podremos apreciar la Tabla I, la cual nos muestra la población concentrada por cantones y la tasa de crecimiento dentro del período de 1.974 a 1.982.

TABLA I
POBLACION CONCENTRADA POR CANTONES Y TASA DE CRECIMIENTO
PERIODO 1.974-1982 ^{(1) (2)}

LOCALIDAD	1.974	1.982	TASA DE CREC.
CANTON GUAYAQUIL			
Guayaquil	823219	1199344	4.8162
Balao	2372	3516	5.0429
Chongón	206	682	16.1421
Eloy Alfaro	24804	49660	9.0651
Juan Gómez Rendón	1573	1985	2.9506
El Morro	346	521	5.2495
Pascuales	4205	6660	5.9165
Playas	6288	12492	8.9595
Posorja	3725	7219	8.6223
Puná	1735	1755	0.1434
Tenguel	3470	4177	2.3451
CANTON BALZAR			
Balzar	10924	17627	6.1633
Colimes	2337	3096	3.5781
CANTON DAULE			
Daule	13170	18923	4.6347
Isidro Ayora	1735	2374	3.9974
J. B. Aguirre	405	490	1.0415
Lomas de Sargentillo	3034	4674	5.5502

continua.....

Viene...Tabla I...Cantón Daule

Los Lojas	397	508	3.1298
Palestina	3041	4341	4.5494
Piedrahita	2160	3592	6.5640
CANTON PEDRO CARBO			
Pedro Carbo	5786	12303	9.8890
CANTON SANTA LUCIA			
Santa Lucía	2486	3401	3.9952
CANTON EL EMPALME			
Velasco Ibarra	11828	17017	4.6517
Guayas	827	682	-2.3809
CANTON MILAGRO			
Milagro	53106	77010	4.7552
Chobo	169	50	-14.1213
General Elizalde	2952	3532	2.2676
Mariscal Sucre	486	517	0.7759
Roberto Astudillo	369	1067	14.1937
CANTON NARANJAL			
Naranjal	5487	9582	7.2174
Jesús María	332	410	2.6729
San Carlos	252	541	10.0207
Santa Rosa de Flandes	378	304	-2.6866

continua.....

viene...Tabla 1...Cantón Naranjal..

Taura	429	605	4.3908
CANTON NARANJITO			
Naranjito	6204	10523	6.8276
CANTON SALINAS			
Salinas	12409	17748	4.5747
Anconcito	1730	3106	7.5894
La Libertad	26518	42776	6.3305
José Luis Tamayo	3061	5055	6.4712
CANTON SAMBORONDON			
Samborondón	4883	7135	4.8548
Tarifa	712	1077	5.3094
CANTON SANTA ELENA			
Santa Elena	7687	12859	6.6427
Atahualpa	1680	2037	2.4378
Colonche	480	570	2.3052
Chanduy	570	910	6.0220
Manglaralto	624	668	0.8554
Julio Moreno	1109	738	-4.9635
CANTON URBINA JADO			
El Salitre	3868	4928	3.0737
General Vernaza	978	874	-1.3955
La Victoria	469	598	3.0839

continúa.....

Viene... Tabla I..

	CANTON YAGUACHI		
Yaguachi Nuevo	3816	6871	7.6283
Baquerizo Moreno	2556	3306	3.2685
L. de Garaicoa	244	669	13.4369
M. Maridueña	7382	7551	0.2833
El Triunfo	6528	12401	8.3514
Pedro J. Montero	544	743	3.9738
Simón Bolívar	1782	3386	8.3546
Yaguachi Viejo	192	280	4.8292

1.3. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)

Considerando el tipo de actividad que desarrolla la población mayor de 12 años de edad, se han clasificado en activos e inactivos.

En el año de 1.982, el 44 % de la población urbana y el 41.8 % de la población rural mayor de 12 años, en la provincia del Guayas es población económicamente activa.

En la tabla II, en la primera columna se especifica el porcentaje de la PEA obteniéndose como casos extremos las poblaciones de San Carlos con el 48.6 % de la PEA y Yaguachi Viejo con 19.5 % de la PEA.

Al analizar la población rural económicamente activa por el sector de la economía dentro del cual la persona ejerce su ocupación, las más importantes son:

- el 52.67 % de la PEA se dedican a la agricultura, silvicultura, caza y pesca;
- el 13.44 de la PEA se dedican a Servicios;
- el 9.15 de la PEA a las industrias manufactureras.

Ratificándose que nuestro país es eminentemente agrícola.

A continuación podremos apreciar la Tabla II, que nos indica las viviendas e infraestructuras básicas de la zona rural.

TABLA II

PEA, VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURA BASICA DE LA ZONA RURAL ⁽²⁾⁽³⁾

LOCALIDAD	%PEA	VIVIEN.	AGUA RED. PUBLICA	ELECT.R.P.
Guayaquil	44.7	235664	159566	221940
Balao	47.5	1845	603	576
Chongón	38.3	128	2	108
Eloy Alfaro	40.5	9696	6090	9070
J. Gómez Rendón	37.2	318	8	284
El Morro	39.3	86	2	73
Pascuales	41.4	1176	510	1037
Playas	41.5	2168	119	1975
Posorja	44.1	1365	44	1036
Puná	44.8	360	13	321
Tenguel	47.2	732	652	633
Balzar	35	2932	2491	2126
Colimes	34.2	561	145	342
Daule	36.8	3297	475	2761
Isidro Ayora	33.9	431	2	301

continúa.....

Viene...Tabla II...

Juan Bautista Aguirre	36.4	84	1	62
Lomas de Sargentillo	42	829	4	608
Los Lojas	43.4	69	-	29
Palestina	39.3	786	6	603
Pedro Carbo	41.6	2197	53	1106
Piedrahita	39.5	653	4	527
Santa Lucía	37.5	575	183	446
Velasco Ibarra	37.2	2796	1129	1771
Guayas	36.1	124	72	51
Milagro	39.5	14996	14187	13507
Chobo	40.7	10	10	---
General Elizalde	39.5	776	718	674
Mariscal Sucre	37.5	92	76	80
Roberto Astudillo	47.6	212	180	174
Naranjal	42.7	1821	1732	1550
Jesús María	42.3	90	82	71
San Carlos	48.6	105	80	53
Santa Rosa de Flandes	46.9	52	47	34
Taura	46.6	123	112	103
Naranjito	43.8	2245	1321	1857
Salinas	43.4	2803	150	2627
Anconcito	45.4	441	3	368
La Libertad	40.2	7137	308	6123
José Luis Tamayo	39.5	762	24	677

continua.....

Viene.....Tabla II...

Samborondón	40	1202	987	1045
Tarifa	43.1	183	---	169
Santa Elena	39.3	2003	102	1768
Atahualpa	39.6	343	1	303
Chanduy	38.3	142	---	134
Manglaralto	40.6	115	84	88
Julio Moreno	35.4	188	---	166
Colonche	41.3	97	---	73
El Salitre	42	895	4	633
General Vernaza	44.9	165	129	124
La Victoria	46.5	124	1	108
Yaguachi Nuevo	33.8	1225	1037	1050
Baquerizo Moreno	39.5	625	472	442
Lorenzo de Garaicoa	45.1	135	67	91
Marcelino Maridueña	44.5	1351	1345	1097
El Triunfo	41.7	2465	1071	1903
Pedro J. Montero	43.9	120	116	107
Simón Bolívar	40.5	601	411	436
Yaguachi Viejo	19.5	51	46	46

1.4. LA VIVIENDA

En la provincia del Guayas, existen 384.498 viviendas de las cuales el 29.29 % se encuentran en el área rural con un promedio de 5.61 habitantes por vivienda.

En la tabla II, en la segunda columna se indica el número de viviendas en el año 1.982 (áreas urbanas y cabeceras parroquiales, respectivamente), en donde, la parroquia Chobo sobresale como la más pequeña.

En la zona rural el 60.8 % de las viviendas son casas o villas y el 26.7 % de las viviendas son ranchos o cobachas.

Las viviendas particulares ocupadas en el área rural, según el tipo de material predominante en el techo, paredes y piso, tenemos:

TABLA III
MATERIALES PREDOMINANTES EN LAS VIVIENDAS. ZONA RURAL⁽³⁾

Techo	Paredes	Piso	Total Viv.	% de Vivi.
Eternit	Adobe-caña	Entablado	33.769	29.98
Eternit	Adobe-caña	Caña-tierra	17.726	15.74
Eternit	Ladrillo	Entablado	15.857	14.08
Paja	Ladrillo	Entablado	13.017	11.56
Otros			32.251	28.64
T O T A L :			112.620	100.00 %

1.5. SERVICIOS GENERALES

El conjunto de datos socio-económicos que a continuación se detallan, influyen notablemente en el cálculo del número de abonados que existirán en cada población:

- a. El nivel de educación: que posee la población de 10 años y más. En el año de 1.982, la tasa de analfabetismo para la provincia del Guayas se muestra a continuación:

TABLA IV

TASA DE	ANALFABETISMO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Pob. 10 años y más	1481.046	1035.622	445.424
Tasa de Analf. %	9.2	4.9	19.1

La distribución porcentual de la población de seis años y más, según el área y el nivel de instrucción en el año 1.982, la podremos apreciar en la tabla V, en la siguiente página.

TABLA V
NIVEL DE INSTRUCCION

	TOTAL	URBANA	RURAL
Pob. de 6 años y más	1688.218	1168.501	519.717
Primaria	47.9	44.6	55.0
Secundaria	22.8	28.3	10.5
Superior	5.8	7.9	1.3
Otros y no declarado	23.5	19.2	33.2

b. La salud:

En lo que respecta a establecimientos de salud existentes en la provincia, en el año de 1.982, éstos se encontraban distribuidos en la siguiente forma:

Hospitales.....	94
Centros de Salud	11
Subcentros de salud rurales.....	37
Subcentros de salud urbanos	21
Dispensarios	190
Puestos de salud	10

c. La infraestructura básica, nos permite clasificar a las localidades según su grado de desarrollo y nivel socio-económico. Estos datos se pueden apreciar en la tabla II, donde se indica la cantidad de vi

viendas para cada localidad que poseen servicio - de abastecimiento de agua y servicio eléctrico de la red pública.

De un total de 112.620 viviendas, en la zona rural el 17,36 % poseen abastecimiento de agua de la red pública y el 44.51 % de las viviendas tienen servicio de electrificación de la red pública.

- d. Otros factores como son: el tipo de carreteras - de acceso que cada población posee, el producto - interno bruto percapital (PIBP), el turismo, el comercio interurbano: agencias u oficinas de bancos de cualquier tipo, el gobierno local (policía, etc.), la disponibilidad de energía eléctrica, etc. nos dará como resultado, en primer lugar, las localidades que tienen un nivel de interacción con otras localidades tienen mercados telefónicos más amplios y complejos; y en segundo lugar, a igualdad de otras condiciones puede ser deseable dar - distintas prioridades a la satisfacción de necesidades en localidades que han alcanzado diferente grado de desarrollo e integración social y económica.

- e. La necesidad del servicio de las telecomunicaciones, en general un sistema de telecomunicaciones, puede decirse que es un conjunto de dispositivos y medios que se utilizan para la transmisión de información, es decir, para comunicación entre - personas, entre máquinas o entre personas y máquinas físicamente distantes.

Dada la importancia del nivel socio-económico y el deficiente servicio telefónico intraprovincial y nacional, que actualmente tiene la provincia - del Guayas, se ha podido determinar que es imperioso y fundamental realizar la planificación de una red telefónica que satisfaga las necesidades de las poblaciones. Por lo tanto, se pueden distinguir tres razones básicas que regulan la necesidad del servicio de las telecomunicaciones:

1. Económicamente existen servicios que no son rentables para la institución que los proporciona, por lo que es una obligación que tiene el estado de afrontarlos.
2. Aquellos servicios que sin ser esenciales, contribuyen al desarrollo socio-económico de la población.

3. Los servicios que sin ser esenciales ni productivos, son deseados por parte del mercado y rentables para la institución.

4. La importancia de las telecomunicaciones para el desarrollo de la infraestructura del país y el ahorro de energía mediante el uso de las comunicaciones.

C A P Í T U L O I I

SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES EN LA PROVINCIA - DEL GUAYAS

2.1. CENTRALES DE CONMUTACION.- CARACTERISTICAS

El Ecuador se encuentra en un período de transición, del sistema electromecánico al sistema digital pasando por el sistema semielectrónico en las zonas rurales.

El Sistema Nacional de Telecomunicaciones en nuestro país, se encuentra dividido en dos regiones (R1 y R2) de las cuales, las centrales de tránsito operan en Quito para la Región 1 y en Guayaquil para la Región 2. Dichas centrales son enlazadas por una red de microondas analógica.

En la figura N° 2.1., se muestra la estructura jerárquica que posee nuestro país. Está dividido en tres

unidades de conmutación interurbana que constituyen - los centros primarios, estos son: Quito, Guayaquil y Cuenca.

La etapa más alta de la red es el Centro Internacional ubicado en Quito, al cual accesan únicamente los centros secundarios.

El Sistema Nacional consta de dos centros secundarios: Guayaquil y Quito, los mismos que se conectarán con las centrales primarias ARM de Quito y Guayaquil y la central digital de Cuenca.

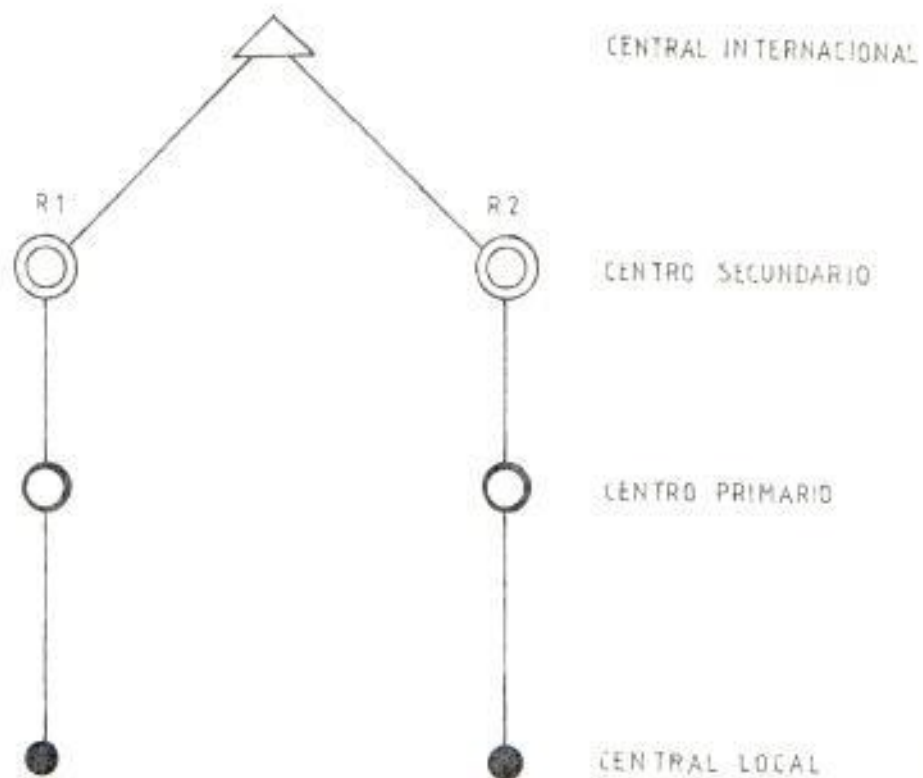


FIGURA Nº 2.1. ESTRUCTURA JERARQUICA

Para nuestro caso específico de las centrales rurales de la Región 2 del IETEL, en la provincia del Guayas éstas accesan directamente a la central de tránsito de la firma LM. Ericsson tipo ARM 201 y a los selectores de grupo de tipo ARF en Guayaquil.

En la tabla VI, se indica el detalle de las líneas de central de la provincia del Guayas hasta el 30 de Junio de 1.987. Se muestra además, el tipo de central que utilizan, la capacidad máxima instalada de la central y el número de líneas instaladas.

Donde las centrales de tipo ARF, CPR-100 y CPR-30 , son automáticas y las centrales AKD y GTE son semi automáticas que requieren de una operadora para las llamadas de larga distancia.

Las siguientes poblaciones: Ancón, Ballenita, Punta Carnero y Santa Elena, están conectadas a la central telefónica de La Libertad y Alfredo Baquerizo Moreno a la red de la ciudad de Babahoyo que posee una central tipo ARF.

Las características de las centrales existentes de manera general son:

a. Centrales electromecánicas: son las centrales ARF y AKD de la firma LM Ericsson y la central GTE. Funcionan a un voltaje nominal de trabajo de 48 voltios DC y poseen una señalización multifrecuencial (MFC). Las centrales más utilizadas son:

- Central tipo ARF (automática), posee la conmutación a dos hilos, está formada por selectores de coordenadas de 2000 líneas y controlada por lógica cableada. Permite una resistencia de bucle (lazo de abonado) de 1.800 ohmios incluido el aparato telefónico. La capacidad máxima es de 10.000 abonados (tipo ARF 102).
- La central tipo AKD (semiautomática), es un conmutador automático de tipo PAX con selectores de código (basado en el selector Crossbar). Posee una capacidad máxima de 250 abonados y una resistencia de bucle de 1.000 ohmios.

b. Centrales semielectrónicas: son del tipo CPR de la firma Equitel de Brasil de discado directo nacional, utilizan la técnica ESK-Crosspoint y su capacidad máxima depende del tipo de central:

- Tipo CPR - 100 tiene 4000 abonados.

- Tipo CPR - 30 tiene 600 abonados.

El nivel de tráfico que tiene la central, está entre 0.08 y 0.04 Erlang por abonado, con una pérdida inferior a 1% en una llamada interna. La tensión de operación es de $48 \text{ V} \pm 4\text{V}$.

La resistencia de bucle incluido el teléfono es de 2.000 ohmios y con extensor de bucle adicional es hasta 4.000 ohmios.

Posee señalización MFC y tiene una capacidad de memoria hasta 10 dígitos.

Debido a las características que poseen las centrales de tipo CPR, el IETEL está contratando dichas centrales para automatizar a las poblaciones primero que poseen servicio semiautomático y en segundo lugar, a las que no tienen central telefónica aún.

En conclusión, todas las cabeceras cantonales excepto Santa Lucía, por ser un cantón recién creado, poseen centrales telefónicas y adicionalmente algunas poblaciones importantes.

TABLA VI
CENTRALES EXISTENTES Y SUS CAPACIDADES

LOCALIDAD	TIPO DE CENTRAL	CAPAC.	NºINSTAL.
Milagro	ARF	2000	1783
Salinas	ARF	2000	1911
Libertad	ARF	2000	938
Naranjito	CPR - 100	150	86
Balzar	CPR - 100	150	143
Daule	CPR - 100	500	306
Playas	CPR - 100	400	319
Salitre	CPR - 30	100	40
El Triunfo	AKD	150	140
General Elizalde	AKD	100	81
Marcelino Maridueña	AKD	100	53
Yaguachi N.	AKD	50	29
Velasco Ibarra	AKD	200	145
Naranjal	AKD	200	92
Tenguel	AKD	50	43
Samborondón	AKD	50	46
Posorja	AKD	100	44
Pedro Carbo	GTE	200	89
T O T A L :		8500	6343

2.2. ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES

La provincia del Guayas, es una de las pocas - provincias en nuestro país, que presta las facilidades para realizar un sistema de radio eficiente debido a la topografía de su terreno, que en su mayoría no posee alturas y con repetidoras que tienen un amplio radio de acción.

Las repetidoras que actualmente cubren la provincia del Guayas se encuentran tabuladas en la tabla VII, donde se indican con su respectiva ubicación y altura.

TABLA VII
ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES

REPETIDORA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA(m)
Animas	2°28' 16" S	80°27' 55"0	427
Balao	2°43' 36" S	79°37' 22"0	474
El Carmen	2°10' 36" S	79°52' 42"0	95
Corozo	1°29' 10" S	80°31' 17"0	760
Cochabamba	1°41' 31" S	79°06' 37"0	2960

En la figura Nº 2.2., se muestra el sistema actual -



Figura N° 2.2.- Sistema actual de microondas del IETEL R-2

de microondas que posee el IETEL R-2.

Todas las estaciones repetidoras en la provincia del Guayas, tienen derivación (no son repetidoras pasivas).

La estación de Cochabamba, posee una excelente ubicación geográfica y actualmente se encuentra congestionada debido al elevado número de sistemas VHF, UHF y SHF instalados.

La repetidora Corocho, que se encuentra aún en construcción, además de presentar las ventajas de Cochabamba, es una ruta alternativa para el sistema que ingresa a la provincia de Manabí.

2.3. ENLACES DE RADIO

En la figura N° 2.2., se indicó los sistemas de microondas que tiene el IETEL. En la tabla VIII, se muestran los equipos de radio que existen en la provincia del Guayas, con su respectiva capacidad, capacidad máxima del multiplex y el número de canales trabajando.

Todos estos equipos de radio, tienen como terminal - la torre del Carmen y de allí a la central Centro de

Guayaquil, por medio de un cable coaxial.

TABLA VIII
ENLACE DE RADIO EXISTENTES

POBLACION	CAP. RADIO	CAP. MUX.	CAN. TRAB.	EST. REP.
Playas	24	24	8	Animas
Posorja	24	24	5	Animas
Salinas	300	120	75	Animas
La Libertad	cable coax.	120	58	Salinas
Milagro	120	120	59	Cochabamba
Daule	60	24	10	Cochabamba
Balzar	5	4	3	Vinces
Velasco Ibarra	5	5	3	Quevedo
El Triunfo	12	24	9	Balao
T O T A L :	550	466	230	

De la capacidad total del multiplex, el 49.356 % se encuentra actualmente trabajando.

Adicionalmente, existe un equipo de multiacceso en el cerro Animas, que dá servicio con un canal (mono-canal) a: Gómez Rendón, Atahualpa, Chanduy, Anconci-

to, Julio Moreno, Tambo y Zapotal, que trabaja en la banda de frecuencia de 147 - 174 MHz. Tienen como centro de conexión Guayaquil.

Las siguientes poblaciones poseen un monocanal:

1. Palmar, Ayangue, y Manglaralto con números telefónicos de la central de La Libertad.
2. Balao, Puná, Tenguel, Naranjal, Jesús María, Santa Rosa de Flandes, Samborondón y Pedro Carbo, con números telefónicos de Guayaquil.
3. Marcelino Maridueña con un número telefónico de la central de Milagro.

2.4. LINEAS FISICAS

Una de las alternativas para incorporar las poblaciones a la red de telecomunicaciones, son los enlaces físicos realizados mediante cables multipares o un par de alambres desnudos.

En la tabla IX, se muestran las poblaciones que poseen cables multipares con su respectivo centro de

conexión.

TABLA IX
CABLES MULTIPARES EXISTENTES

POBLACION	CAPACIDAD	CENTRO DE CONEX.
Ancón	50	La Libertad
Piedrahita	80	Daule
B. Moreno	10	Babahoyo

Para enlaces mediante hilos desnudos, en la tabla X se encuentran indicados con su respectivo centro de conexión.

TABLA X
HILOS DESNUDOS EXISTENTES

POBLACION	CENTRO DE CONEXION
El Horro	Playas
M. Sucre	Milagro
L. de Sargentillo	Daule
Palestina	Daule
Naranjito	Milagro
Colimes	Balzar
Yaguachi Viejo	Milagro
Salitre	Daule
La Victoria	Samborondón
Santa Lucía	Daule

2.5. OTROS SERVICIOS

Dentro de los servicios importantes que IETEL presta a las poblaciones rurales de la provincia del Guayas tenemos básicamente dos:

a. Telegrafía Rural:

Se distinguen los siguientes servicios de telegrafía abierta a la correspondencia pública:

- Servicio de Telegrafía General, que es el servicio telegráfico abierto al público que asegura la recepción, transmisión y entrega del mensaje telegráfico al destinatario.

- Servicio de Teléx, que es un servicio telegráfico que permite a sus abonados comunicarse directamente en forma temporal entre ellos, por medio de centros de conmutación, aparatos aritméticos y la red telegráfica pública.

El servicio automático de télex ha crecido de tal modo que se han formado redes nacionales e internacionales similares a las de telefonía. Siendo mucho más costosas las centrales y equipos de abonados de télex y su operación más complicada que las de telefonía.

Por lo general se conectan a las centrales las oficinas de telegrafía general, las que pueden interconectarse a través de las centrales automáticas (de télex) y cuando a su vez se conecta este sistema nacional con sistemas de otros países por circuitos internacionales, se denomina esta red nacional/internacional "Géntex".

La red de Géntex es, en un principio, una red de abonados conectados a centrales automáticas; por tanto el tráfico que se puede cursar a través de una conexión géntex es relativamente bajo.

En Guayaquil, existen 746 posiciones Télex y 40 posiciones Géntex. Además, en la provincia del Guayas tenemos posiciones Géntex en las siguientes cabeceras cantonales: Salinas, Milagro, Daule, Balzar, Velasco Ibarra, El Triunfo, Santa Elena; y las siguientes poblaciones rurales: Playas, Marcelino Mariduena, La Libertad y en el Recinto Ancón.

- b. Servicios con aparatos magneto.- En el caso de que la situación topográfica, la existencia de cultivos agrícolas u otros obstáculos inevitables no permiten la mantención permanente de la lí

nea como es necesario en el servicio automático. Se ha estado utilizando aparatos de teléfono magneto (con batería local) y la línea conectada a un puesto o mesa de operación manual en el centro primario a la cual pueden estar conectadas - otras líneas de magneto y la central automática del centro.

La línea que conecta la cabina con el puesto de operación puede ser unifilar con retorno a tierra. En comparación con el circuito bifilar del mismo alambre, la atenuación del circuito unifilar es menor (siempre y cuando la "tierra" sea buena); pero el circuito unifilar es muy susceptible para interferencias externas, sobre todo las provenientes de líneas de fuerza de alta tensión.

En la provincia del Guayas existe telefonía magneto en las siguientes poblaciones: General Elizalde, General Vernaza, Palestina, Colonche y Tarifa.

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE SERVICIO TELEFÓNICO

3.1. DETERMINACION DE LAS POBLACIONES QUE REQUIERAN SERVICIO

En función de las necesidades del país, las autoridades financieras pueden dirigir las decisiones hacia dos extremos:

- Maximizar la rentabilidad interna, considerando la empresa de Telecomunicaciones en términos de inversión necesaria;
- Utilizar las telecomunicaciones como un factor de desarrollo económico y social.

Para nuestros fines, el término Telecomunicaciones - Rurales, se refiere a que existe una interacción entre varios factores que dificultan el abastecimiento

de servicios de telecomunicaciones. Una zona rural consta generalmente de poblados, pueblos y pequeñas ciudades dispersos, y presentan una o varias de las siguientes características:

- a. Condiciones de vida sencillas;
- b. Distribución escasa y dispersa de la población;
- c. Condiciones topográficas y climáticas que obstaculizan las comunicaciones;
- d. Actividad económica limitada a las actividades básicas; y,
- e. Escasez o ausencia de servicios públicos, sanitarios y de educación; entorpecidos por la falta de telecomunicaciones.

Puede considerarse que la necesidad de telecomunicaciones tiene una motivación social y que éstas son solo económicas en el sentido más amplio. La finalidad de las telecomunicaciones rurales es el establecimiento de las comunicaciones en zo

nas rurales, mediante servicios de una tecnología apropiada.

Para nuestro caso específico que es la provincia - del Guayas, se consideran todas las cabeceras can tonales y parroquias, a excepción de:

- Milagro;
- Salinas, La Libertad, Santa Elena y la parroquia José Luis Tamayo, que forman parte de la red de la península.
- Guayaquil y sus parroquias Pascuales y Eloy Alfa ro.

Por ser un grupo de poblaciones, que por su tamaño e importancia económica merecen un estudio especial. El resto de poblaciones coinciden con las caracte rísticas anteriormente enunciadas.

3.2. PROYECCION DE LAS POBLACIONES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

La elaboración de las proyecciones de población por áreas (urbana y rural), provincias y cantones. Fue elaborada por el INEC aplicando el método de las -

componentes que consiste en estimar y proyectar se paradamente las tres variables que intervienen en el cambio demográfico, es decir, la mortalidad, la fecundidad y la migración internacional.

Las proyecciones obtenidas, fueron ajustadas a to tales nacionales de cada grupo de edad en cada - área.

En el documento: "Proyección de la población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial 1.985 - 2.010" , elaborado por el IETEL. Se basa en los resultados del censo de 1.982 y en la proyección a nivel cantonal realizada por el INEC, mediante la configuración de estructuras que se mantendrán para el período de proyección y considerando la población concentrada y dispersa por separado.

El período de Planificación que se realizará el estudio es de 13 años, es decir, hasta el - año 2.000. Considerando que la provincia del Guayas posee un desarrollo acelerado tanto económicamente como social. En la tabla XI se muestran los resultados de la proyección de la población para la provincia del Guayas.

TABLA XI

PROYECCION DE LA POBLACION CONCENTRADA HASTA EL AÑO 2.000
DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS⁽⁴⁾

LOCALIDAD	1987	1990	1995	2000
Guayaquil	1.572.615	1.764.170	2'125.421	2'543.248
Balao	4.284	4.684	5.300	6.054
Chongón	831	909	1.028	1.174
Eloy Alfaro	60.511	66.154	74.856	85.504
J. Gómez Rendón	2.419	2.644	2.992	3.418
Morro	635	694	785	897
Pascuales	8.115	8.872	10.039	11.467
Playas	15.221	16.641	18.830	21.509
Posorja	8.796	9.617	10.882	12.430
Puná	2.138	2.338	2.645	3.022
Tenguel	5.090	5.564	6.296	7.192
Balzar	23.816	27.246	33.915	40.368
Colimes	3.389	3.464	3.516	3.442
Velasco Ibarra	23.628	27.518	35.290	42.031
Guayas	757	780	803	772
Daule	25.024	28.228	34.325	40.290
Isidro Ayora	2.700	2.829	2.995	3.105
J. Bautista Aguirre	500	524	555	576
Los Lojas	578	605	641	665
L. de Sargentillo	5.315	5.569	5.897	6.114

continua.....

Viene....Tabla XI.....

Palestina	4.937	5.172	5.477	5.678
Pedro Carbo	13.991	14.659	15.523	16.093
Piedrahita	4.085	4.280	4.532	4.699
Santa Lucía	3.868	4.052	4.291	4.449
Milagro	102.884	116.838	143.666	171.896
Chobo	55	57	59	59
General Elizalde	3.920	4.042	4.165	4.191
Mariscal Sucre	574	592	610	613
Roberto Astudillo	1.184	1.221	1.253	1.266
Samborombón	9.092	10.010	11.689	13.138
Tarifa	1.234	1.300	1.367	1.448
Naranjal	13.277	15.420	19.638	23.909
Jesús Marfa	472	498	533	552
San Carlos	622	657	704	728
Santa Rosa de F.	350	369	396	409
Taura	696	735	787	814
Naranjito	13.708	15.311	18.314	21.108
Salinas	24.189	27.831	34.975	43.878
Anconcito	3.833	4.223	4.834	5.609
La Libertad	51.552	56.795	65.018	75.436
J.L.Tamayo	6.238	6.872	7.867	9.128
El Salitre	6.508	7.336	8.908	10.588
General Vernaza	961	985	1.004	1.004

continúa.....

Viene...Tabla XI....

La Victoria	657	674	687	687
Santa Elena	17.734	20.563	26.178	32.316
Atahualpa	2.252	2.317	2.377	2.374
Colonche	637	655	672	671
Chanduy	1.006	1.035	1.062	1.061
Manglaralto	739	760	780	779
Julio Moreno	816	839	861	860
Yaguachi Nuevo	9.235	10.530	13.034	15.546
Baquerizo Moreno	3.666	3.777	3.924	4.032
L. de Garaicoa	742	764	803	816
M. Mariduená	8.374	8.627	9.063	9.210
El Triunfo	13.752	14.168	14.884	15.125
P.J. Montero	824	849	892	906
Simón Bolívar	3.755	3.868	4.064	4.130
Yaguachi Viejo	311	320	336	342

3.3. CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA

La planificación de la red constituye un proceso continuo e iterativo, cuyos elementos son la observación de la red, el conocimiento del entorno en que este funciona, la creación de planes para satisfacer la demanda - de servicios existentes y nuevos, la puesta en práctica de esos planes y la verificación de los resultados.

Demanda telefónica es el número total de conexiones telefónicas, que se tiene en los sectores urbano y rural, ya sean de tipo residencial, comercial o de servicios públicos y administrativos.

Otra definición importante que hay que tomar en cuenta, es la Densidad Telefónica, que es el número de líneas de abonados en servicio por cada 100 habitantes.

Los principales problemas técnicos que han de resolverse para pronosticar la demanda de abonados son:

- a. Los datos socio-económicos de cada población, analizados en el Capítulo I.
- b. Los pronósticos de demanda a nivel nacional y local.

El Departamento de Planificación del IETEL, realizó estudios de la Demanda Telefónica a nivel cantonal y parroquial, los cuales constan en el documento SDP-87-04/1 "Demanda Telefónica" de Diciembre de 1.986,⁽⁵⁾ y en sus respectivos anexos.⁽⁶⁾⁽⁷⁾ El objetivo de este documento es orientar la planificación y el desarrollo del servicio telefónico a corto, mediano y largo plazo; y sus resultados están sujetos a ajustes periódicos conforme se mejoren los métodos utilizados.

El cálculo de la demanda telefónica es realizada hasta el año 2.010, en dicho documento, considerando:

- a. El período 1.985 - 1.990 , los valores de la densidad telefónica conforme a la programación del plan de desarrollo 1.985 - 1.988 y la meta establecida para el año 1.990.
- b. La determinación año por año para el período 1.900-2.010. Considerando que la densidad telefónica se aproxima a los deducidos mediante la ecuación del tipo:

$$\text{Log } D_n = \text{Log } D_1 + (N - 1.990) \text{Log } (1 + A) \quad (3.1)$$

$$D_n = D_1(1 + A)^{N - 1.990} \quad (3.2)$$

Donde:

D_n : densidad telefónica del año N

D_1 : densidad telefónica del año 1.990

N : año

$$A = \frac{X}{Z - 1.990} = 1$$

Z = Año 2.010

X = $\log D_2 - \log D_1$

D_2 = densidad telefónica del año 2.010

El cálculo se reduce a determinar la densidad telefónica del año 2.010. Aproximando mediante la relación logarítmica lineal de dos variables, se puede realizar dicho cálculo:

$$\log LP = A + B \log P \quad (3.3)$$

Donde:

LP : líneas principales

P : población

A y B : son constantes que pueden determinarse por el método de mínimos cuadrados utilizando datos históricos.

El procedimiento es el siguiente:

1. Determinación de la demanda a nivel nacional, basándonos en la relación que existe entre: la densidad telefónica y el servicio eléctrico, y entre la densidad telefónica y el producto interno bruto. Estos métodos dan buenos resultados en períodos superiores a los 10 años. Los resultados se muestran en la figura N° 3.1., estos resultados determinan que la densidad telefónica del año 1.990 es de 5.01 y para el año 2.010 es de 13.

2. Demanda a nivel provincial:

Para la provincia del Guayas en 1.990, tendremos:

Población: 2841900

Líneas Principales 198820

Densidad Telefónica: 6.92

Es recomendable para el cálculo de la densidad para el año 2.010, hacer el análisis por separado de la

población concentrada y dispersa. La ecuación para la población concentrada será:

$$\text{Log LP} = -1.5858 + 1.1227 \log P \quad (3.4)$$

y para la población dispersa se considera:

$$\text{Log LP} = 1.8015 \log P \quad (3.5)$$

Los valores resultantes fueron multiplicados por un factor igual a 1.1204; de manera que la densidad total sea 13 a nivel nacional. Por lo tanto la densidad telefónica para la población concentrada de la provincia del Guayas será de 19.39.

En la figura Nº 3.2., se muestran los resultados para la provincia del Guayas, en donde, la densidad - en el año 2.010 será 17.48.

3. Demanda a nivel cantonal:

Se tomará en consideración sólo las poblaciones concentradas de los cantones. Se determinaron las siguientes categorías para el año 2.010:

$$\text{Categoría 1: Log LP} = -1.5180 + 1.1025 \log P \quad (3.6)$$

corresponde a los cantones cuyas cabece-
ras cantonales en 1.990, tienen una den-
sidad telefónica (D): $0 < D < 2$.

$$\text{Categoría 2: } \log LP = -1.0908 + 1.0304 \log P \quad (3.7)$$

para : $2 < D < 5$.

$$\text{Categoría 3: } \log LP = -1.2510 + 1.0707 \log P \quad (3.8)$$

para : $D > 5$.

$$\text{Categoría 4: } \log LP = -1.001 + 1.0858 \log P \quad (3.9)$$

corresponde a los cantones cuyas cabece-
ras cantonales son capitales de provin-
cias.

Los valores parciales fueron ajustados de tal forma
que el valor total a nivel provincial coincida con -
los valores determinados a nivel provincial. Estos
valores se encuentran tabulados en la tabla XII , y
graficados en las figuras N° 3.3., hasta la N° 3.16.
donde el factor de ajuste es:

$$f = \frac{872184}{762186}$$

$$f = 1.1443$$

TABLA XII
DEMANDA A NIVEL CANTONAL⁽⁵⁾

CANTON	POBLAC. CONCEN.	TIPO	PARCIALES		FINALES	
			LP	D	LP	D
Guayaquil	3670.362	4	672.761	18.33	769.853	20.97
Balzar	56.413	2	6.266	11.11	7.170	12.71
Daule	77.762	3	9.673	12.44	11.069	14.23
El Empalme	55.441	2	6.155	11.10	7.043	12.70
El Triunfo	15.092	2	1.611	10.67	1.843	12.21
Milagro	238.331	2	27.660	11.61	31.652	13.28
Naranjal	35.663	2	3.907	10.96	4.471	12.54
Naranjito	25.619	1	2.200	8.59	2.518	9.83
Pedro Carbo	165.530	3	1.843	11.15	2.109	12.76
Salinas	181.459	1	19.046	10.50	21.795	12.01
Samborondón	17.490	1	1.444	8.26	1.652	9.45
Santa Elena	50.935	1	4.693	9.21	5.370	10.54
Urbina Jado	15.680	1	1.280	8.16	1.465	9.34
Yaguachi N.	40.519	1	3.647	9.00	4.173	10.30
TOTAL :	449.726		762.186	16.95	872.184	19.39

4. Demanda a nivel parroquial:

Siguiendo el método empleado a nivel provincial, se tomó la población concentrada y se definieron varios tipos para el año 2.010:

$$\text{Tipo 1 : } \log LP = -1.1313 + \log P \quad (3.10)$$

para las parroquias que en 1.990 tienen una densidad telefónica $0 < D < 2$.

$$\text{Tipo 2: } \log LP = -0.7079 + 0.9303 \log P \quad (3.11)$$

para: $2 < D < 5$

$$\text{Tipo 3: } \log LP = -0.8679 + 1.0019 \log P \quad (3.12)$$

para: $D > 5$

$$\text{Tipo 4: } \log LP = -1.0805 + 1.0501 \log P \quad (3.13)$$

para: cabeceras cantonales que son capitales provinciales. (Guayaquil en nuestro caso).

Los valores parciales fueron ajustados de tal forma, que el valor total de cada cantón coincida con el valor de terminado en el estudio de la demanda a nivel cantonal. Los resultados se muestran a continuación en la tabla XIII.

TABLA XIII

LINEAS PRINCIPALES PARA EL AÑO 2.000 ⁽⁶⁾				
LOCALIDAD	D1	D2	D-2000	LP-2000
Guayaquil	9.25	21.33	14.04	357.361
Balao	1.60	9.04	3.80	230
Chongón	1.00	9.04	3.01	35
Eloy Alfaro	11.34	9.04	10.12	8.653
J. Gómez Rendón	2.00	9.04	4.25	145
Morro	1.00	9.06	3.01	27
Playas	4.48	11.75	7.25	1.559
Posorja	4.65	12.20	7.53	936
Puná	4.79	13.48	8.04	243
Tenguel	1.35	9.03	3.49	251
Balzar	2.73	12.56	5.86	2.366
Colimes	2.17	15.32	5.76	198
Velasco Ibarra	2.71	12.73	5.87	2.467
Guayas	0.13	10.22	1.14	9
Daule	5.54	16.90	9.68	3.900
Isidro Ayora	3.96	13.62	7.34	228
Juan B. Aguirre	0.19	9.09	1.32	8
Los Lojas	0.17	8.94	1.22	8
Lomas de Sargentillo	2.01	13.00	5.11	312
Palestina	1.45	9.02	3.62	206

continúa.....

Viene....Tabla XIII....

Pedro Carbo	1.53	9.02	3.71	597
Piedrahita	0.02	9.03	0.46	22
Santa Lucía	2.76	13.30	6.06	270
Milagro	4.50	13.33	7.74	13.305
Chobo	1.75	6.75	3.43	2
General Elizalde	7.37	13.23	9.88	414
Mariscal Sucre	0.17	7.18	1.10	7
Roberto Astudillo	0.08	7.12	0.76	10
Samborondón	1.49	9.44	3.75	493
Tarifa	0.08	9.48	0.26	4
Naranjal	1.21	12.32	3.85	920
Jesús María	0.20	12.29	1.57	9
San Carlos	11.41	22.95	16.18	118
Sta. Rosa de F.	2.98	12.13	6.01	25
Taura	0.14	12.39	1.30	11
Naranjito	2.92	9.83	5.36	1131
Salinas	16.33	12.36	14.22	6239
Anconcito	5.30	12.33	8.09	454
La Libertad	7.22	12.39	9.46	7.136
J.L. Tamayo	0.01	6.61	0.31	28
El Salitre	1.02	9.34	3.09	327
General Vernaza	0.10	9.36	0.97	10
La Victoria	0.15	9.38	1.18	8

continúa.....

Viene...Tabla XIII....

Santa Elena	0.00	10.44	0.23	74
Atahualpa	0.04	10.45	0.67	16
Colonche	0.15	10.43	1.26	8
Chanduy	0.10	10.48	1.01	11
Manglaralto	4.87	17.41	9.21	72
Julio Moreno	0.12	10.44	1.12	10
Yaguachi Nuevo	1.42	9.87	3.74	581
Baquerizo Moreno	0.03	9.86	0.51	21
L. de Garaicoa	0.13	9.84	1.13	9
M. Maridueña	3.45	9.86	5.84	538
El Triunfo	5.26	13.38	8.39	1269
P.J. Montero	0.12	9.89	1.08	10
Simón Bolívar	0.03	9.88	0.51	21
Yaguachi Viejo	0.31	9.80	0.75	6
Pascuales	59.17	9.03	23.12	2651

Donde:

D-2000 es la densidad telefónica para el año 2.000.

LP-200 son las líneas principales para el año 2.000.

3.4. CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO

Se define como la intensidad de tráfico telefónico al flujo de ocupaciones simultáneas en un grupo de órganos durante un período de tiempo dado.

La intensidad instantánea en un grupo de órganos es el número de ellos ocupados en un instante.

La unidad de tráfico es el Erlang que significa la cantidad de horas de ocupación por hora en un grupo de órganos. Esta unidad es muy conveniente pues equivale al porcentaje de ocupación por órgano en un grupo.

Todos los estudios de tráfico, así como los dimensionamientos de los equipos se hacen para satisfacer el tráfico máximo que alcanza en la hora pico u hora cargada.

La intensidad del tráfico total (saliente y entrante) referida a cada abonado varía normalmente entre 0.01 y 0.10 erlang por abonado, según su categoría.

Un valor de 0.05 erlang por abonado supone unas 15 llamadas salientes y entrantes por día y abonado. Los valores típicos para todos los abonados atendidos por una central varían entre 4 y 8 erlang por 100 abonados aproximadamente en las zonas rurales.

El IETEL en el documento TR-20 y TR-80 de Agosto de 1.980, por medio de datos estadísticos, y usando los siguientes criterios:

- El tráfico de larga distancia disminuye a medida que la central local tiene mayor número de líneas.
- Como objetivo de diseño de la red se estima que para el sistema rural el tráfico interurbano total sería de 0.05 erlang por abonado.

Se obtuvo la ecuación (3.14) que relaciona el tráfico telefónico con la demanda existente:

$$d = F + \frac{M - F}{1 + aY^b} \quad (8) \quad (3.14)$$

en donde:

d : tráfico interurbano en erlang por cada 100 abonados.

Y : número de abonados.

M : valor máximo del tráfico interurbano para 100 - abonados = 5,313.

F : valor mínimo del tráfico interurbano para 100 - abonados = 0.2.

a : 0.000200956

b : 1.235322103

Donde:

a y b son constantes que resultan de aplicar un proceso de regresión en que $r^2 = 0.97$ (correlación).

Los resultados del cálculo se muestran en la tabla XV .

3.5. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS

Una vez conocido o estimado el tráfico a ser cursado - por un grupo de órganos, hay que establecer una relación entre ese tráfico, la cantidad de órganos necesarios para cursarlo y la probabilidad de que una llamada se pierda en las condiciones habidas.

Para el dimensionamiento del equipo es necesario establecer un valor admisible de pérdida (grado de servicio).

El grado de servicio global para una conexión a larga distancia podrían asumirse entre 0.06 y 0.07, sin que el abonado experimente dificultades. Pese a esto, generalmente se prevén valores inferiores por razones de seguridad, por ejemplo 0.01.

La función que relaciona el tráfico, la cantidad de órganos y la probabilidad de pérdida fue desarrollada por A.K. Erlang, basándose en tres premisas principales:

1. Número infinito de fuentes de tráfico.
2. Aparición de llamadas según la ley de Poisson.

3. Duración de llamadas según la ley exponencial negativa.

La ecuación se escribe:

$$E_N(d) = \frac{\frac{d^N}{N!}}{1 + d + \frac{d^2}{2} + \dots + \frac{d^N}{N!}} \quad (3.15)$$

Donde:

N : número de circuitos

d : tráfico ofrecido

$E_N(d)$: probabilidad pérdida con N y d.

Para cálculos, sobre todo utilizando el computador, se desarrolla a partir de la fórmula original, el método recursivo que es:

$$E_N(d) = \frac{d E_{N-1}(d)}{N + d E_{N-1}(d)} \quad (3.16)$$

Para $E_0(d) = 1$

Obteniéndose al final el valor N deseado.

Los valores del número de circuitos se encuentran tabulados en tablas de Erlang, para una probabilidad de pérdida determinada. Para una probabilidad de pérdida de 0.01 se muestra en la tabla XIV.

En la tabla XV, se muestran los resultados del cálculo para cada población de la provincia del Guayas.

TABLA XV

TRAFICO TOTAL Y NUMERO DE CIRCUITOS		
LOCALIDAD	TRAFICO TOTAL	Nº CIRCUITOS
Guayaquil	731.252	759
Balao	10.544	19
Chongón	1.831	6
Eloy Alfaro	45.519	59
J. Gómez Rendón	7.067	14
El Morro	1.418	6
Playas	31.924	44
Posorja	26.528	38
Puná	11.034	19
Tenguel	10.582	19
Balzar	35.291	48
Colimes	9.291	17

sigue.....

viene...Tabla XV

Velasco Ibarra	35.584	48
Guayas	0.477	4
Daule	38.546	51
Isidro Ayora	10.468	19
Juan B. Aguirre	0.424	3
Los Lojas	0.424	3
L. de Sargentillo	13.466	22
Palestina	9.611	17
Pedro Carbo	21.016	31
Piedrahita	1.159	5
Santa Lucía	12.019	20
Milagro	52.795	67
Chobo	0.106	2
General Elizalde	16.584	26
Mariscal Sucre	0.373	3
Roberto Astudillo	0.530	4
Samborondón	18.660	29
Tarifa	0.212	3
Naranjal	26.325	37
Jesús María	0.477	4
San Carlos	5.860	12
Sta. Rosa de F.	1.315	5
Taura	0.582	4
Naranjito	28.682	40
Salinas	42.071	55

sigue.....

viene...Tabla XV..

Anconcito	17.669	27
La Libertad	43.297	56
J.L.Tamayo	1.470	6
El Salitre	13.959	23
General Vernaza	0.530	4
La Victoria	0.424	3
Santa Elena	3.783	10
Atahualpa	0.845	4
Colonche	0.424	3
Chanduy	0.582	4
Manglaralto	3.685	9
Julio Moreno	0.530	4
Yaguachi Nuevo	20.679	31
Baquerizo Moreno	1.107	5
L. de Garaicoa	0.477	4
M. Maridueña	19.728	30
El Triunfo	29.910	42
P.J. Montero	0.530	4
Simón Bolívar	1.107	5
Yaguachi Viejo	0.318	3
Pascuales	36.073	48

TABLA N° XIV

CIRCUITOS EN FUNCION DE ERLANGS

PROBABILIDAD DE PERDIDA: 0.01

Circuitos	Erlangs	Circuitos	Erlangs	Circuitos	Erlangs	Circuitos	Erlangs	Circuitos	Erlangs
1	0.0101	24	15.3	47	35.2	70	56.1	140	122.0
2	0.153	25	16.1	48	36.1	72	58.0	146	127.7
3	0.455	26	17.0	49	37.0	74	59.8	150	131.6
4	0.869	27	17.8	50	37.9	76	61.7	152	133.5
5	1.36	28	18.6	51	38.8	78	63.5	156	137.3
6	1.91	29	19.5	52	39.7	80	65.4	160	141.2
7	2.50	30	20.3	53	40.6	82	67.2	166	146.9
8	3.13	31	21.2	54	41.5	84	69.1	170	150.8
9	3.78	32	22.0	55	42.4	86	70.9	176	156.6
10	4.46	33	22.9	56	43.3	88	72.8	180	160.4
11	5.16	34	23.8	57	44.2	90	74.7	186	166.2
12	5.88	35	24.6	58	45.1	92	76.6	190	170.1
13	6.61	36	25.5	59	46.0	94	78.4	196	175.9
14	7.35	37	26.4	60	46.9	96	80.3	200	179.7
15	8.11	38	27.3	61	47.9	98	82.2	206	185.5
16	8.88	39	28.1	62	48.8	100	84.1	210	189.4
17	9.65	40	29.0	63	49.7	106	89.7	216	195.2
18	10.4	41	29.9	64	50.6	110	93.5	220	199.1
19	11.4	42	30.8	65	51.5	116	92.2	226	204.9
20	12.2	43	31.7	66	52.4	120	103.0	230	208.8
21	12.8	44	32.5	67	53.4	126	108.7	236	214.7
22	13.7	45	33.4	68	54.3	130	112.5	240	218.6
23	14.5	46	34.3	69	55.2	136	118.2	246	224.4

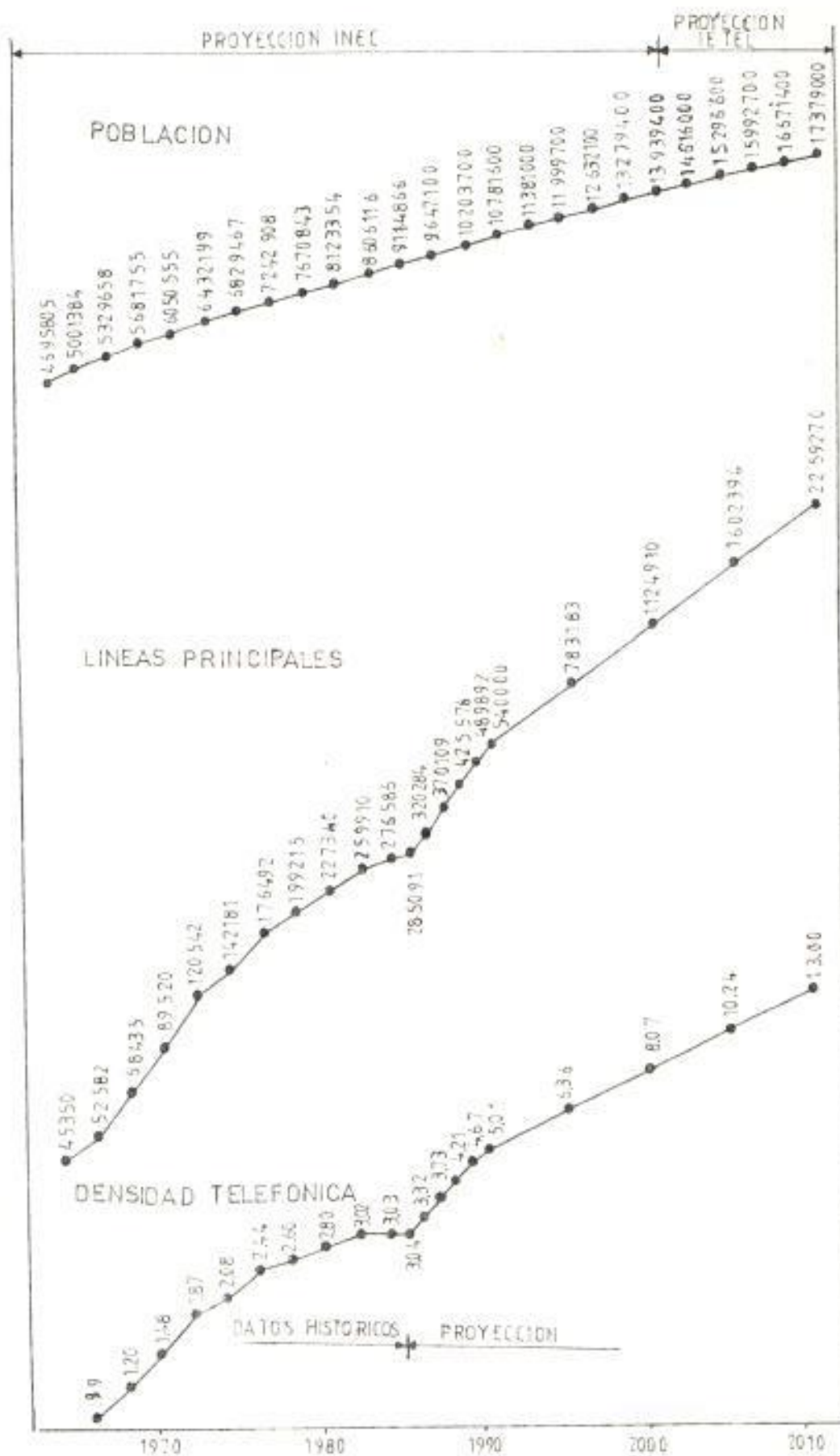


Figura N°3.1.-Proyección de la demanda a nivel nacional (5)

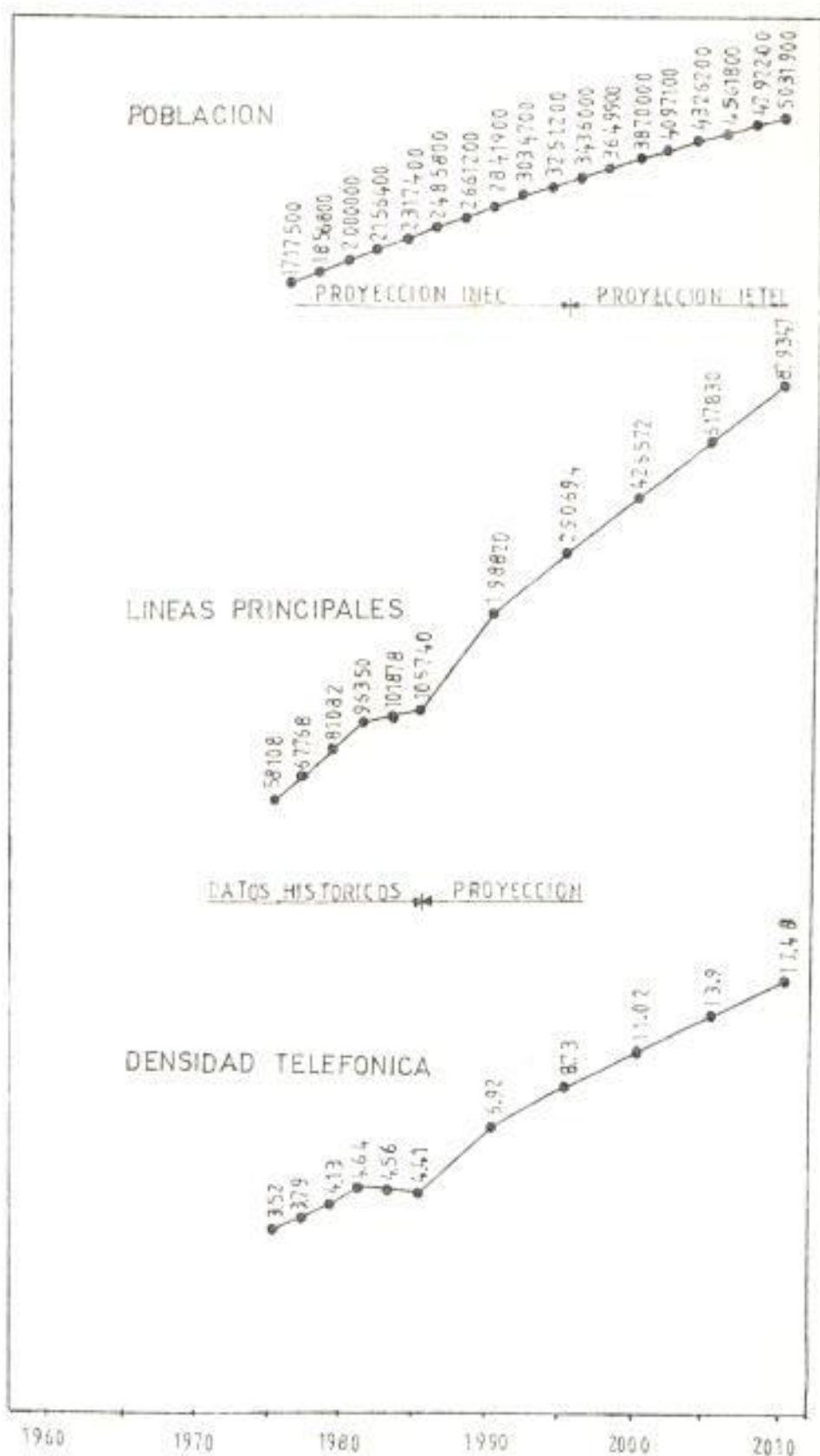


Figura N°3.2.- Proyección de la demanda a nivel de la provincia del Guayas.- (5)

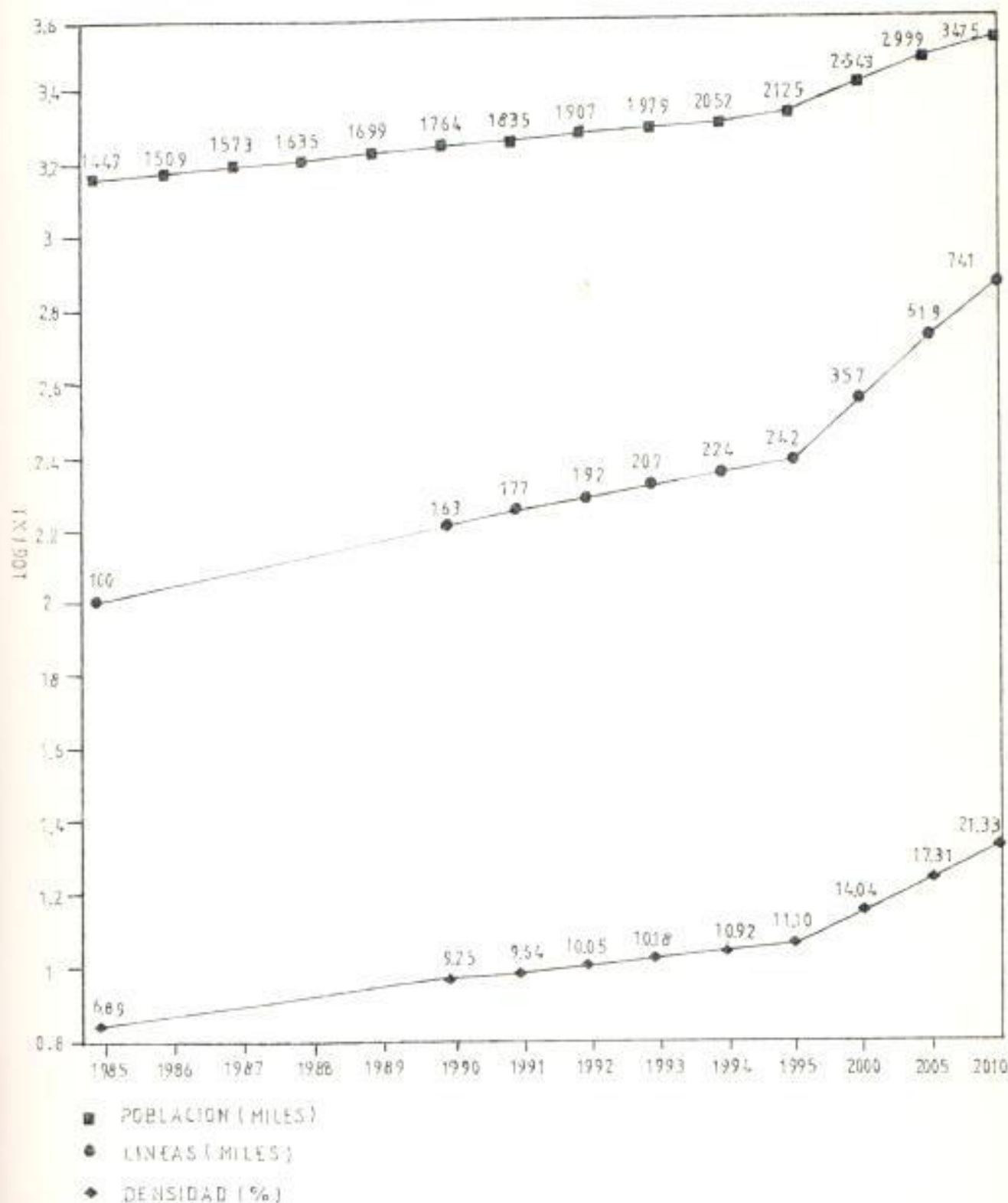


Figura Nº 3.3. Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal : Guayaquil.-(7)

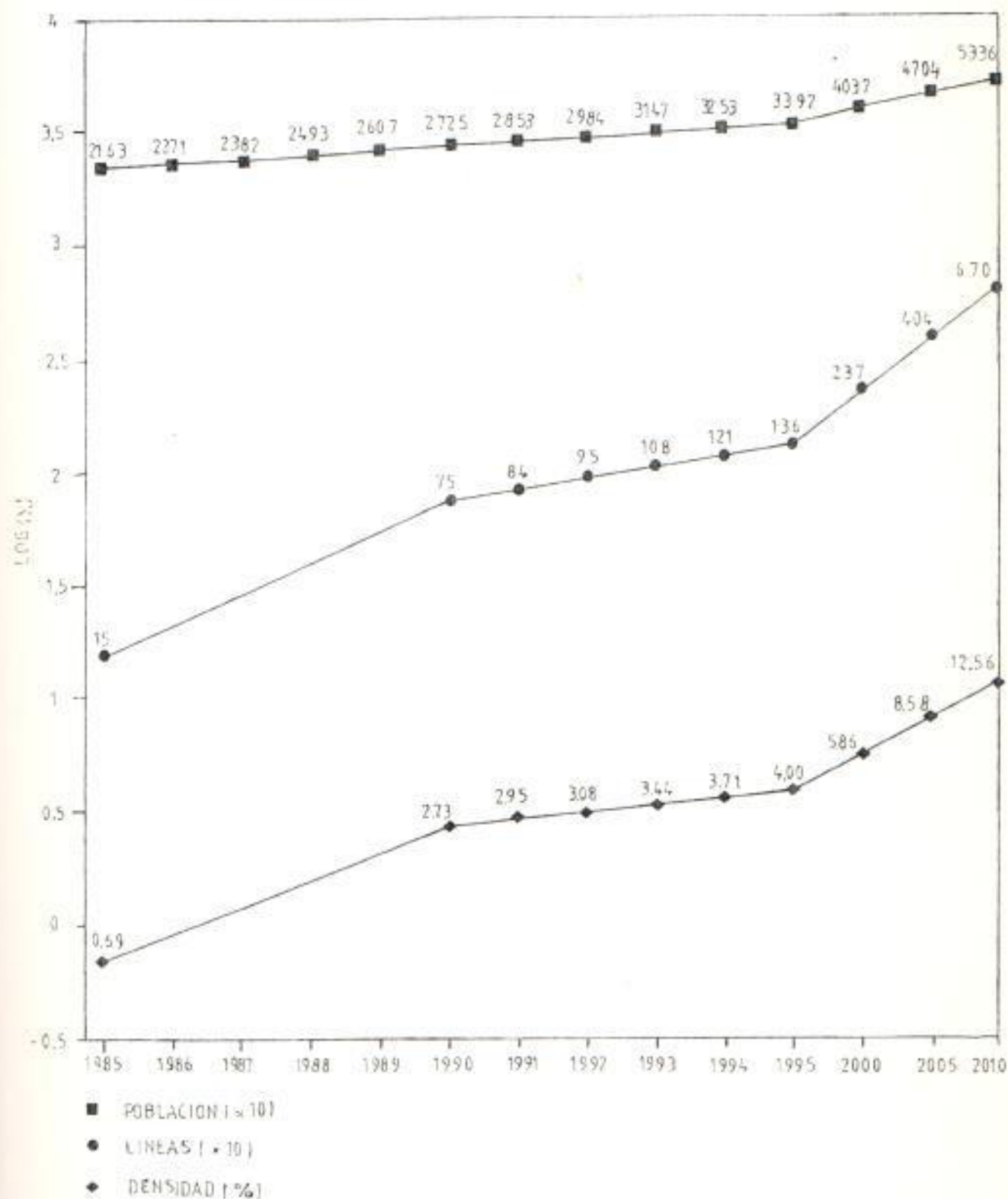


Figura N° 3.4.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Balzar.- (7)

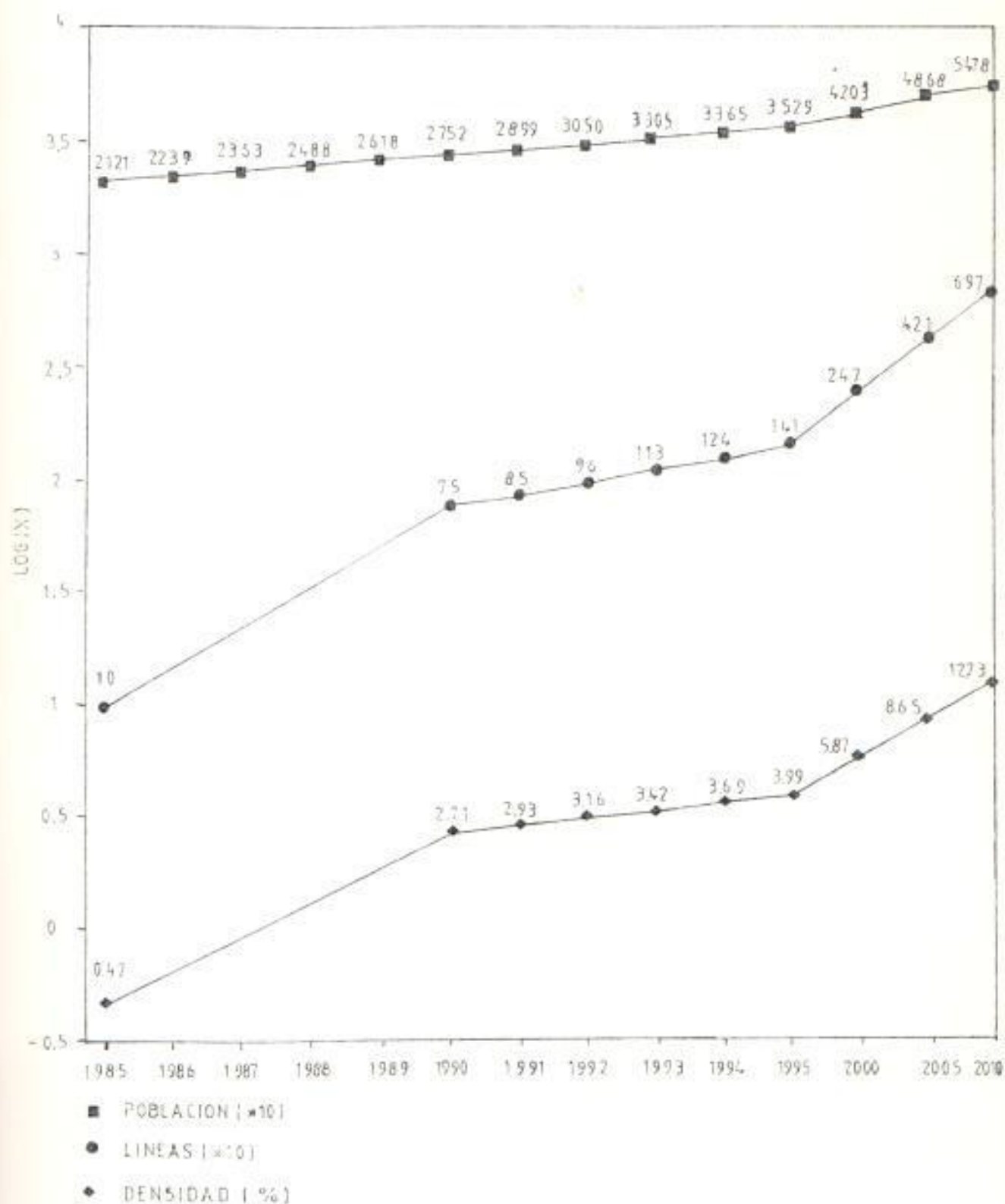


Figura N° 3.5.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal : Velasco Ibarra.- (7)

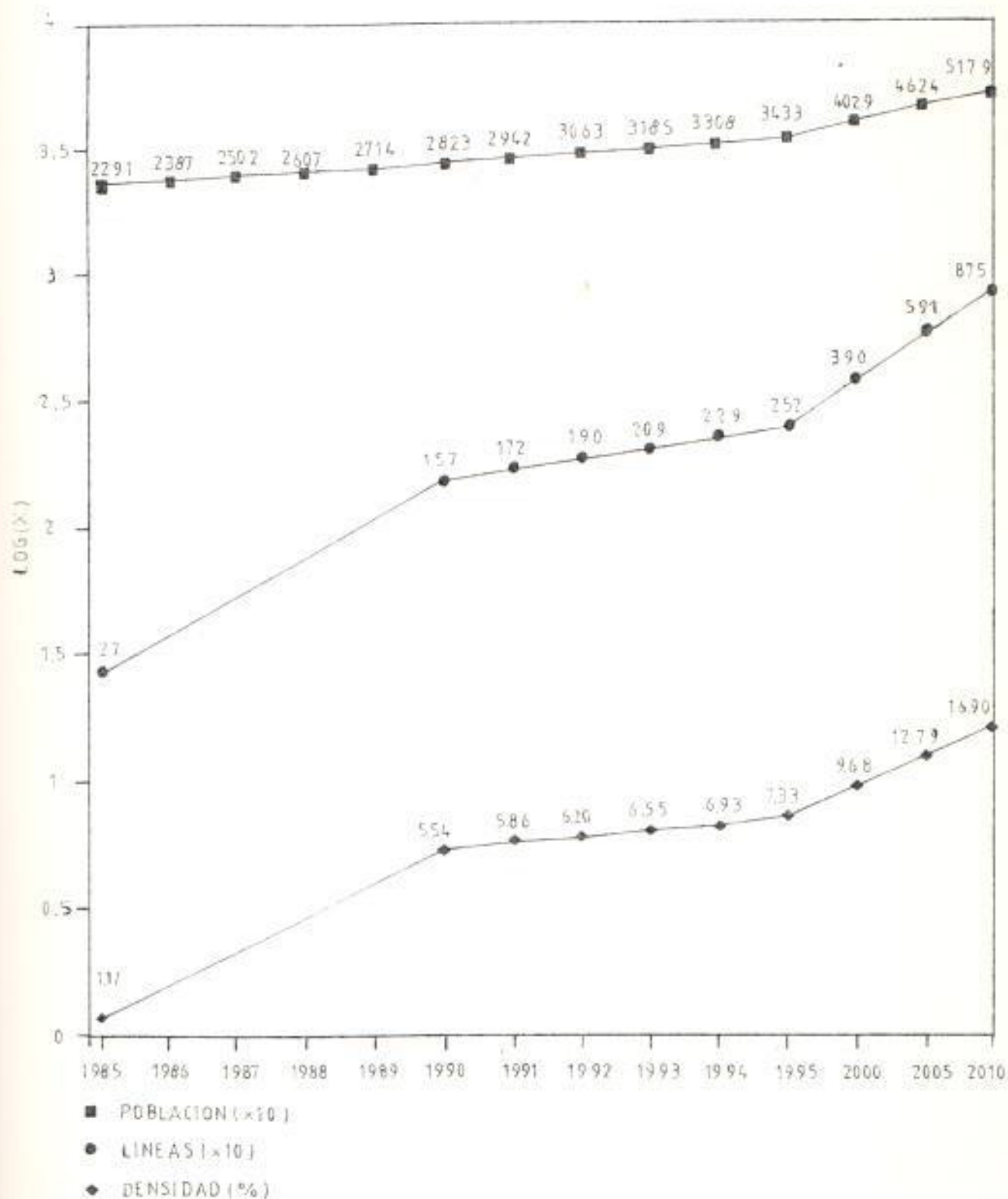


Figura N° 3.6.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Daule.- (7)

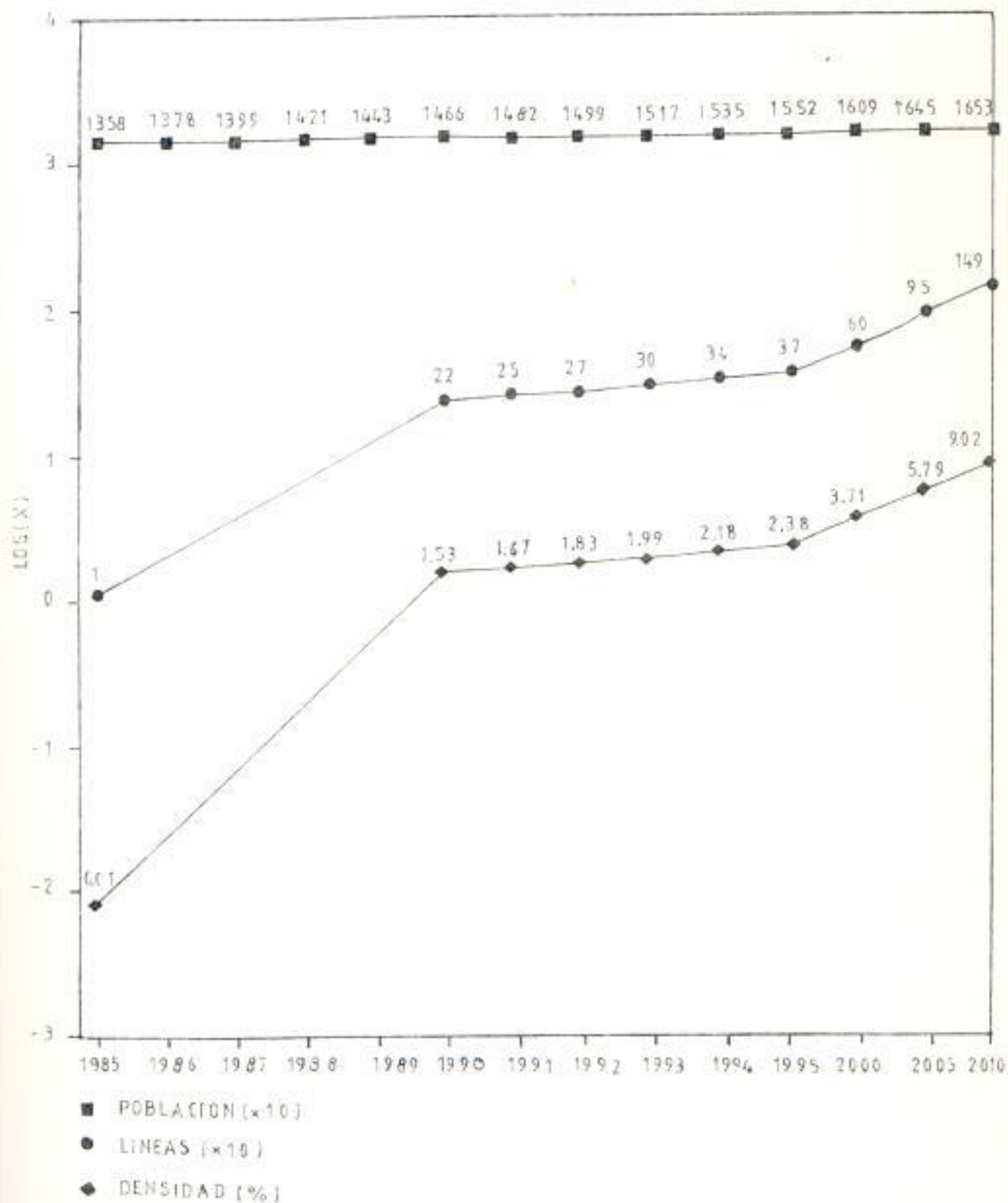


Figura N° 3.7.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal ; Pedro Carbo.- (7)

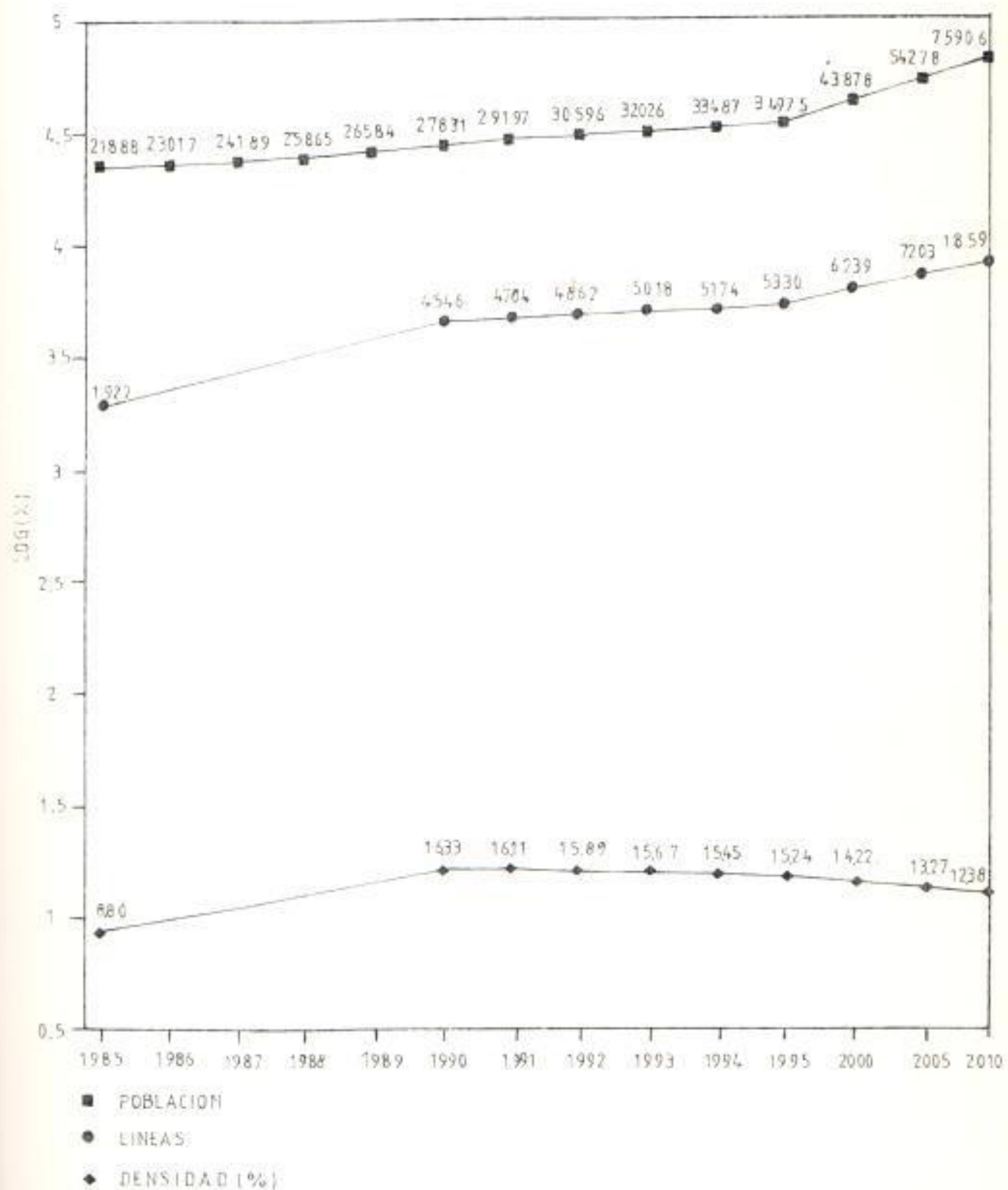


Figura N° 3.8.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal : Salinas.- (7)

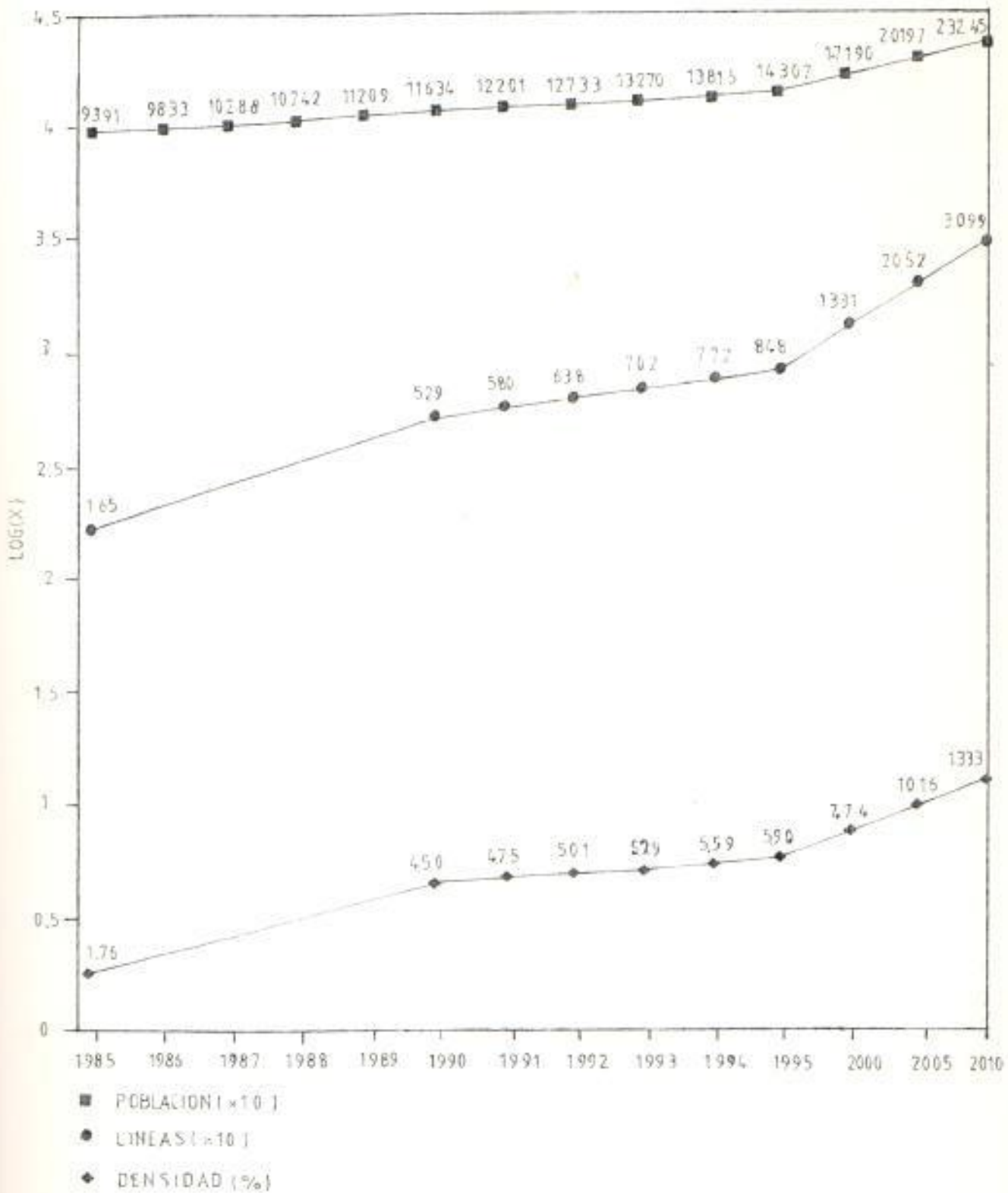


Figura N° 3.9.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal Milagro.- (7)

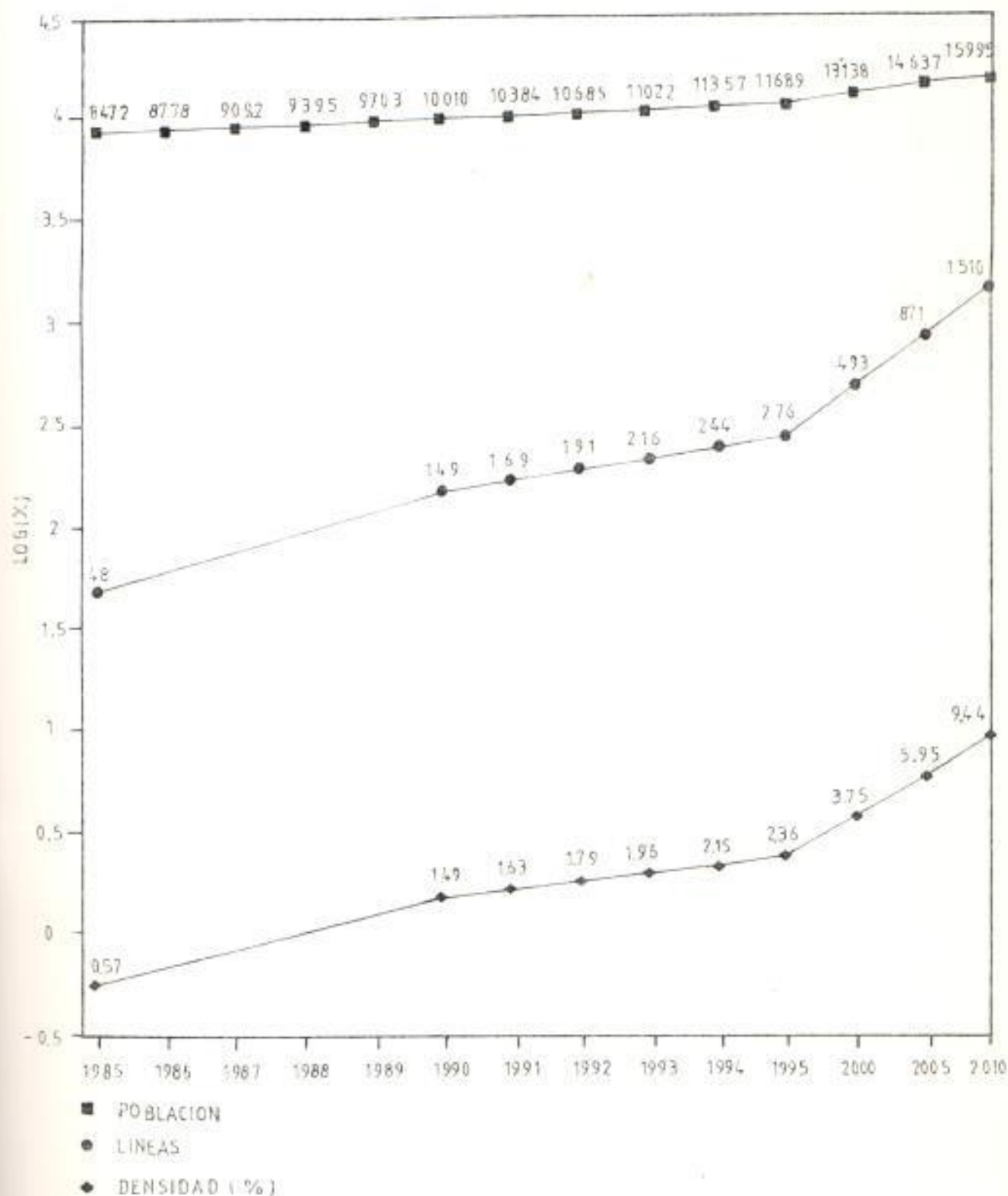


Figura Nº 3.10.-Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Samborombón.- (7)

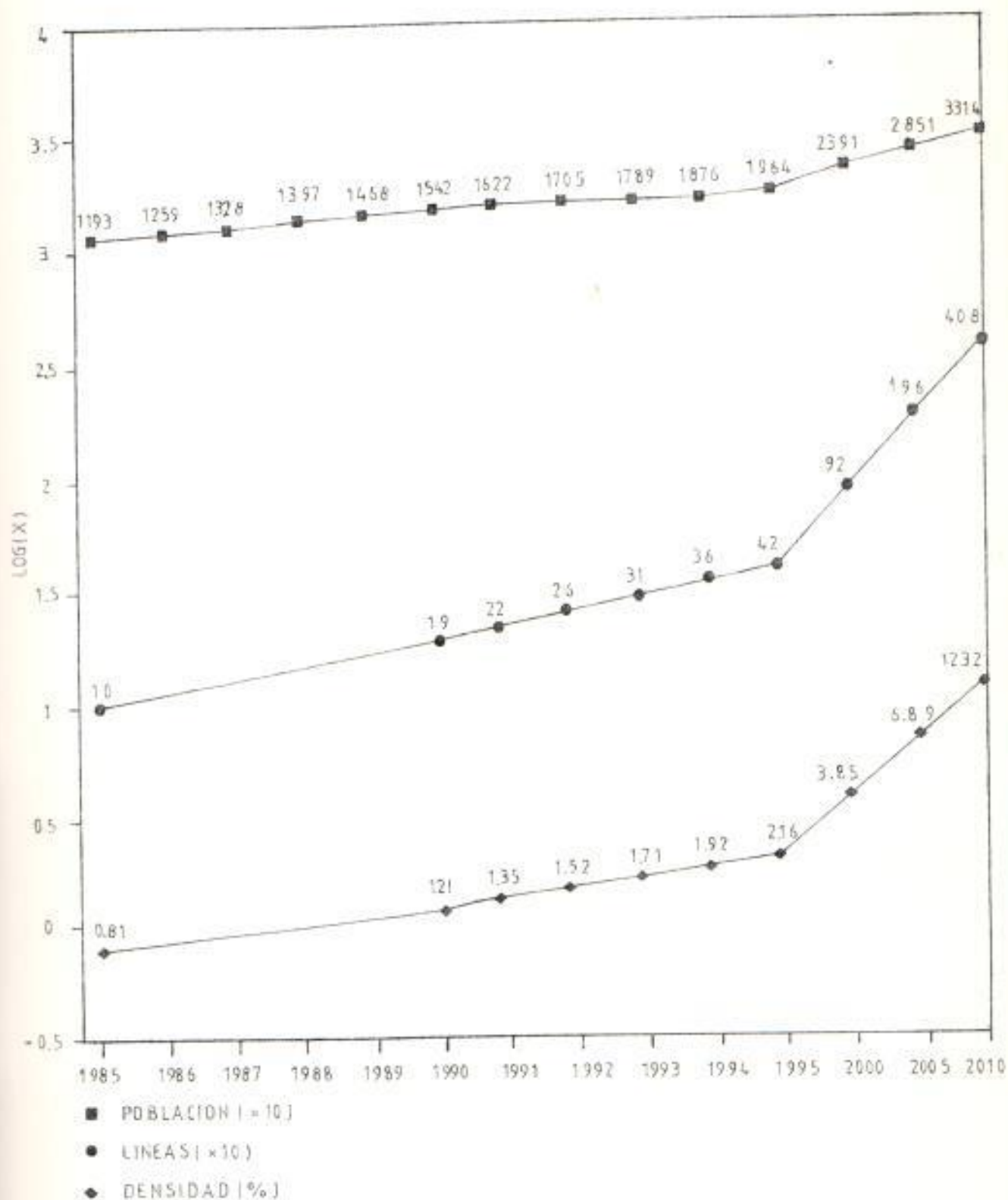


Figura Nº 3.11.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Naranjal.- (7)

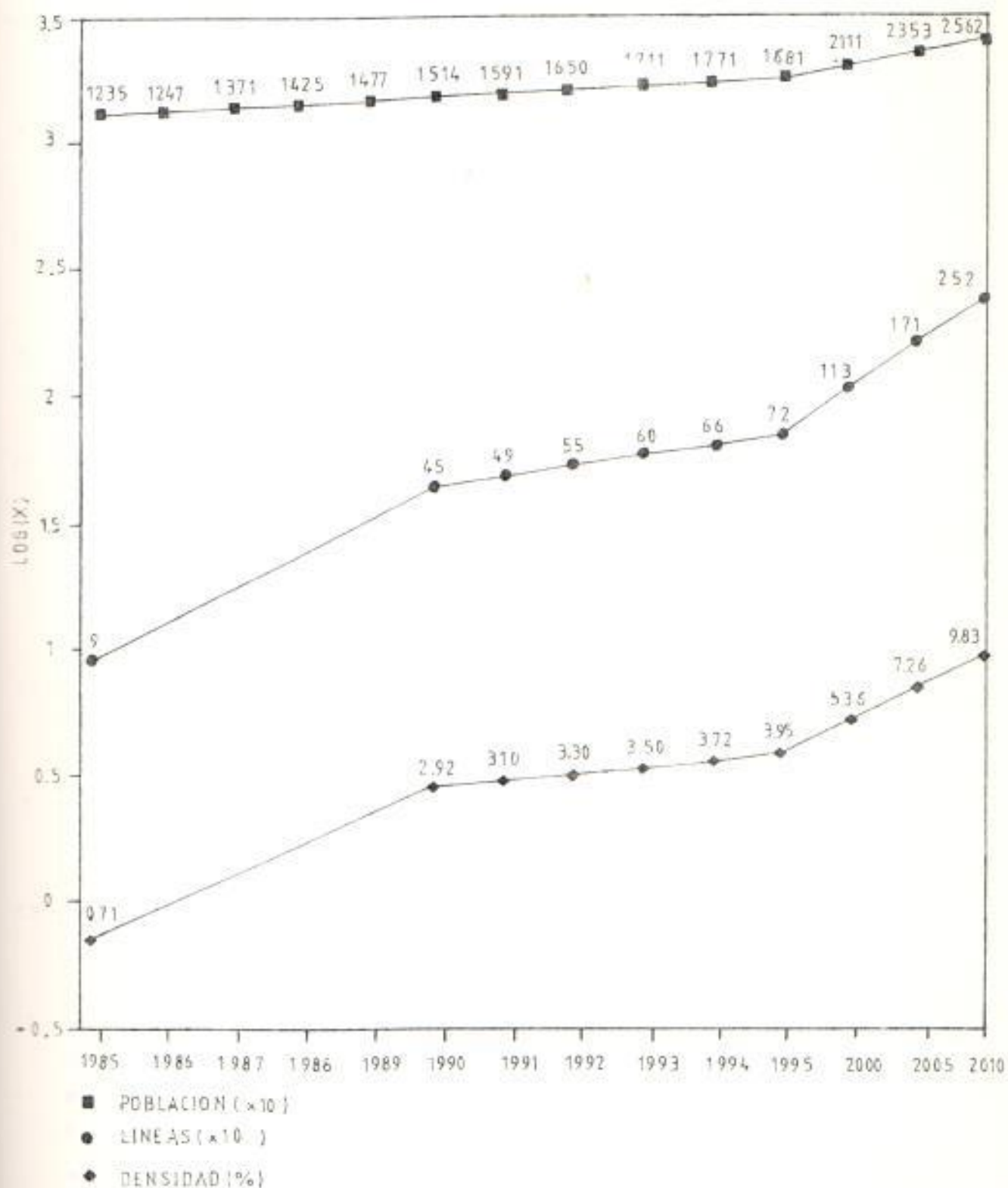


Figura N° 3.12.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Naranjito.- (7)

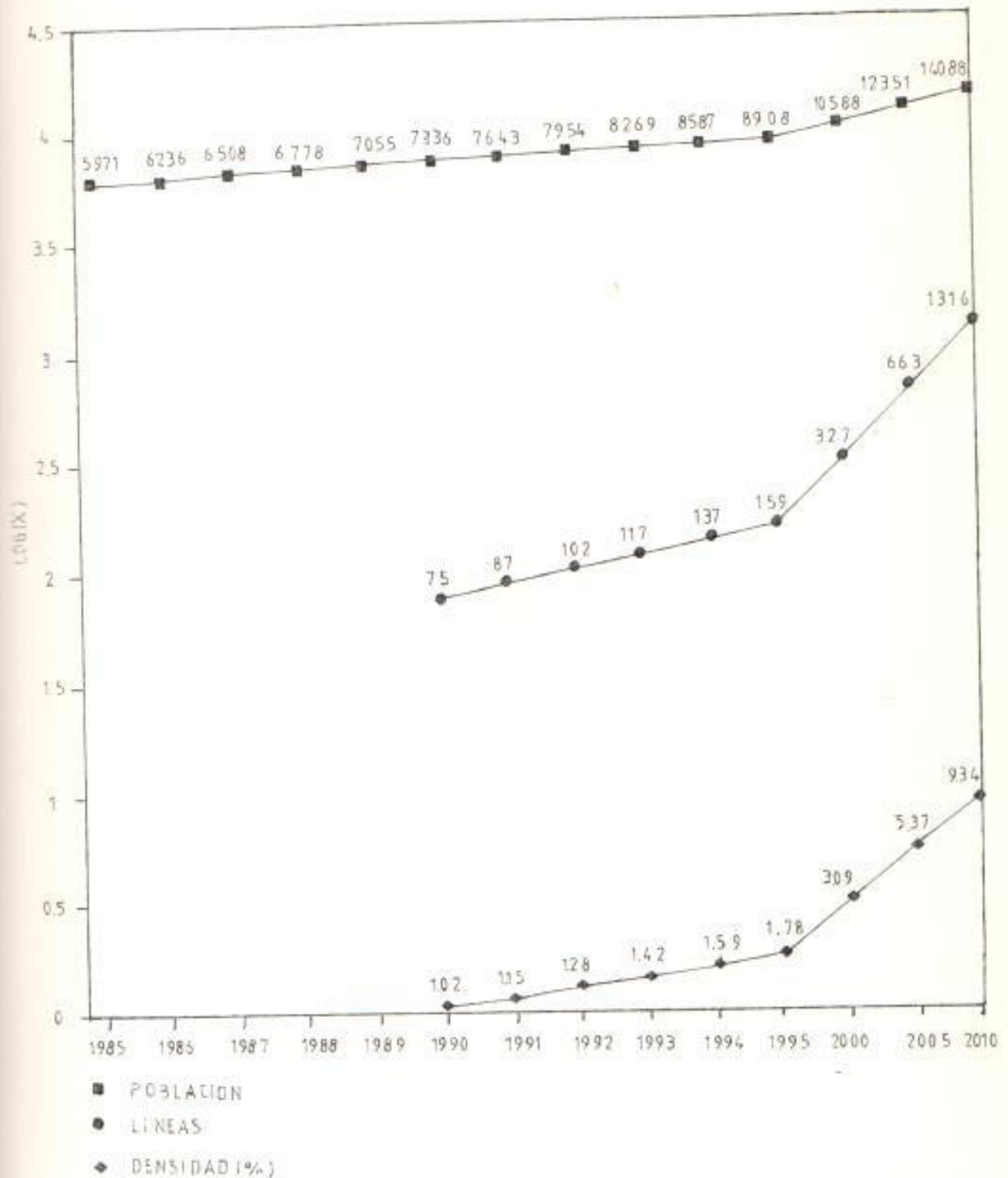


Figura Nº 3.13.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: El Salitre.- (7)

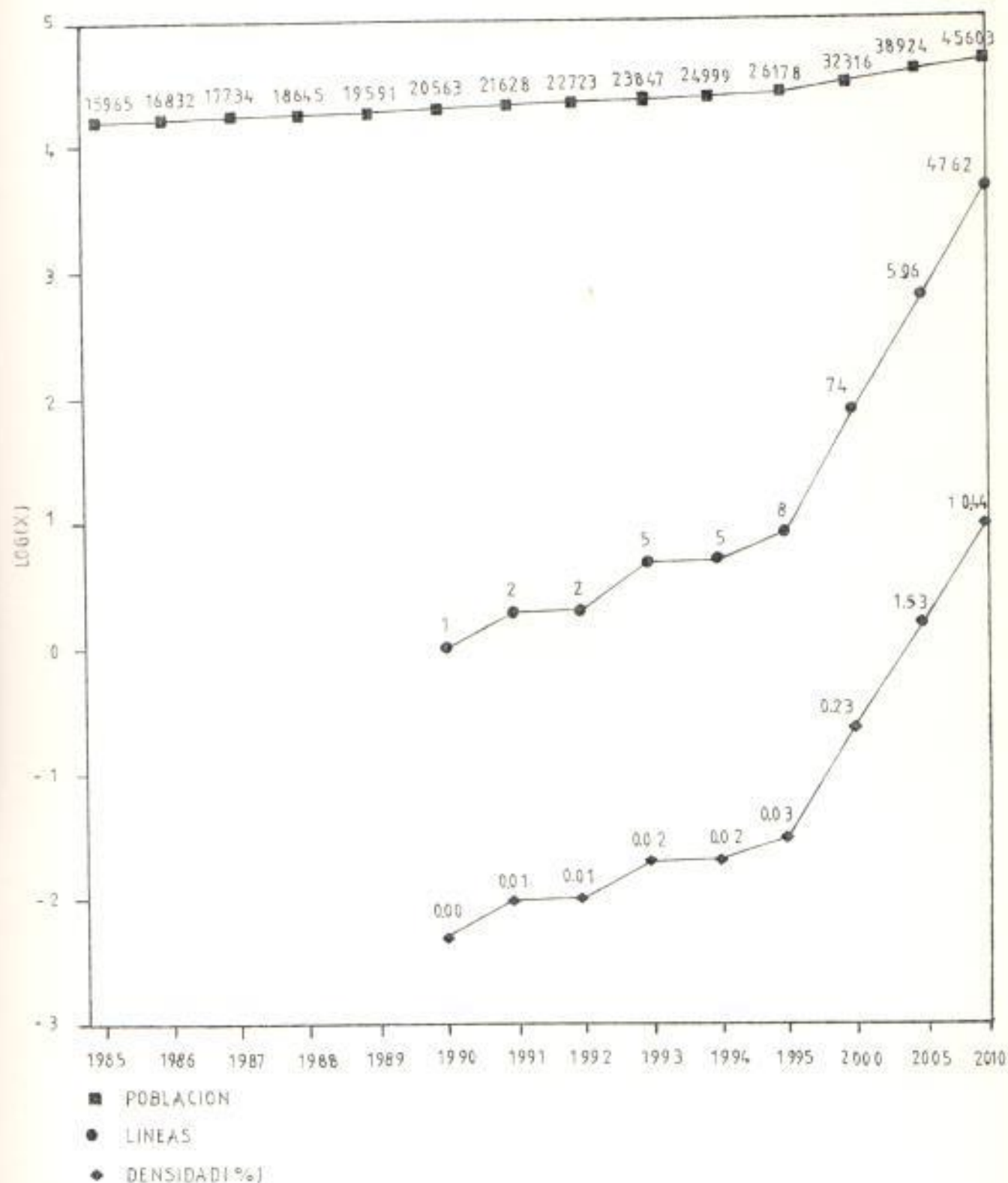


Figura N° 3.14.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Santa Elena.- (7)

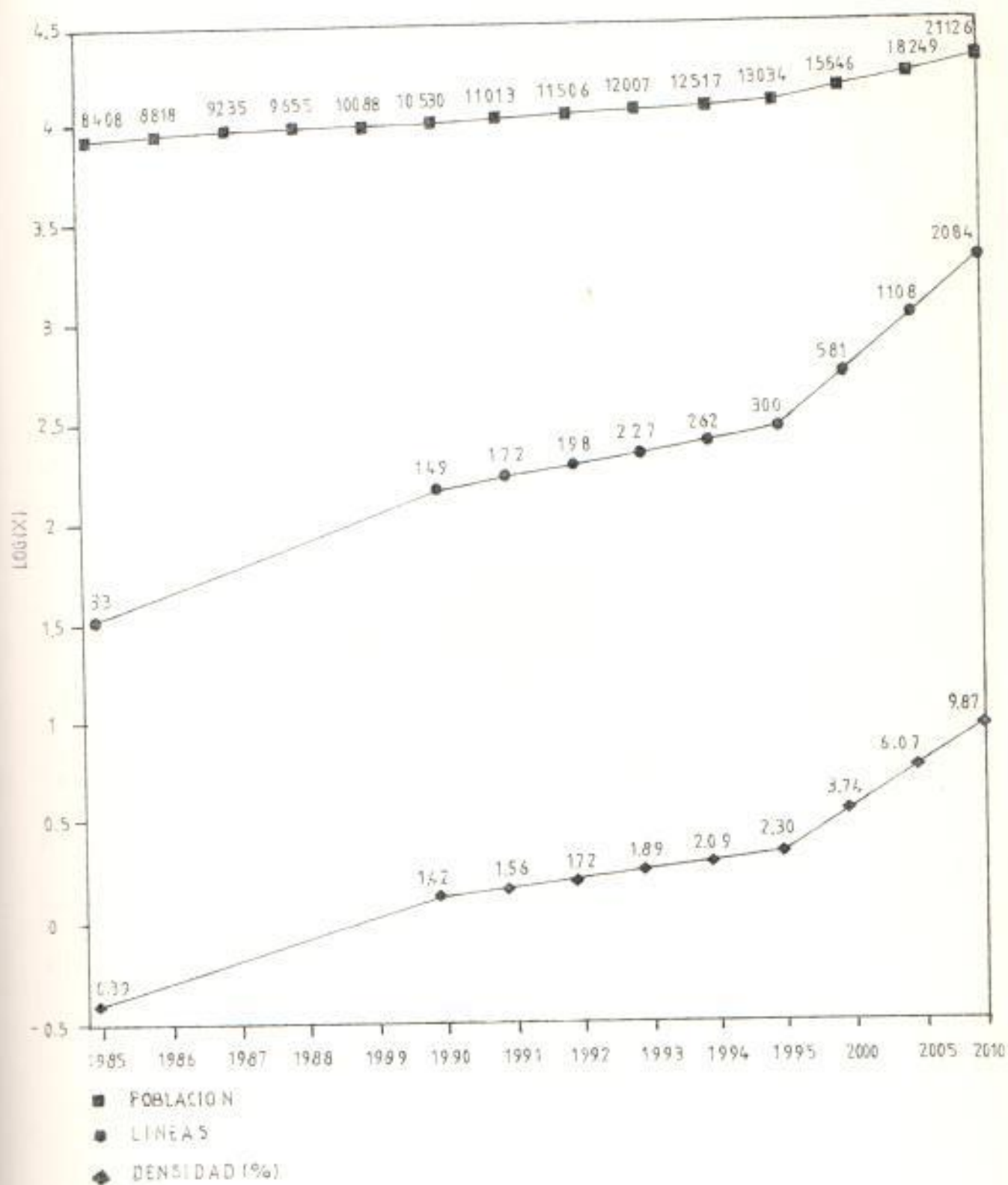


Figura Nº 3.15.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal: Yaguachi Nuevo.- (7)

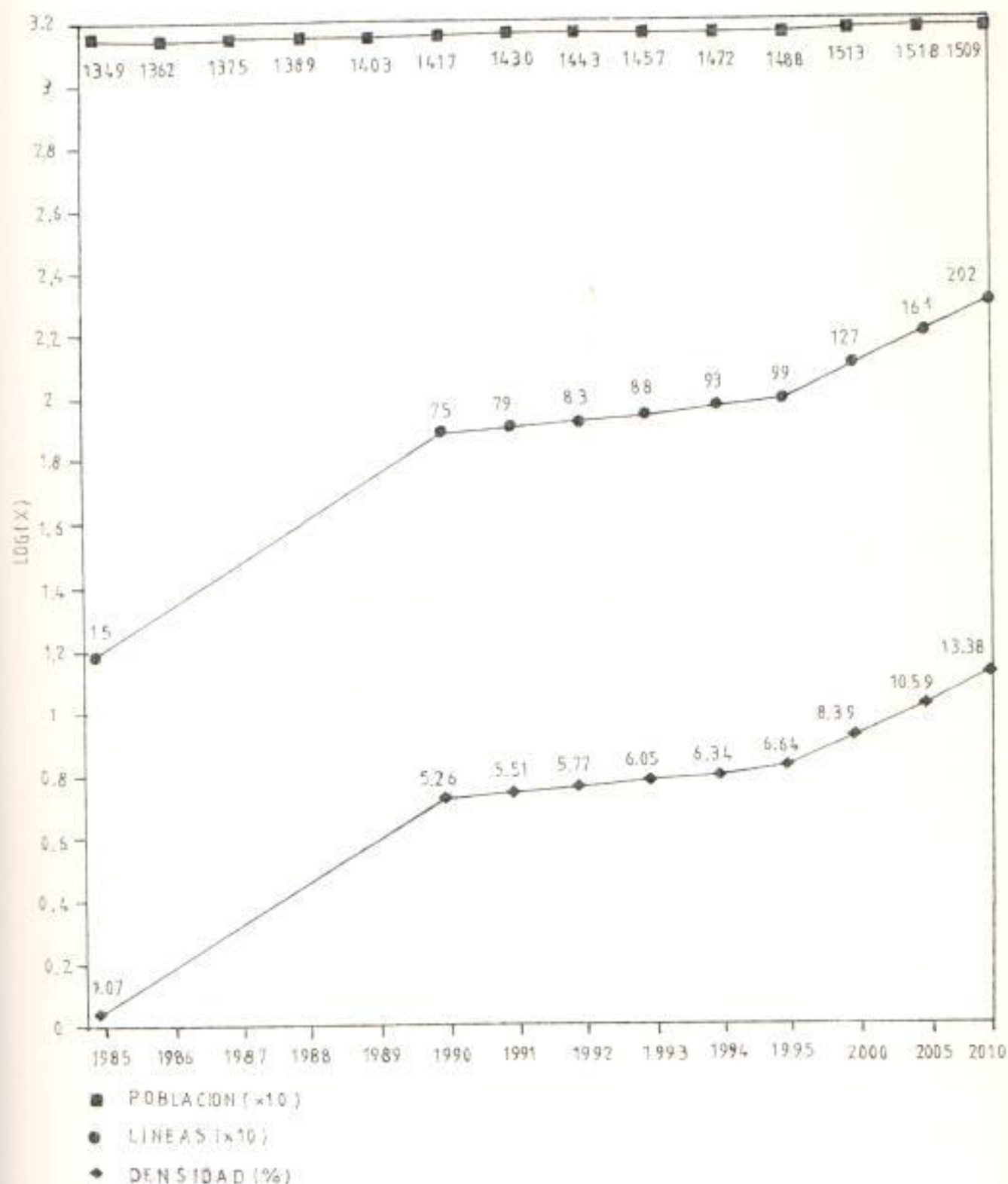


Figura N° 3.16.- Proyección de la demanda concentrada para la cabecera cantonal : El Triunfo.- [7]

C A P Í T U L O I V

DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

4.1. DISEÑO DE LA RED Y DIVISION POR ZONAS

4.1.1. Consideraciones generales

Las zonas rurales están caracterizadas por su baja densidad de tráfico. Tomando la estructura jerárquica que actualmente posee nuestro país, el tráfico telefónico será encaminado o enrutado hacia el centro primario que es Guayaquil.

La forma de la red será del tipo "árbol" teniendo sus nodos en las estaciones repetidoras.

El modelo de redes rurales, indican una estructura de red rural asociada a una zona determinada, con inclusión de:

1. La interconexión con la red nacional ; y,

2: La disposición topológica de los enlaces - que interconectan a los distintos abonados con el punto o los puntos en que la red rural se conecta con la red telefónica nacional.

Es evidente que una red rural, no es más que una parte de la red telefónica nacional, en cuya estructura general debe integrarse.

En las figuras N° 4.1. y 4.2., se muestra lo que puede considerarse como extensión de la red rural referida a la red nacional.

Por punto de distribución o convergencia se entiende un punto real en la zona rural donde convergen todos los enlaces correspondientes a los abonados de una misma zona.

No existe punto de convergencia cuando los enlaces de abonado convergen directamente en la central local.

Los sistemas de transmisión a utilizarse en el presente estudio son:

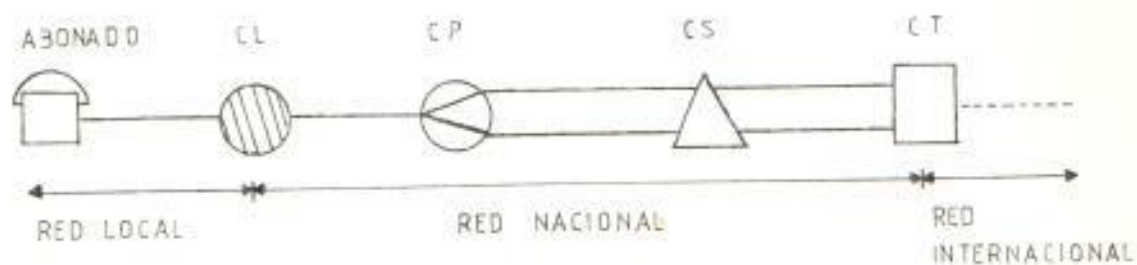


FIGURA N° 4.1. RED LOCAL, NACIONAL E INTERNACIONAL.

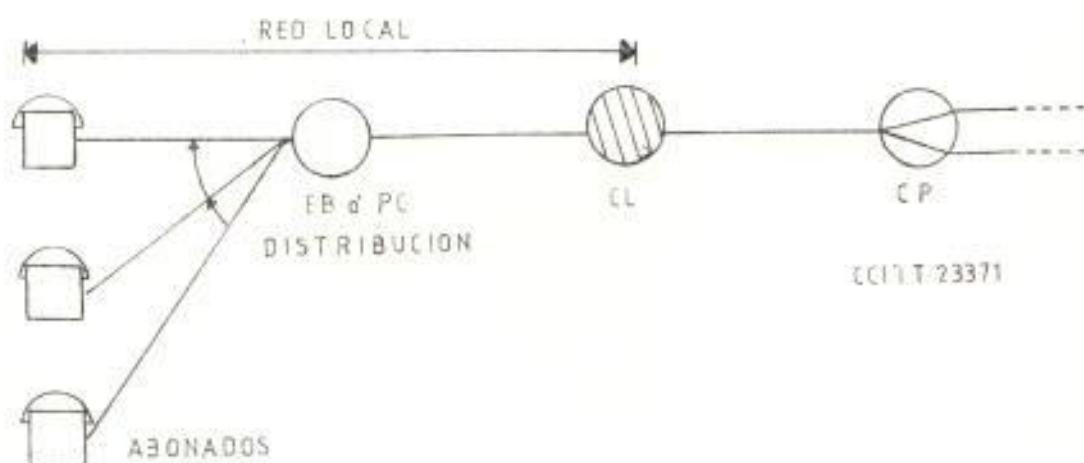
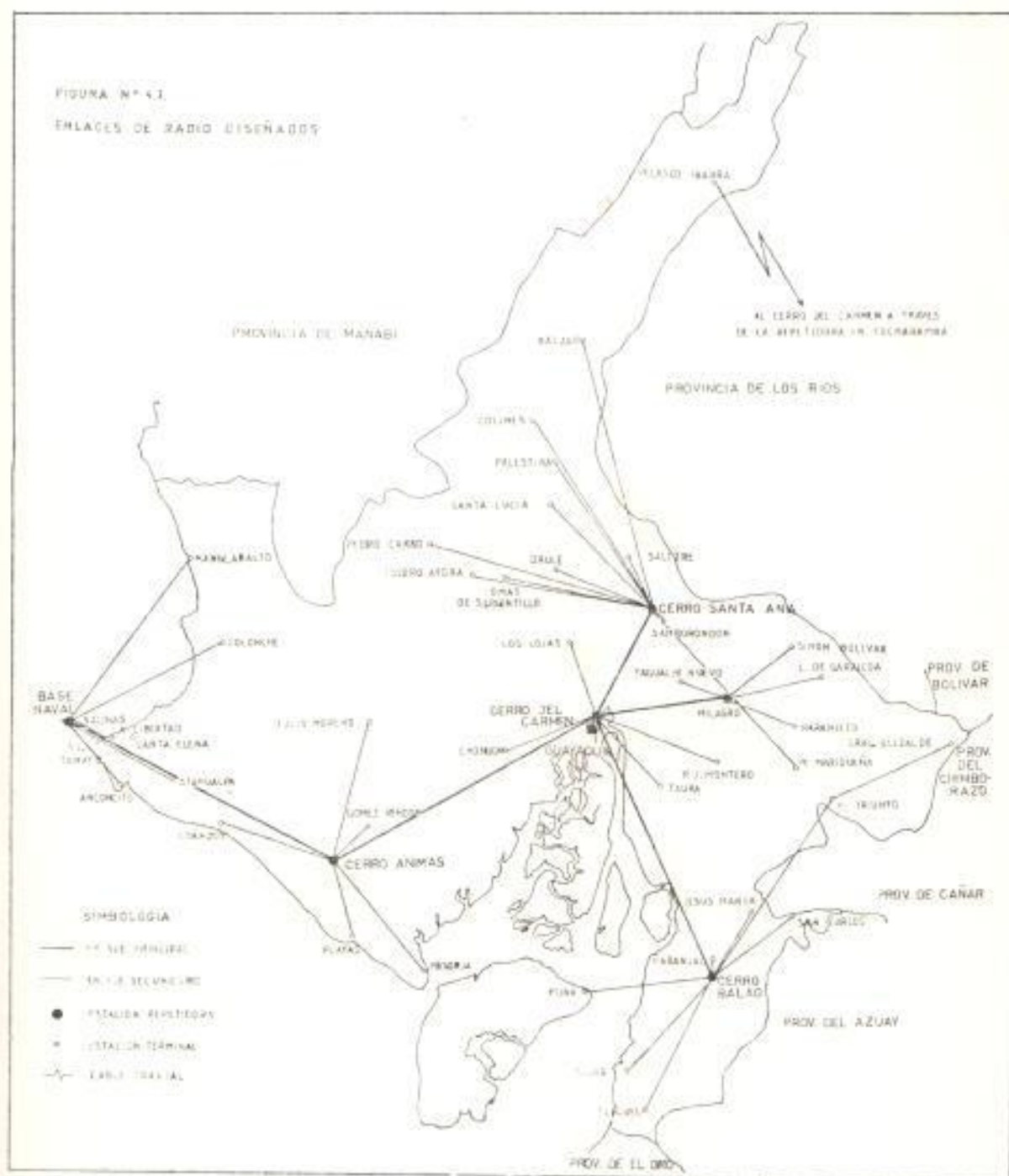


FIGURA N° 4.2. ESTRUCTURA GENERAL DE UNA RED RURAL

DONDE: CL CENTRAL LOCAL
 CP CENTRO PRIMARIO
 CS CENTRO SECUNDARIO
 CT CENTRO TERCIARIO
 EB ESTACION BASE
 PC PUNTO DE CONVERGENCIA

FIGURA N° 41.
EMPLACES DE RADIO DISEÑADOS



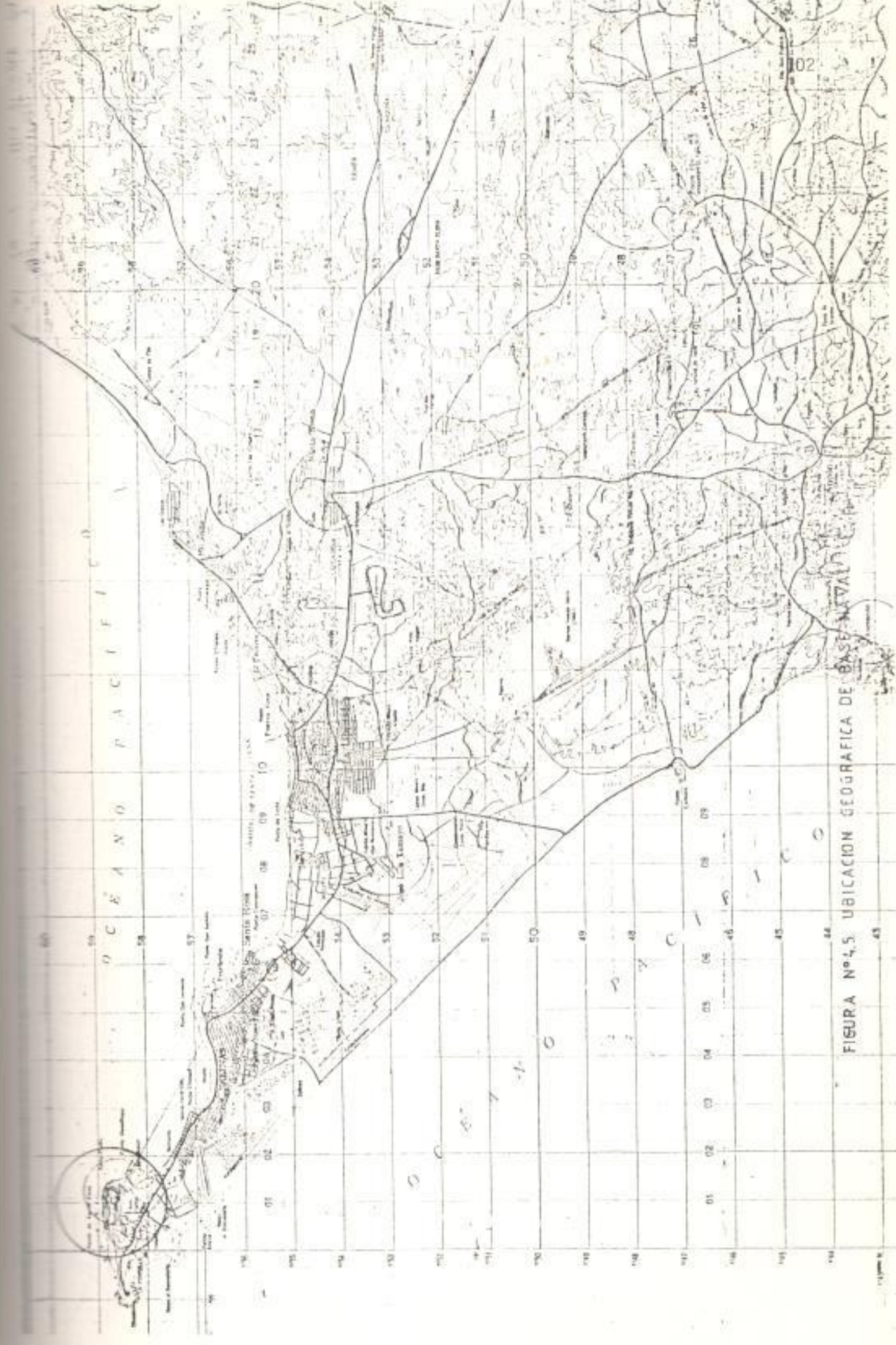


FIGURA Nº 4.5 UBICACION GEOGRAFICA DE BASE NEVAL

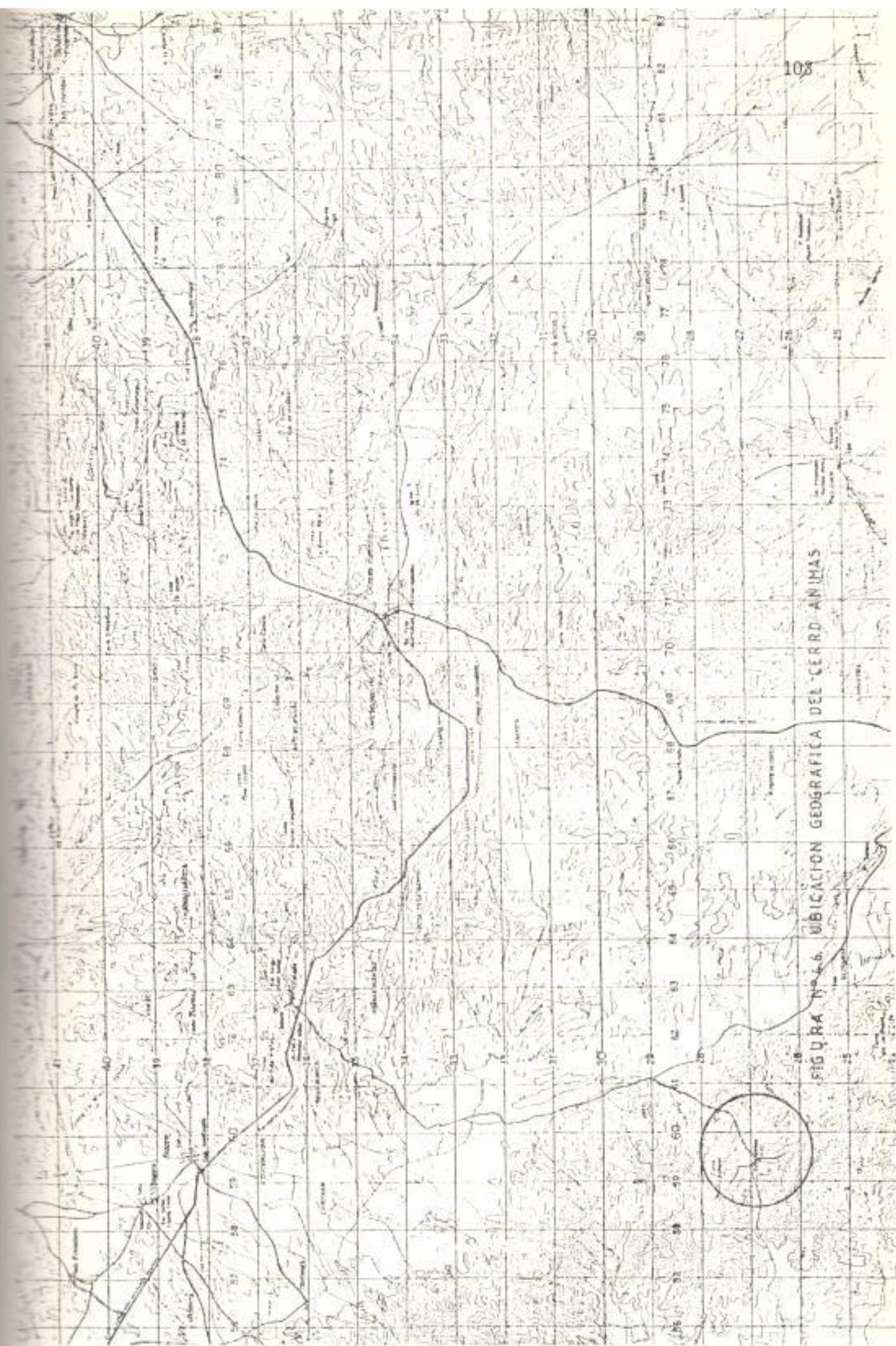


FIGURA No. 16. UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRDO ANIMAS

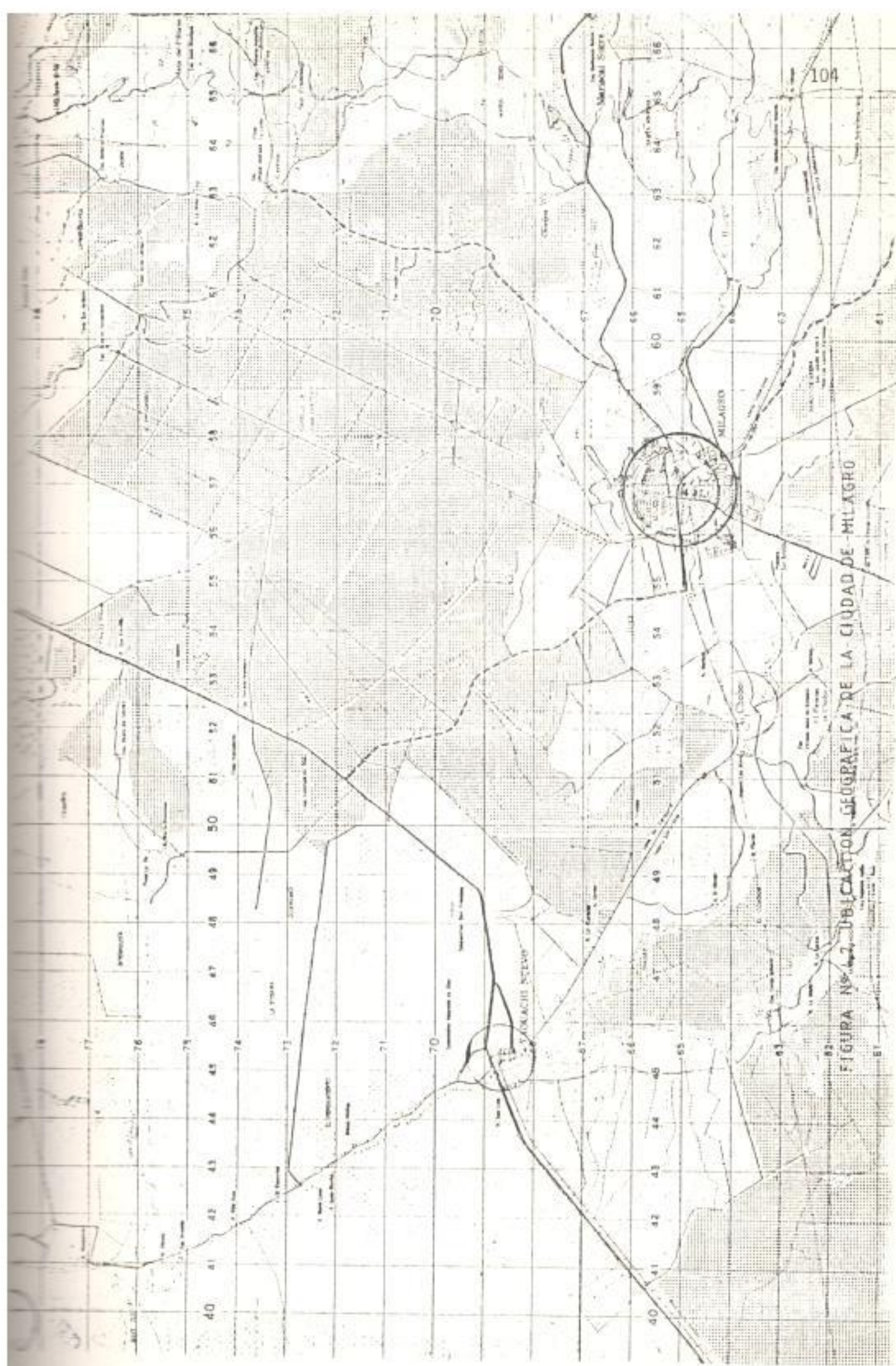


FIGURA N.º 2. UBICACION GEOGRAFICA DE LA CIUDAD DE MILAGRO

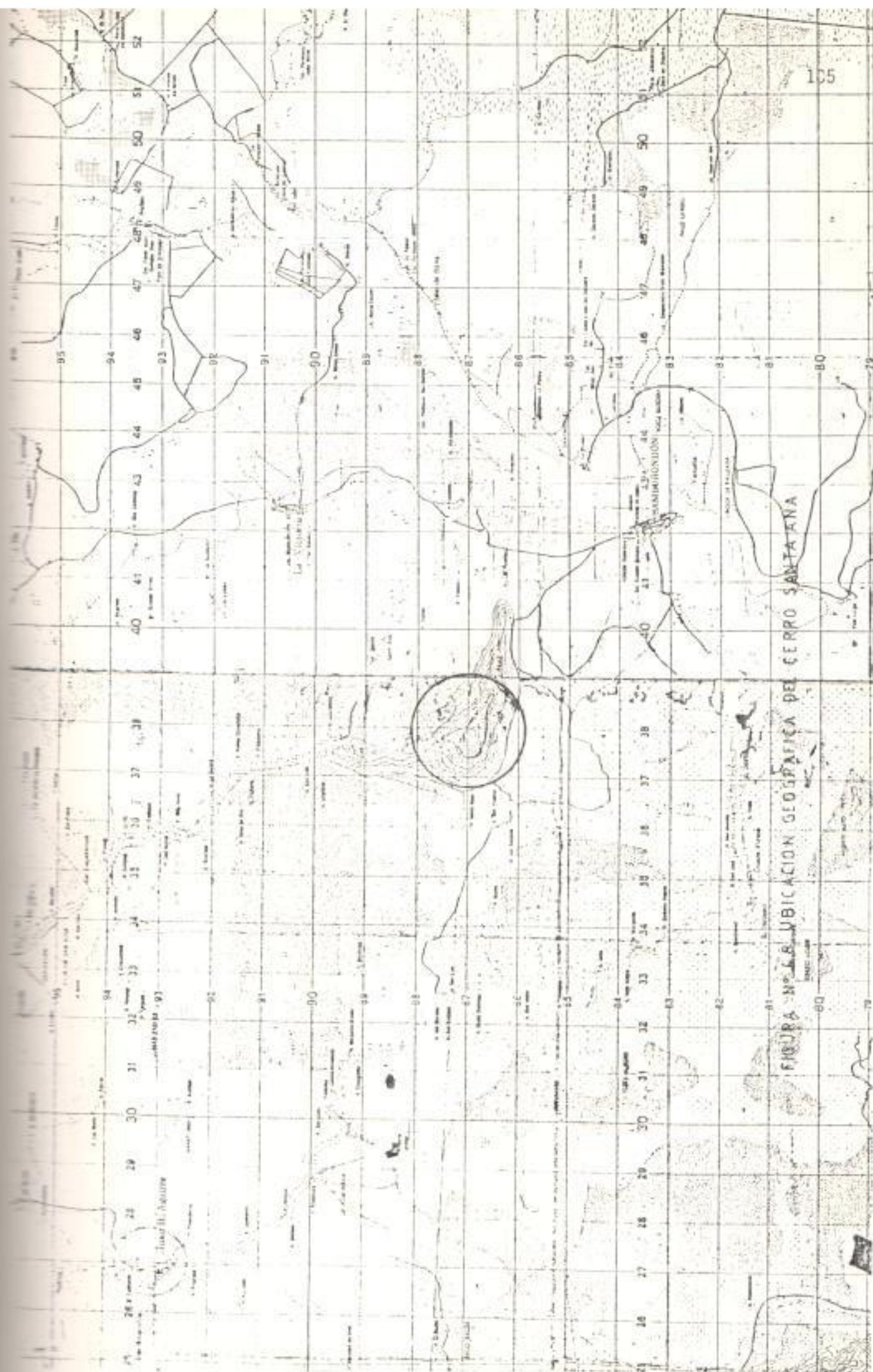


FIGURA N° 1.8. UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO SANTA ANA

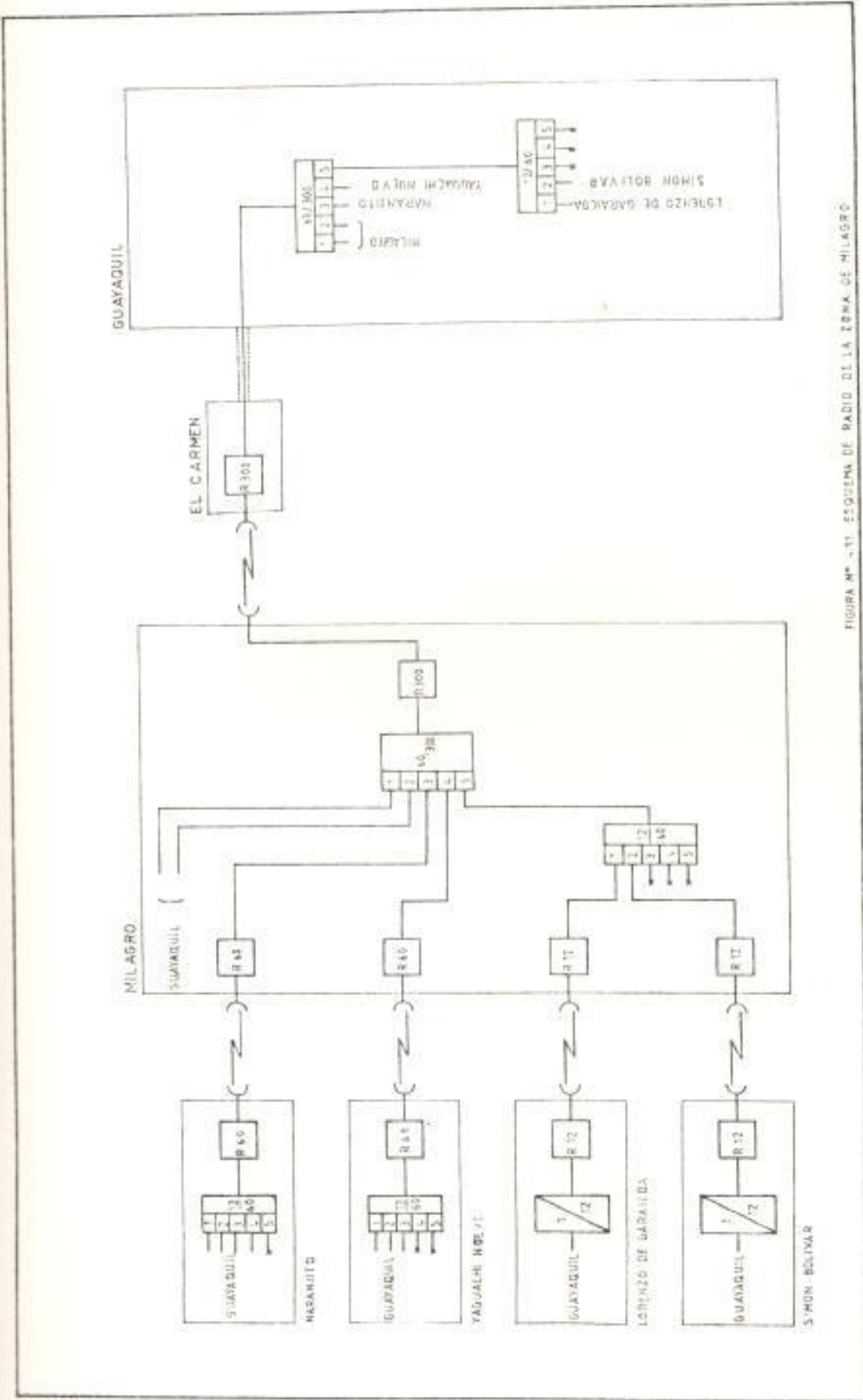
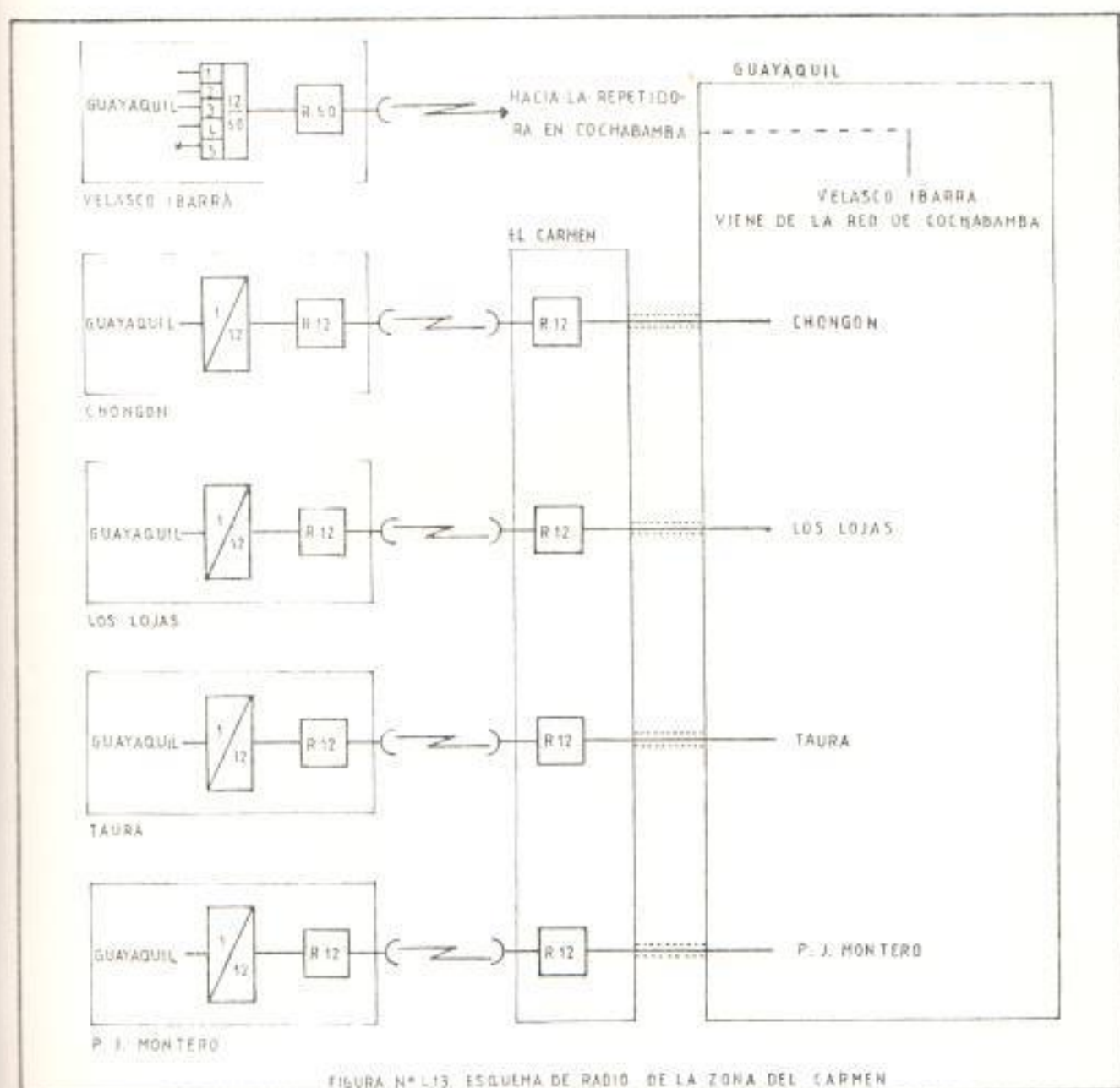


FIGURA N° 11. ESQUEMA DE RADIO DE LA ZONA DE MILAGRO



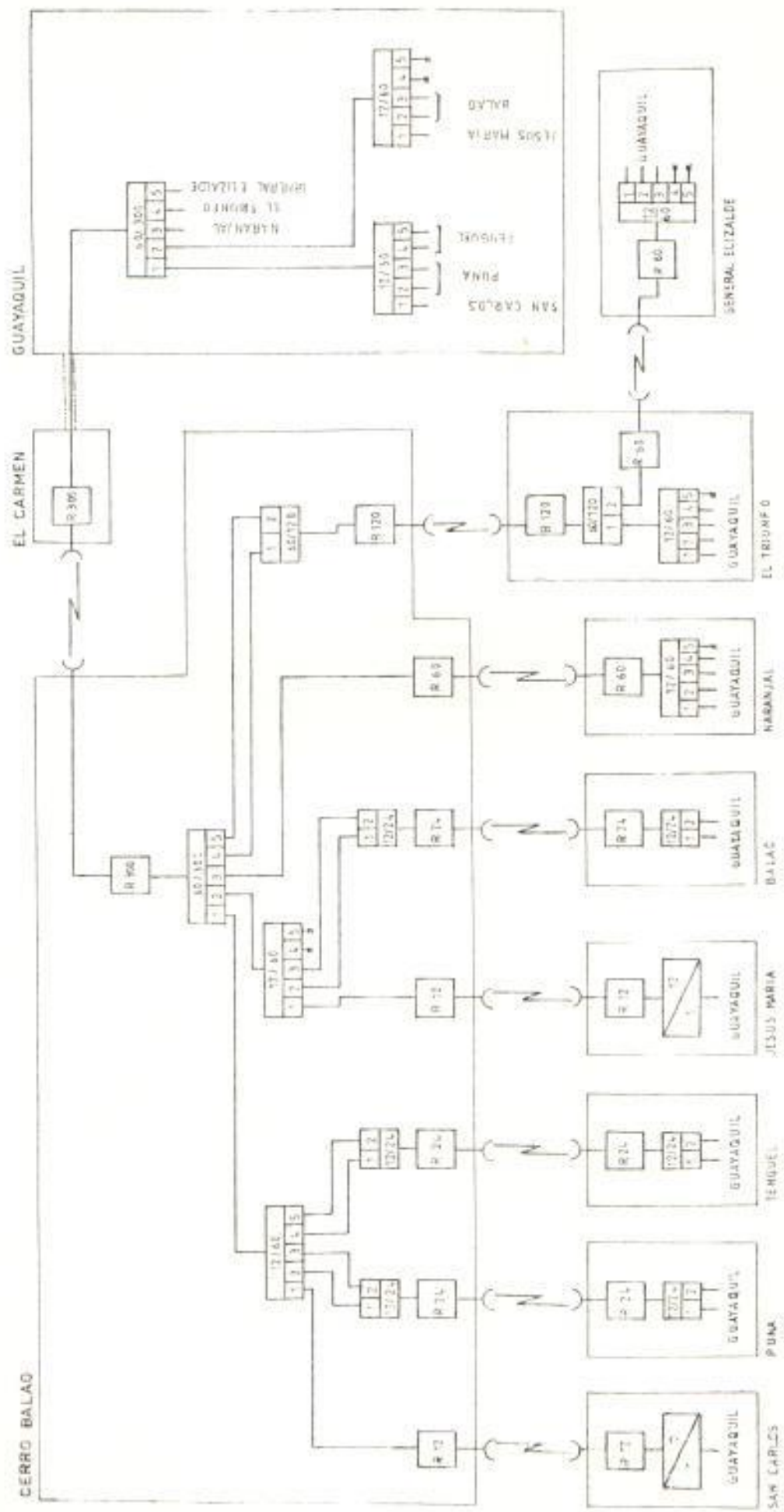


FIGURA N. 111. ESQUEMA DE RADIO DE LA ZONA DE BALAO

SIMBOLOGIA PARA LOS ESQUEMAS DE TRANSMISION Y CONMUTACION

CONMUTACION



CABINA TELEFONICA



CENTRAL SEMIAUTOMATICA



CENTRAL AUTOMATICA



MESA DE OPERACION

XXX

INDICADOR DE CAPACIDAD

TRANSMISION DE RADIO

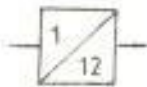


EQUIPO DE RADIO - INCLUYE ANTENA

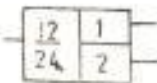
XX

PUEDE SER :

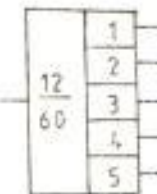
R 12	RADIO ANALOGICO DE 12 CANALES
R 24	RADIO ANALOGICO DE 24 CANALES
R 60	RADIO ANALOGICO DE 60 CANALES
R 120	RADIO ANALOGICO DE 120 CANALES
R 300	RADIO ANALOGICO DE 300 CANALES
R 960	RADIO ANALOGICO DE 960 CANALES



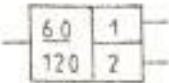
MULTIPLEX ANALOGICO PARA 12 CANALES



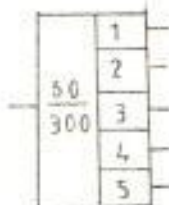
MULTIPLEX ANALOGICO PARA 24 CANALES



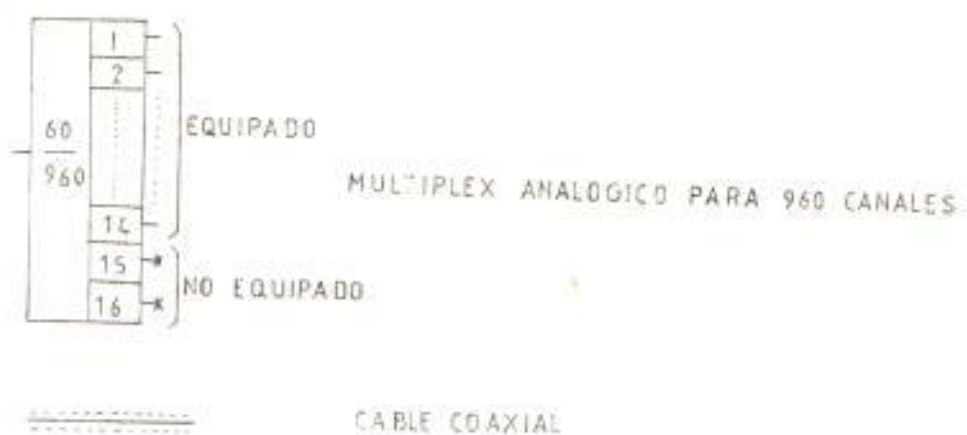
MULTIPLEX ANALOGICO PARA 60 CANALES



MULTIPLEX ANALOGICO PARA 120 CANALES



MULTIPLEX ANALOGICO PARA 300 CANALES

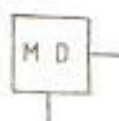


TRANSMISION POR LINEAS Y CABLES

$\frac{1 \text{ PAR}}{XX \text{ KM}}$ LINEAS ABIERTAS 1 PAR
DISTANCIA EN KILOMETROS

$\frac{CM-YY \text{ P}}{XX \text{ KM}}$ CABLE MULTIPAR DE YY PARES





MODULADOR DEMODULADOR

MULTIPLEX DE ONDA PORTADORA
DE 3 CANALES

FILTROS

TABLA N° XVI
LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS POBLACIONES

POBLACION	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA
Balao	02°54'28"	79°48'44"	0
Chongón	02°13'55"	80°04'39"	40
J. Gómez Rendón	02°24'11"	80°21'52"	80
Morro	02°37'43"	80°19'31"	-
Playas	02°37'46"	80°23'19"	10
Posorja	02°42'19"	80°14'21"	0
Puná	02°44'05"	79°54'24"	5
Tenguel	02°59'30"	79°47'23"	0
Balzar	01°21'55"	79°54'24"	20
Colímes	01°32'31"	80°00'29"	10
Daule	01°51'36"	79°58'42"	0
Isidro Ayora	01°52'35"	80°02'36"	20
J.B. Aguirre	01°52'24"	79°51'36"	--
L. de Sargentillo	01°52'38"	80°04'45"	.0
Los Lojas	02°00'42"	79°56'36"	0
Palestina	01°37'30"	79°58'37"	0
Piedrahita	01°54'52"	80°00'34"	-
Pedro Carbo	01°48'54"	80°13'50"	0
Santa Lucía	01°42'44"	79°59'08"	0
Velasco Ibarra	01°02'14"	79°38'06"	-
Guayas	00°58'37"	79°33'38"	-

continua.....

Viene...Tabla XVI,....

Milagro	02°07'31"	79°35'25"	0
Chobo	02°08'04"	79°37'58"	-
General Elizalde	02°11'26"	79°08'22"	-
Mariscal Sucre	02°06'31"	79°30'06"	-
Roberto Astudillo	02°10'39"	79°31'08"	-
Naranja1	02°40'28"	79°36'23"	-
Jesús Marfa	02°33'52"	79°32'27"	-
San Carlos	02°30'37"	79°28'04"	-
Santa Rosa de F.	02°38'00"	79°38'37"	-
Taura	02°18'21"	79°43'39"	0
Naranjito	02°09'23"	79°27'55"	50
Salinas	02°12'07"	80°58'17"	-
Anconcito	02°19'17"	80°53'17"	40
La Libertad	02°13'03"	80°54'26"	0
J.L.Tamayo	02°14'03"	80°55'42"	-
Samborondón	01° 57'29"	79°43'17"	0
Tarifa	02°00'00"	79°44'49"	-
Santa Elena	02°13'21"	80°51'22"	-
Atahualpa	02°18'40"	80°46'13"	40
Colonche	02°01'07"	80°40'02"	10
Chanduy	02°23'53"	80°40'44"	20
Manglaralto	01°50'48"	80°44'37"	10
Julio Moreno	02°10'51"	80°21'26"	140
El Salitre	01°49'37"	79°48'33"	0

Continua

Viene...Tabla XVI....

General Vernaza	01°45'33"	79°47'19"	-
La Victoria	02°53'39"	79°43'08"	-
Yaguachi Nuevo	02°05'35"	79°41'37"	0
Baquerizo Moreno	01°53'12"	79°33'17"	-
L. de Garaicoa	02°03'33"	79°27'55"	60
M. Maridueña	02°11'57"	79°25'58"	70
El Triunfo	02°19'20"	79°24'07"	-
P.J.Montero	02°15'06"	79°37'29"	10
Simón Bolívar	01°59'55"	79°28'55"	35
Yaguachi Viejo	02°09'55"	79°38'48"	--
Babahoyo	01°47'48"	79°31'52"	--

TABLA Nº XVII

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

REPETIDORA	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA
Animas	02°28'16"	80°27'55"	427
El Carmen	02°10'36"	79°52'42"	95
Santa Ana	01°55'35"	79°45'42"	290
Cerro Balao	02°43'36"	79°37'22"	474
Base Naval	02°11'03"	80°59'24"	93
Cochabamba	01°41'31"	79°06'37"	2960

a. Enlaces físicos:

Se considera dentro de esta técnica de transmisión a los circuitos con alambre desnudo o con alambre cubierto con material aislante (cables multipares).

Los circuitos telefónicos construídos con alambre desnudo, son de dos clases:

1. Líneas físicas para frecuencias vocales, necesarios para enlazar poblaciones de menor importancia con su centro de conexión superior.
2. Líneas físicas para corrientes portadoras, utilizadas para cubrir distancias mayores de 20 Km. Se pueden usar dos clases de sistemas de onda portadora : punto a punto o con derivación de canales.

En los circuitos telefónicos constituídos con cables multipares, éstos pueden ser pupinizados y autosoportados. Los pupins, disminuyen la atenuación del lazo de abonado pero incrementan la resistencia del

mismo. De acuerdo a las normas de pupinización, su uso es para aquellas localidades en donde la demanda telefónica no es mayor de 100 abonados.

En la sección 4.1.2., de este mismo capítulo se analiza para distancias cortas el costo relativo de su utilización.

b. Radio enlaces:

Se han diseñado aprovechando la infraestructura del centro de mayor importancia, ó de una repetidora que tenga línea de vista con diferentes poblaciones.

No se utilizarán equipos monocanales en la banda de frecuencias HF, debido a que no existen poblaciones totalmente aisladas, siendo más factible trabajar en las bandas de frecuencia de UHF y VHF, donde se obtiene mejor confiabilidad y claridad del sistema.

La utilización de UHF y VHF dependerá de la capacidad del número de circuitos de la

interconexión necesarios de cada localidad.

Para los sistemas de transmisión de gran capacidad se utilizará la gama de las microondas.

El empleo de radio enlaces de acceso múltiple es factible bajo las siguientes consideraciones:

- El tráfico generado por las poblaciones sea bajo.
- Facilidad de atender a las poblaciones desde un mismo centro, con radio en las frecuencias de UHF y VHF.

Los principales conceptos, definiciones y utilización de los sistemas de multiacceso se encuentran detallados en el Apéndice A, así como también el análisis para distancias cortas de su utilización.

Los principales aspectos que influyen en la selección de los sitios para establecer la posibilidad de propagación de espacio libre entre las estaciones a ser conectadas, así como los

factores que afectan la realización y los costos del sistema son:

- Interferencia a y desde los enlaces de radio existentes.
- Acceso al sitio,
- Requerimiento de área para torres, edificios, etc.
- Restricción en las alturas de torres,
- Equipo a ser instalado, etc.

A la provincia del Guayas se la ha dividido en seis zonas, teniendo como punto de convergencia las estaciones repetidoras: El Carmen, Balao, Animas, Santa Ana, Base Naval y la ciudad de Milagro.

Las estaciones repetidoras que cubren la provincia del Guayas son: El Carmen, Balao y Animas, que actualmente existen, y además, se -

crearán dos estaciones repetidoras más: Base Naval y Santa Ana.

La creación de la repetidora en Base Naval, se fundamenta en que posee una buena carretera de acceso al sitio destinado para la repetidora y está ubicada dentro de la Base Naval de la Marina del Ecuador. Se construirá una repetidora con derivación y se necesitará de la construcción de una caseta o edificio, torre, equipos de radio, antenas, alimentadores, alimentación de energía eléctrica, etc.

Mediante la construcción de esta repetidora - se cubrirá toda la costa de la península de Santa Elena que está ocupada por una serie de poblaciones pequeñas y que forman una zona turística por excelencia. En el caso de la repetidora en el Cerro Santa Ana, surge por la necesidad de descongestionar la repetidora Cochabamba y Santa Ana es una excelente alternativa debido a que cubre gran parte de los pueblos que actualmente se dirigen hacia Cochabamba y que son enlaces muy largos.

Santa Ana se encuentra cerca de la carretera

que va para Samborondón y a poca distancia de la ciudad de Guayaquil. En el futuro, Santa Ana será un excelente punto de apoyo al plantear una red de enlace digital hacia Quito y/o Manta.

Para llegar al punto determinado para la repetidora no existe carretera de acceso ni energía eléctrica, lo cual elevará el costo de la creación de la repetidora, pero por tener una elevación y ubicación privilegiada se recomienda su construcción.

La última zona en que se ha dividido la provincia del Guayas, es la ciudad de Milagro. Este punto se ha tomado para que recoja los enlaces de radio de las poblaciones aledañas a la ciudad y evitar el saturamiento tanto de frecuencias como del número de antenas que sería necesario colocar en Cerro Santa Ana; al mandar el tráfico telefónico generado en la Provincia de Los Ríos.

Ingresando al diseño propiamente dicho, se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

1. Demanda y número de circuitos necesarios en cada población.
2. Plan de enrutamiento o encaminamiento.
3. Los puntos de distribución o convergencia de la red, serán las estaciones repetidoras.
4. Se tomará en cuenta: las condiciones de demanda, localización de la población y demás detalles analizados en la sección 4.1.2., para el escogimiento de enlaces físicos o de radio en distancias cortas.
5. Selección de las frecuencias a utilizarse, dependiendo del número de circuitos que necesitan las poblaciones.
6. Análisis de propagación.

En la tabla N° XVI, se indican las localizaciones geográficas que poseen las poblaciones (coordenadas y alturas). En el caso de algunas poblaciones, no fue necesario obtener la

altura a la que se encuentran porque tendrá enlace físico y/o por no disponer de la información topográfica completa.

El diseño completo del sistema se encuentra detallado de la siguiente manera:

- En la figura N^o 4.3, se muestran los enlaces de radio que existirán en la provincia del Guayas.
- En la figura N^o 4.4., se muestran los enlaces físicos que existirán en la provincia del Guayas.
- En la figura N^o 4.5., se encuentra la información topográfica que corresponde a la Base Naval.
- En la figura N^o 4.6., se encuentra la información topográfica que corresponde al Cerro Animas.
- En la figura N^o 4.7., se encuentra la información topográfica que corresponde a la ciudad de Milagro.

- En la figura N^o 4.8., se encuentra la información topográfica que corresponde al Cerro Santa Ana.

- En la figura N^o 4.9., se encuentra la información topográfica que corresponde al Cerro del Carmen. Para el caso del Cerro Balao, no existe la información topográfica completa.

- La figura N^o 4.10., corresponde al esquema de radio para las zonas de Base Naval y Animas.

- La figura N^o 4.11., corresponde al esquema de radio para la zona de Milagro.

- La figura N^o 4.12., corresponde al esquema de radio para la zona de Santa Ana.

- La figura N^o 4.13., corresponde al esquema de radio para la zona del Carmen.

- La figura N^o 4.14., corresponde al esquema de radio para la zona de Balao.

- En la sección 4.6., se detalla el análisis de los enlaces físicos; y,
- En la figura N° 5.1., se indica el esquema de conmutación de la provincia del Guayas.

4.1.2. Comparación para distancias cortas del uso de enlaces de radio o cable multipar

En nuestro país, la utilización de cables multipares y líneas bifilares ha sido la primera alternativa para intercomunicar a un grupo de abonados debido al elevado costo inicial de los equipos de radio.

Los sistemas de cable, ofrecen una solución interesante para zonas con gran densidad de abonados y en tanto en cuanto las distancias de la central a los abonados se limitan a unos pocos kilómetros.

Si se sobrepasa este límite, será necesario emplear circuitos eléctricos pasivos y activos (amplificadores e igualadores), para mantener el comportamiento al mismo nivel de ca

lidad ocasionando un incremento sustancial en el costo por abonado.

El montaje de un enlace físico implica los siguientes puntos básicos:

1. Desbroce y limpieza,
2. Apertura de hoyos, parada, apisonada y numerada de postes. Siendo este punto el que eleva el costo inicial del enlace.
3. Montaje de crucetas con sus aisladores, vástagos, transposiciones, tirantes, etc.
4. Montajes y templada de líneas.
5. Colocación de retenidas,
6. Colocación de protectores de abonados.
7. Instalación de grapa de prueba.
8. Transporte, etc.

Los sistemas de radio ofrecen una solución al

ternativa, especialmente a distancias grandes de la central de conmutación y para zonas de baja densidad de abonados dispersos. El costo referencial de los sistemas de radio está basado en todos los equipos de radio y los cimientos de mástiles, mástiles o torres si son necesarios.

En la figura N^o 4.15., se muestra una comparación del costo relativo con respecto a la distancia para un cable de 30 pares y 30 canales modulados de pulsos codificados (PCM) sobre postes existentes.

En la figura N^o 4.16., se muestran los diferentes sistemas que pueden ser utilizados dependiendo de la distancia del enlace y el número de canales telefónicos requeridos.

A continuación podremos observar las dos figuras que mencionamos anteriormente.

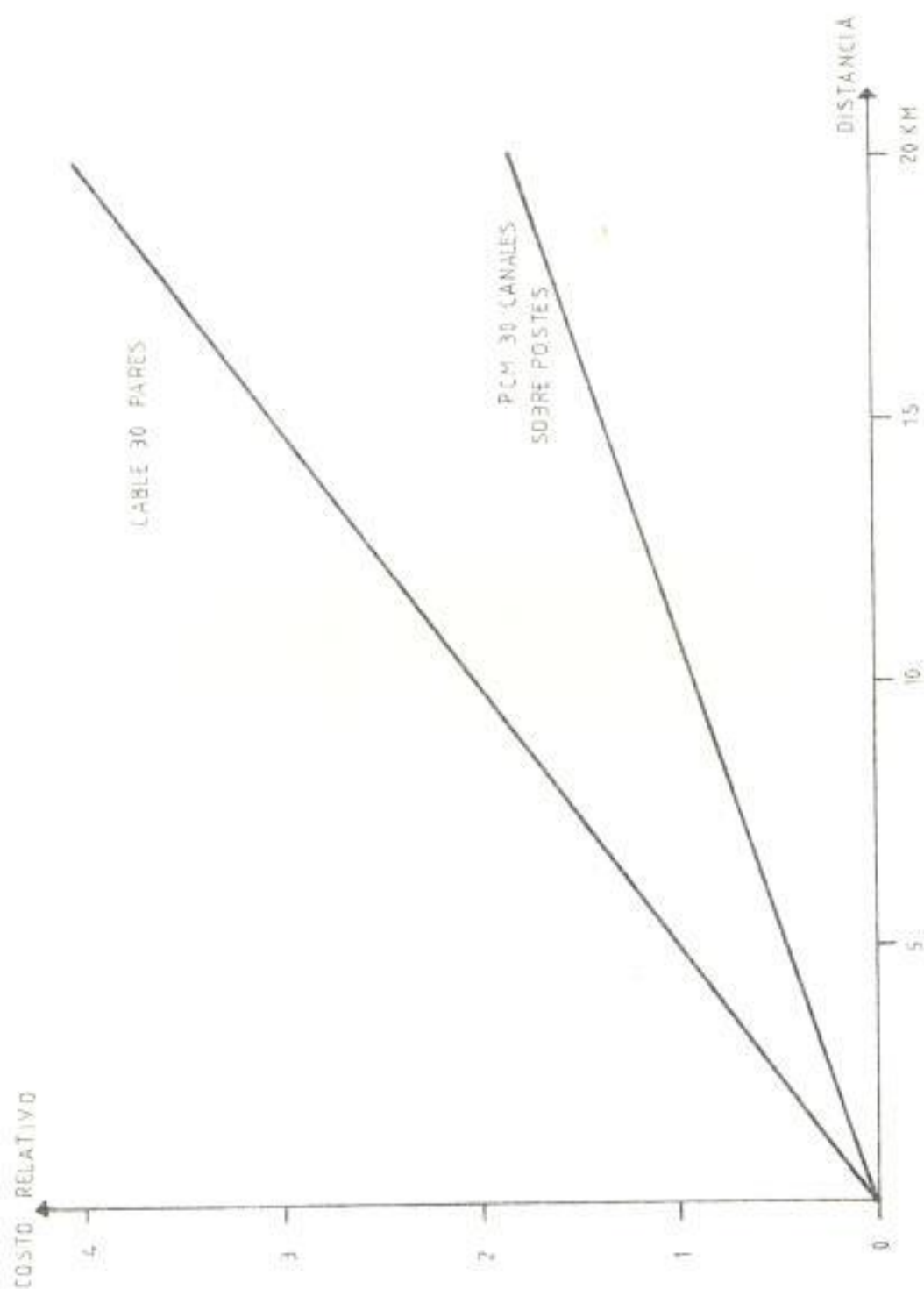


FIGURA N° 4.15. COMPARACION DEL COSTO RELATIVO RESPECTO A LA DISTANCIA DE CABLES MULTIPARES Y PCM DE 30 CANALES SOBRE POSTES EXISTENTES

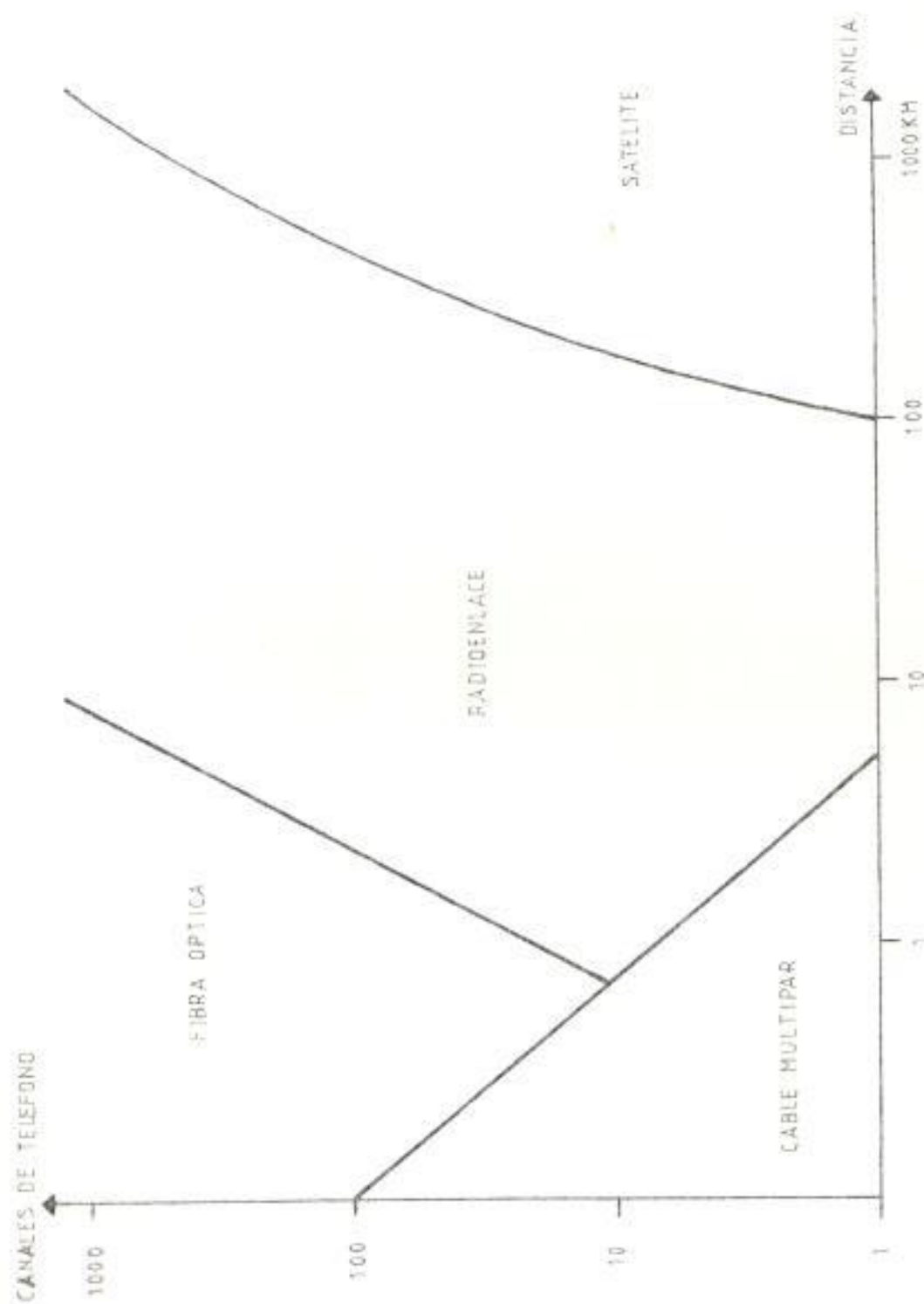


FIGURA Nº 4.16. COMPARACION PARA EL USO DE DISTINTOS SISTEMAS DE TRANSMISION DEPENDIENDO DE LA DISTANCIA

En el Apéndice A, se incluye el costo relativo por abonado en función de la distancia.

En conclusión, se puede considerar que para distancias menores de los 7 Km., aproximadamente, es conveniente colocar cables multipares especialmente en zonas donde la densidad de la población es elevada. Para poblaciones aisladas y que poseen distancias relativamente grandes a su centro de conmutación, se preferirá colocar un par de líneas físicas con un diámetro de alambre grande, colocándose en la población una cabina pública de donde se dará servicio a toda la población.

En el caso de abonados remotos o aislados, conviene colocar sistemas de radio tipo multiacceso si existe el número de abonados necesarios para su utilización.

La utilización de los cables para enviar voz modulada en PCM (llamados también cables MIC) es una alternativa de transmisión mediante la utilización de los enlaces físicos que existen actualmente. Para este caso se po

drá enviar 30 canales a una velocidad de 2048 Mbit/seg.

Los equipos de radio serán utilizados en distancias grandes y teniendo en consideración - que mientras más se eleve la frecuencia (mayor número de canales) del equipo, su costo subiría sustancialmente.

Analizando los requerimientos de mantenimiento, para los cables multipares o líneas físicas deben ser periódicos y a menudo causan - muchos problemas, el tipo de cable a utilizarse en la provincia del Guayas deberá soportar condiciones ambientales muy severas especialmente en la estación de invierno.

En el caso de enlaces de radio, se requiere - muy poco mantenimiento y se tendrá por mayor obstáculo el costo inicial del equipo y la necesidad de energía eléctrica y/o solar.

4.2. COMPOSICION GENERAL DEL ANALISIS PARA CADA UNO DE LOS ENLACES DE RADIO

La planificación e ingeniería puede ser dividida dentro de los siguientes tópicos:

- Especificaciones del sistema y/o la red,
- Estudio de mapas y preparación de los perfiles de los trayectos,
- Determinación de las alturas de antenas,
- Cálculos de los trayectos,
- Cálculos de ruido,
- Planificación de frecuencias,
- Reconocimiento del campo,
- Especificaciones de los materiales necesarios.

El objetivo de un sistema de radio es transmitir información de un punto distante a otro. Dependiendo -

del tipo de información requerida, el diseño básico de los equipos de radio y los requerimientos de derivación de tráfico, la señal puede ser repetida en radio frecuencia (RF), frecuencia intermedia (IF) o frecuencia en banda base (BB).

Los repetidores de RF son principalmente usados en estaciones donde el consumo de potencia es extremadamente baja; el tráfico no puede ser derivado con estos repetidores.

Los repetidores IF son principalmente usados en grandes distancias de redes analógicas, en estaciones donde el tráfico no tiene que derivarse.

Los repetidores de BB son requeridos cuando el equipo es de tipo de modulación directa, y en el caso de transmisión digital cuando la señal debe ser regenerada antes de ser retransmitida.

A cada uno de los trayectos a estudiarse se aplicaran los siguientes conceptos:

1. Estudio de mapas y preparación de los perfiles de los trayectos.

Debido a los efectos de la tropósfera y a la cur

vatura de la tierra, el radio real a la cual un haz de onda se propaga, la relación de este valor de radio aparente de la tierra y el valor verdadero se denomina "factor del radio efectivo de la tierra".

(k) Puede ser definido como:

$$r' \text{ (radio corregido)} = K.r \quad (4.1)$$

Donde:

r es el valor del radio verdadero de la tierra y es igual a 6370 Km.

K para nuestro país es igual a 4/3.

Al ser corregida la curvatura de la tierra por K , el haz de onda puede graficarse en línea recta y los trayectos se podrán graficar tanto alturas como distancias, con la ayuda de cartas topográficas facilitadas por el Instituto Geográfico Militar - (IGM) en escalas 1:50000 y 1:25000, en un papel de perfil $K = 4/3$.

Para la preparación del papel de perfil $K = 4/3$, la

relación de la distancia con respecto a la altura, la distancia es directamente proporcional al cuadrado de la altura.

Una vez determinados los sitios con sus respectivas coordenadas, se calculará los acimuts y la distancia correspondiente de cada trayecto (Ver figura N° 4.17.).

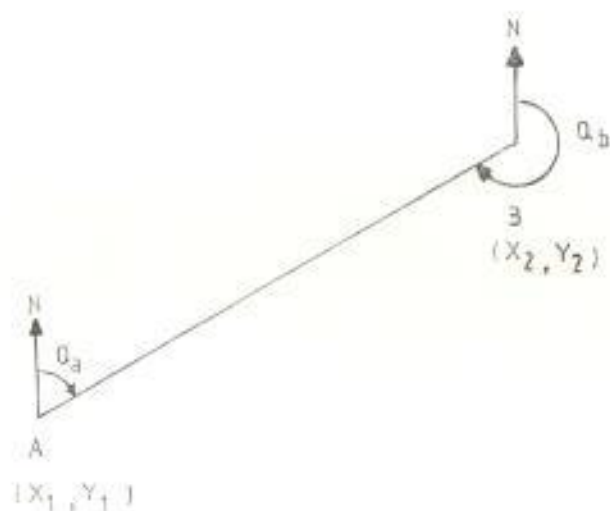


FIGURA N° 4.17. ACIMUTS Y DISTANCIA

Donde la distancia d y el ángulo Q_a se calcula mediante las ecuaciones 4.2 y 4.3.

$$d = 111.12 \arccos(\text{Sen } Y_1 \cdot \text{Sen } Y_2 + \text{Cos } Y_1 \cdot \text{Cos } Y_2 \cdot \text{Cos}(X_2 - X_1)). \quad (4.2)$$

$$Q'a = \arccos \left(\frac{\text{Sen } Y2 - \text{Sen } Y1 \cdot \text{Cos } d/111.12}{\text{Sen } d/111.12 \cdot \text{Cos } Y2} \right) \quad (4.3)$$

Donde:

- d : distancia en Km.
 X1 : longitud para A en grados
 X2 : longitud para B en grados
 Y1 : Latitud para A en grados
 Y2 : Latitud para B en grados

Donde X1 y X2 tendrán valores negativos si están situados al oeste de Greenwich, y Y1 y Y2, tendrán valores negativos si están situados al sur del Ecuador.

Si $\text{Sen}(X2 - X1) \geq 0$ entonces $Qa = Qa'$

Si $\text{Sen}(X2 - X1) < 0$ entonces $Qa = 360^\circ - Qa'$

2. Zona de Fresnel

Son elipsoides de revolución, generados por la elipse alrededor de la línea de vista o eje mayor. Normalmente, en un sistema de radio enlace los cuales se basan en la línea de vista entre las estaciones,

se requiere una completa claridad de la primera zona de fresnel o por lo menos una parte de la misma.

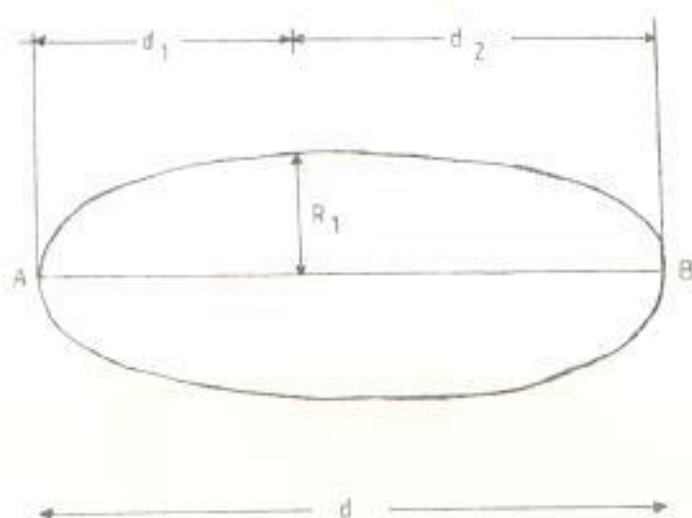


FIGURA N° 4.18.- PARAMETROS PARA EL CALCULO DE LAS ZONAS DE FRESNEL.

La expresión matemática que permite el cálculo de los radios de las zonas de fresnel en cada punto del trayecto es:

$$R_n = 17.3 \left(\frac{nd_1d_2}{d\lambda} \right)^{0.5} \text{ (m)} \quad (4.4)$$

Donde:

R_n es el radio de la zona n de Fresnel
 d , d_1 y d_2 son distancias en Kms.
 f es la frecuencia de GHz
 n es el número de la zona de Fresnel

3. Claridad y altura de antenas:

De acuerdo con la figura N° 4.19., y mediante un procedimiento geométrico, se ha determinado la siguiente ecuación:

$$\Delta R_1 = h_A - \frac{d_1}{d} (h_A - h_B) - \frac{d_1 \times d_2}{2k \times r} - h_{OBST} \quad (4.5)$$

La cual nos dá el margen sobre el obstáculo, para determinar la altura de antenas en base a la condición de trayecto libre.

Para la altura de antenas se requiere obtener la claridad de la primera zona de Fresnel, dependiendo de la altura de los obstáculos a lo largo del trayecto.

Muchas veces, la claridad puede ser reducida dependiendo del trayecto y de las condiciones de

propagación esperadas, y también de la cantidad adicional de pérdidas pudiendo ser compensadas por el uso de antenas más elevadas o de la potencia de salida mayor.

Varias reglas de claridad para frecuencias bajo los 2 GHz tenemos en la tabla XVIII.

TABLA XVIII
CLARIDAD PARA FRECUENCIAS BAJO LOS DOS GHz

Frecuencia	Terreno sin asperezas	Terreno montañoso
400 MHz	0.4 R1	0.2 R1
900 MHz	0.6 R1	0.4 R1
1500 MHz	0.8 R1	0.6 R1

Para el cálculo de la altura de antenas, el primer paso es calcular los radios de la primera zona de Fresnel en los puntos críticos. Conociendo la altura de antenas de uno de los sitios (A), la altura de antenas del otro sitio puede ser calculada mediante la ecuación (4.6).

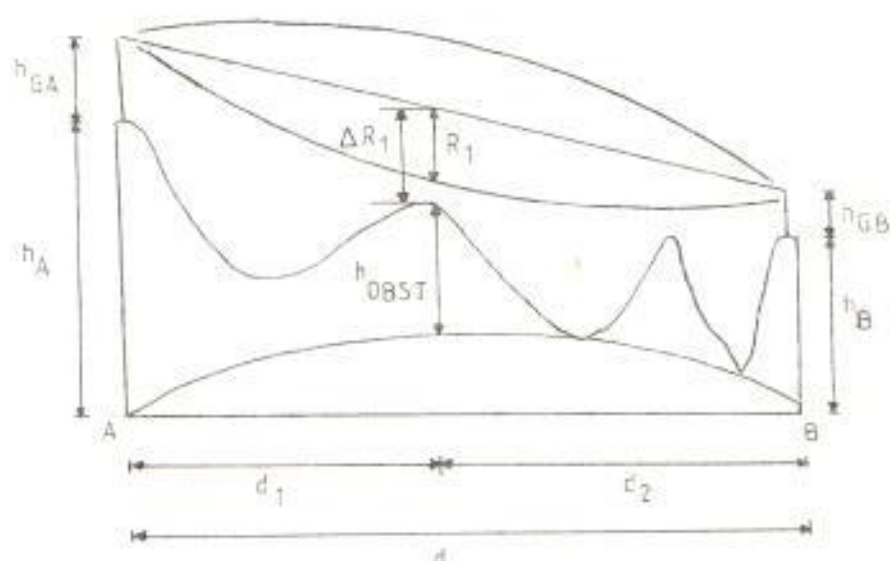


FIGURA N°4.19.- PARAMETROS PARA EL CALCULO DE ALTURA DE ANTENAS

$$h_{GB} = \frac{d(\Delta R_1 + h_{OBST} + \frac{d_1 \cdot d_2}{K \cdot 12,74}) - d_2(h'_A + h_{GA})}{d_1} - h_B \quad (4.6)$$

Donde:

h_{GB} : altura de antena calculada en m

h_A : altura sobre el nivel del mar para la estación A en m.

h_B : altura sobre el nivel del mar para la estación B en m.

- h_{OBS} : altura sobre el nivel del mar del obstáculo en m.
 h_{GA} : altura de la antena de A en m.
 d_1 : distancia al obstáculo desde A en Km.
 d_2 : distancia al obstáculo desde B en Km.
 d : distancia desde A hasta B en Km.
 K : 4/3
 ΔR_1 : requerimiento de claridad arriba del obstáculo en m, donde:

$$\Delta R_1 = R_1 \cdot \Delta R / 100 \quad (4.7)$$

R_1 : es el radio de la primera zona de Fresnel en el obstáculo en m.

ΔR : claridad requerida arriba del obstáculo en %.

Es necesario tener en consideración que si el perfil del trayecto está basado sólo en la información que nos da las cartas topográficas, será necesario tomar en cuenta que otros objetos como árboles u objetos - construídos por el hombre actuen como obstáculos , afectándose la altura a la que debe ir colocada la antena.

4. Distribución de la atenuación:

Conociendo la altura de antenas, la atenuación total

del trayecto puede ser calculada, esta atenuación reduce la potencia de salida del transmisor, dándonos un nivel de entrada en el receptor durante un instante libre de desvanecimientos.

$$A_t = A_0 + A_A + A_{w1} + A_{w2} + A_B - G_1 - G_2 \quad (4.8)$$

Donde:

A_t : atenuación total o neta del trayecto en dB.

$$A_0 = 92.44 + 20 \text{ Log } d + 20 \text{ Log } f \quad (4.9)$$

A_0 : atenuación en espacio libre en dB

d : distancia en Km.

f : frecuencia en GHz

A_A : atenuaciones adicionales en dB

$A_{w1,2}$: atenuación en los alimentadores de antena - en la transmisión (1) y en la recepción (2) en dB.

A_B : atenuación en la derivación RF para acoplar el equipo de radio enlace (filtros y circuladores) en dB.

$G_{1,2}$: ganancias de antenas en la transmisión (1) y recepción (2), en dB.

En conclusión, la potencia recibida será:

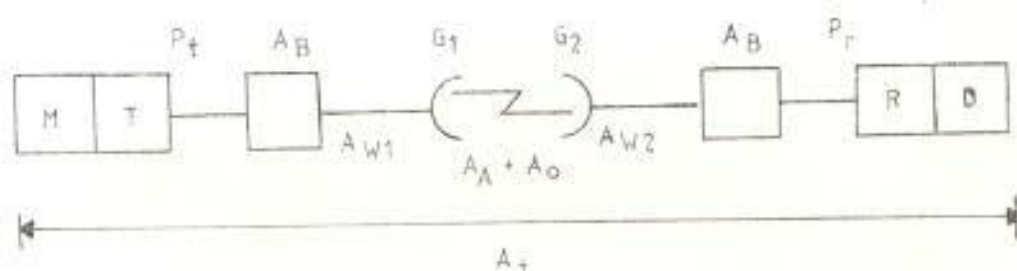
$$P_r = P_t - A_t \quad (4.10)$$

Donde:

P_t : potencia de transmisión en dB

A : es la atenuación adicional causada por obstáculos.

P_r : potencia de recepción en dB



M	modulador
D	demodulador
T	transmisor
R	receptor

FIGURA Nº 4.20.- DISTRIBUCION DE LA ATENUACION

En la figura Nº 4.21., es posible aproximar las pérdidas que sufre el haz de onda aplicando la ecuación , debido a la obstrucción parcial de la primera zona de Fresnel.

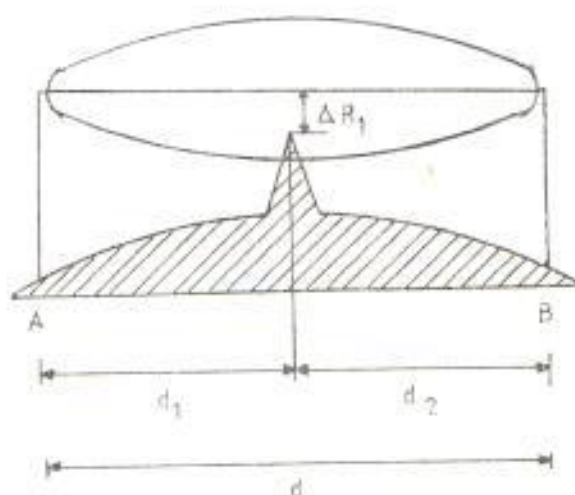


FIGURA N° 4.21.-Pérdidas por obstrucción parcial

$$A_A = 6.4 - 20 \log (v \sqrt{2 + \sqrt{1 + 2v^2}}) \quad (4.11)$$

Donde:

$$v : \Delta R_1 / R_1 \quad (4.12)$$

ΔR_1 : diferencias de alturas entre la línea de vista y el obstáculo en m.

Debido a la curvatura de la tierra, ésta muchas veces se convierte en un obstáculo (ver figura N° 4.22.).

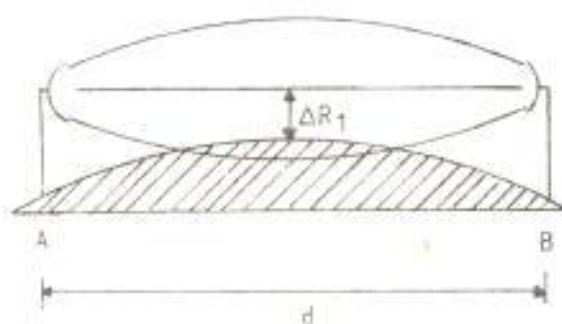


FIGURA N° 4.22.- Obstrucción debido a la curvatura de la tierra.

Todas estas pérdidas, dependen de la claridad del trayecto y de la longitud del mismo. En el CCIR Rec 526 y CCIR Reporte 715 recomiendan el siguiente método:

$$A_A = -(L(d) + H(h_{GA}) + H(h_{GB})) \quad (4.13)$$

La función L (influencia de la longitud del trayecto) y H (ganancia de altura), son dadas en los monogramas de las figuras 4.23, 4.24, 4.25 y 4.26.

A continuación podremos observar las figuras mencionadas:

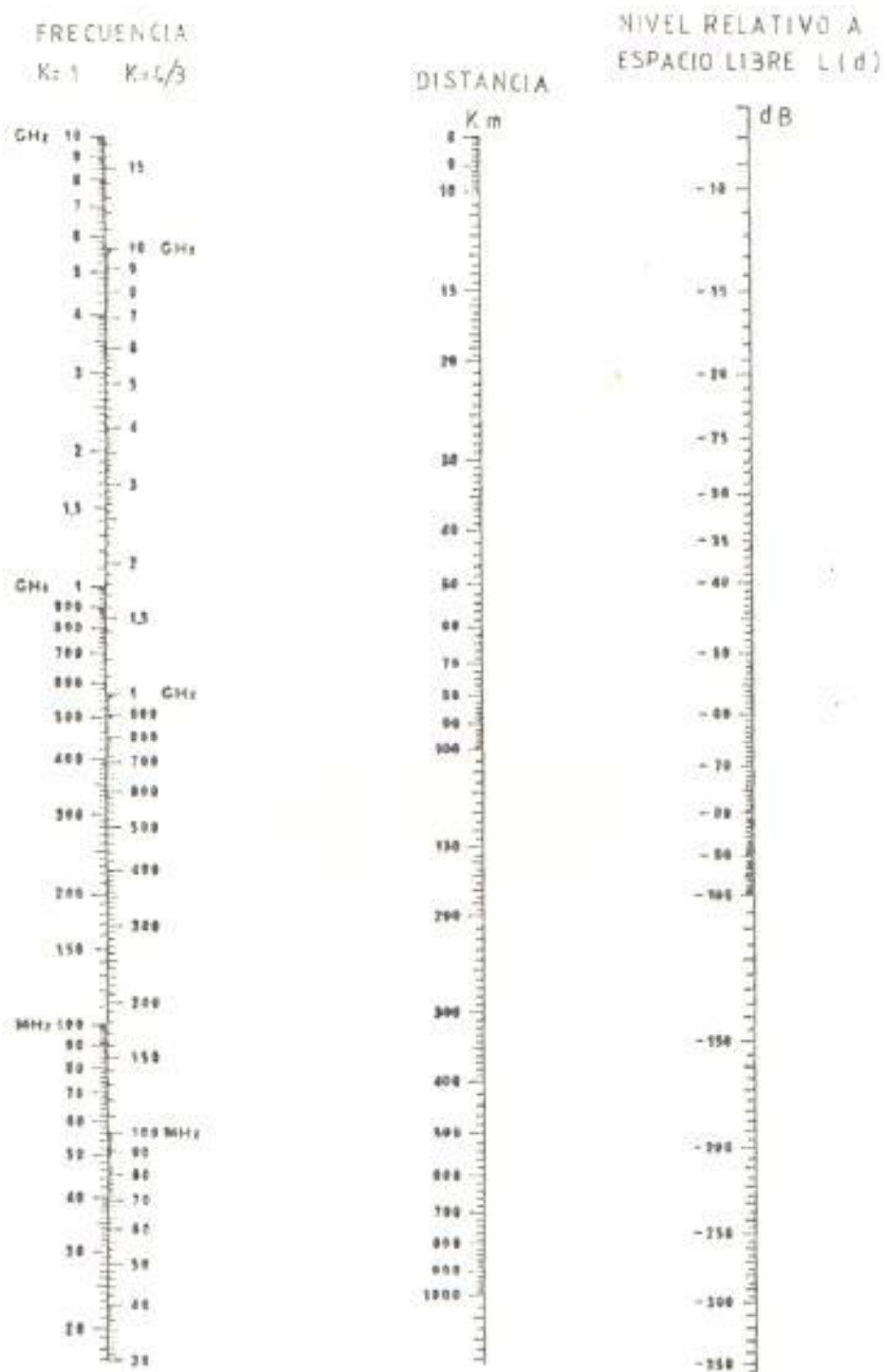


FIGURA N° 4.23. DIFRACCIÓN POR LA CURVATURA DE LA TIERRA⁽¹⁹⁾
 POLARIZACIÓN HORIZONTAL-TIERRA Y MAR
 POLARIZACIÓN VERTICAL-TIERRA
 EFECTO DE LA DISTANCIA

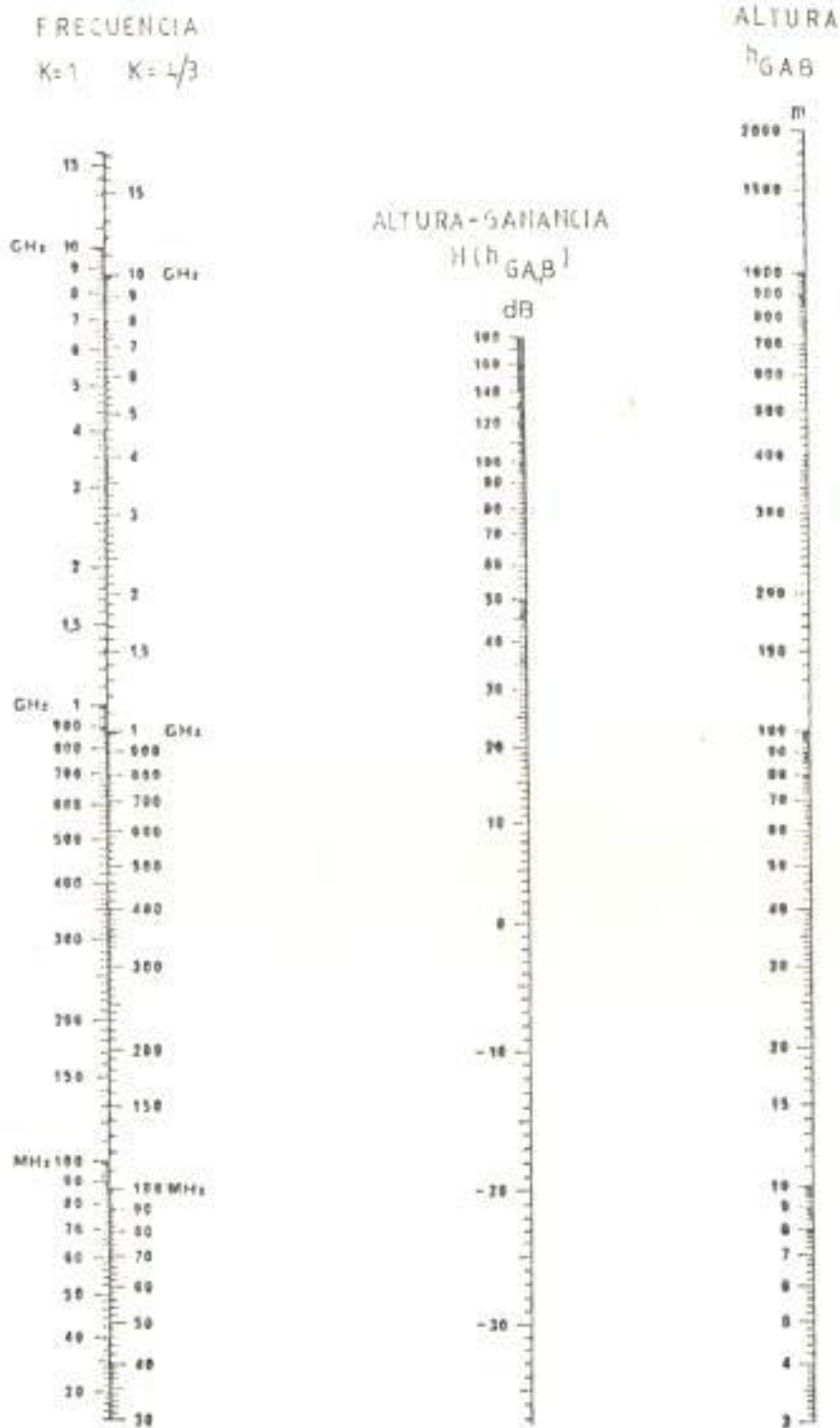


FIGURA N° 4.24. DIFRACCION POR LA CURVATURA DE LA TIERRA- (9)
 ALTURA-GANANCIA
 POLARIZACION HORIZONTAL-TIERRA Y MAR
 POLARIZACION VERTICAL-TIERRA

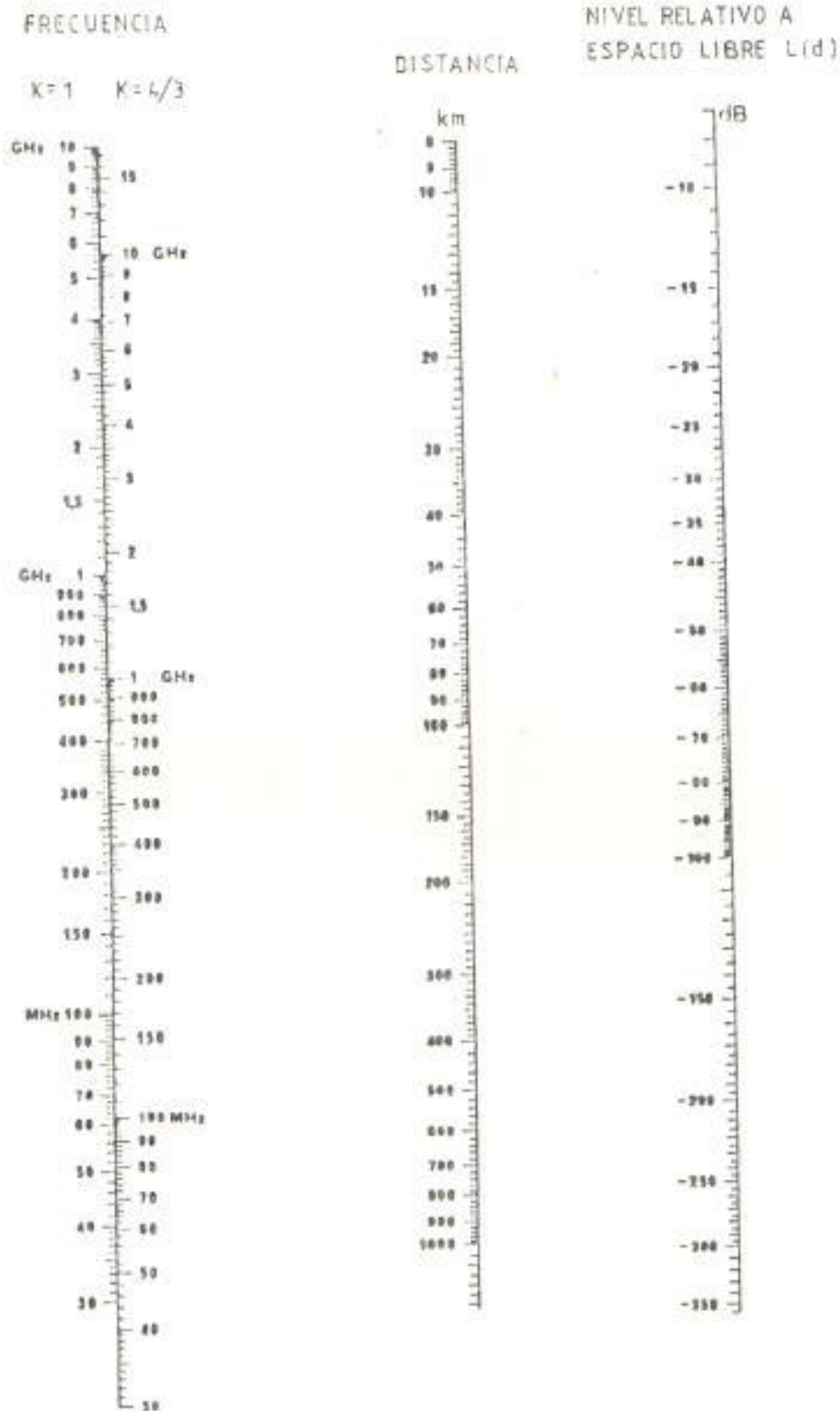


FIGURA N° 4.25. DIFRACCION POR LA CURVATURA DE LA TIERRA (9)
EFECTO DE LA DISTANCIA
POLARIZACION VERTICAL-MAR

FRECUCENCIA

K=1 K=1/3



ALTURA-GANANCIA

H(h_{GAB})

dB



ALTURA

h_{GAB}

FIGURA N° 4,26. DIFRACCION POR LA CURVATURA DE LA TIERRA-(9)
ALTURA- GANANCIA-POLARIZACION VERTICAL-MAR

5. Punto de reflexión:

Para evitar desvanecimientos de la señal se procede a determinar el punto de reflexión de la señal de radio frecuencia al ingreso al receptor. Si existe un obstáculo reflector en la configuración del terreno, se calculará nuevamente las alturas de antenas para obtener:

a. Un desplazamiento de la zona de reflexión a cierta área donde los efectos negativos de la onda reflejada principal sean atenuados al mínimo.

b. Obtener la condición de trayecto libre.

Uno de los métodos para el cálculo es el desarrollo de una ecuación cúbica de tercer orden, la cual expresa la ubicación del punto, se evalúan los parámetros r , t y Z por medio de las siguientes ecuaciones:

$$r = 6,37 \frac{K}{4} d (h_2 + h_1) \quad (4,14)$$

$$t = \frac{d^2}{12} + 8,5 \frac{K}{4} (h_1 + h_2) \quad (4,15)$$

$$\rho = \cos^{-1} \frac{r}{t \sqrt{t}} \quad (4,16)$$

$$d_3 = 2\sqrt{r} \cos\left(\frac{\beta}{3} + 240^\circ\right) \quad (4.17)$$

El punto de reflexión PRF estará localizado en:

$$d_1 = d/2 + d_3 \quad (4.18)$$

$$d_2 = d - d_1 \quad (4.19)$$

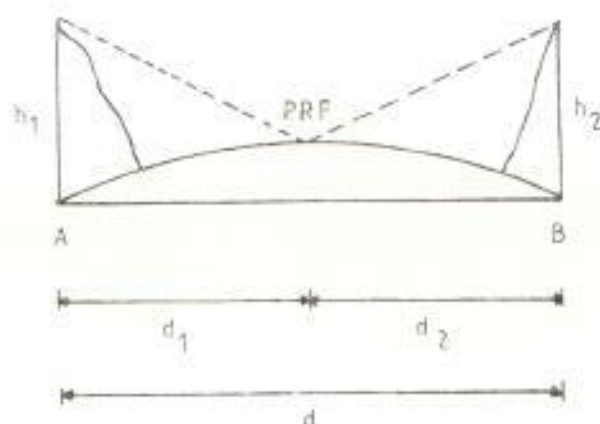


FIGURA N° 4.27.- Punto de Reflexión

La capacidad de la superficie para reflejar la señal es descrito por el coeficiente de reflexión, el cual varía desde cero o no reflexión hasta menos 1 ó 100% de reflexión. El signo menos es debido al desplazamiento de fase en 180° de la señal en la reflexión.

La correlación entre el coeficiente de reflexión P y el desvanecimiento que causa la reflexión puede ser

obtenida de la figura N° 4.28.

Los valores típicos de P en los diferentes tipos de terrenos tenemos:

TABLA XIX

Coefficientes de reflexión para diferentes tipos de terrenos

Tipo de terreno	P
áspero cubierto de árboles, ciudad.....	-(0.05 - 0.2)
áspero cubierto de ramas...	-(0.3 - 0.7)
campos cultivados.....	-0.9
llanuras sin vegetación....	-0.95
agua	-1

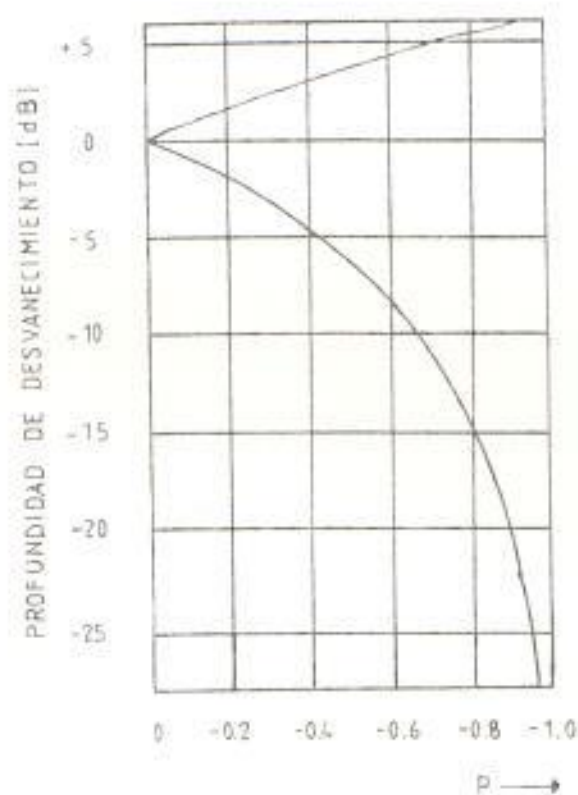


FIGURA N° 4.28. PROFUNDIDAD DE DESVANECIMIENTO DEBIDO A LA REFLEXION VERSUS COEFICIENTE DE REFLEXION (9)

6. Cálculos del funcionamiento:

Una causa inevitable de ruido eléctrico es el movimiento térmico de los electrones en los medios de conducción (ruido térmico). Esto resulta ser un factor significativo en la conmutación eléctrica, cuando las señales recibidas son muy débiles y por ello del mismo orden de magnitud que el siempre presente ruido térmico.

Resulta significativo hablar de la relación de la potencia de la señal (P) a la potencia de ruido (P_n) es decir, la relación a ruido (SNR).

$$SNR = 10 \text{ Log } P/P_n \quad (4.20)$$

El funcionamiento de un sistema de radio-enlace es predecido por el cálculo de SNR. Un alto valor de SNR tendrá un mejor funcionamiento.

El valor del sistema (S) de un equipo de radio enlace, es un parámetro útil en la planificación, el cual determina el comportamiento del ruido como objetivo de diseño para cualquier red o sistema de comunicaciones.

La relación señal ruido térmico, es calculada por

La siguiente relación:

$$SNR = S - A_t \quad (4.21)$$

Donde:

A_t : es la atenuación total del trayecto en dB.

S : es el valor del sistema en dB.

El valor del sistema es la figura que caracteriza a los equipos de radio enlace y se calcula por:

$$S = 10 \text{ Log } \frac{P_t}{NKT B} \left(\frac{f_n}{f_m} \right)^2 + P + 2.5 \quad (4.22)$$

Practicamente se usa:

$$S = P_t - F + 141.5 + 20 \text{ log } f_n/f_m + D \quad (4.23)$$

Donde:

P_t : potencia de transmisión

N : factor de ruido del receptor, generalmente expresada en la forma $F = 10 \text{ Log } N$

F : figura de ruido en dB

K : constante de Boltzmann, es igual a 1.38×10^{-23} joule/K

- T : temperatura en °K.
- B : ancho de banda del canal telefónico (3.1 KHz)
- f_n : desviación de frecuencia en valores rms.
- f_m : frecuencia de modulación, esto es, la frecuencia asignada en la banda base.
- P : factor de pre-acentuación o pre-emphasis en dB.
- D : factor de corrección (depende de P), está dado en dB.

La relación SNR difiere de la potencia de ruido por el signo algebraico ($SNR = -N$) de donde se obtiene que:

$$N_{(pW)} = \text{antilog} (90 + SNR_{dB}) / 10 \quad (4.24)$$

Umbral de ruido:

Todo sistema de comunicación por radio falla cuando existen desvanecimientos profundos, durante los cuales, el ruido térmico suprime la señal útil de recepción. Uno de los parámetros que limitan hasta determinada calidad de señal en la recepción es el valor del umbral de ruido y el de la señal útil.

El ruido total en la salida del receptor puede ser

calculada por :

$$L_{tr} = -174 + N + CNR + 10 \log B_{eq} \quad (4.25)$$

Donde:

L_{tr} : nivel umbral de ruido en un receptor FM en dBm.

CNR : relación portadora a ruido de RF con un ancho de banda B_{eq} , en dB.

B_{eq} : ruido efectivo en el ancho de banda del receptor, normalmente es de los filtros pasa banda de I_f , en Hz.

-174 : debido a la potencia de ruido teórica en dBm por Hz de ancho de banda.

7. Diversidad de espacio y frecuencia:

Una técnica eficiente para reducir los efectos de interferencia debido a desvanecimientos profundos - por reflexión, son los métodos de diversidad de recepción.

En el caso de Diversidad de Espacio, dos sistemas de recepción recuperan la misma señal de radio, vía antenas físicamente separadas como se indica en la figura Nº 4.29.

En la práctica, la separación s de antena es dada por:

$$s = \frac{3\gamma r'}{d} \quad (4.26)$$

Donde:

r' : es el radio efectivo de la tierra (6370 Km \times 4/3) en Km.

d : longitud del trayecto en Km.

γ : longitud de onda en m.

Se utiliza diversidad de frecuencia (figura N° 4.30), cuando los desvanecimientos intensos debido a la propagación por trayectos múltiples, en un trayecto determinado tiende a producirse en distintos momentos y en frecuencias suficientemente separadas.

La diversidad de frecuencia, con frecuencias de f_1 a f_n seleccionadas dentro de la misma banda de RF, ofrece una sustancial mejora en desvanecimientos bajos, mientras que la diversidad de espacio sólo protege contra dispersión de amplitud y ondas reflejadas en la tierra.

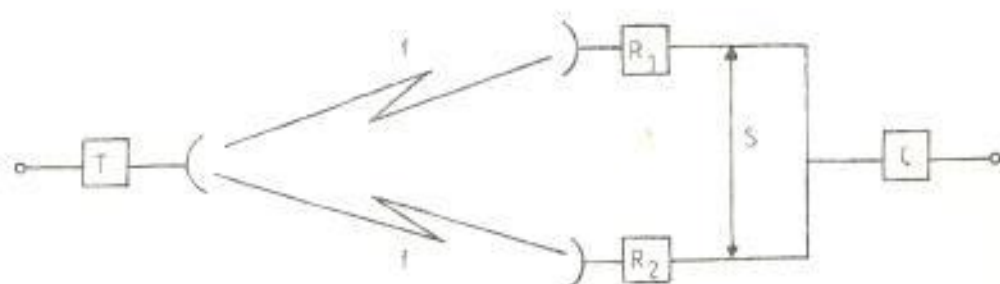


Figura. Nº 4.29.- Diversidad de espacio

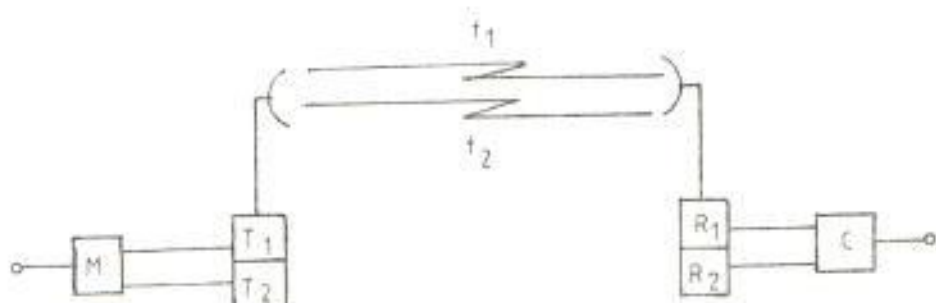


Figura. Nº 4.30.- Diversidad de Frecuencia

T : transmisor

R : receptor

C : combinador

M : modulador

4.3. DECISION DEL SISTEMA A UTILIZARSE.- EQUIPO DE RADIO

Se deberá tener en consideración los siguientes puntos:

- Equipos de radio enlace
- Fuentes de alimentación primarias
- Antenas y alimentadores
- Torres y mástiles
- Equipos adicionales

- a. La primera decisión que deberá ser analizada es el tipo de transmisión a utilizarse: analógica o digital.

Entre las ventajas más notorias del sistema de comunicación digital, se puede mencionar lo referente a su alta resistencia contra el ruido y a la interferencia; pues teóricamente, este sistema con el uso de la modulación por codificación de pulsos (PCM), no es afectado por el ruido de propagación, y si ésta se produjera en el trayecto, puede ser regenerada la señal eliminando el ruido que pudiese existir.

Por otra parte, si hablamos de transmisión por radio, podemos comparar con el caso por ejemplo de la

transmisión analógica por medio de multiplaje en frecuencia, en FM, y veremos que en este caso solamente se puede utilizar la misma frecuencia cuando el ángulo de bifurcación se hace mayor de 90° , dependiendo éste de la calidad de irradiadores que se utilice mientras que en el caso de la transmisión digital por PCM, se puede utilizar la misma frecuencia con una separación de apenas 15° a 30° ; lo que significa se puede lograr un empleo más eficiente de la frecuencia, que de por sí es un bien muy limitado.

La característica de umbral del sistema digital, permite el uso de niveles de recepción más bajos, comparados por el sistema FM - FDM, que lo hace más resistente a los fenómenos de desvanecimientos y al mismo tiempo permite el empleo de equipos de menor potencia y niveles, contribuyendo en esta forma a la construcción de instalaciones de comunicaciones más económicas.

Esto hace más atractivo la transmisión digital en trayectos con desvanecimientos profundos y en frecuencias superiores a los 11 GHz, donde están limitados por la distancia del trayecto.

En un sistema FDM la contribución de ruido térmico para los trayectos, depende del nivel de entrada de la frecuencia de radio en el receptor. Si el nivel decrece, por ejemplo, durante un desvanecimiento el nivel de ruido se incrementa.

La red puede también ser estudiada con respecto a los requerimientos de derivación (que será muy utilizado en nuestra red). En un sistema FDM, la derivación es sencilla y se realiza por medio de filtros pasivos pudiéndose sacar o insertar, por ejemplo, un super grupo (compuesto de 60 canales telefónicos) en un sistema de 960 canales. Es también posible modular y demodular directamente un simple canal telefónico mediante una unidad activa.

Si 60 canales son necesarios obtener de un sistema digital de 960 canales (2×34 Mbit/Seg), tendríamos que demultiplexar a uno de 34 Mbit/seg y de allí bajar al nivel de los 2 Mbit/seg. (30 canales telefónicos) donde los 60 canales pueden ser seleccionados. Aquí existirán mayor cantidad de equipos electrónicos los cuales incrementarán el costo del sistema.

Sin embargo, se puede hacer un análisis partiendo de las centrales telefónicas a las cuales el siste

ma será conectado. Si éstos son equipados a una central digital, es sencillo acoplar a la estación si es una base digital, caso contrario, tendría que ser necesario del uso de convertidores digitales / analógicos.

En la tabla XX, son resumidas las principales condiciones para cada tipo de transmisión.

Tabla XX

Condiciones para cada tipo de transmisión

Condiciones	Tipo de transmisión
Alta capacidad de la red en ciudades	Digital
Alta capacidad en grandes - distancias	FDM/Digital
Transmisión de TV	FDM
Sistema con derivación de bajas capacidades	FDM
Areas congestionadas de frecuencias	Digital
Frecuencias arriba de los - 10 GHz	Digital
Areas expuestas a severas - condiciones de propagación.	Digital

b. Bandas de frecuencia:

Las gamas normales de frecuencias utilizadas para enlaces de telecomunicaciones rurales, están comprendidas en particular de 360 a 470 y de 790 a 960 MHZ, para pequeñas capacidades. No obstante no se excluye los casos en que se requieren capacidades elevadas utilizándose bandas por encima de 2 GHZ (60 ó 120 canales).

Las siguientes recomendaciones de la CCIR, concernientes a los requerimientos de canales de radio frecuencia aplicadas para las bandas de frecuencia localizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) se observan en la tabla XXI.

Tabla XXI

<u>Bandas de Frecuencia y sus capacidades recomendadas</u>		
<u>Rango de frec. GHZ</u>	<u>Cap. de canales</u>	<u>CCIR Rec.</u>
1.7 - 2.7	60/120/300 FDM	283
1.7 - 2.3	600-1800 FDM/televisión	382
3.8 - 4.2	600-1800 FDM/televisión	382
5.9 - 6.4	600-1800 FDM/televisión	383
6.4 - 7.1	960/2700 FDM/televisión	384
7.1 - 7.8	60/120/300/960 FDM	385
8.2 - 8.5	300/960 FDM/televisión	386
10.7-11.7	600/2700 FDM/televisión	387
12.75-13.25	=34 Mbit/s = 960 FDM/Tv.	497

La banda de 10.7 - 11.7 GHz también puede ser usada para sistemas digitales de alta capacidad.

Hay diversas bandas de frecuencia las cuales no han sido cubiertas por las recomendaciones de la CCIR, para estas bandas de frecuencia, las regulaciones - locales dirigirán su utilización (IETEL). Esto es específicamente en las bandas de 400, 900 y 1500 MHz.

El formato de la canalización utilizado en las distintas bandas de frecuencia es:

f_0 la frecuencia central de la banda de frecuencia

f_n la frecuencia central de uno de los canales radioeléctricos en la mitad inferior (Tx ó Rx).

f_n' la frecuencia central de uno de los canales radioeléctricos de la mitad superior de esta banda (Rx ó Tx).

n número de canal de radio en la mitad inferior

n' número del canal de radio en la mitad superior.

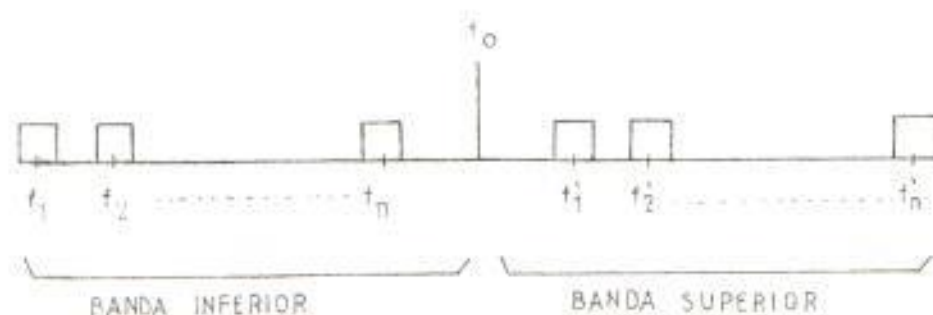


Figura Nº 4.31. Canalización de frecuencias

La capacidad del número de circuitos o canales telefónicos que van a ser utilizados son de: 12, 24, 60, 120, 300 y 960 canales.

De acuerdo con el Plan Nacional de Frecuencias del IETEL⁽¹⁰⁾ y basándonos en los equipos de radio existentes tenemos:

1. Para 12 canales se usará la banda de los 400 MHz. Como esta banda aún no ha sido canalizada por el CCIR, se sugiere la siguiente canalización:

$$f_0 : 383 \text{ MHz}$$

$$f_n : f_0 - 15 + 2n \quad (4.27)$$

$$f_{n'} : f_0 + 1 + 2n \quad (4.28)$$

$$n : 1, 2, \dots, 6$$

2. Para 24 y 60 canales telefónicos, operando en la banda de frecuencia de 790 - 960 MHz. El IETEL sugiere la siguiente canalización:

$$f_0 : 909,5 \text{ MHz}$$

$$f_n : f_0 - 52 + 3,5n \quad (4.29)$$

$$f_{n'} : f_0 + 5 + 3,5n$$

$$n : 1, 2, \dots, 12 \quad (4.30)$$

3. Para 120 y 300 canales telefónicos, la banda de -

2100 - 2300 MHz. Para la canalización de esta -
banda el CCIR en la Rec 283, recomienda:

$$f_0 : 2203 \text{ MHz} \quad (4.31)$$

$$f_n : f_0 - 108,5 + 14n$$

$$f_{n'} : f_0 + 10,5 + 14n \quad (4.32)$$

$$n : 1, 2, \dots, 6$$

4. Para 960 canales telefónicos, la banda de 7425-7725 MHz. Para esta banda de frecuencia el CCIR, en la Rec 385 tenemos la siguiente canalización:

$$f_0 : 7575 \text{ MHz}$$

$$f_n : f_0 - 154 - 7n \quad (4.33)$$

$$f_{n'} : f_0 + 7 + 7n \quad (4.34)$$

$$n : 1, 2, \dots, 20$$

c. Equipos de radio:

Para el presente estudio, se utilizarán los equipos -
de radio de la compañía ERICSON. Estos son:

1. Para 12 canales, se basará en el equipo de radio
enlace ZRL410 que tiene las siguientes especifica-
ciones técnicas:

- Rango de frecuencias: 270 a 470 MHz

- Valor del sistema con una potencia de salida de 40 dBm	171.5 dB
- Características de la banda base:	
* Banda de modulación	6 a 60 KHz
* Nivel de entrada	-15/-45 dBm
* Nivel de salida	-15 dBm
- Impedancia de entrada y salida	
* Balanceado FDM	150 ohms.
* Desbalanceado	75 ohms
- Frecuencia piloto	120,755KHz
- Transmisor	
* Potencia de salida a la antena	40 dBm
* Estabilidad de frecuencia	$\pm 5 \times 10^{-6}$
* Desviación de RFI	35 KHz rms
- Receptor	
Factor de ruido de la antena.	6 dB
* frecuencia central IF	35/MHz
* Ancho de banda IF	± 300 KHz
* Umbral del receptor (CNR=10dB)	-100 dBm

2. Para 24 canales, el equipo de radio enlace en UHF ZRL910 MHz. Las especificaciones técnicas son:

- Rango de frecuencia	790 a 960 MHz
- Transmisor	
- Potencia de salida RF nominal medido en el conector de la antena.	37 dBm
- Estabilidad de frecuencia	5×10^{-6}
- Desviación de RF (FDM)	35 KHz rms
- Receptor	
- Nivel de entrada nominal, en el conector de la antena	-45 dBm
- Nivel de entrada RF umbral (CNR = 10dB)	-94 dBm
- Figura de ruido	7 dB
- Frecuencia central IF	35 MHz
- Ancho de banda IF (2dB)	0.6 MHz
- Valor del sistema con una potencia de salida de 37 dBm	160 dB
- Características de la banda base.	
- Banda de modulación	12-108 KHz
- Nivel de salida	-15 dB.
- Nivel de entrada	-45 dB.
- Impedancias de entrada y salida	75 ohm desb.

3. Para 60 canales, el equipo de radio enlace en UHF ZRL 910 (es el mismo equipo que para 24 canales).

Tiene las siguientes especificaciones para 60 canales.

- Rango de frecuencia 790 a 960 MHz
- Transmisor
 - * Potencia de salida RF nominal medido en el conector de la antena 37 dBm
 - * Estabilidad de frecuencia 5×10^{-6}
 - * Desviación de RF (FDM) 50
- Receptor
 - * Nivel de entrada nominal, en el conector de la antena -45 dBm
 - * Umbral del receptor (CNR= 10 db) -94 dBm
 - * Figura de ruido 7 dB
 - * Frecuencia central IF 35 MHz
 - * Ancho de banda IF (3dB) 1.1 MHz
- Valor del sistema con una potencia de salida de 37 dBm 160 dB
- Características de la Banda base
 - * Banda de modulación 60-300 KHz

* Nivel de salida	-15 dBr
* Nivel de entrada	-45 dBr
- Impedancias de entrada/salida.	750 ohm desb.

4. Para 120 canales, tenemos el equipo NL126. Sus especificaciones técnicas son:

- Rango de frecuencia	2.1 a 2.3 GHz
- Número de canales	6
- Valor del sistema con una potencia de salida de 30 dBm y 200 KHz de desviación	157 dB
- Características de la Banda base	
* Banda de modulación	60 a 552 KHz
* Nivel de entrada	-45 dBr
* Nivel de salida	-15 dBr
- Impedancias de entrada/salida	75 ohms desb
- Frecuencia Piloto	607 KHz
- Transmisor	
* Potencia de salida	30 dBm
* Estabilidad de frecuencia	$\pm 2 \times 10^{-5}$
* Desviación de RFrecuencia	200 KHz
- Receptor	
* Figura de ruido	7dB
* Ancho de banda IF (3dB)	12 MHz

* Umbral del receptor (CNR = 10dB)	-86 dBm
* Nivel de entrada de RF nominal	-40 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1-1 ó estación repetidora de radio. El NL126 cumple con las recomendaciones del CCIR.

5. Para 300 canales telefónicos, tenemos el equipo NL127 .
Sus especificaciones técnicas son:

- Rango de frecuencia	2.1 a 2.3 GHz
- Número de canales	6
- Valor del sistema con una potencia de salida de 30 dBm y 200 KHz de desviación.	157 dB
- Características de la Banda Base	
* Banda de modulación	60-1364 KHz
* Nivel de entrada	-45 dBm
* Nivel de salida	-15 dBm
- Impedancias de entrada/salida	75 ohms desb.
- Frecuencias piloto	1499 KHz
- Transmisor	
* Potencia de salida	30 dBm
* Estabilidad de frecuencia	$\pm 2 \times 10^{-5}$

* Desviación de RF	200 KHz
- Receptor	
* Figura de ruido	7 dB
* Ancho de banda IF (3dB)	18 MHz
* Umbral del receptor (CNR-10dB)	-84.5 dBm
* Nivel de entrada de RF nominal	-40 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1-1 o estación repetidora de radio.

El NL127 cumple con las recomendaciones del CCIR.

6. Para 960 canales tenemos el equipo NL156. que tiene las siguientes especificaciones:

- Rango de frecuencia	7425 a 7725 MHz
- Número de canales	3(CCIR Rec 385)
- Valor del sistema con una potencia de salida de 30 dBm y 200 KHz de desviación	141.1 dB
- Características de la Banda Base	
* Banda de modulación	60 a 4287 KHz
* Nivel de entrada	-45 dBr
* Nivel de salida	-20 dBr
- Impedancias de entrada/salida	75 ohms desb

- Frecuencia Piloto	4715 MHz
- Transmisor	
* Potencia de salida	30 dBm
* Estabilidad de frecuencia	$\pm 2 \times 10^{-5}$
* Desviación de RF	200 KHz rms
- Receptor	
* Figura de ruido	7 dB
* Ancho de banda IF (3dB)	35 MHz
* Frecuencia central IF	70 MHz
* Umbral del receptor (CNR=10dB)	-81.5 dBm
* Nivel de entrada nominal de RF	-35 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1-1. Este equipo cumple con las recomendaciones de la CCIR.

d. En ausencia de la energía de alimentación comercial, una fuente de alimentación primaria puede ser escogida, una serie de aspectos deberán ser considerados por ejemplo:

- Capacidad requerida.
- tipo de potencia requerida (AC y/o DC)
- tipo, cantidad y costo del combustible

- Sitio de acceso con el combustible
- Mantenimiento de la fuente primaria
- Datos meteorológicos (para generadores solares y/o de viento), etc.

e. Antenas y alimentadores:

Las antenas para el uso de enlaces de radio pueden ser divididos en dos grupos:

1. Antenas helical y las antenas de dipolo básico (las más usadas Yagi Uda y la Logarítmica periódica).

La ganancia de antenas y la relación de voltaje de onda estacionaria (VSWR) típicos para estas antenas se puede apreciar en la tabla XXII.

Tabla XXII

Características de las antenas helical y de dipolo básico

Tipo de antena	Frecuencia MHz	Gananc. dB _i	VSWR
Helical	200	6.5	
	400	12.5	1.6
	900	17	

si que.....

VieneTabla XXII

Yagi	200	12	
	400	14	
	900	16	1,5
	1500	17,5	
Log-periódica	340-400		
	400-470	12,5	1,2

dBi es la ganancia de la antena con respecto a una fuente isotrópica.

2. Antenas basadas en un reflector. Las diferentes clases se indican en la figura N° 4.32.

La antena parabólica es la más comúnmente utilizada en los sistemas de radio-enlace, pudiendo ser utilizadas en todas las bandas de frecuencia. Consiste en una lámina reflectora y en un alimentador con dirección al reflector. La ganancia de la antena parabólica es calculada de acuerdo a la ecuación 4.35.

$$G_a = 17,82 + 20 \text{ Log } D_a + 20 \text{ Log } F \quad (4.35)$$

Donde:

G_a es la ganancia de antena en dBi

D_a es el diámetro de la antena en m

f es la frecuencia en GHz.

Para la conexión entre las antenas y el equipo de radio se requiere de una línea de transmisión o alimentadores.

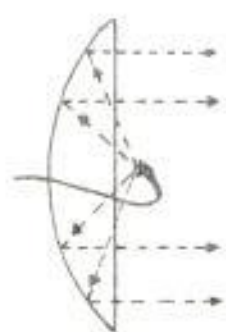
Los alimentadores se dividen en dos tipos básicos:

cables coaxiales y guías de onda.

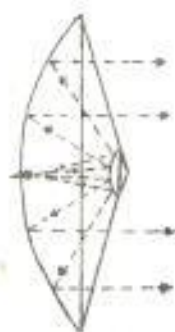
La limitación para el uso de los cables coaxiales es la atenuación y el VSWR, mientras que para las guías de onda depende de sus dimensiones. En la práctica para frecuencias superiores a los 2 GHz, se ocupan las guías de onda.

Los cables coaxiales tienen dimensiones desde 6.4 mm. (1/4") hasta 41 mm. (1 5/8") de diámetro. El dieléctrico puede ser aire o espumoso.

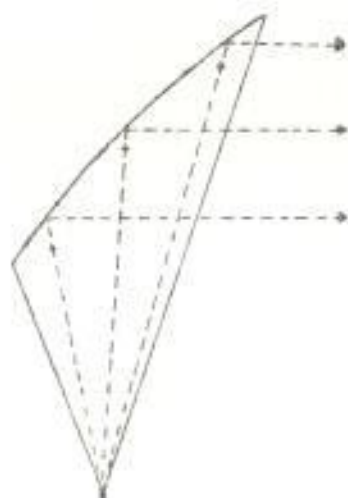
En la figura N° 4.33., se indican los valores típicos de atenuación para los cables coaxiales.



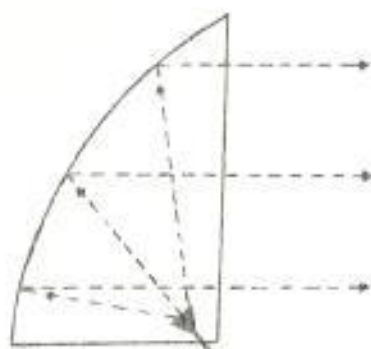
PARABOLICA



CASSEGRAIN



CORNETA REFLECTOR



SHELL

FIGURA Nº 4.32: ANTENAS BASADAS EN REFLECTOR

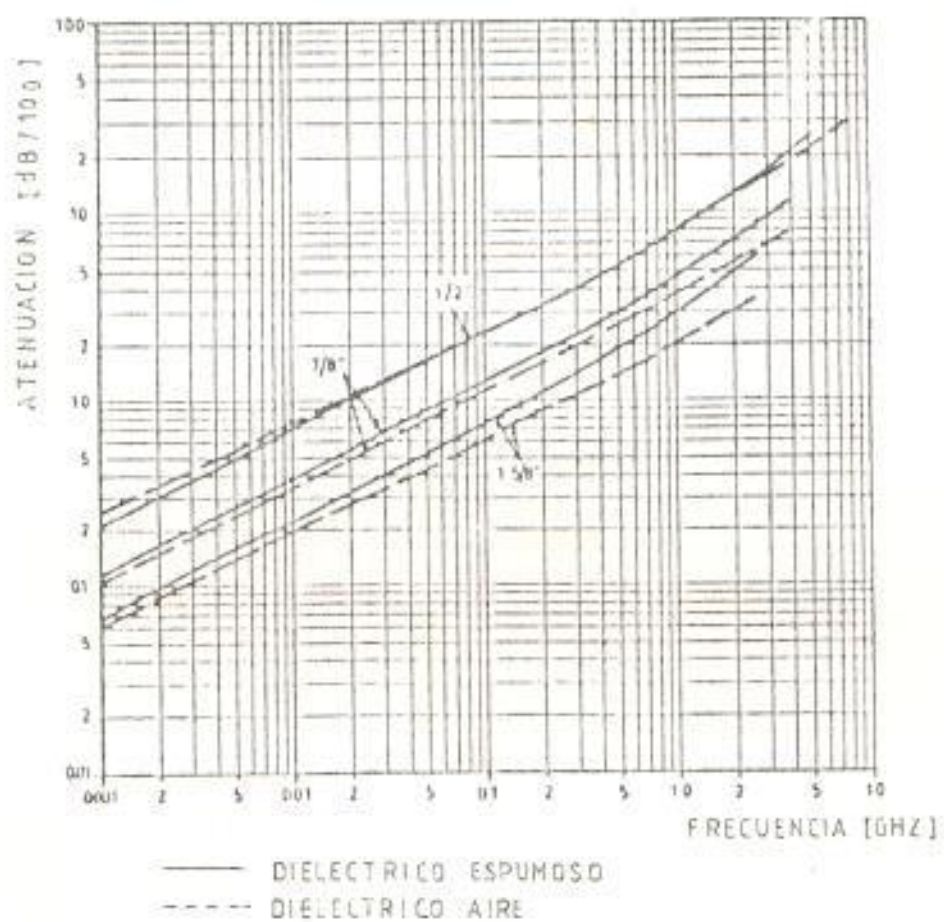
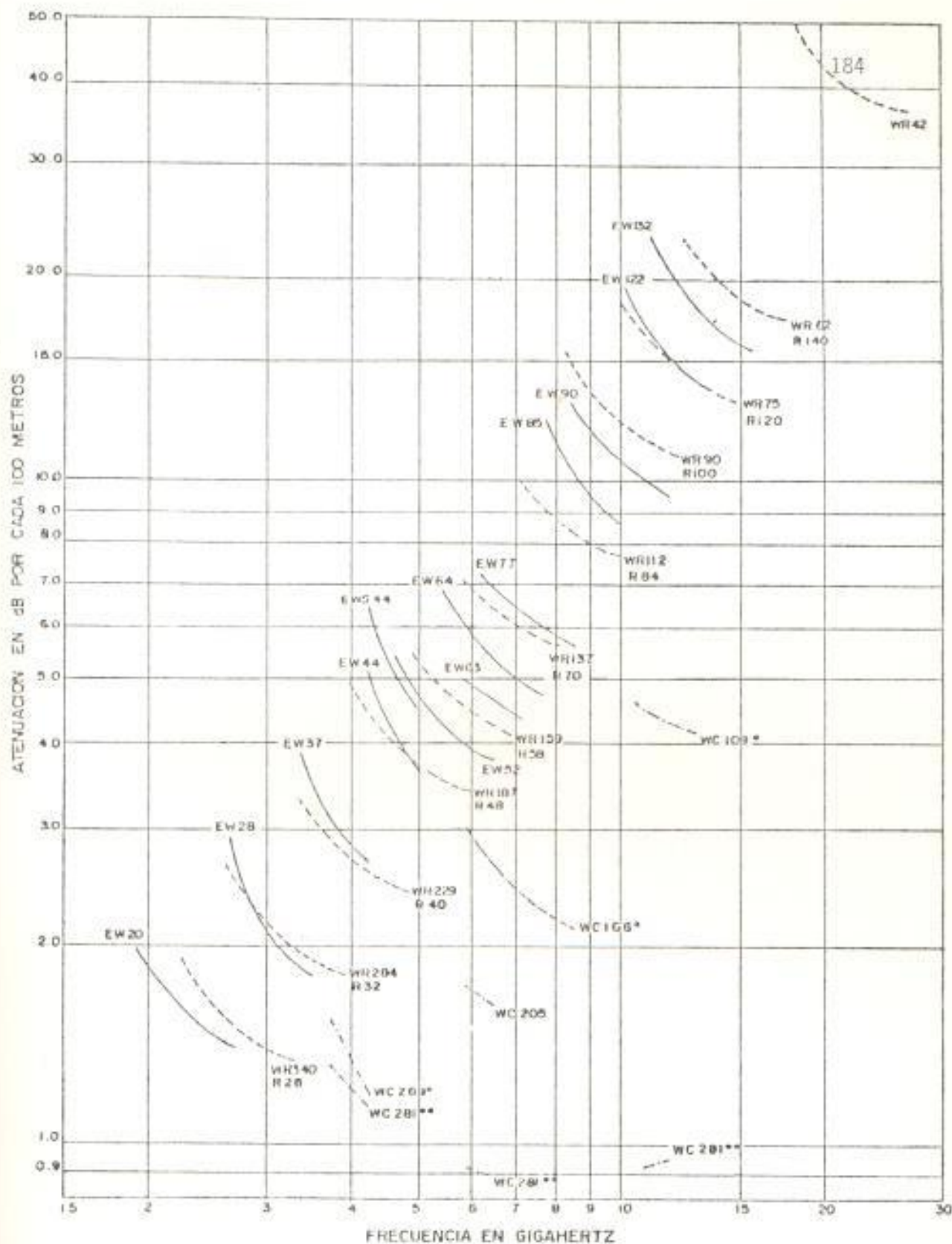


FIGURA Nº 4.33. VALORES TÍPICOS DE ATENUACION EN CABLES COAXIALES (9)



CURVAS DE ATENUACION BASADAS EN:
 VSWR 1.0
 TEMPERATURA AMBIENTE 24°C (75°F)
 CORNE DE ALTA CONDUCTIVIDAD

LAS CURVAS MOSTRADAS SE
 GARANTIZAN DENTRO DE $\pm 5\%$

- * SINE 0.3dB PARA LAS TRANSICIONES INFERIOR Y SUPERIOR
- ** NO INCLuye PERDIDAS DE TRANSICIONES O EN LA RED

FIGURA N° 434. CURVAS DE ATENUACION EN GUIAS DE ONDA (9)

Los cables con dieléctrico de aire normalmente tienen una baja atenuación y un mejor VSWR comparado con el tipo de dieléctrico espumoso. Sin embargo, deberá ser presurizado para evitar la condensación dentro del cable.

Para el cable con dieléctrico espumoso, no puede ser usado para capacidades de canales elevados mayores a los 300 canales FDM o 480 canales PCM debido a su alto VSWR.

Las guías de onda más utilizadas son: rectangulares, circulares y elípticas.

La guía de onda más comunmente usada es la elíptica flexible, aunque posee una atenuación por metro de alrededor dos veces comparada con la guía de onda circular. La razón para su uso es la manera fácil de su instalación y la moderada planificación del esfuerzo necesario.

Las guías de ondas rectangulares y circulares son fabricadas en secciones rectas con longitudes estandard (normalmente entre 1.5 y 3 m.), requiriéndose de varias uniones para longitudes mayores.

Las guías de onda rectangulares es usada principalmente para instalaciones internas en sistemas con ramificación. La atenuación es alta con respecto a la guía de onda elíptica.

En la figura Nº 4.34., se muestran la atenuación de algunos tipos de guías de onda actualmente utilizadas.

En base a las bandas de frecuencia a ser utilizadas tenemos:

a. Para la banda de los 400 MHz.

Tipo de antena: Yagi Uda con 14 dBi de ganancia.

Tipo de alimentador: cable coaxial de 1/2" de diámetro y con una atenuación de 4.4 dB/100 m., con dieléctrico espumoso.

b. Para la banda de 790 - 960 MHz.

Tipo de antena: Yagi Uda con 16 dBi de ganancia.

Tipo de alimentador: Cable coaxial de 7/8" de diámetro con dieléctrica espumoso y con una atenuación de 4.2 dB/100 m.

c. Para la banda de 2100 - 2300 MHz.

Tipo de antena: Parabólica.

Tipo de alimentador: guía de onda elíptica (EW 20) con una atenuación de 1.6 dB/100 m.

d. Para la banda de 7425 - 7725 MHz.

Tipo de antena: Parabólica

Tipo de alimentador: guía de onda rectangular (WR 137R70) con una atenuación de 5.7 dB/100 m.

4.4. DISEÑO DE LOS ENLACES PRINCIPALES, ENTRE ZONAS

Una vez definida la ruta de comunicación a utilizarse, es necesario analizar, calcular y verificar la posibilidad de que exista un enlace de radio confiable.

Para esta sección y la siguiente, se basará en el fundamento teórico dado al inicio de este capítulo, así como la utilización de las especificaciones y fundamentos teóricos de los equipos de radio, las bandas de frecuencia, antenas, alimentadores, etc.

Las alturas de las torres que actualmente existen en las repetidoras que cubren la provincia del Guayas son: Anímas con 25 m., Balao con 20 m., y en la Torre de Telecomunicaciones del Carmen tenemos 31 m. de edificio, en -

donde se pueden colocar antenas parabólicas y sobre éste existe una torre autosoportada de 24 m., de altura que sumada a la altura del edificio tenemos 55 m., sobre la cima del Cerro del Carmen.

De los esquemas de radio de nuestro diseño (figuras N^{os}. 4.10., 4.11., 4.12., 4.13 y 4.14), podemos determinar:

a. Los enlaces con una capacidad de 300 canales son:

- Base Naval - Animas
- Milagro - El Carmen
- Cerro Balao - El Carmen

Para los dos primeros enlaces existe toda la información topográfica completa, cosa que no ocurre con el enlace - Cerro Balao - El Carmen; sin embargo, actualmente la red de microondas que se dirige hacia el sur de nuestro país ocupa este trayecto, por lo tanto existen las condiciones de propagación necesarias para establecer este enlace.

Para las antenas del trayecto Milagro - Cerro del Carmen, se deberá colocar en el Carmen una antena parabólica de 3.5 m., de diámetro con una ganancia de 35.56 dBi, a 9 m.

sobre el edificio de la torre la cual tendrá que ser debidamente reforzada mecánicamente,

Para el cálculo de los acimut de todos los trayectos, se tomará el siguiente formato, por ejemplo:

Trayecto: Base Naval - Animas

Sitio A : Base Naval

Sitio B : Animas

Acimut de A a B : $118^{\circ}42' 32''$

Acimut de B a A : $298^{\circ}40' 29''$

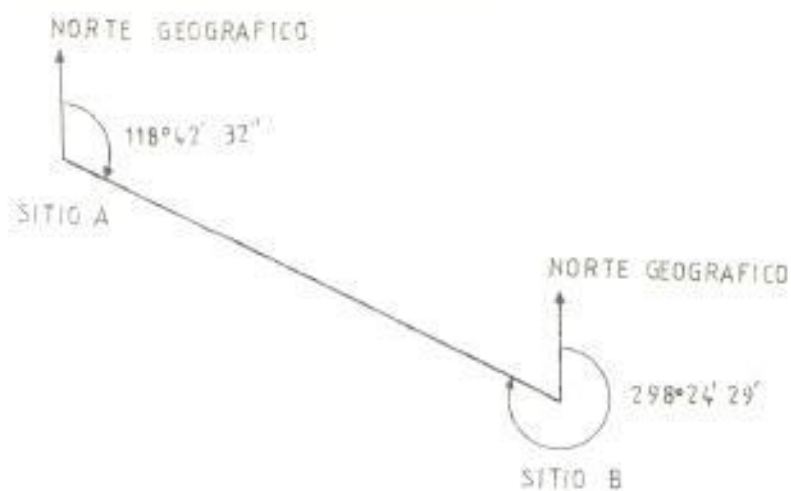


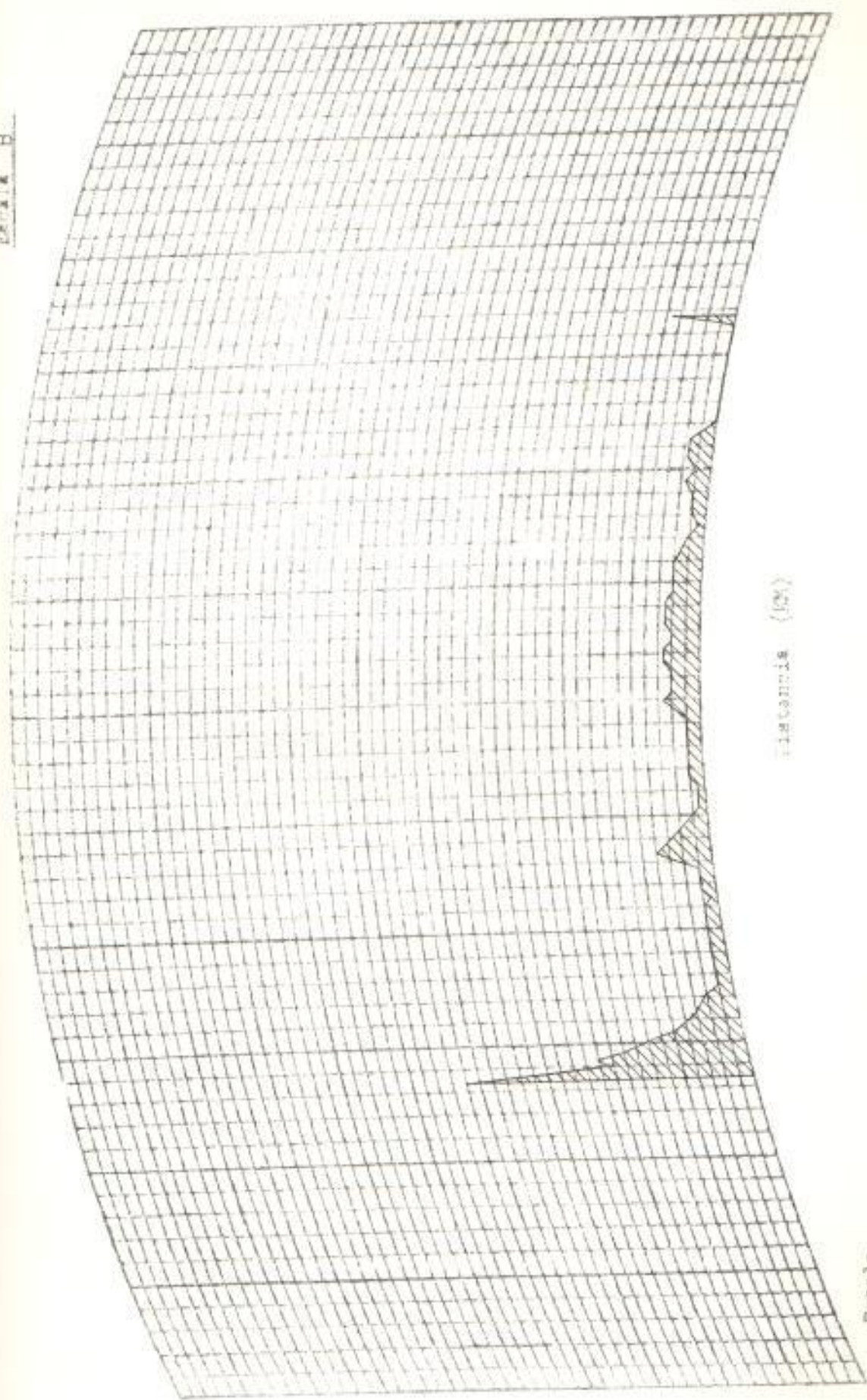
Figura N° 4.35. EJEMPLO DEL CALCULO DE LOS ACIMUTS.

- b. Los enlaces con una capacidad de 960 canales: Animas-El Carmen y Santa Ana - El Carmen. Estos trayectos - poseen línea de vista sin tener que elevar las antenas excesivamente.

Trayecto: BASE NAVAL - ANIMAS

Capacidad de radio	(canales)	: 300
Acimut de A a B		: 118°42'32"
Acimut de B a A		: 218°40'29"
Distancia del trayecto	(Km)	: 66.41
Frecuencia	(MHz)	: 2203
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 135.79
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 93
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 420
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 16.36
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: EW 20
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 0.72
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 35.56
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 65.34
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -35.34
Valor del sistema	(dB)	: 152.30
Relación señal/ruido	(dB)	: 86.95

Escala B



Facia
Completa
A=400m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Altura (m)

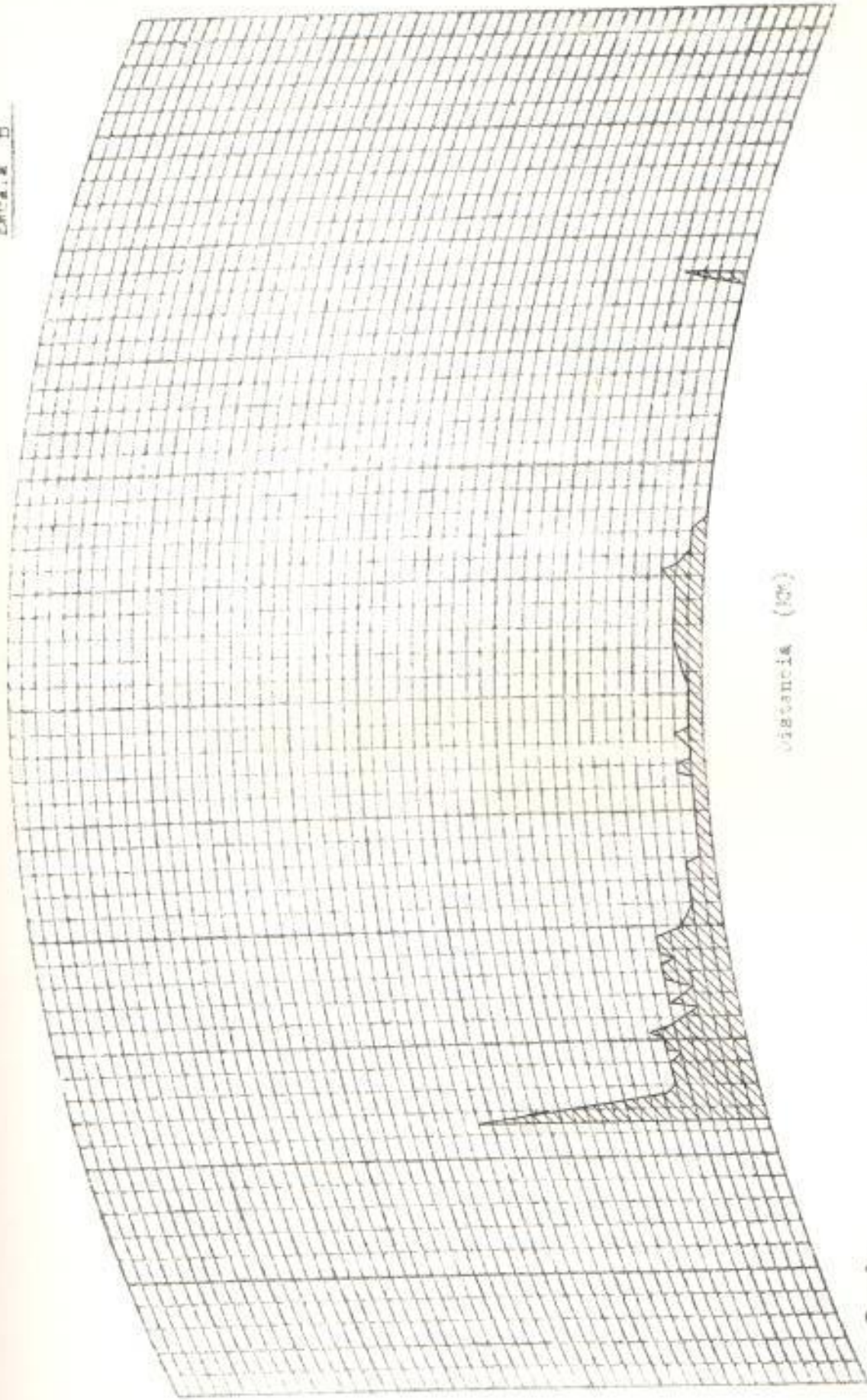
Escala	Animas	Base Naval
Completa	Altura 420	Altura 93
A=240m		
B=120m		
C= 60m	56,41	320

FIGURA No 4.36. PERFIL TOPOGRAFICO ANIMAS-BASE NAVAL

TRAYECTO: ANIMAS - EL CARMEN

Capacidad de radio	(canales)	: 960
Acimut de A a B		: 63°21'29"
Acimut de B a A		: 243°19'21"
Distancia del trayecto	(Km)	: 72.92
Frecuencia	(MHz)	: 7575
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 147.28
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 420
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 53.83
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: WR 137
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 5.7
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 3.13
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 43.36
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 63.68
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -33.68
Valor del sistema	(dB)	: 142.1
Relación señal/ruido	(dB)	: 78.42

Escala B



Distancia (10%)

ANIMAS CERRO DEL CARMEN
 Altura 420 m Altura 95 m
 72,92 331

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

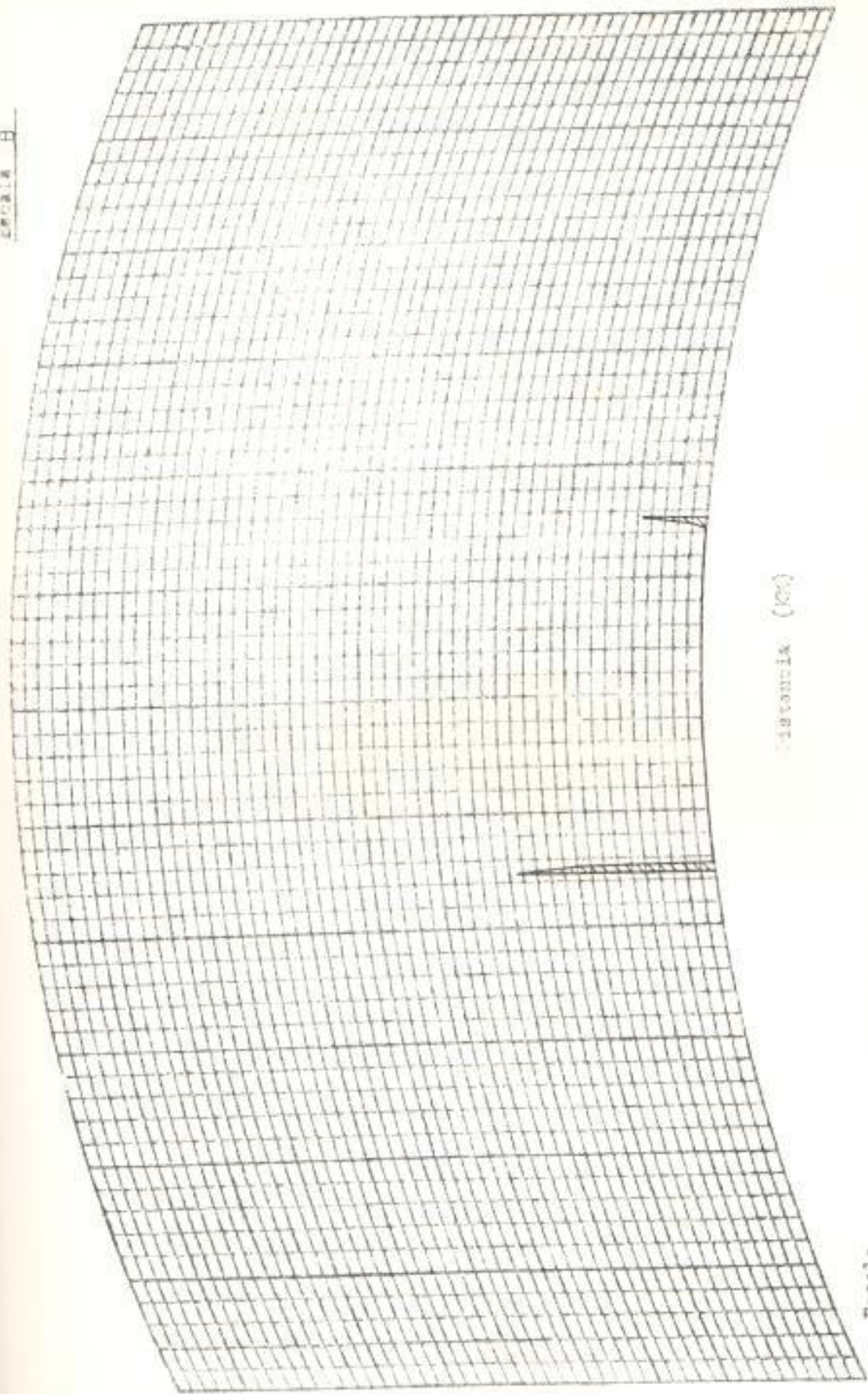
Escala
 Completa
 A=100Km
 B=50Km
 C= 25Km

altura (m)

FIGURA N° 4.37 PERFIL TOPOGRAFICO ANIMAS-CERRO DEL CARMEN

TRAYECTO: SANTA ANA - EL CARMEN

Capacidad de radio	(canales)	: 960
Acimut de A a B		: 204°57'23"
Acimut de B a A		: 24°59'56"
Distancia del trayecto	(Km)	: 30.68
Frecuencia	(MHz)	: 7575
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 139.76
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 21.82
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: WR137
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 5.7
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.85
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 43.366
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 61.88
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -31.88
Valor del sistema	(dB)	: 142.1
Relación señal/ruído	(dB)	: 80.22



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

Altura
(m)

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

CERRO SANTA ANA
Altura 290

CERRO DEL CARMEN
Altura 95

30.58

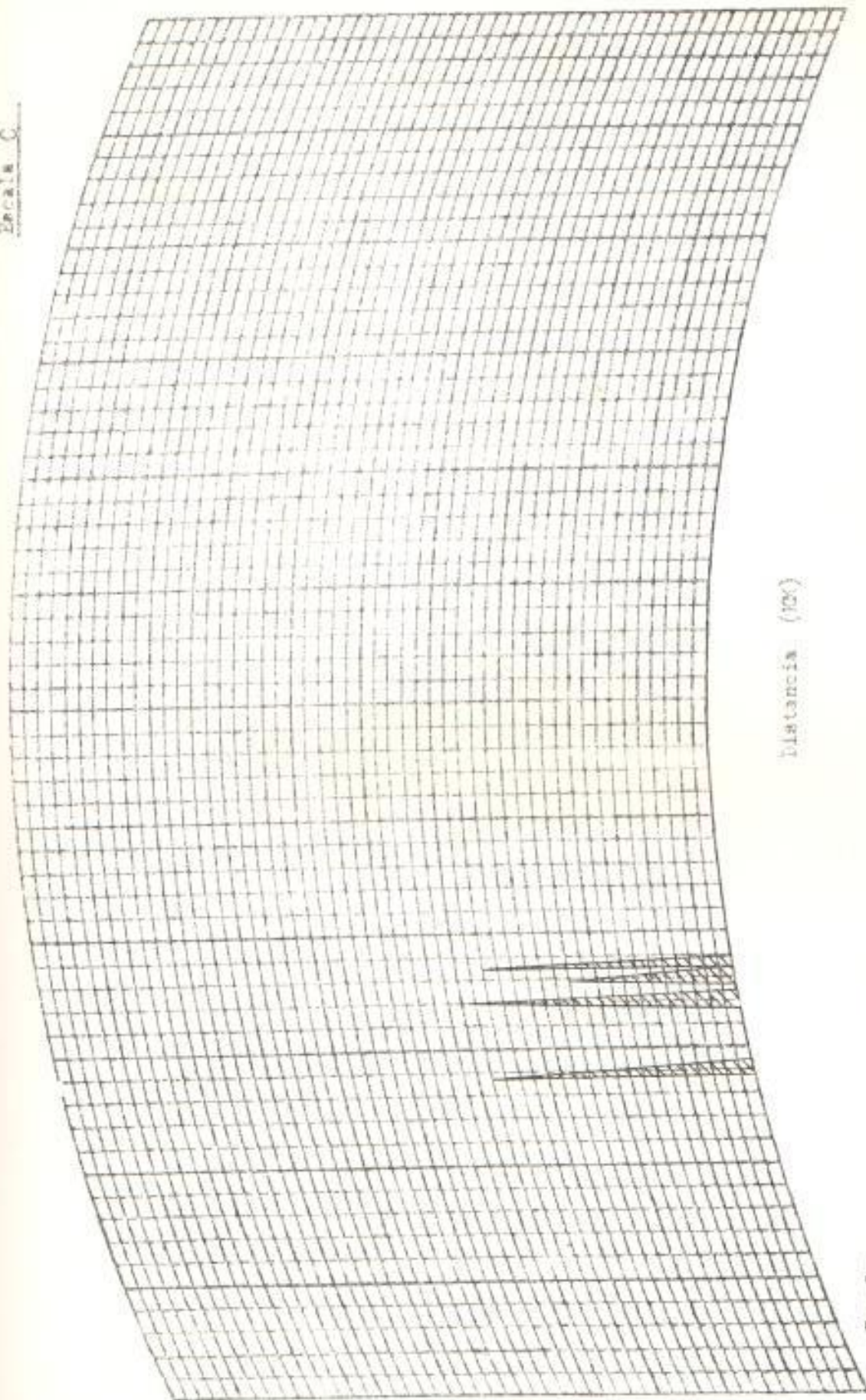
Distancia (Km)

FIGURA N° 438. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA - CERRO DEL CARMEN

TRAYECTO: MILAGRO - EL CARMEN

Capacidad de radio	(canales)	: 300
Acimut de A a B		: 280° 24' 35"
Acimut de B a A	:	: 79° 52' 47"
Distancia del trayecto	(Km)	: 32.48
Frecuencia	(MHz)	: 2203
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 129.53
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 40
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 3.39
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: EW20
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 50
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.12
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 35.56
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 65.53
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -35.53
Valor del sistema	(dB)	: 152.30
Relación señal/ruido	(dB)	: 86.77

Escala C



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

Altura
 (m)

Distancia (100)

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

CERRO DEL CARMEN
 Altura.....95.....m

MILAGRO
 Altura.....0.....m

32,48 KM

FIGURA N° 4.39 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DEL CARMEN-MILAGRO

TRAYECTO: BALAO - EL CARMEN

Capacidad de radio	(canales)	: 300
Acimut de A a B		: 335°02'32"
Acimut de B a A		: 155°00'17"
Distancia del trayecto	(Km)	: 67.38
Frecuencia	(MHz)	: 2203
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 135.87
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 25
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 51.28
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: EW20
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 35
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 0.96
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 35.56
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 65.34
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -35.34
Valor del sistema	(dB)	: 152.3
Relación señal / ruido	(dB)	: 86.59

4.5. DISEÑO DE LOS ENLACES SECUNDARIOS EN CADA ZONA

1. Zona Base Naval:

Posee radios de 12 canales para: Manglaralto, Colonche y Atahualpa y un radio de 60 canales para Anconcito. Recoge además el tráfico que será generado por: La Libertad, Santa Elena, Salinas y José Luis Tamayo; formando un radio de 300 canales que se conecta con Guayaquil a través de la Repetidora Animas (ver Figura N° 4.10).

Los enlaces Base Naval - Manglaralto y Base Naval - Colonche son realizados sobre la superficie del mar.

Se recomienda la construcción de una torre de 25 m., de altura en Base Naval.

Para el caso de 12 canales a una frecuencia de operación de 383 MHz, se tomará como referencia para los cálculos de la altura de las antenas, que exista por lo menos el 40 % de la primera zona de Fresnel de claridad; y para 24 y 60 canales a una frecuencia de 909.5 MHz una claridad mínima del 60 % de la primera zona de Fresnel.

Para el trayecto: Manglaralto - Base Naval, se realiza a través del mar. No existe en este caso reflexión debido a que la primera zona de Fresnel es parcialmente obstruida debido a la curvatura de la tierra.

Aplicando los monogramas para polarización vertical y sobre agua, de las figuras # 25 y 26, tendremos:

$$L(d) = -17.2 \text{ dB}$$

$$H(h_{GA}) = 12 \text{ dB}$$

$$H(h_{GB}) = -8 \text{ dB}$$

La atenuación adicional debido a la curvatura de la tierra será:

$$A_A = -(L(d) + H(h_{GA}) + H(h_{GB}))$$

$$A_A = 13.2 \text{ dB}$$

Trayecto: Manglaralto - Base naval:

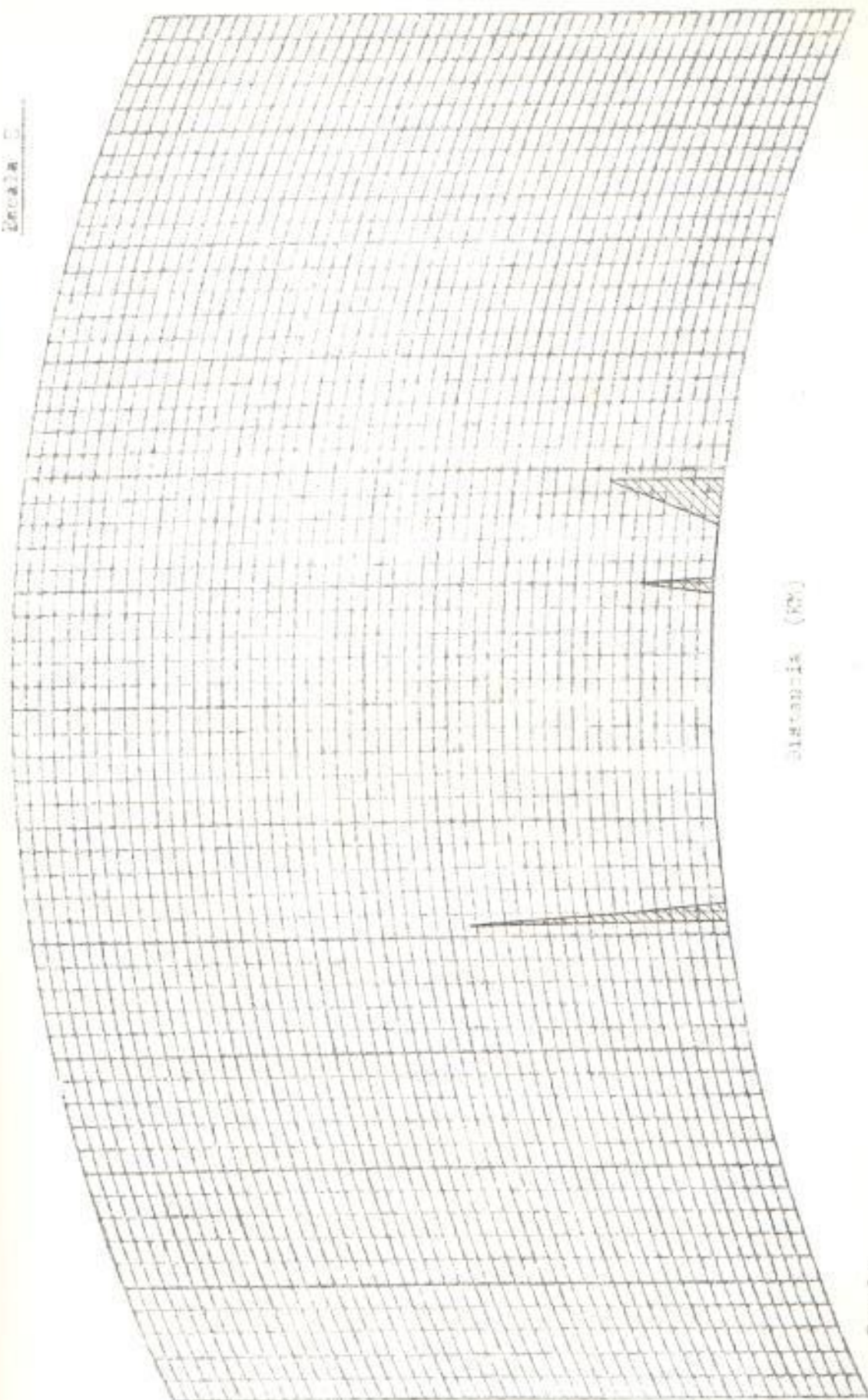
Capacidad de radio	(canales):	: 12
Acimut de A a B		: 216°09' 04"
Acimut de B a A		: 36°09' 04"
Distancia del trayecto	(Km)	: 46.39
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 117.43
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 10
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 93
Altura de antena en A	(m)	: 5
Altura de antena en B	(m)	: 5
Atenuación adicional debida a la cuadratura de la tierra	(dB)	: 13.2
Tipo de alimentador		: coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 15
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.32
Tipo de antena		: yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 103.95
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -63.95
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 67.55

TRAYECTO: ANCONCITO - BASE NAVAL

Capacidad de radio	(canales)	: 60
Acimut de A a B		: 323°24'14"
Acimut de B a A		: 143°25'21"
Distancia del trayecto	(Km)	: 18.990
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 117.18
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 40
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 93
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 6.58
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.10
Tipo de antena		: yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 87.28
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -50.28
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 72.71

Cort. D. (N.º 1/1)

Escala: 1:50000



Escala
Completa
A=5000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

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

BASE NAVAL
Altura 53 m

ANCONCITO
Altura 40 m

18.29 Km

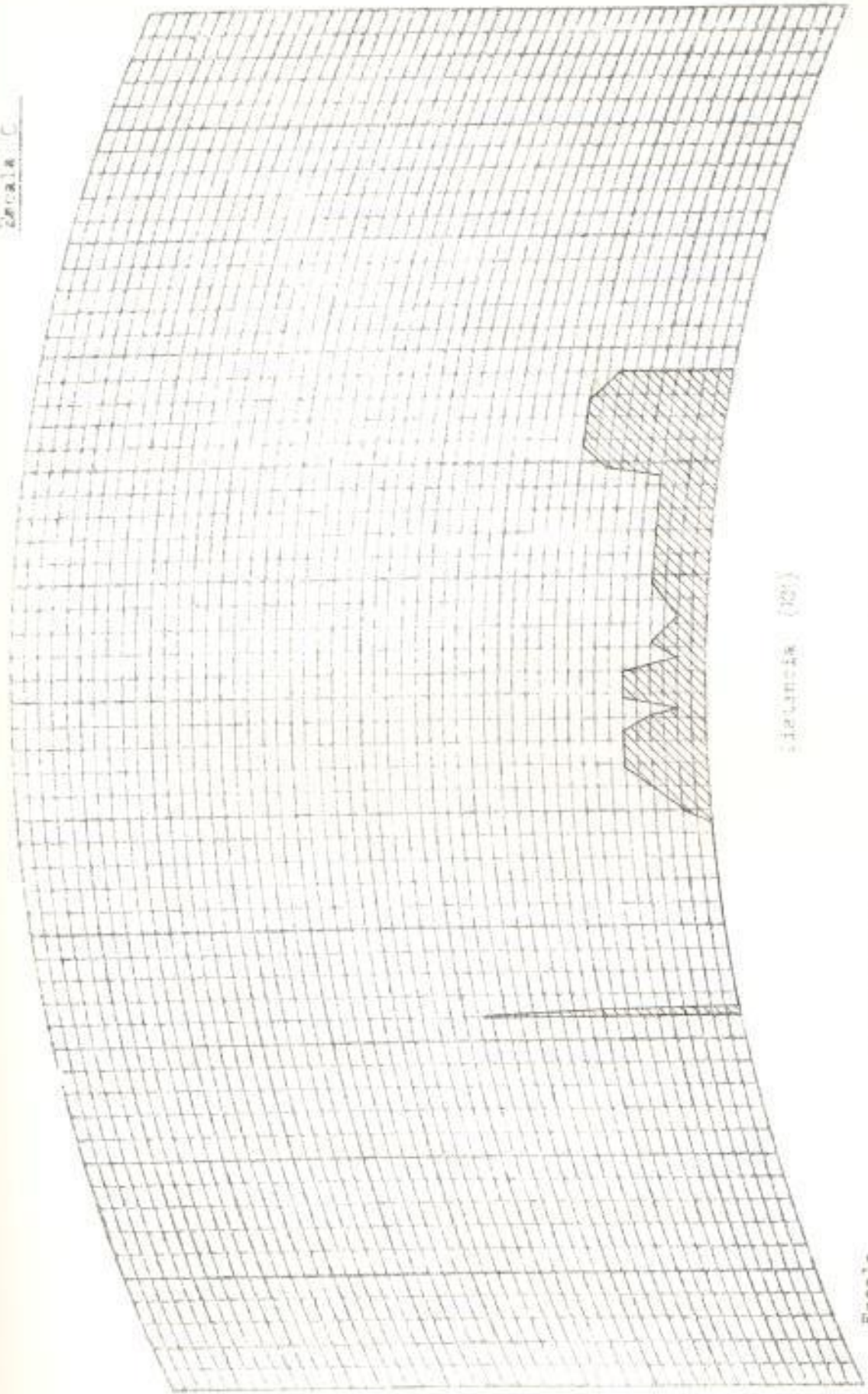
FIGURA N.º 4.40 PERFIL TOPOGRAFICO BASE NAVAL-ANCONCITO

Trayecto: ATAHUALPA - BASE NAVAL

Capacidad de radio	(canales)	: 12
Acimut de A a B		: 300°01'45"
Acimut de B a A		: 120°02'37"
Distancia del trayecto	(Km)	: 28.18
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 113.10
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 40
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 93
Altura de antena en A	(m)	: 25
Altura de antena en B	(m)	: 25
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 17.73
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 35
Longitud del alimentador en B	(m)	: 35
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 3.08
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 88.18
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -48.18
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 83.317

COMPLETA (No. 171)

Escala C



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

Alturas
(m)

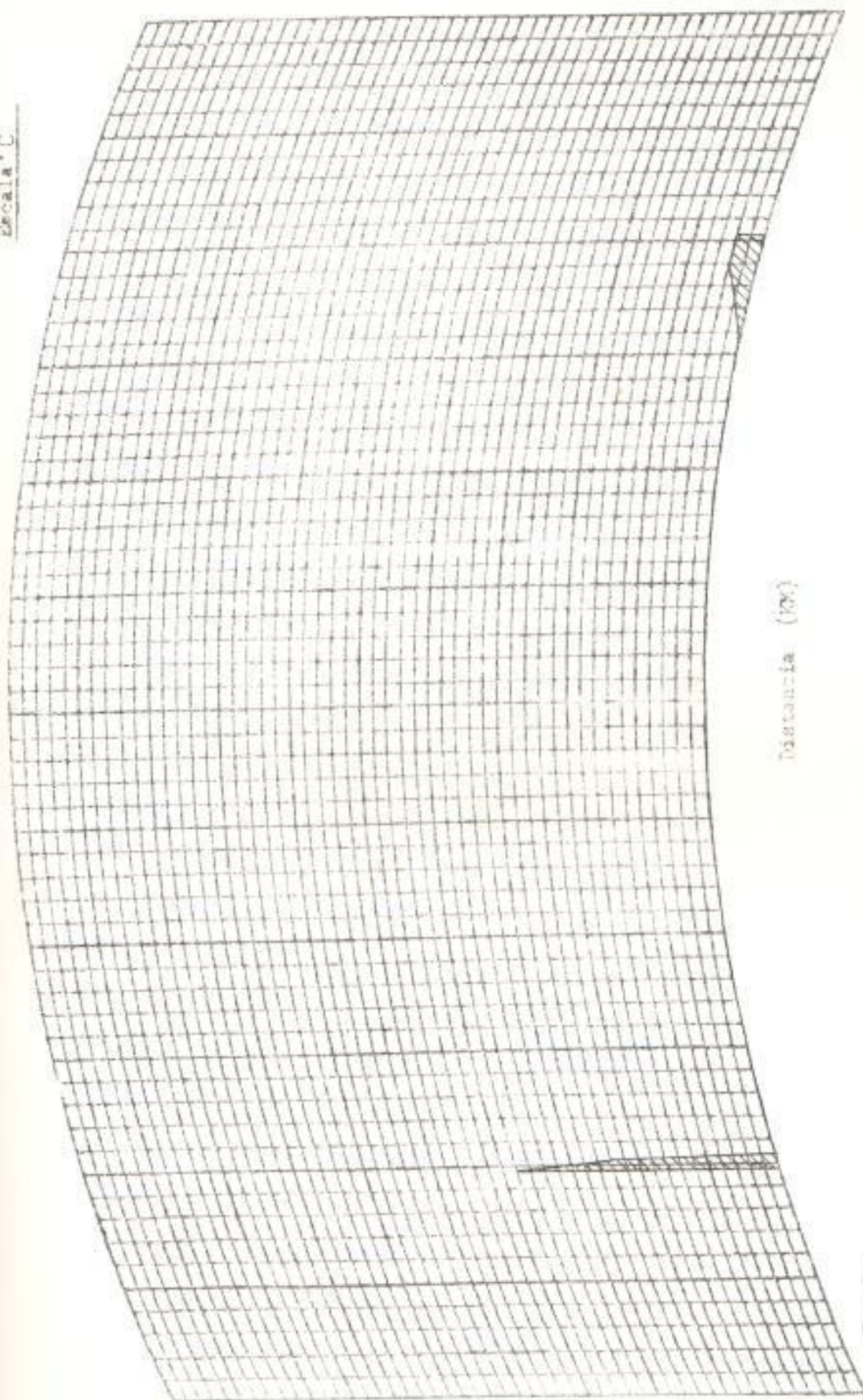
Escala (1:50)

Escala	BASE NAVAL	ATAHUALPA
Completa	Altura 33	Altura 40
A=240Km	28.18	37
B=120Km		
C=60Km		

FIGURA N° 44. PERFIL TOPOGRAFICO BASE NAVAL-ATAHUALPA

TRAYECTO : COLONCHE - BASE NAVAL

Capacidad de radio	(canales)	: 12
Acimut de A a B		: 242°49'18"
Acimut de B a A		: 62°50'22"
Distancia del trayecto	(Km)	: 40.298
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 116.207
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 10
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 93
Altura de antena en A	(m)	: 5
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 7.922
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.76
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 95.27
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -55.27
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 75.23



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

Altura
(m)

Distancia (KM)

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

BASE NAVAL
Altura.....93.....m

COLONCHE
Altura.....10.....m

40,28.....KM

FIGURA N° 4.43 PERFIL TOPOGRAFICO BASE NAVAL-COLONCHE

2. Zona Animas:

Recoge el tráfico que viene de la repetidora en Base Naval y además: Los radios de 12 canales de Julio Moreno y de J. Gómez Rendón; y los radios de 60 canales de Playas y Posorja enrutándolo hacia Guayaquil (Ver figura N° 4.10).

Actualmente en el Cerro Animas existe una torre de 25 m. de altura que satisface los requerimientos de propagación.

TRAYECTO: POSORJA - ANIMAS

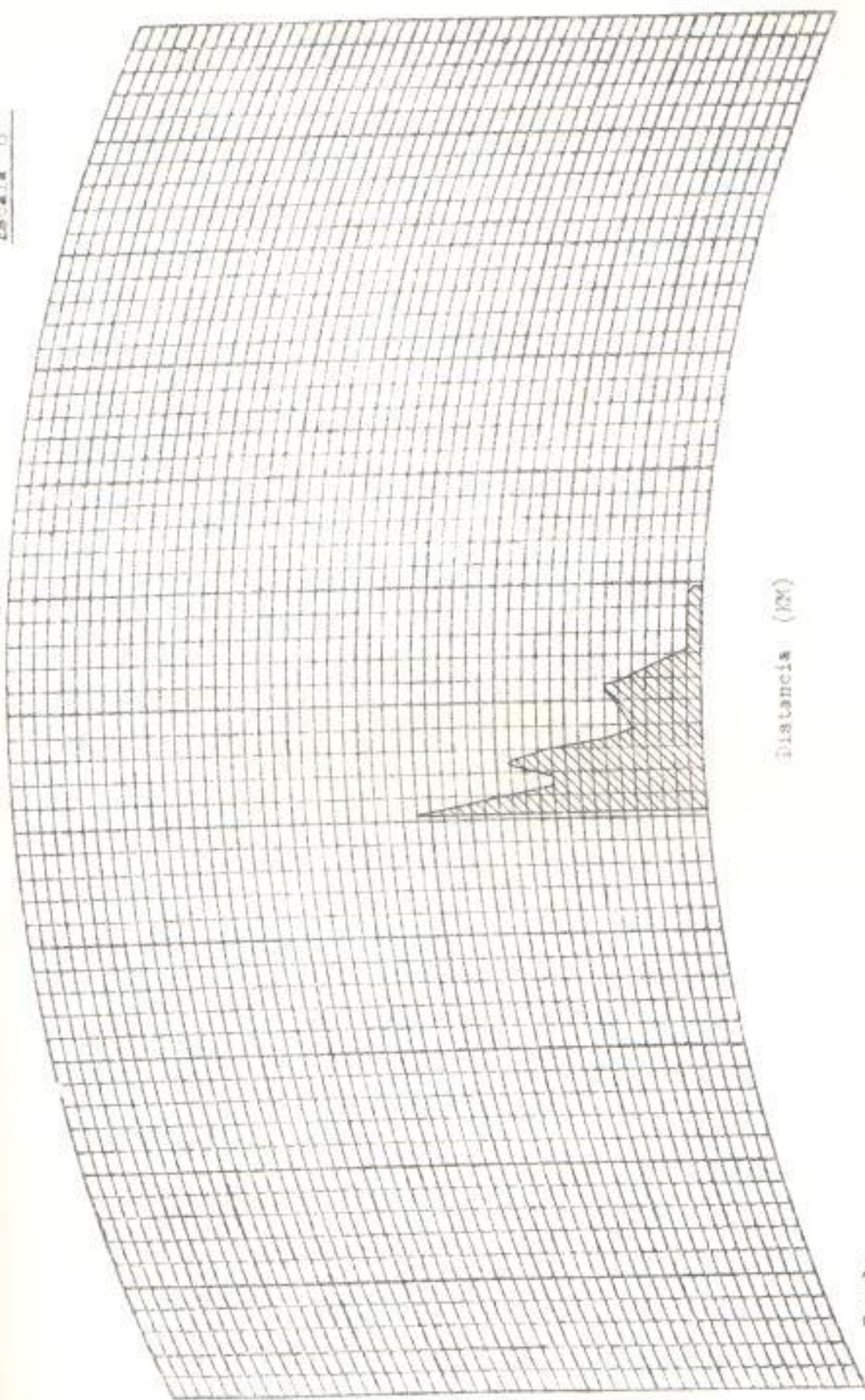
Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 315°00'59"
Acimut de B a A		: 136°02'55"
Distancia del trayecto	(Km)	: 30.15
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 122.78
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 420
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 1.45
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.89
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 92.67
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -55.67
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 67.33

TRAYECTO : PLAYAS - ANIMAS

Capacidad de radio	(canales)	: 60
Acimut de A a B		: 334°10'16"
Acimut de B a A		: 154°12'14"
Distancia del trayecto	(Km)	: 19.54
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 117.43
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 10
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 420
Altura de antena en A	(m)	: 5
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 0.68
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 87.11
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -50.11
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 72.89

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

Altura
(m)



Distancia (Km)

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

A NIMAS

Altura 4.20

PLAYAS

Altura 10

19.54 201

FIGURA. N° 445. PERFIL TOPOGRAFICO ANIMAS-PLAYAS

TRAYECTO : JUAN GOMEZ RENDON - ANIMAS

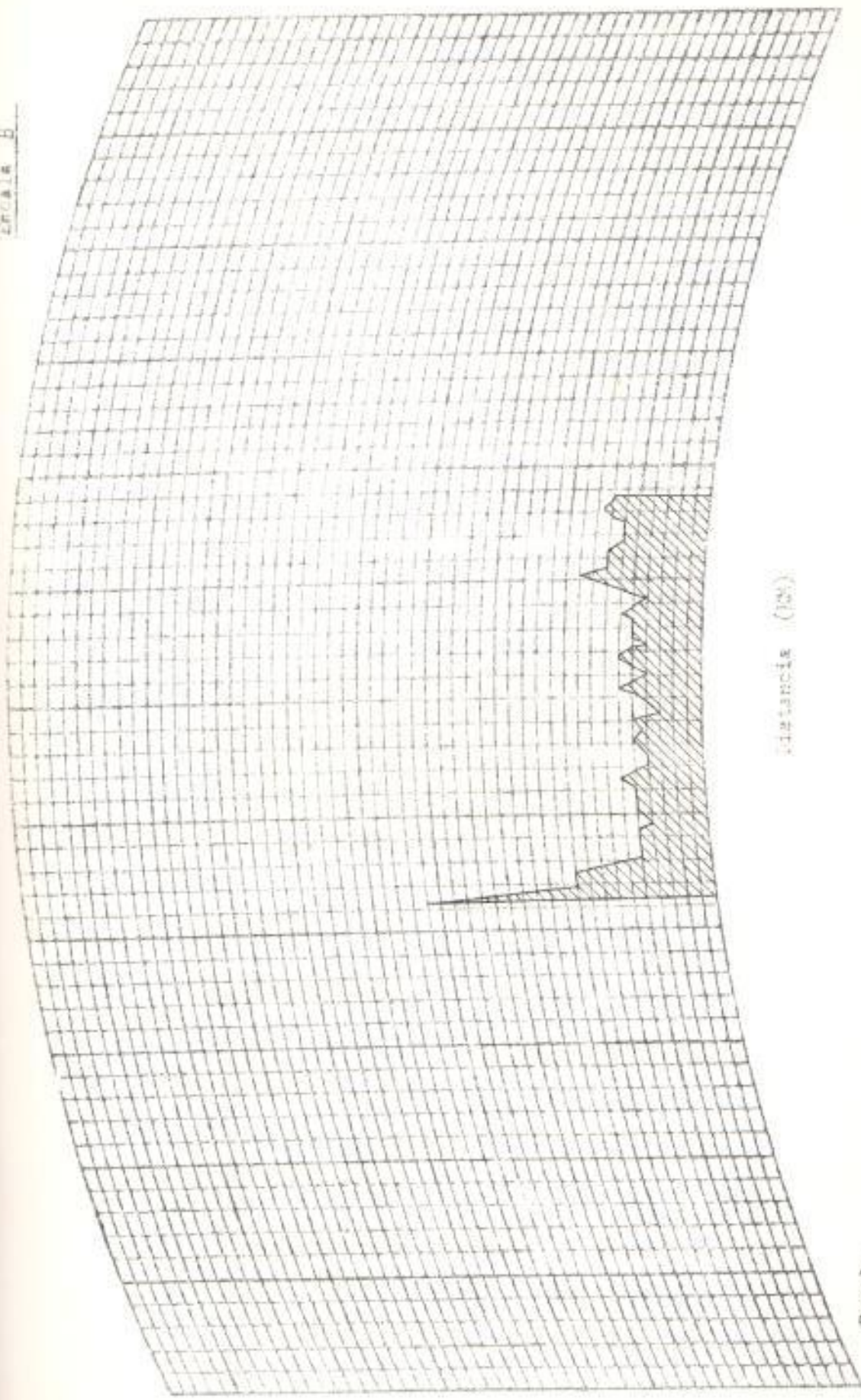
Capacidad de radio	(canales) : 24
Acimut de A a B	: 235°57'14"
Acimut de B a A	: 55°57'43"
Distancia del trayecto	(Km) : 13.51
Frecuencia	(MHz) : 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB) : 114.23
Altura de A sobre el nivel del mar	(m) : 80
Altura de B sobre el nivel del mar	(m) : 420
Altura de antena en A	(m) : 20
Altura de antena en B	(m) : 20
Distancia al PRF desde A	(Km) : 10.98
Pérdidas por reflexión	(dB) : 0
Tipo de alimentador	: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m) : 4.2
Longitud del alimentador en A	(m) : 30
Longitud del alimentador en B	(m) : 30
Atenuación en los alimentadores	(dB) : 2.52
Tipo de antena	: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi) : 16
Atenuación total del trayecto	(dB) : 84.75
Potencia de transmisión	(dBm) : 37
Potencia de recepción	(dBm) : -47.75
Valor del sistema	(dB) : 165
Relación señal/ruído	(dB) : 80.25

TRAYECTO: CHANDUY - ANIMAS

Capacidad de radio	(canales)	: 12
Acimut de A a B		:108°54'08"
Acimut de B a A		:288°53'27"
Distancia del trayecto	(Km)	:25.06
Frecuencia	(MHz)	:383
Atenuación de espacio libre	(dB)	:112.08
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:20
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:420
Altura de antena en A	(m)	:5
Altura de antena en B	(m)	:5
Distancia al PRF desde A	(Km)	:1.50
Pérdidas por reflexión	(dB)	:0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100 m)	: 4.4
Longitud del alimentador en A		: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 15
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.32
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 85.403
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -45.403
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal / ruido	(dB)	:86.097

TRAYECTO: JULIO MORENO - ANIMAS

Capacidad de radio	(canales)	: 12
Acimut de A a B		: 200°21'57"
Acimut de B a A		: 20°26'13"
Distancia del trayecto	(Km)	: 34,41
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 114,84
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 140
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 420
Altura de antena en A	(m)	: 20
Altura de antena en B	(m)	: 25
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 9,46
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4,4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 30
Longitud del alimentador en B	(m)	: 35
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2,86
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 89,69
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -49,69
Valor del sistema	(dB)	: 171,5
Relación señal/ruído	(dB)	: 81,80



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

Altura
(m)

Distancia (Km)

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

ANIMAS 4.20 Julio MORENO 34.40
 Altura 4.20 m Altura 34.40 Km

FIGURA N° 44.8. PERFIL TOPOGRAFICO ANIMAS-JULIO MORENO

3. Zona Milagro:

Poseen radios de 12 canales para Lorenzo de Garaicoa y Simón Bolívar; y radios de 60 canales para Yaguachi Nuevo y Naranjito.

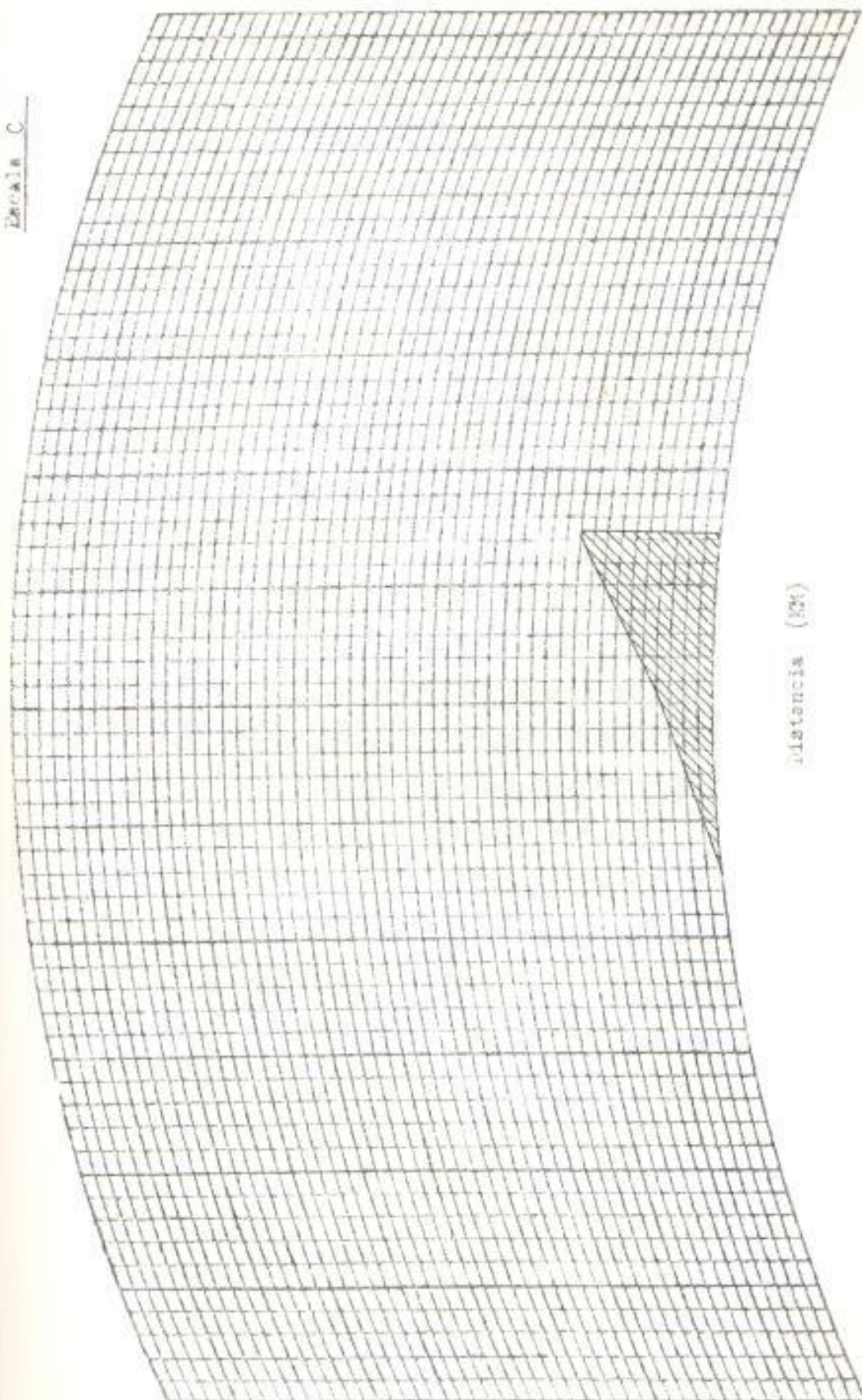
Todo este tráfico mas el generado por la ciudad de Milagro es enrutado hacia Guayaquil (Ver figura N°4. 11.).

Será necesario colocar en la ciudad de Milagro una torre de 20 m. de altura, para satisfacer los requerimientos de propagación que llegan a esta repetidora.

TRAYECTO: NARANJITO -MILAGRO

Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 283°59'00"
Acimut de B a A		: 103°59'04"
Distancia del trayecto	(Km)	: 14.30
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 114.72
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 50
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 10.74
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.31
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 85.03
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -48.03
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 74.97

Escala C



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

Altura
(m)

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

Distancia (Km)

MILAGRO

Altura 0 Km

NARANJITO

Altura 50 Km

14,30 Km

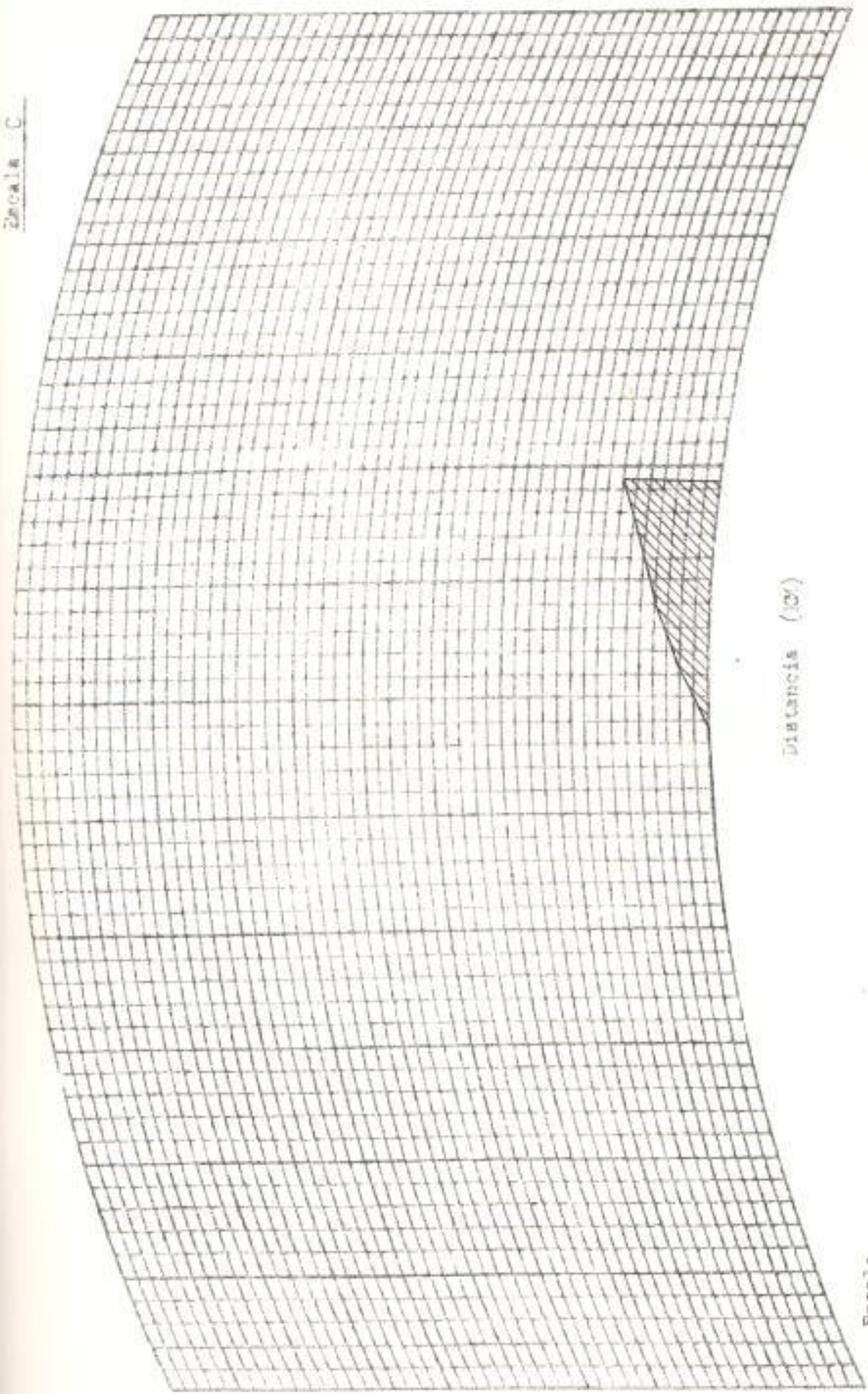
FIGURA N° 4.1.9. PEFFIL TOPOGRAFICO MILAGRO-NARANJITO

TRAYECTO : YAGUACHI NUEVO - MILAGRO

Capacidad de radio	(canales)	60
Acimut de A a B	:	107°20'02"
Acimut de B a A	:	287°19'46"
Distancia del trayecto	(Km)	12.02
Frecuencia	(MHz)	909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	113.21
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	0
Altura de antena en A	(m)	20
Altura de antena en B	(m)	20
Distancia al PRF desde A	(Km)	6.01
Pérdidas por reflexión	(dB)	6
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	30
Longitud del alimentador en B	(m)	30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	2.52
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	89.73
Potencia de transmisión	(dBm)	37
Potencia de recepción	(dBm)	-52.73
Valor del sistema	(dB)	160
Relación señal/ruido	(dB)	70.27

TRAYECTO: SIMON BOLIVAR - MILAGRO

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 220°19'46"
Acimut de B a A		: 40°31' 30"
Distancia del trayecto	(Km)	: 18.51
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 109.45
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 35
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 12.79
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.42
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 89.87
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -49.87
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 81.63



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

Altura
(m)

Distancia (m)

Escala Completa	MILAGRO	SIMON BOLIVAR
A=240Km	Altura 0	Altura 35
B=120Km		
C= 60Km	18.5	100

FIGURA N° 151. PERFIL TOPOGRAFICO MILAGRO - SIMON BOLIVAR

TRAYECTO : LORENZO DE GARAICOA - MILAGRO

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 242°06'18"
Acimut de B a A		: 62°06'24"
Distancia del trayecto	(Km)	: 15.7
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 108.02
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 60
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de antena en A	(m)	: 23
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 3.26
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 33
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.77
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 82.79
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: 42.79
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 88.71

4. Zona Santa Ana:

Santa Ana se caracteriza por el elevado número de enlaces que llegan a la repetidora. (Ver figura N° 4.12). En la mayoría de estos enlaces existirá onda reflejada especialmente en terrenos cubiertos de matorrales que porporcionan una pérdida adicional de 6 dB (coeficiente de reflexión -0.5) y en ciudades con una pérdida adicional de 1.92 dB (coeficiente de reflexión -0.2).

Posee radios de 24 canales en : Lomas de Sargentillo, Palestina, Isidro Ayora, Santa Lucía, El Salitre y Colimes de Balzar; y radios de 60 canales en: Balzar, Samborondón, Daule, Pedro Carbo y Marcelino Maridueña.

Todos estos enlaces van directamente a Santa Ana y de allí hacia la repetidora en el Cerro del Carmen.

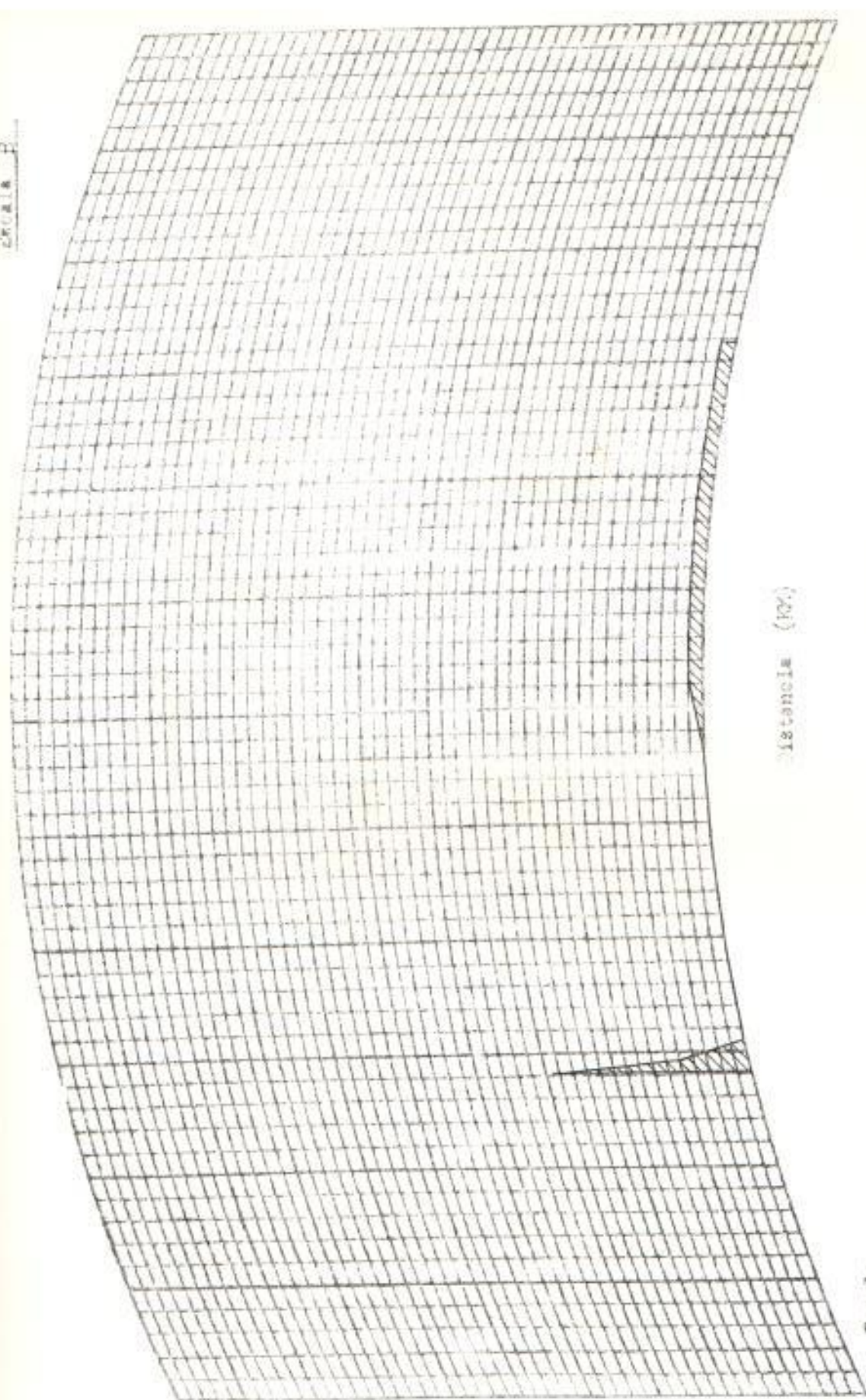
Se deberá construir una torre de 25 m., de altura en la cima del Cerro Santa Ana.

Trayecto : Balzar - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 165°34'54"
Acimut de B a A		: 345°27'10"
Distancia del trayecto	(Km)	: 64.39
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 127.79
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 20
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 240
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 10.37
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.31
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 98.10
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -61.10
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal / ruido	(dB)	: 61.90

Escala P

Perfil (Km 0/1)



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

Altura
(m)

Distancia (Km)

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

CERRO SANTA ANA
Altura 290

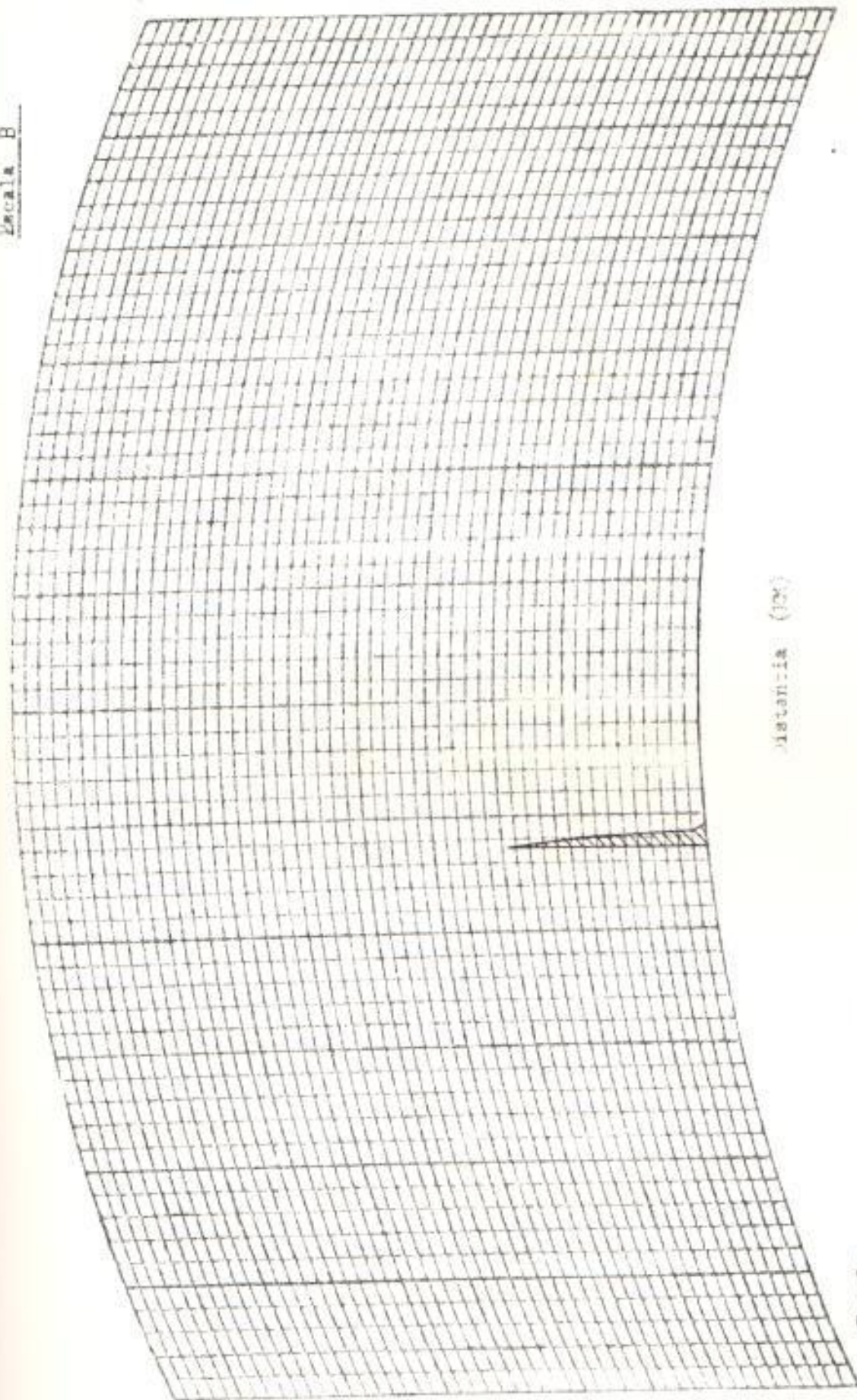
BALZAR
Altura 29

56,39 Km

FIGURA N° 4.53. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-BALZAR

Trayecto : Daule - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 107°02'55"
Acimut de B a A		: 287°02'25"
Distancia del trayecto	(Km)	: 25,17
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 119.63
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(km)	: 0.919
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 1.92
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dB _i)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 91.23
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -54.23
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 68.77



Escala
Completa
A=2000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (300)

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

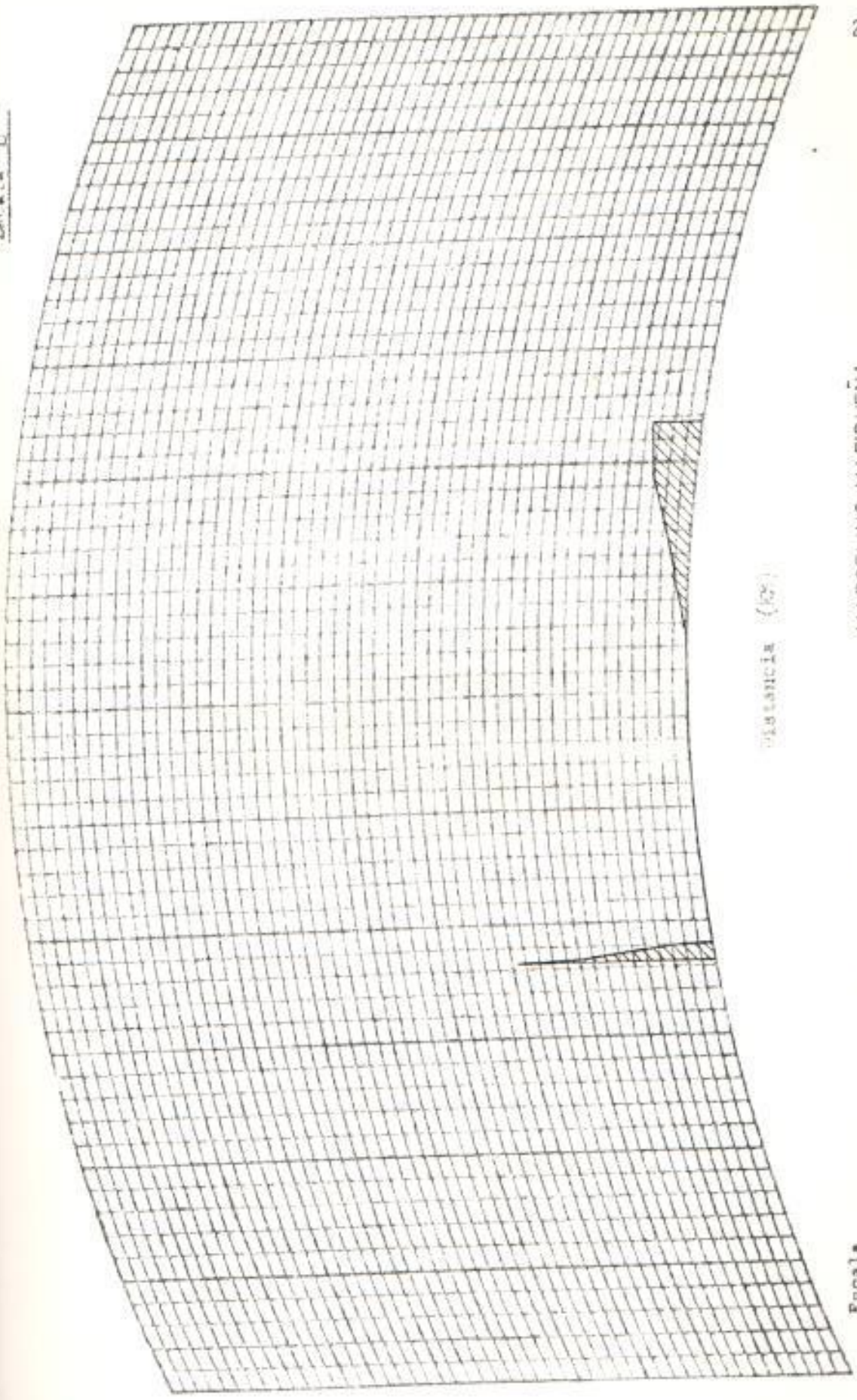
CERRO SANTA ANA DAULE
 altura 290 m Altura 0 m
 25,17 km

FIGURA N° 154. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-DAULE

Trayecto: Marcelino Mariqueña - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 309°43'39"
Acimut de B a A		: 129°45'21"
Distancia del trayecto	(km)	: 47.49
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 125.15
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 70
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(km)	: 11.28
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.1
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 95.25
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -58.25
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 64.75

Escala B



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

Altura
 (m)

Distancia (km)

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

CERRO SANTA ANA
 Altura 290 m

MARCELINO MARIDUEÑA
 Altura 70 m

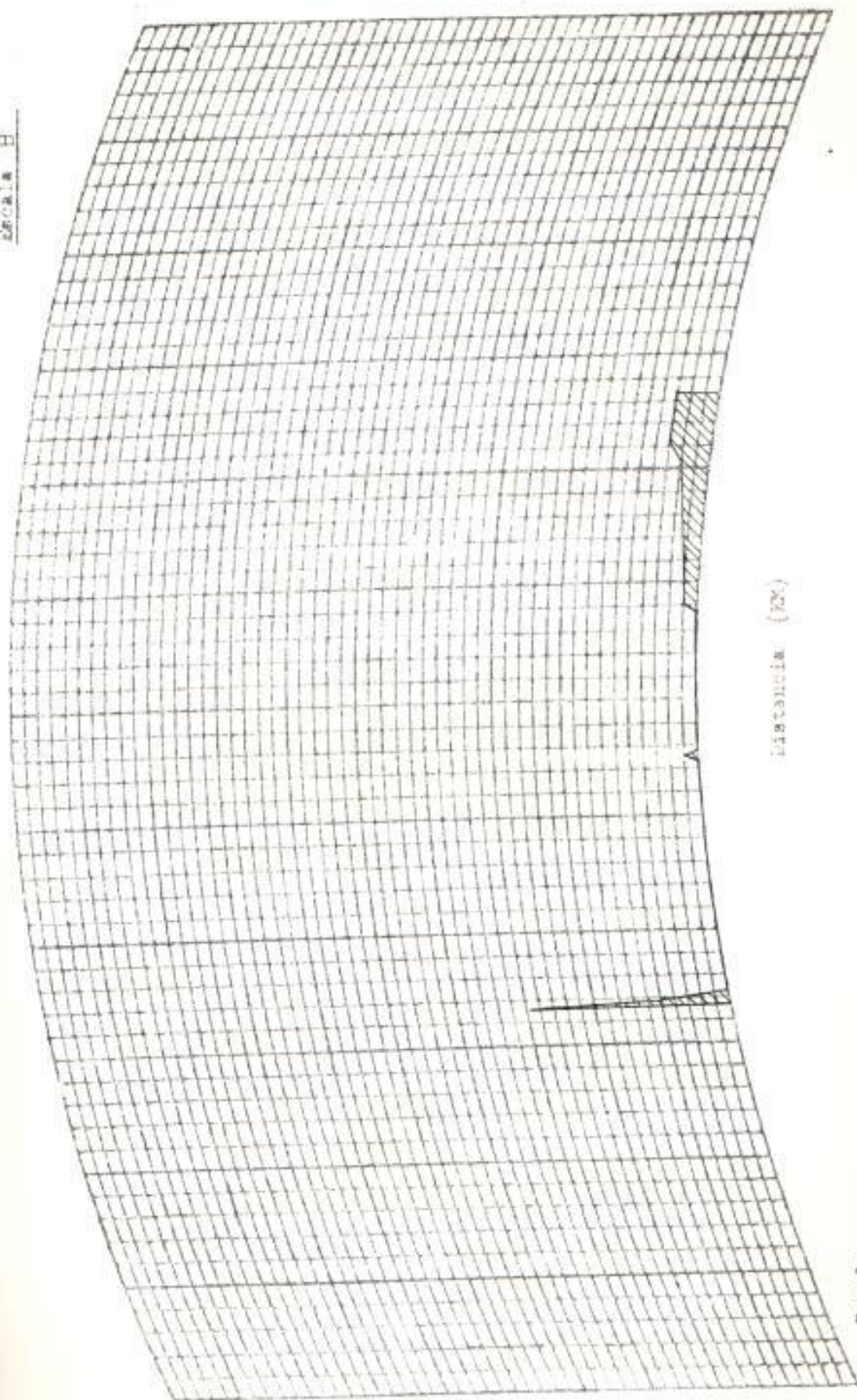
47,49 km

FIGURA N° 4.55. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA - MARCELINO MARIDUEÑA

Trayecto: Pedro Carbo-Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	60
Acimut de A a B		: 103°22'43"
Acimut de B a A		: 283°21'42"
Distancia del trayecto	(km)	: 53.53
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 126.18
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 60
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(km)	: 12.83
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.1
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dB _i)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 96.28
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -59.28
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruido	(dB)	: 63.72

Escala B



Distancia (10%)

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

CERRO SANTA ANA
Altura.....290

PEDRO CARBO
Altura.....60

53.53

FIGURA N° 456. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-PEDRO CARBO

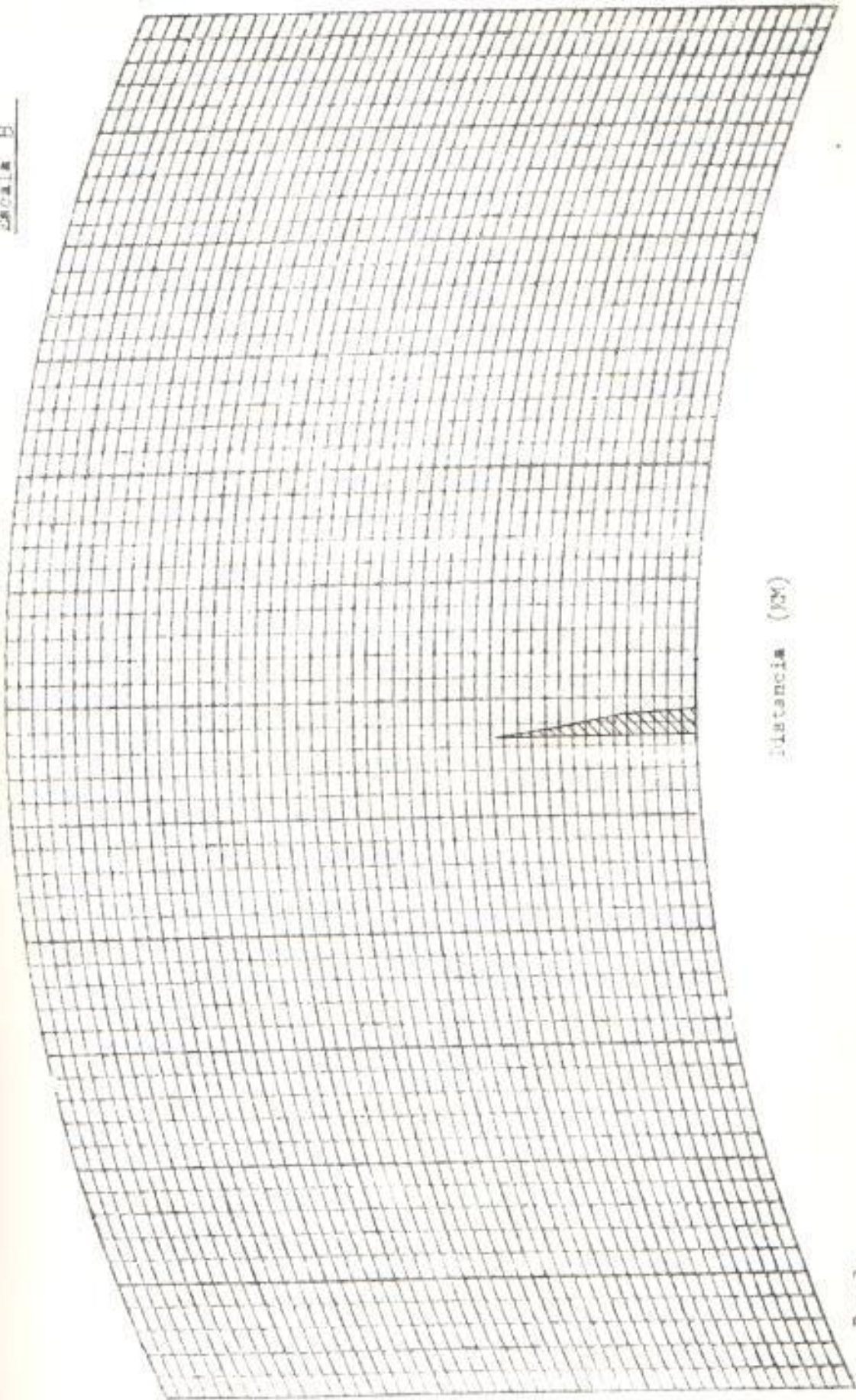
Escala
Completa
A=4000m
B= 1000m
= 250m

Altura
(#)

Trayecto: Samborondón - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	60
Acímut de A a B		: 308°11'57"
Acímut de B a A		: 128°12'08"
Distancia del trayecto	(Km)	: 5.69
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 106.72
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 5
Altura de antena en B	(m)	: 5
Distancia al PRF desde A	(km)	: 0.097
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 1.92
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 15
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.26
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 77.90
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -40.90
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruído	(dB)	: 82.10

Escala B



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

Altura
(m)

Distancia (Km)

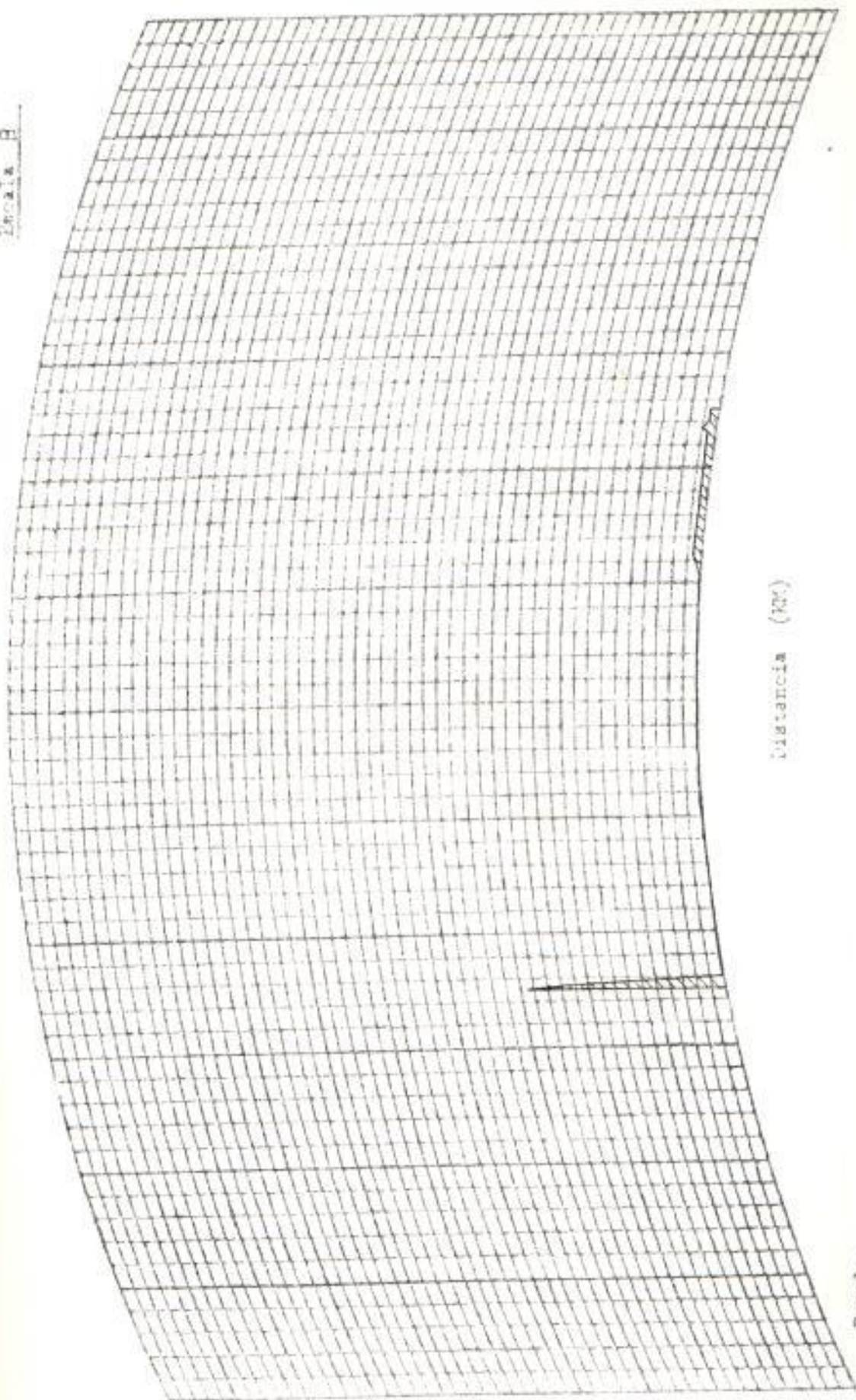
Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

CERRO SANTA ANA _____ SAMBORONDON _____
 Altura 290 m 0 m
 5.69 Km

FIGURA N° 457 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-SAMBORONDON

TRAYECTO: COLIMES - SANTA ANA

Capacidad de radio	(canales): 24
Acimut de A a B	: 147°22'43"
Acimut de B a A	: 327°20'04"
Distancia del trayecto	(Km) : 50.733
Frecuencia	(MHz) : 909,5
Atenuación de espacio libre	(dB) : 125.722
Altura de A sobre el nivel del mar	(m) : 10
Altura de B sobre el nivel del mar	(m) : 290
Altura de antena en A	(m) : 20
Altura de antena en B	(m) : 20
Distancia al PRF desde A	(Km) : 6.35
Pérdidas por reflexión	(dB) : 0
Tipo de alimentador	: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):4.2
Longitud del alimentador en A	(m) : 30
Longitud del alimentador en B	(m) : 30
Atenuación en los alimentadores	(dB) : 2.52
Tipo de antena	: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi) : 16
Atenuación total del trayecto	(dB) : 96.24
Potencia de transmisión	(dBm) : 37
Potencia de recepción	(dBm) : -59.24
Valor del sistema	(dB) : 165
Relación señal/ruido	(dB) : 68.76



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

Altura
(m)

Distancia (m)

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

CERRO SANTA ANA COLIMES DE BALZAR

Altura 290 m

Altura 10 m

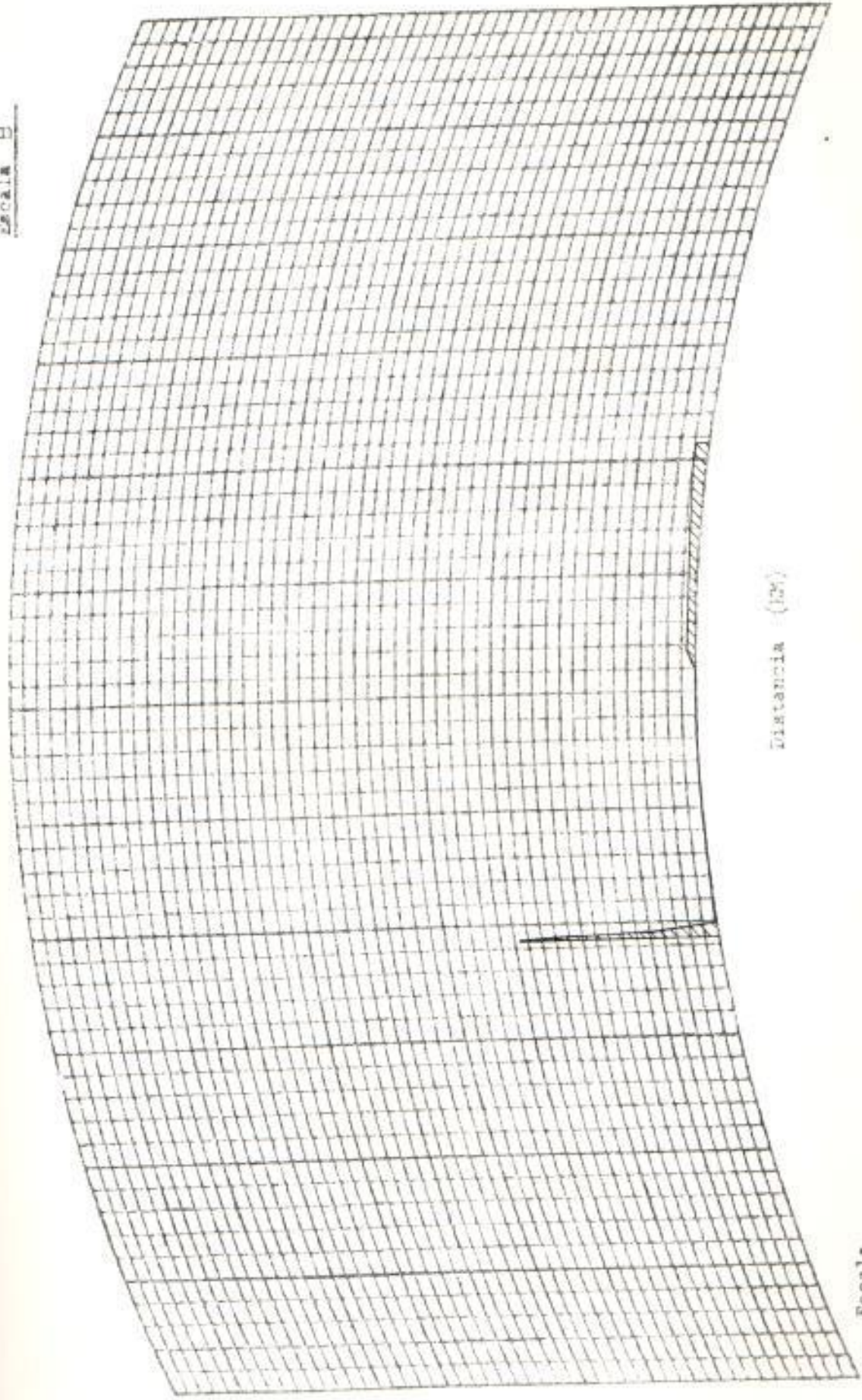
50.73 m

FIGURA N° 4.5.8. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA - COLIMES DE BALZAR

TRAYECTO : ISIDRO AYORA - SANTA ANA

Capacidad de radio	(canales):	24
Acimut de A a B		: 97°28'26"
Acimut de B a A		: 277°27'39"
Distancia del trayecto	(Km)	: 42.75
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 124.23
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 20
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 4.92
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.89
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 94.12
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -57.12
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal / ruido	(dB)	: 70.88

Escala B



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

Altura
 (m)

Distancia (km)

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

CERRO SANTA ANA
 Altura 290 m

ISIDRO AYORA
 Altura 20 m

42.75 km

FIGURA N° 4.59. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-ISIDRO AYORA

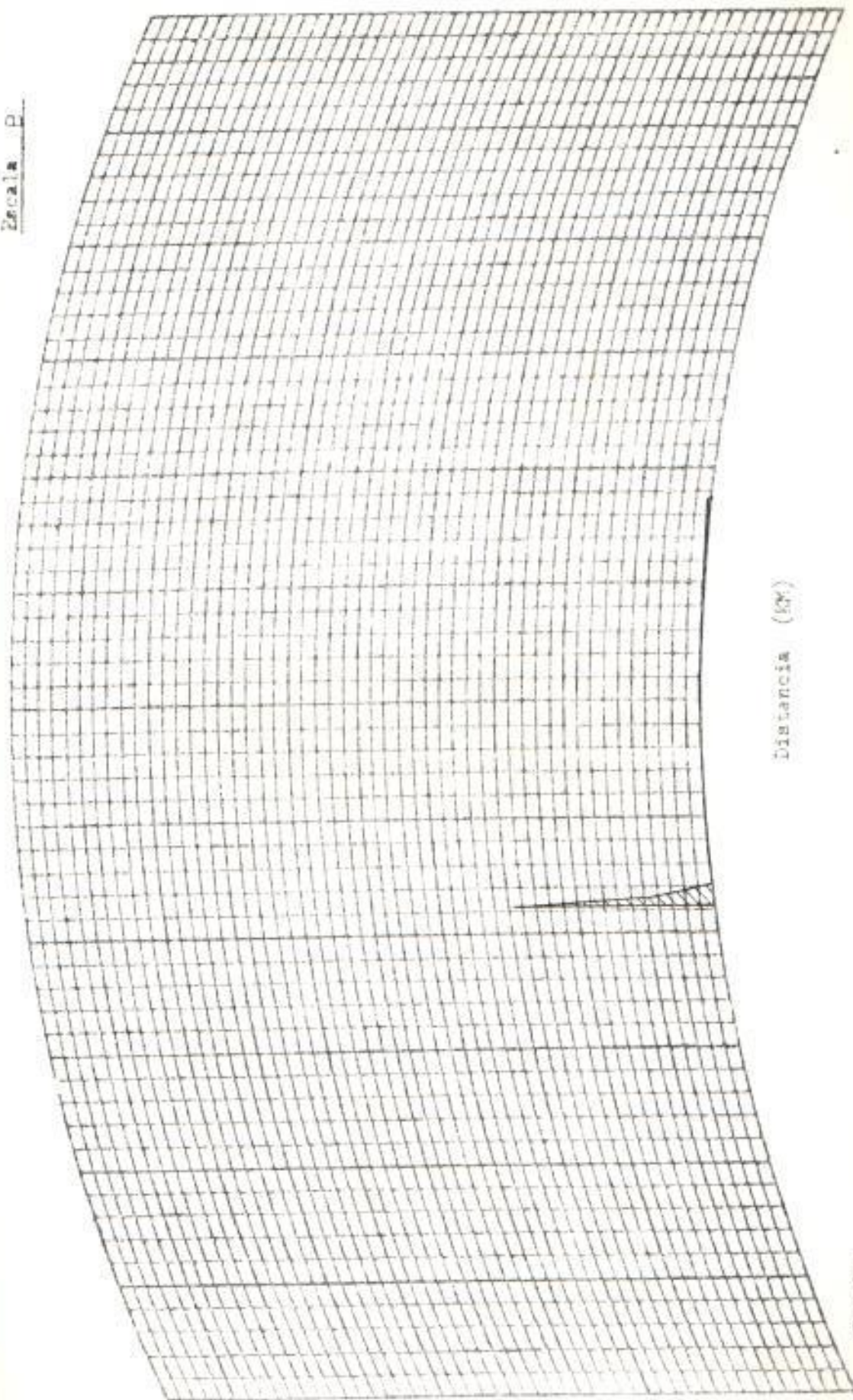
Trayecto: Lomas de Sargentillo - Santa Ana

Capacidad de radio	(Canales):	24
Acimut de A a B	:	98°48'46"
Acimut de B a A	:	278°48'06"
Distancia del trayecto	(Km)	: 35.68
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 122.66
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 1.48
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador	:	C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena	:	Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 98.34
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -61.34
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal/ruido	(dB)	: 66.66

Escala B

Escala
Completa
A=6000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)



Distancia (KM)

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

CERRO SANTA ANA

Altura 250 m

LOMAS DE SARGENTILLO

Altura 0 m

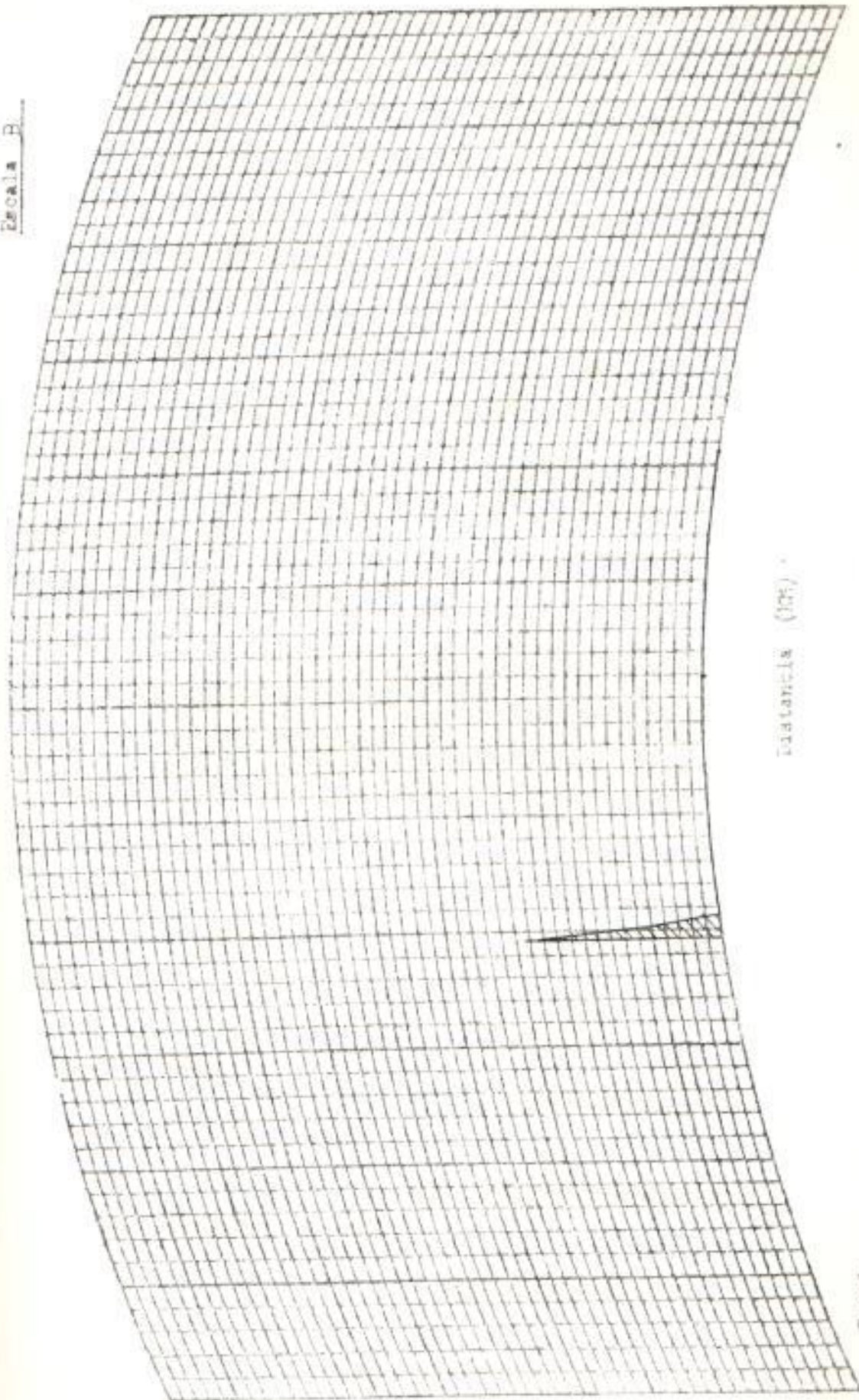
35.68 KM

FIGURA Nº 46. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA - LOMAS DE SARGENTILLO

Trayecto: Palestina - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	24
Acimut de A a B		: 144°29'28"
Acimut de B a A		: 324°27'29"
Distancia del trayecto	(Km)	: 41,15
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 123.90
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 1.75
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 99.58
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -62.58
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal / ruido	(dB)	: 65.42

Escala B



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

Altura
(m)

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

Distancia (Km)

CERRO SANTA ANA PALESTINA
 Altura 290 m Altura 9 m

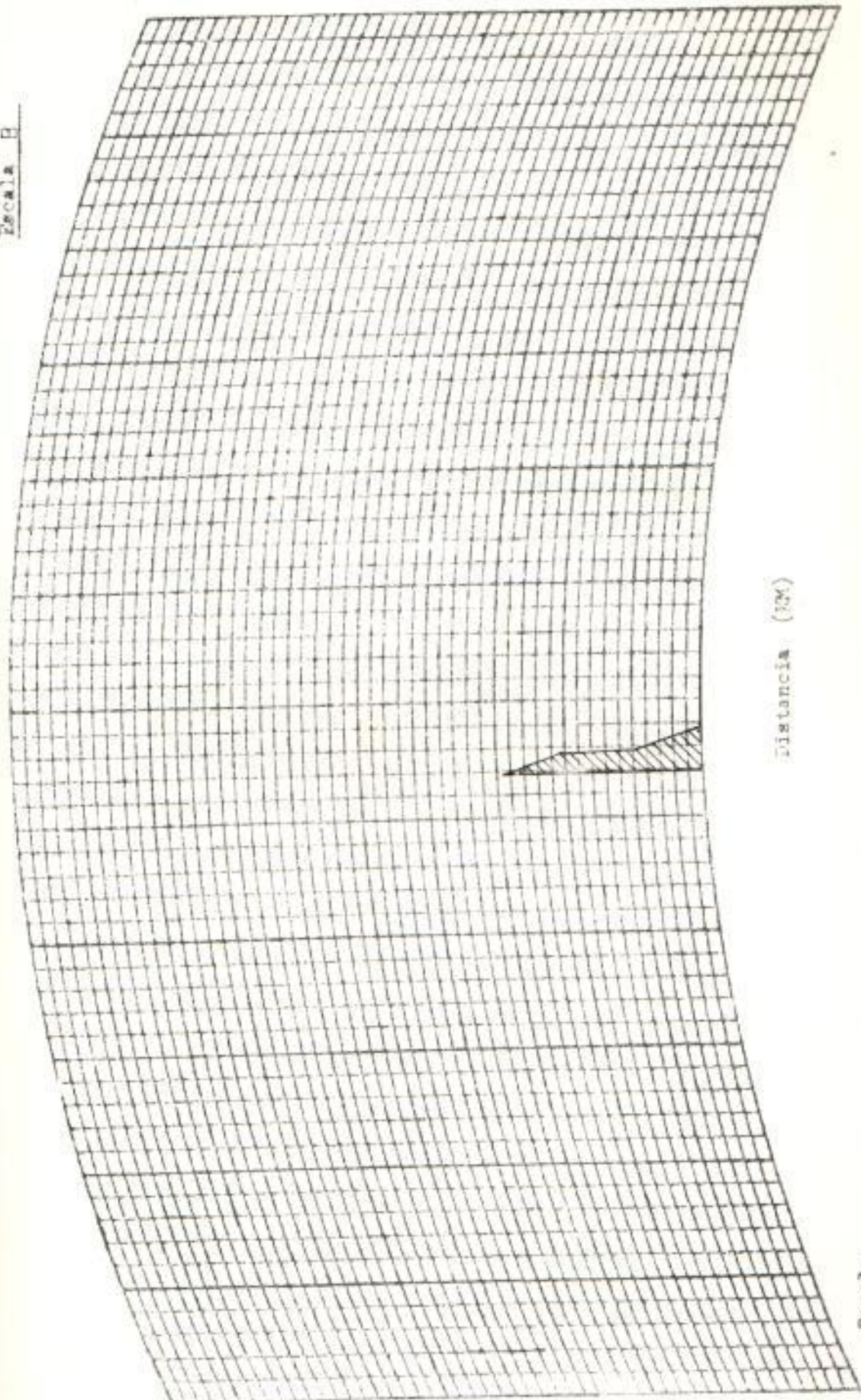
41,15 Km

FIGURA N° 4-61, PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA - PALESTINA

Trayecto Salitre - Santa Ana

Capacidad de radio	(canales):	24
Acimut de A a B	:	154°29'48"
Acimut de B a A	:	334°28'53"
Distancia del trayecto	(Km)	: 12.24
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 113.37
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 8
Altura de antena en B	(m)	: 8
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 0.33
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador	:	C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100 m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 18
Longitud del alimentador en B	(m)	: 18
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.51
Tipo de antena	:	Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 88.88
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -53.88
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal / ruido	(dB)	: 76.12

Escala H



Escala
 Complete
 A= 2400m
 B= 1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Distancia (100)

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

CERRO SANTA ANA EL SALITRE
 Altura 290 Altura 0
 12,24 300

FIGURA N° 4.62. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO SANTA ANA-EL SALITRE

Trayecto: Santa Lucía - Santa Ana

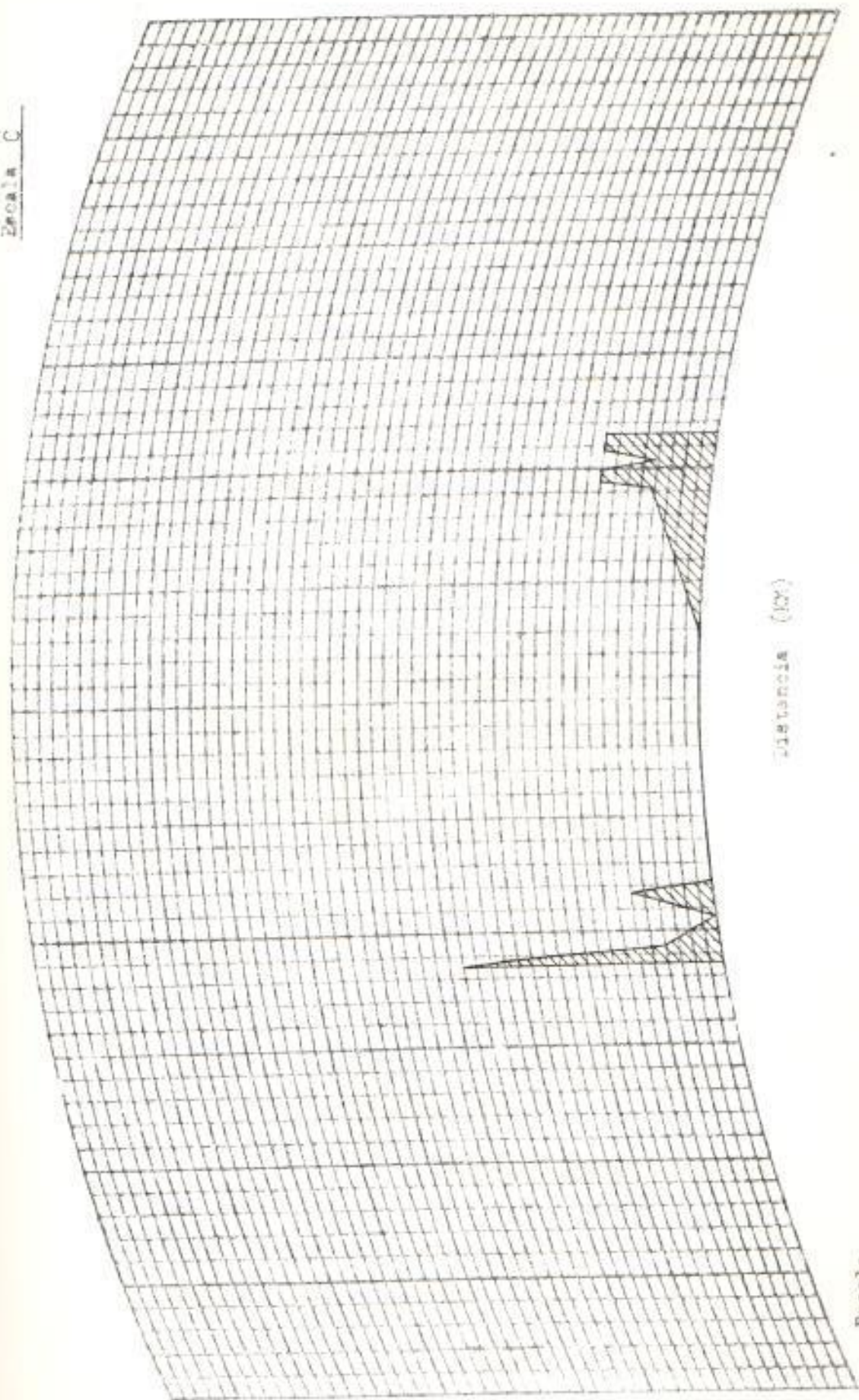
Capacidad de Radio	(canales):	24
Acimut de A a B	:	133°45'11"
Acimut de B a A	:	313°43'58"
Distancia del trayecto	(Km)	: 34.92
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 122.35
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 290
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 1.40
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 98.03
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -61.03
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal/ruido	(dB)	: 66.97

5. Zona El Carmen:

El esquema de radio de esta zona se encuentra detallado en la figura N^o 4.13., en donde, se puede apreciar que existen radios de 12 canales para: Chongón, Los Lojas, Taura y P.J.Montero. Adicionalmente se ha indicado en esta zona el trayecto Velasco Ibarra-Cochabamba con una capacidad de 60 canales, teniendo como centro terminal en Guayaquil.

Trayecto Chongón - El Carmen

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B	:	74°28'56"
Acimut de B a A	:	254°28'24"
Distancia del trayecto	(Km)	: 22.95
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 111.32
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 40
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 25
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 7.52
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador	:	C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 35
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.64
Tipo de antena	:	Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 85.96
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -45.96
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relacion señal/ruido	(dB)	: 85.54



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

Altura
(m)

Distancia (Km)

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

CERRO DEL CARMEN
Altura 95

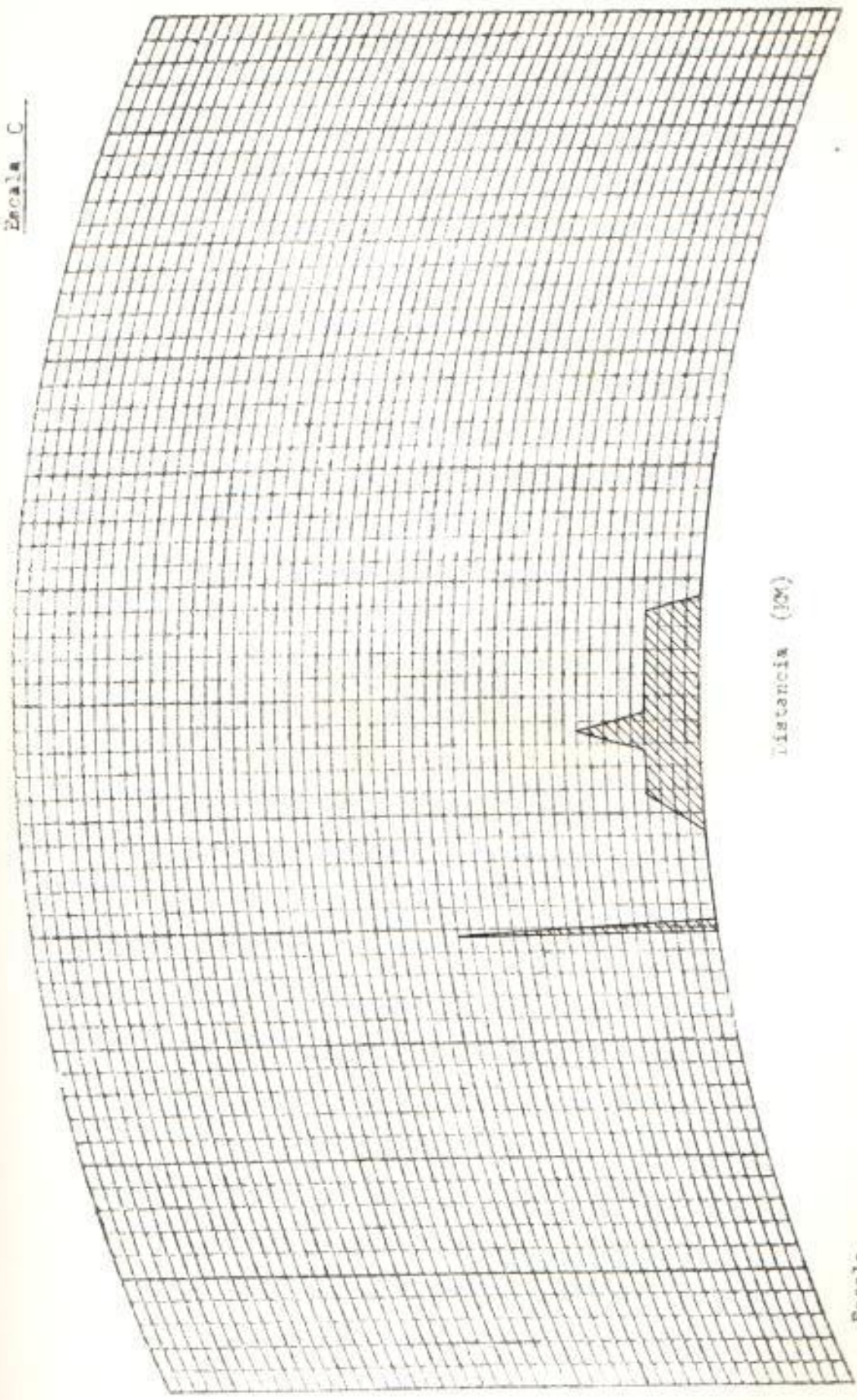
CHONGON
Altura 49

22.95

FIGURA N° 4.64. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DEL CARMEN - CHONGON

Trayecto: Los Lojas - El Carmen

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 149°09'50"
Acimut de B a A		: 330°32'06"
Distancia del trayecto	(Km)	: 21.36
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 110.69
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 35
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 1.79
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 45
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.86
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 91.55
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: 51.55
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 79.95



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

Altura
 (m)

Distancia (KM)

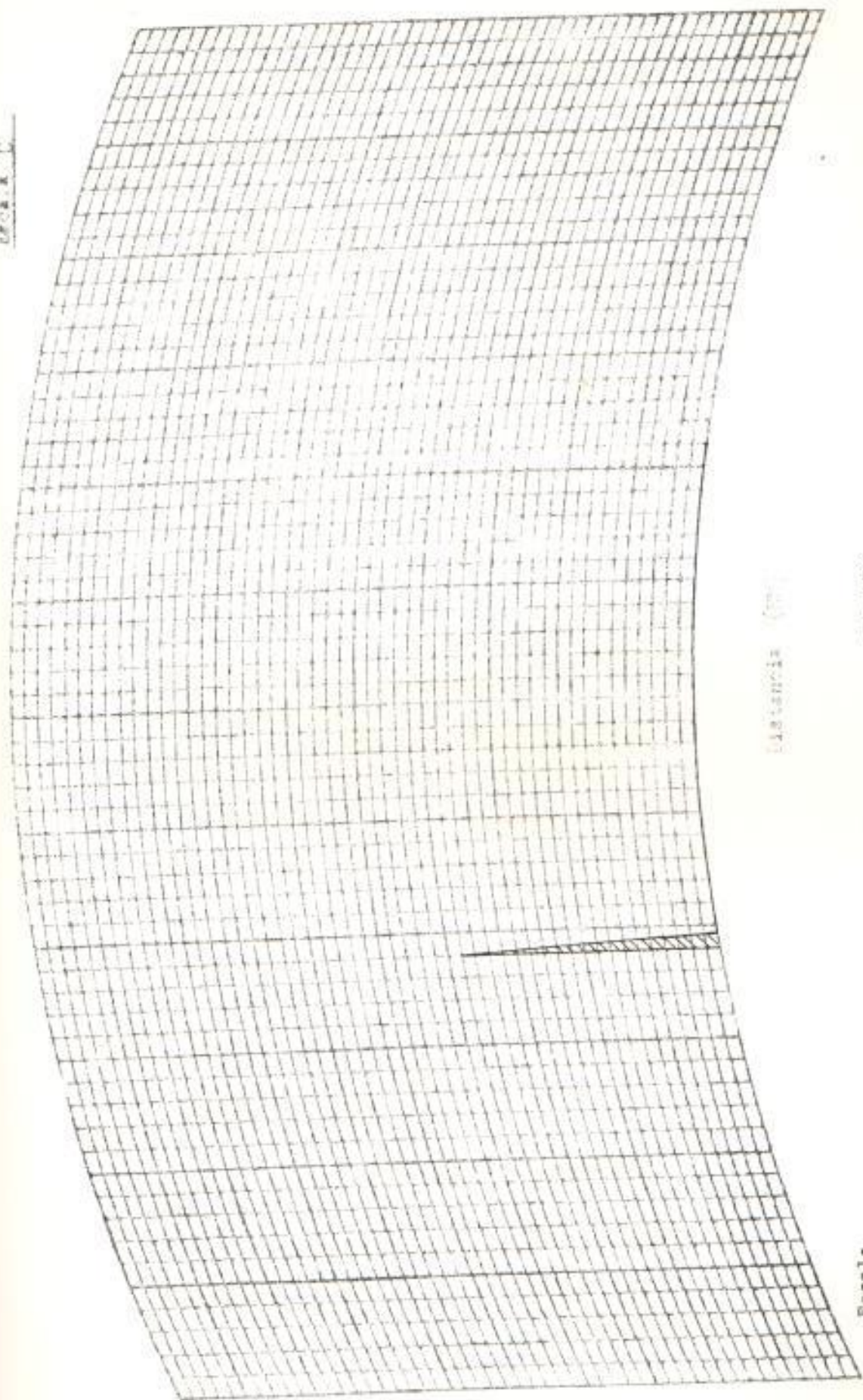
Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

CERRO DEL CARMEN LOS LOJAS
 Altura 95 Altura 0
 21.06 KM

FIGURA N° 4.65. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DEL CARMEN-LOS LOJAS

Trayecto : Taura - El Carmen

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 310°35'28"
Acimut de B a A		: 130°36'20"
Distancia del trayecto	(Km)	: 22.06
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 110.97
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 0
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 5.41
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 6
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.2
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 91.39
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -51.39
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruido	(dB)	: 80.11



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

Altura
(m)

Distancia (m)

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

CERRO DEL CARMEN
Altura.....95.....m

TAURA.....
Altura.....0.....m

22,05

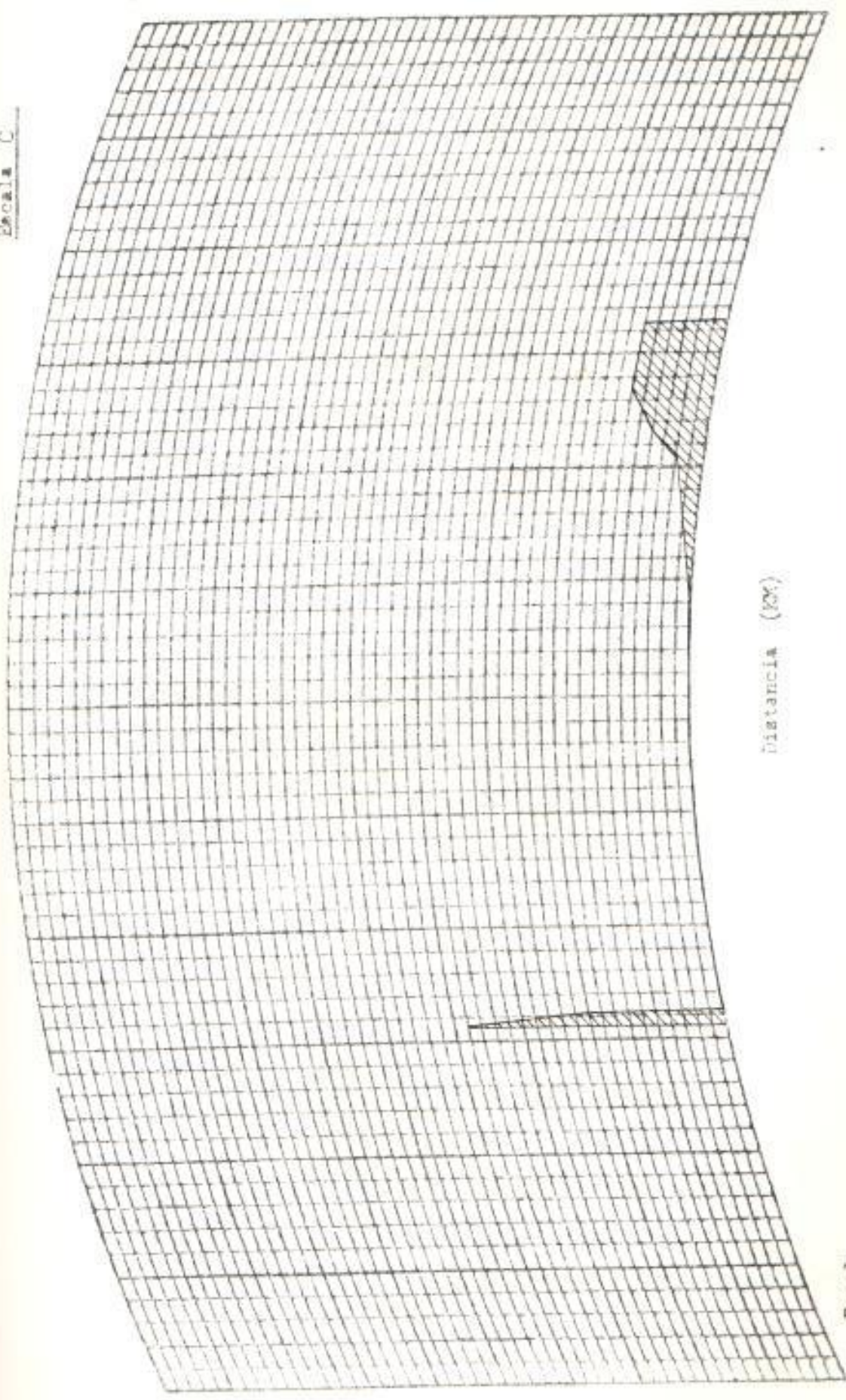
km

FIGURA N° 4.66. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DEL CARMEN-TAURA

Trayecto: P.J. Montero - El Larmen

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 286°28'51"
Acimut de B a A		: 106°29'31"
Distancia del trayecto	(Km)	: 29.37
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 113,46
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 30
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 95
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 40
Distancia al PRF desde A	(Km)	: 8.09
Pérdidas por reflexión	(dB)	: 0
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 50
Atenuacion en los alimentadores	(dB)	: 330
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dB _i)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 88.76
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -43.76
valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruído	(dB)	: 82,74

Escala C



Escala
Completa
A=4000m
=1000m
250m

Altura
(m)

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

CERRO DEL CARMEN	PEDRO J. MONTERO
Altura 95	Altura 30
-----	-----
29.37	30
-----	-----
km	km

FIGURA N° 467. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DEL CARMEN-PEDRO J. MONTERO

6. Zona Balao:

En toda esta zona no existe la información topográfica completa, pero el IETEL ha demostrado mediante pruebas de propagación y con los equipos que actualmente están en funcionamiento que existen las condiciones necesarias de propagación para realizar los enlaces de radio.

En la figura N° 4.14., consta el esquema de radio de esta zona. Existirán radios de 12 canales en San Carlos y Jesús María, radios de 24 canales en Puná, Tenguel y Balao, un radio de 60 canales en Naranjal y un radio de 120 canales en el Triunfo que recoge el tráfico generado en esta población y del enlace que viene de General Elizalde de 60 canales.

Para el escogimiento de las alturas de las antenas, se realizará con las recomendaciones que se dieron en el momento en que el IETEL realizó las pruebas de propagación en esta zona.

Trayecto : San Carlos - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales) : 12
Acimut de A a B	:215°36'11"
Acimut de B a A	:35°34'06"
Distancia del trayecto	(Km) :29.56
Frecuencia	(MHz) :383
Atenuación de espacio libre	(dB) :113.52
Altura de A sobre el nivel del mar	(m) :-
Altura de B sobre el nivel del mar	(m) :474
Altura de antena en A	(m) :15
Altura de antena en B	(m) :15
Distancia al PRF desde A	(Km) :-
Pérdidas por reflexión	(dB) :-
Tipo de alimentador	: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m): 4.4
Longitud del alimentador en A	(m) : 25
Longitud del alimentador en B	(m) : 25
Atenuación en los alimentadores	(dB) : 2.2
Tipo de antena	: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi) : 14
Atenuación total del trayecto	(dB) : 87.72
Potencia de transmisión	(dBm) : 40
Potencia de recepción	(dBm) :-47.72
Valor del sistema	(dB) :171.5
Relación señal/ruído	(dB) :83.78

Trayecto: Jesús María - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales):	12
Acimut de A a B		: 206°45'19"
Acimut de B a A		: 26°47'19"
Distancia del trayecto	(Km)	: 20.19
Frecuencia	(MHz)	: 383
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 110.21
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 15
Altura de antena en B	(m)	: 15
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Perdidas por reflexion	(dB)	: -
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.4
Longitud del alimentador en A	(m)	: 25
Longitud del alimentador en B	(m)	: 25
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 2.2
Tipo de antena		: Yugi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 84.41
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: -44.41
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal/ruído	(dB)	: 87.09

Trayecto Balao - Carro Balao

Capacidad de radio	(canales):	24
Acimut de A a B	:	46°16'16"
Acimut de B a A	:	226°14'26"
Distancia del trayecto	(Km)	: 29.10
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 120.89
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Pérdidas por reflexión	(dB)	: -
Tipo de alimentador	:	C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena	:	Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 90.57
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -53.37
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal/ruido	(dB)	: 74.43

Trayecto : Puná - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales):	24
Acimut de A a B		: 88°22'46"
Acimut de B a A		: 269°45'11"
Distancia del trayecto	(Km)	: 31.52
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 121.59
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Pérdidas por reflexión	(dB)	: -
Tipo de alimentador		: L.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m):	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 91.27
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -54.27
Valor del sistema	(dB)	: 165
Relación señal/ruído	(dB)	: 73.73

Trayecto: Tenguel - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales) : 24
Acimut de A a B	: 32°12'04"
Acimut de B a A	: 212°09'03"
Distancia del trayecto	(Km) : 34.79
Frecuencia	(MHz) : 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB) : 112.44
Altura de A sobre el nivel del mar	(m) : -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m) : 474
Altura de antena en A	(m) : 20
Altura de antena en B	(m) : 10
Distancia al PRF desde A	(Km) : -
Pérdidas por reflexión	(d) : -
Tipo de alimentador	: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m) : 4.2
Longitud del alimentador en A	(m) : 30
Longitud del alimentador en B	(m) : 20
Atenuación en los alimentadores	(dB) : 2.1
Tipo de Antena	: yagi
Ganancia de cada antena	(dBi) : 16
Atenuación total del trayecto	(dB) : 92.54
Potencia de transmisión	(dBm) : 37
Potencia de recepción	(dBm) : -55.54
Valor del sistema	(dB) : 165
Relación señal/ruido	(dB) : 72.46

Trayecto: Naranjal - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales)	: 60
Acimut de A a B		: 197°21'19"
Acimut de B a A		: 17°22'18"
Distancia del trayecto	(Km)	: 6.08
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 107.29
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 10
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Pérdidas por reflexión	(dB)	: -
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 20
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.68
Tipo de antena		: yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 76.97
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -39.97
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruído	(dB)	: 83.03

Trayecto: El Triunfo - Cerro Balao

Capacidad de radio	(canales)	: 120
Acimut de A a B		: 280°34'24"
Acimut de B a A		: 28°38'55"
Distancia del trayecto	(Km)	: 51.19
Frecuencia	(MHz)	: 2203
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 133.48
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 25
Altura de antena en B	(m)	: 20
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Pérdidas por reflexión	(dB)	: -
Tipo de alimentador		: EW20
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	: 35
Longitud del alimentador en B	(m)	: 30
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 1.04
Tipo de antena		: Parabólica
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 34.22
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 66.079
Potencia de transmisión	(dBm)	: 30
Potencia de recepción	(dBm)	: -36.079
Valor del sistema	(dB)	: 159.7
Relación señal/ruido	(dB)	: 93.621

Trayecto: General Elizalde - El Triunfo

Capacidad de radio	(canales)	: 60
Acimut de A a B		: 230°34'24"
Acimut de B a A		: 63°20'28"
Distancia del trayecto	(Km)	: 32.6
Frecuencia	(MHz)	: 909.5
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 121.88
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: -
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 474
Altura de antena en A	(m)	: 30
Altura de antena en B	(m)	: 25
Distancia al PRF desde A	(Km)	: -
Pérdidas por reflexión	(dB)	: -
Tipo de alimentador		: C. Coaxial
Atenuación del alimentador	(dB/100m)	: 4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	: 40
Longitud del alimentador en B	(m)	: 35
Atenuación en los alimentadores	(dB)	: 3.15
Tipo de antena		: yagi
Ganancia de cada antena	(dBi)	: 16
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 93.03
Potencia de transmisión	(dBm)	: 37
Potencia de recepción	(dBm)	: -56.03
Valor del sistema	(dB)	: 160
Relación señal/ruído	(dB)	: 66.97

4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS ENLACES FÍSICOS EN CADA ZONA

La finalidad de la red es que los abonados puedan hablarse entre sí con suficiente claridad y facilidad, o sea que la comprensión del habla deberá ser aceptable. Por otra parte, la comprensión del habla, depende principalmente del rendimiento de transmisión del circuito entre los dos abonados.

En lo que respecta a la transmisión de ciertas señales, tales como las de marcar y los impulsos del contador, la función del equipo de conmutador depende en muchos casos de la resistencia ohmica de las líneas de abonado y de los circuitos de unión.

En un sistema de batería central, el circuito de corriente de alimentación consta de :

- a. El puente de alimentación de la central.
- b. La línea de abonado.
- c. El aparato telefónico.

En la siguiente página podremos apreciar la figura N° 4.68.

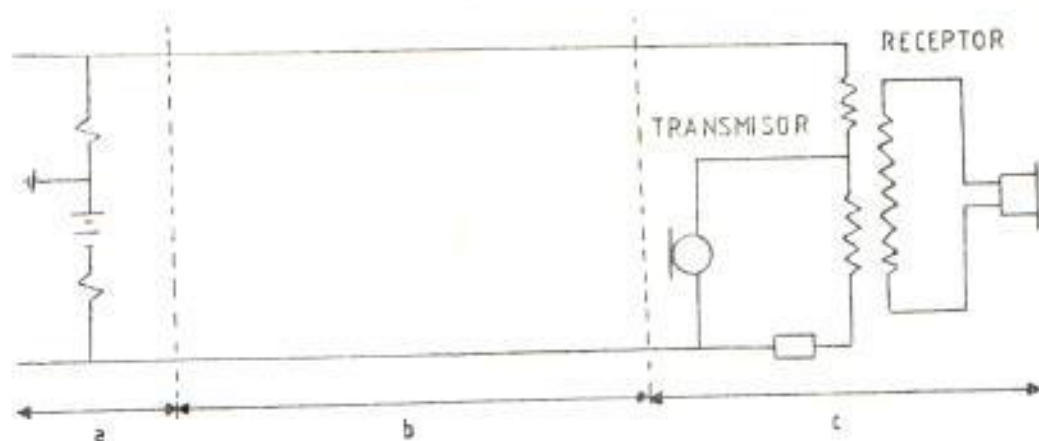


FIGURA Nº 4.68.- SISTEMA LOCAL DE ABONADO

El rendimiento del aparato depende de estas tres partes: - del circuito, y por lo tanto deberán ser consideradas como un total. Conjuntamente se conocen con el nombre de sistema local de abonado.

Los requerimientos impuestos por la transmisión del habla y conmutación pueden ser probablemente satisfechos con hilos muy delgados. No obstante para asegurar la robustez mecánica de la red, deberán recomendarse ciertos diámetros mínimos de conductor.

Por tal razón, los factores que han de ser tomados en consideración al determinar el diámetro del conductor son:

- a. Rendimiento de transmisión.
- b. Requerimientos de señalización
- c. Propiedades mecánicas

Transmisión:

Debido a que el rendimiento de transmisión tiene una gran influencia sobre la comprensión del habla, deberá establecerse una manera de evaluarlo, se puede efectuar desde dos ángulos: el cuantitativo y el cualitativo.

Si la calidad es aceptable, la cantidad, o sea lo alta - que resulta la voz, puede decirse que representa el rendimiento de transmisión de una manera bastante razonable.

- La calidad del habla:

Existen muchos factores que la deterioran: ruido, diafonía, eco, distorsión (frecuencia) de atenuación, distorsión no lineal, realimentación, respuesta de frecuencia (aparato telefónico), cho que acústico, etc. Si los factores deteriorantes están controlados, la calidad del habla puede considerarse satisfactoria y el rendimiento de transmisión pueden estar representando por

lo alta que resulta la voz.

- Volumen de habla:

Las ondas de presión de aire causadas por la voz se convierten en impulsos eléctricos en el micrófono del aparato telefónico. Estos impulsos transmitidos por el circuito telefónico al auricular del aparato en el otro extremo del circuito, donde los impulsos eléctricos vuelvan a ser convertidos en ondas de presión de aire.

El circuito entre el micrófono y el auricular presenta una cierta resistencia a la propagación de impulsos.

Para evaluar la reducción de voz, se compara el sistema con el de referencia del Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT) de Ginebra, el NOSFER. El resultado se expresa en equivalente de referencia (RE) del sistema e indica en dB la diferencia entre la intensidad del habla transmitido a través del sistema y en el NOSFER.

La atenuación de una línea telefónica depende de la resistencia, las pérdidas disipadas, la inductancia y la capacitancia de la línea. Puede deducirse que el coeficiente de atenuación (γ) puede ser expresado por:

$$\gamma = \frac{rg - \omega^2 LC}{2} + 1/2 \cdot (r^2 + \omega^2 L^2)(g^2 + \omega^2 C^2) \quad (4.36)$$

donde:

- Y coeficiente de atenuación en Nepers/Km.
 (1dB = 8.686 Neper)
- r resistencia de ohmios/bucle - Km.
- g pérdidas disipadas en mho/Km.
- l autoinductancia en henrios/Km.
- c capacitancia en faradios/Km.
- w $2 \times 3.14 \times f$ donde f es la frecuencia en Hz.

Para hilo de hilo desnudo, la siguiente fórmula aproximada puede ser empleada para cálculos a groso modo:

$$y = \frac{r}{2} \sqrt{c/l} \quad (4.37)$$

En los hilos de cobre y bronce, la resistencia r es - prácticamente independiente de la frecuencia, pero en los hilos de hierro r aumenta con la frecuencia. Este incremento es insignificante en hilos de diámetros menores a 2 mm. En los cables no pupinizados, puede emplearse la siguiente fórmula:

$$y = \left(\frac{\omega c r}{2}\right)^{0.5} \quad (4.38)$$

Por tanto, la atenuación aumenta proporcionalmente con la raíz cuadrada de la frecuencia, o sea que los tonos altos están más atenuados que los tonos bajos, la voz que dará deformada (tono de cable), y la comprensibilidad será inferior.

En esta clase de distorsión de atenuación tiene poca importancia en cables cortos, pero deberá ser evitada en cables largos mediante pupinización.

Para los cables pupinizados se aplica la siguiente fórmula:

$$\gamma = \frac{r}{2} \left(\frac{c}{l} \right)^{0.5} \quad (4.39)$$

La atenuación es independiente de la frecuencia. Esto resulta cierto solamente dentro de la banda de frecuencia transmitida, la cual depende de la pupinización, por lo tanto, deberá ser planeada para dar a la banda transmitida la suficiente amplitud para cubrir la banda de frecuencia vocal recomendada por el CCITT, o sea 300 - 3400 Hz.

Señalización:

Las líneas de abonado y los circuitos de unión de una zo

na local tiene que transmitirse no solamente el habla sino también otras señales tales como los impulsos de marcación y los impulsos de cómputo, corriente de llamada, tonos de marcar, etc.. Estas señales pueden ser de corriente continua o de corriente alterna. Si la red está bien dimensionada para la transmisión del habla, por lo general la gama operativa de todas las posibles señales de corriente alterna, será satisfactoria.

En lo que respecta a las señales de corriente continua, la máxima resistencia de la línea consistente en la función adecuada del equipo de central, puede ser el factor limitado. Además de las propiedades de transmisión, la resistencia ohmica deberá ser tomada en consideración. En lo que a esto respecta resulta apropiada una distinción entre líneas de abonado y los circuitos de enlace.

Líneas abiertas:

Los alambres para líneas abiertas solucionan las necesidades por su bajo costo, su fácil mantenimiento, etc.

La selección del tipo de conductor a usarse en las líneas abiertas para las telecomunicaciones podemos nombrar:

- Cadmio - cobre

- cobre
- hierro galvanizado
- copperweld
- alumoweld

El Copperweld y el Auloweld son conductores que tienen facilidades especiales diferentes a los restantes, están formados de dos componentes: El Copperweld es acero recubierto de cobre (cobre con alma de acero) y el alumoweld es aluminio con alma de acero.

Mediante el uso del acero en el conductor, se logra tener un alambre con una alta resistencia mecánica (resistencia a la tensión) y por ende la separación entre los postes en que irá colocado el alambre podrá ser mayor, disminuyendo los costos.

Debido a la tendencia a utilizar los circuitos telefónicos de línea abierta mediante el uso de equipos de onda portadora, los conductores deben satisfacer los requerimientos siguientes:

- a. Transmisión sobre rangos de frecuencias altos,
- b. Que tengan una resistencia y atenuación adecuados para suministrar un grado satisfactorio de comunicación,
- c. Que sean económicos.

Los tipos de alambre actualmente utilizados para distancias relativamente grandes son el Copperweld (40 % de conductividad), Alumoweld y ocasionalmente el acero.

Al decir, 40 % de conductividad significa que tiene una conductancia por lo menos tan alta como el 40 % de la conductancia especificada para un alambre de cobre del mismo diámetro.

La alta confiabilidad resultante del uso del alumoweld y coperweld, son a menudo expuestas a severos esfuerzos mecánicos, precipitaciones lluviosas, excesivos cambios de temperaturas, etc. El alto esfuerzo, la pequeña deformación del alambre entre los postes debido a su propio peso, y el bajo coeficiente de expansión se deben combinar para dar un buen servicio, mantenimiento y utilización de este tipo de conductores, aún cuando el espaciamiento entre los conductores es reducido a 20 cm. ó 15 cm.

La resistencia y atenuación son los factores eléctricos críticos asociados con la selección del alambre. Las características son detalladas a continuación en el rango de frecuencia de 0 - 180 Khz/seg., en la práctica se ha estandarizado el siguiente uso de frecuencias para equipos de onda portadora de diferentes

número de canales :

Tabla XXIII

Frecuencias para el uso de canales en portadora

Frecuencia Khz	Uso de canales en portadora
2	voz
10	1
40	3
80	8
150	12

En las tablas # XXIV y XXV , se resume la resistencia y atenuación para las cinco frecuencias indicadas.

El tipo de conductor a ser usado en esta tesis es el Copperweld con 40 % de conductividad con un diámetro de 2.03 mm., y que posee una resistencia de 34.1 ohm/bucle-Km. a una frecuencia de 150 KHz que corresponde a 12 canales con una atenuación de 0.277 decibel/bucle Km.).

(Ver tablas a continuación)

Tabla XXIV

Resistencia ohm/bucle-Km. para líneas físicas

Diámetro conductor mm.	Frecuencia - KHz				
	2	10	40	80	150
A l u m i n i u m					
3.25	21.8	25.0	26.9	28.0	30.7
2.59	31.1	35.3	37.7	39.6	43.5
2.31	36.7	41.9	45.4	47.8	52.4
2.03	48.7	54.8	59.3	61.7	66.5
C o p p e r w e l d (40 % conductividad)					
3.25	10.4	11.0	12.1	14.9	20.2
2.64	15.6	16.5	17.5	19.4	24.6
2.03	26.1	27.5	28.6	30.0	34.1
C o b r e					
3.25	4.44	6.28	11.6	15.8	21.4
2.64	6.65	8.14	14.6	19.9	30.4

Tabla XXV

Atenuación dB/bucle-Km. para líneas físicas separación 20 cm.

Diámetro conductor mm.	F r e c u e n c i a KHz				
	2	10	40	80	150
a l u m i n o w e l d					
3.25	0.153	0.190	0.213	0.237	0.275
2.59	0.188	0.248	0.282	0.312	0.359
2.31	0.212	0.293	0.329	0.355	0.398
2.03	0.264	0.362	0.412	0.438	0.483
c o p p e r w e l d (40% de conductividad)					
3.25	0.076	0.086	0.106	0.136	0.192
2.64	0.104	0.122	0.141	0.166	0.219
2.03	0.152	0.193	0.212	0.232	0.277
c o b r e					
3.25	0.036	0.055	0.108	0.155	0.219
2.64	0.050	0.066	0.126	0.180	0.252

Tabla XXVI

Líneas abiertas diseñadas				
Enlace	Capac. Canal.	Dist. Km.	Rest. Ω	Aten. dB
Mariscal Sucre Milagro	3	11.2	381.92	3.1024
Chobo Milagro	2	5	170.5	1.385
Yaguachi Viejo Milagro	3	9.2	313.72	2.258
A. Baquerizo M. Babahoyo	5	11.5	392.15	3.185
Juan B. Aguirre El Salitre	3	8.9	303.49	2.465
General Vernaza El Salitre	4	10	341	2.77
La Guayas Velasco Ibarra	4	10.8	368.28	2.992

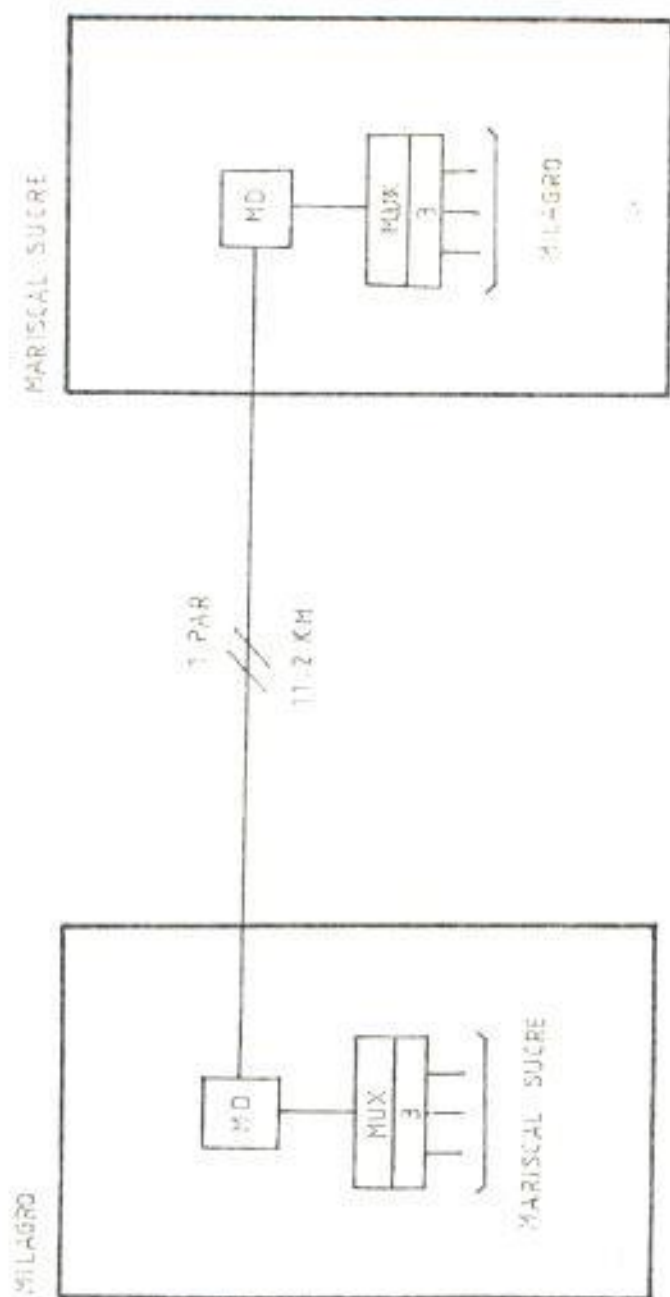


FIGURA N° 489. SISTEMA DE ONDA PORTADORA MILAGRO-MARISCAL SUCRE

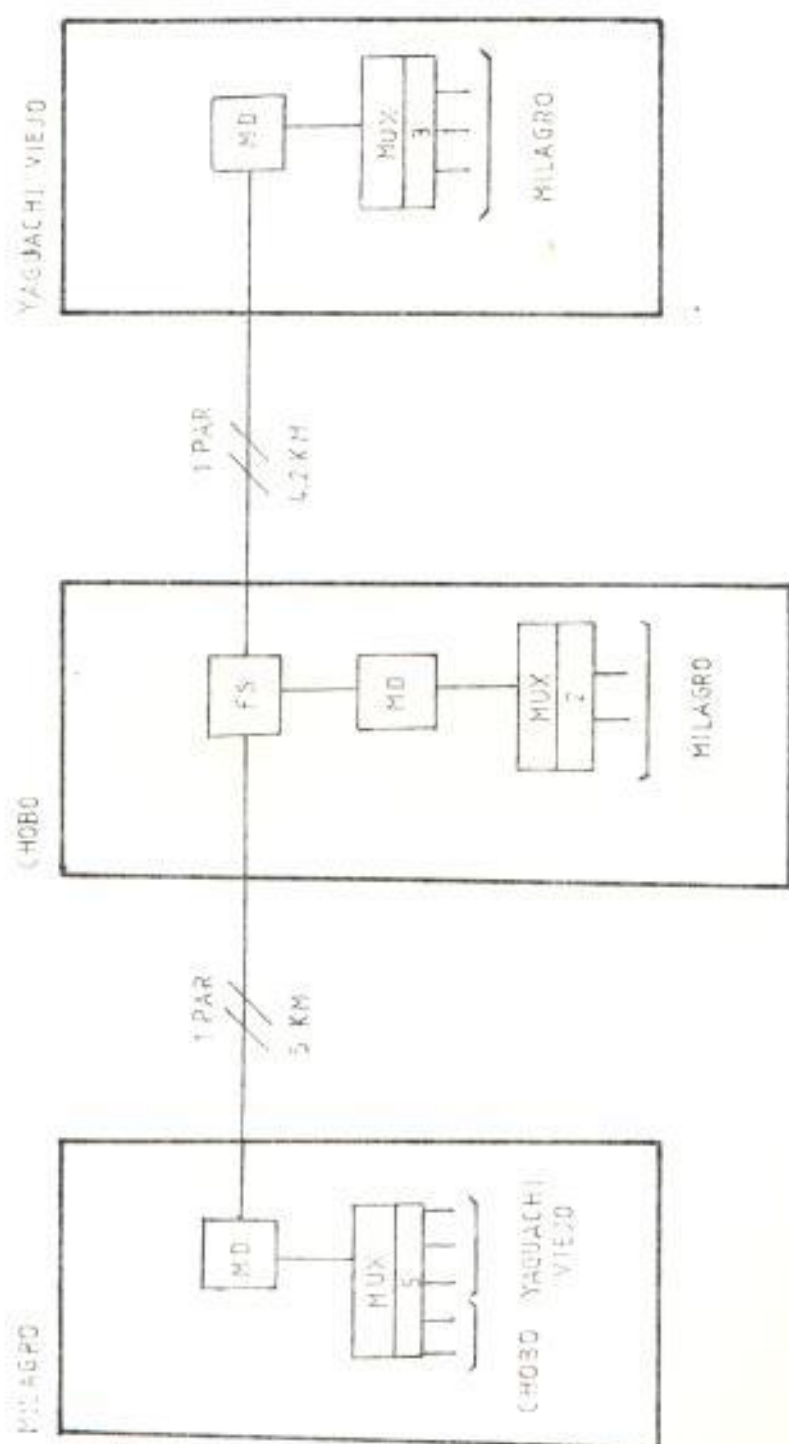


FIGURA N° 4.70. SISTEMA DE ONDA PORTADORA MILAGRO-CHOBÓ-YAGUACHI VIEJO

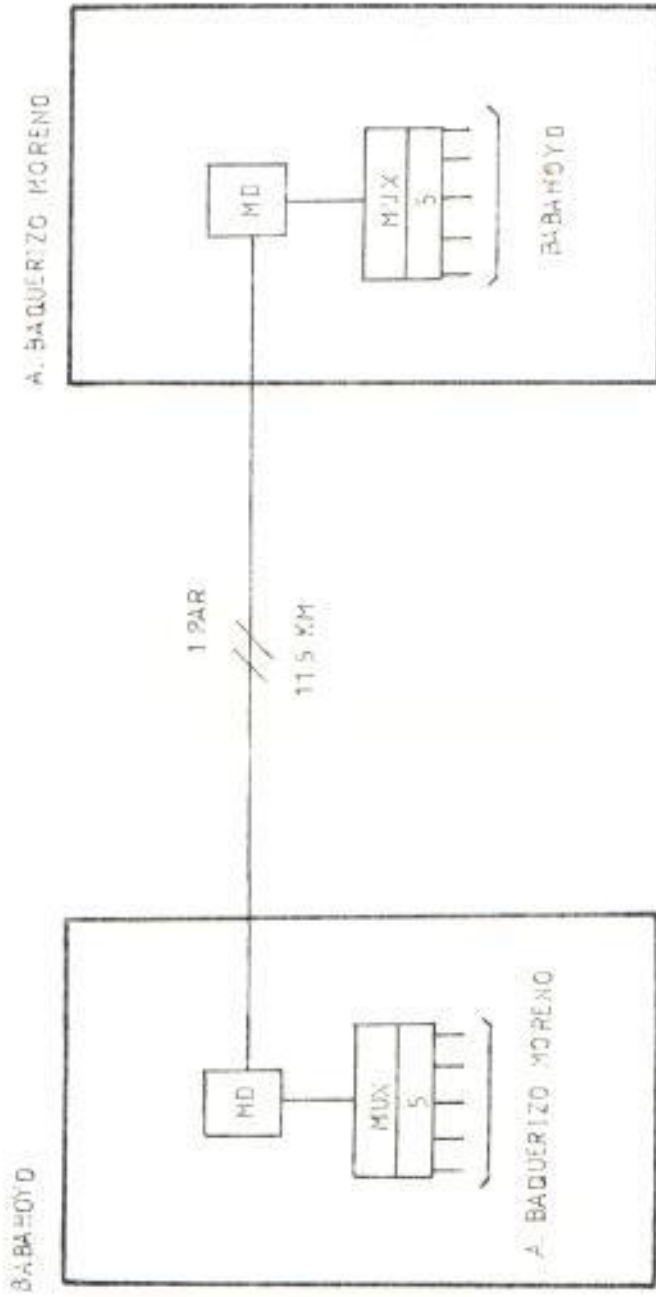


FIGURA N° 4.71. SISTEMA DE ONDA PORTADORA BABAHOYO-A. BAQUERIZO MORENO

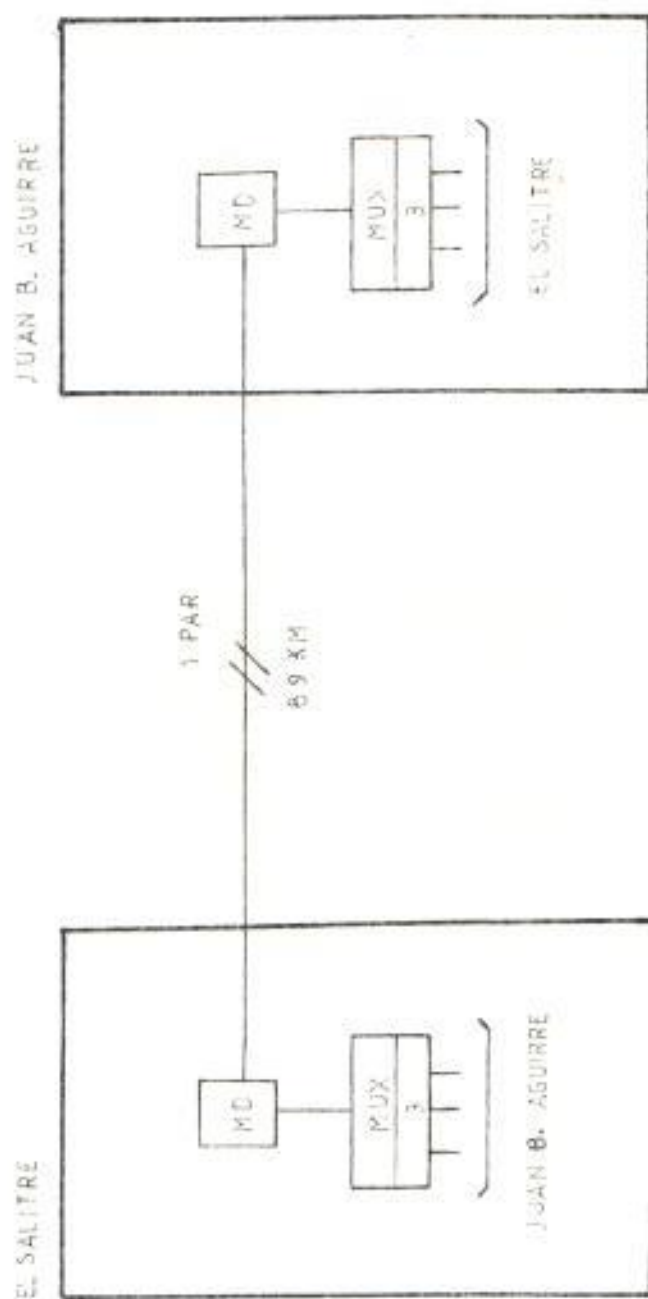


FIGURA N° 4.72. SISTEMA DE ONDA PORTADORA EL SALITRE-JUAN B. AGUIRRE

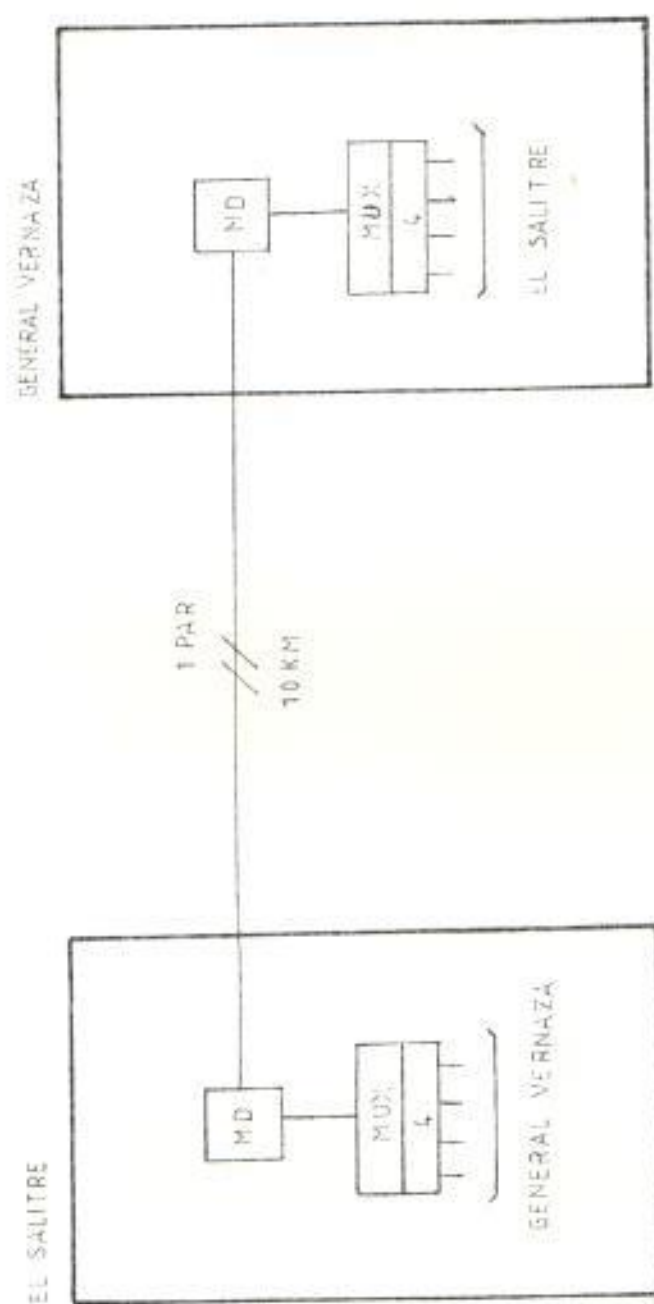


FIGURA N° 473. SISTEMA DE ONDA PORTADORA EL SALITRE-GENERAL VERNAZA

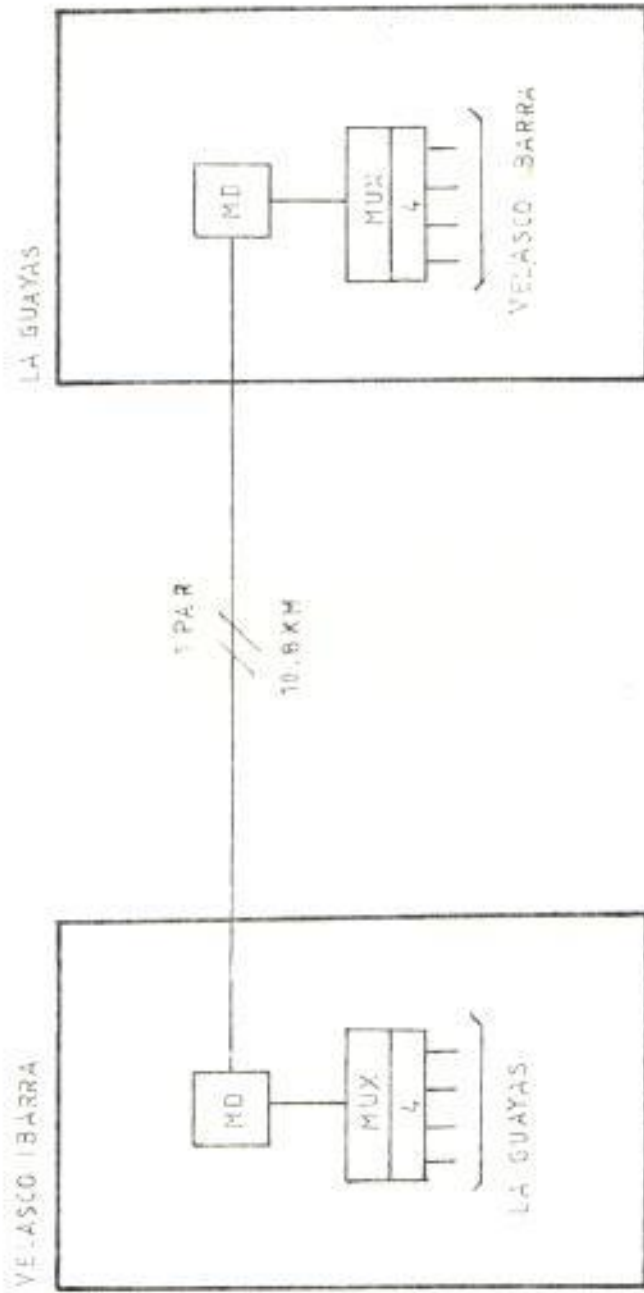


FIGURA N° 474. SISTEMA DE ONDA PORTADORA VELASCO IBARRA - LA GUAYAS

Cables multipares:

En las rutas con cables multipar proyectadas, se construirán con cables aéreos autosoportados colocados en postera de madera.

Los cables aéreos autosoportados poseen las siguientes características en forma general :

Tipo 1 :

- a. Conductor. :cobre recocido
- b. Aislante ..:polietileno sólido o copolímero de polipropileno.
- c. Configuración pares o cuadretes.
- d. Capacidad máxima 100 pares
- e. Disposición de los pares y cuadretes concéntrica o en subunidades.
- f. Envoltura del núcleo cinta de materia sintética.
- g. Apantallamiento de cinta de aluminio.
- h. Cubierta con PE con cable de suspensión de acero trenzado galvanizado , de gran resistencia mecánica.

Tipo 2 :

Como el tipo 1 hasta g), más:

- h. Cubierta de PE
- i. Armadura a base de cinta delgada de acero dulce, apli-

cados helicoidalmente o de cinta de acero dulce, ondu
lada, aplicada longitudinalmente y protegida contra -
corrosión.

- j. Armadura de hilos de acero galvanizado.
- k. Apantallamiento de cinta de cobre.
- l. Cubierta de RElo PVC con hilo de suspensión de acero galvanizado y gran resistencia a la tracción.

Los valores de resistencia y atenuación que poseen los
alambres de cobre usados a menudo, con 40 nF/Km. son:

(Ver tabla en la siguiente página).

Tabla XXVII)

Resistencia y atenuación en cables multipares		
Diámetro mm.	Resistencia de Bucle ohm/Km.	Atenuación a 800 Hz dB/Km.
0.32	438	1.81
0.4	280	1.45
0.5	178	1.15
0.6	124	0.96
0.7	91	0.82
0.8	70	0.71
0.9	55.5	0.63

Tabla XXVIII

Cables multipares diseñados

Enlace	Cap.	$\varnothing_{mm.}$	Dist. Km.	Resist. Ω	Atenua. dB
El Morro	30	0.7	7.05	641.55	5.781
Playas					
Tarifa	10	0.7	6.7	609.7	5.494
Samborondón					
La Victoria	10	0.8	7.5	525	5.325
Samborondón					
Roberto Astudillo					
Naranjito	10	0.7	6.3	573.3	5.166
Santa Rosa de	F.30	0.6	6.2	768.8	5.952
Naranja					
Piedrahita	30	0.8	8.2	567	5.822
Daule					

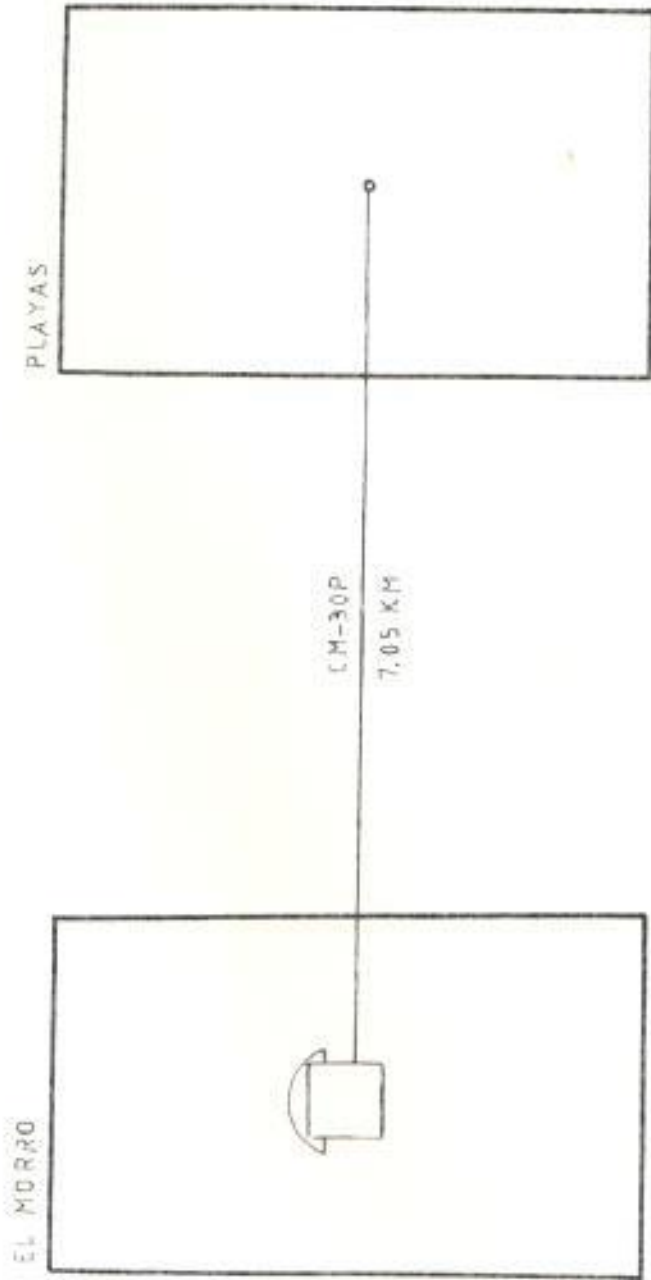


FIGURA N° 475. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR EL MORRO-PLAYAS

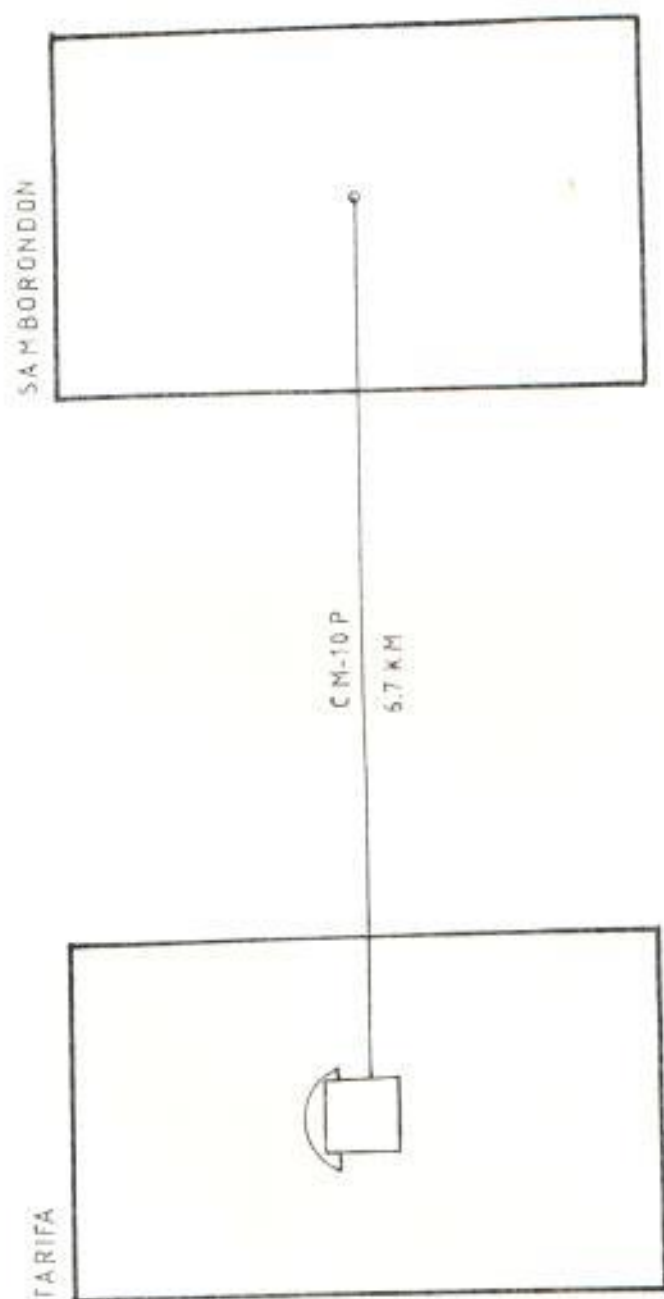


FIGURA N° 476. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR TARIFA - SAMBORONDÓN

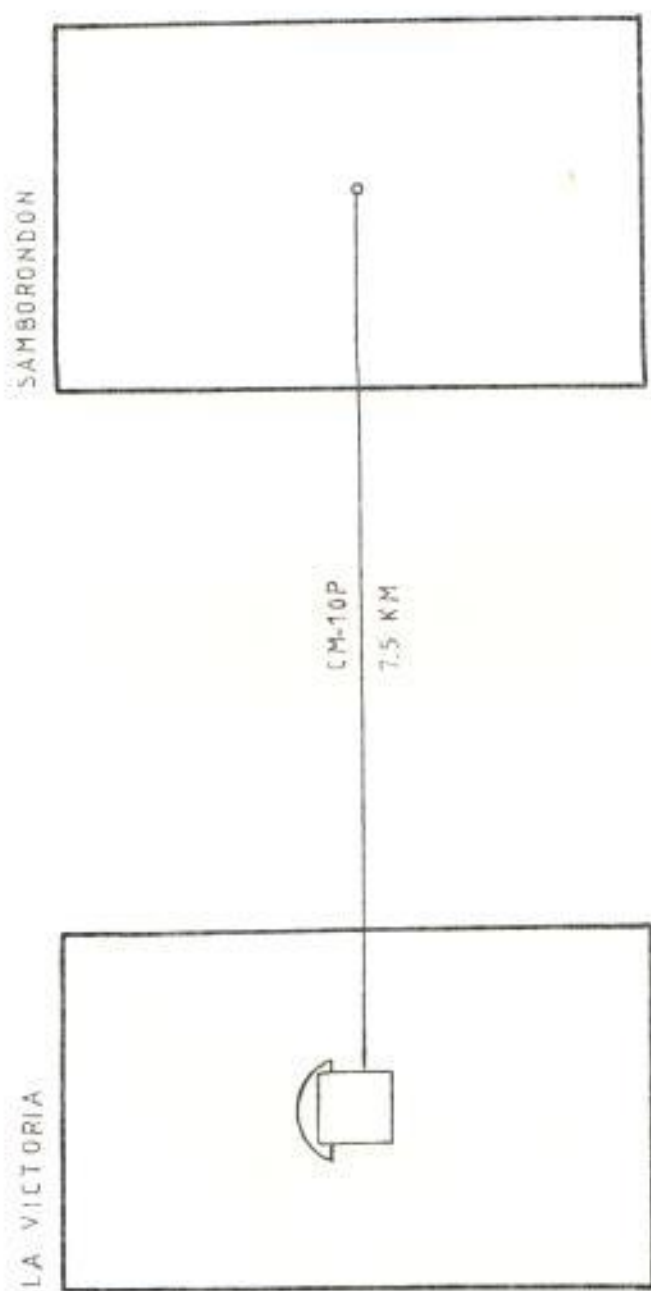


FIGURA N° 4.77. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR LA VICTORIA-SAMBORONDON

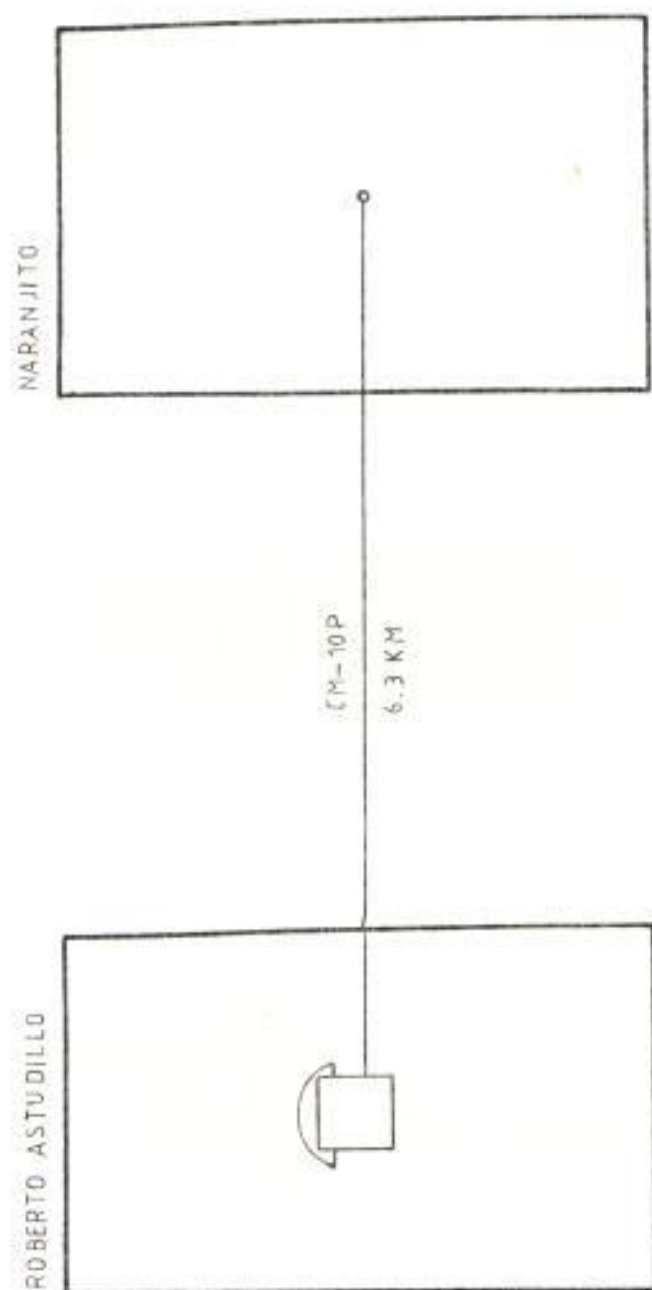


FIGURA N° 478. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR ROBERTO ASTUDILLO - NARANJITO.

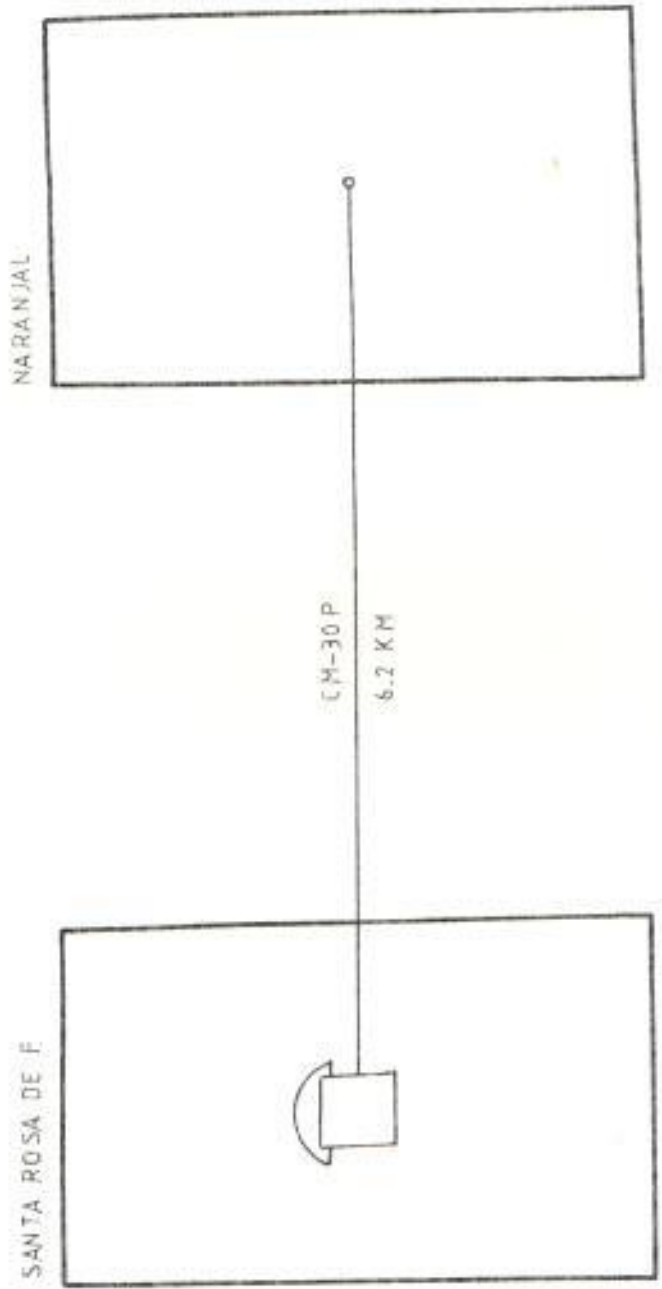


FIGURA N° 479. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR SANTA ROSA DE F.-NARANJAL

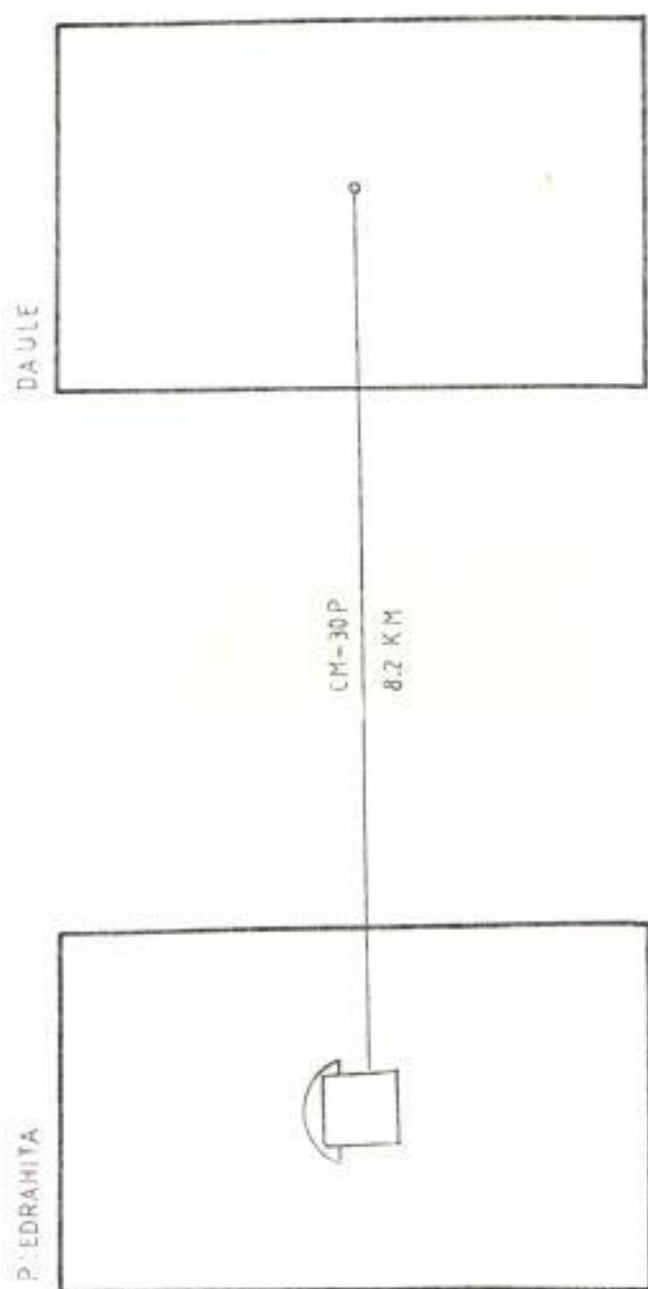


FIGURA N° 4.80. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR PIEDRAHITA-DAULE

CAPITULO V

CONSIDERACIONES DE LA PLANIFICACION

5.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CENTRALES TELEFONICAS

Al determinar el número necesario de centrales para prestar mejor servicio a una zona, el costo que representa suprimir una pequeña central se compara con el de la planta exterior y con el equipo electrónico de abonado, la menor necesidad de circuitos de enlace e interurbanos a larga distancia y el efecto sobre el mantenimiento y explotación del sistema así como sobre los ingresos en concepto de comunicaciones locales y a larga distancia. En general, una o varias grandes centrales del tipo de control común pueden prestar los nuevos servicios de telecomunicaciones de una manera más económica que las centrales pequeñas. Es preciso considerar las tasas de crecimiento en las diversas zonas. Las condiciones peculiares imperantes en las fases iniciales de los nuevos servicios de telecomunicaciones rurales pueden también dar lugar al empleo de un mayor número de centrales independientes que el que se derivaría de dicha apreciación a largo plazo.

El establecimiento o la sustitución de una central automática exige un elevado costo fijo. De existir dudas en cuanto a si se debe procederse a instalar o mantener en una situación particular, una o dos centrales debe adoptarse por el plan más flexible. Este enfoque es favorable a la instalación de una sola central y al empleo de equipos de portadora para las líneas de abonado previstas para la segunda central. En algunos casos el costo del equipo de portadoras pueden ser superior al de un pequeño centro de conmutación.

En general, el lugar más económico para colocar una central es el punto de sobrepartición de la zona servida - sin embargo, una central con equipo electrónico que sustituye a los pares de cables puede emplazarse a cierta distancia de dicho punto de subrepartición, con poco o ningún aumento del costo de la planta exterior. Esto permite elegir el lugar más favorable con respecto al acceso, la proximidad al suministro de energía, el costo del terreno, las condiciones de éste y otras características. Además una pequeña central telefónica con medios para obtener una elevada resistencia de bucle puede hallarse a alguna distancia del punto de subrepartición sin incrementar sustancialmente los costos de la planta exterior.

Cuando en el edificio de una central hay una oficina comer

cial o una sala para explotación interurbana, los objetivos comprenden las posibilidades de acceso del público y de los empleados. Esto no significa, sin embargo, que la central deba encontrarse en una zona comercial más importante de la ciudad. La mayoría de las centrales de este tipo se encuentran situadas en un lugar apropiado para el público y los empleados, donde se dispone de espacio para el aparcamiento y donde el terreno es suficientemente barato para disponer de un espacio adecuado, tanto inicialmente como si se piensa en ampliaciones.

En general, el sistema más satisfactorio consiste en proporcionar un número mínimo de centrales automáticas no atendidas y controlar el tratamiento de la información, la asistencia y el tráfico interurbano en la central interurbana.

En muchos casos, cuando las poblaciones se encuentran aisladas y poseen demandas telefónicas pequeñas como 10 ó 20 abonados, se colocarán centrales semiautomáticas que requieren de una operadora para las llamadas de larga distancia con una capacidad máxima de la central de 50 abonados.

En el esquema de conmutación indicado en la figura N° 5.1., se tiene la capacidad para el año 2.000, que tendrán las centrales así como el número de circuitos que utilizarán para comu

nicarse con su centro superior. Además se indica si la central será automática o si se requiere de una operadora para las llamadas de larga distancia (semiautomática).

5.2. PLANES TECNICOS A DESARROLLARSE

Los planes descritos en este capítulo son aquellos a los que deberá ajustarse la red ecuatoriana en el futuro. Muchos factores harán que no en todos los casos la red rural pueda seguir los lineamientos de los planes fundamentales. La estructura jerárquica de la red nacional estará formada por dos centrales internacionales en Quito y Guayaquil, respectivamente, a las cuales tendrán acceso los centros secundarios ubicados en Quito y Guayaquil.

Existirán centros primarios en: Quito, Guayaquil, Ambato, Manta, Loja, Cuenca y Machala.

a. Plan de enrutamiento⁽¹¹⁾

En las áreas multicentrales no se utilizarán centrales tandem (ó centrales de paso) y todo el enrutamiento entre centrales si lo hará a través de circuitos directos.

En el plan general de enrutamiento para el tráfico in

terurbano será como se observa a continuación.

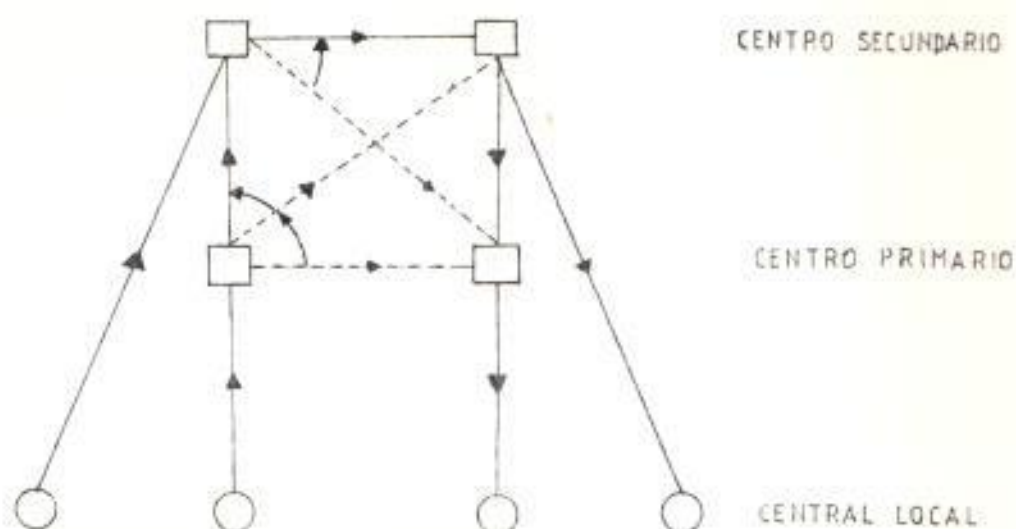


FIGURA Nº 5.2. PLAN DE ENRUTAMIENTO, TRAFICO INTERURBANO

Inicialmente no se abrirán rutas de alto uso entre los centros primarios. Estas rutas se abrirán paulatinamente conforme las relaciones de tráfico lo justifiquen.

En la figura Nº 5.2., se puede advertir que ciertas centrales locales estarán interconectadas directamente a los centros secundarios de Quito y Guayaquil.

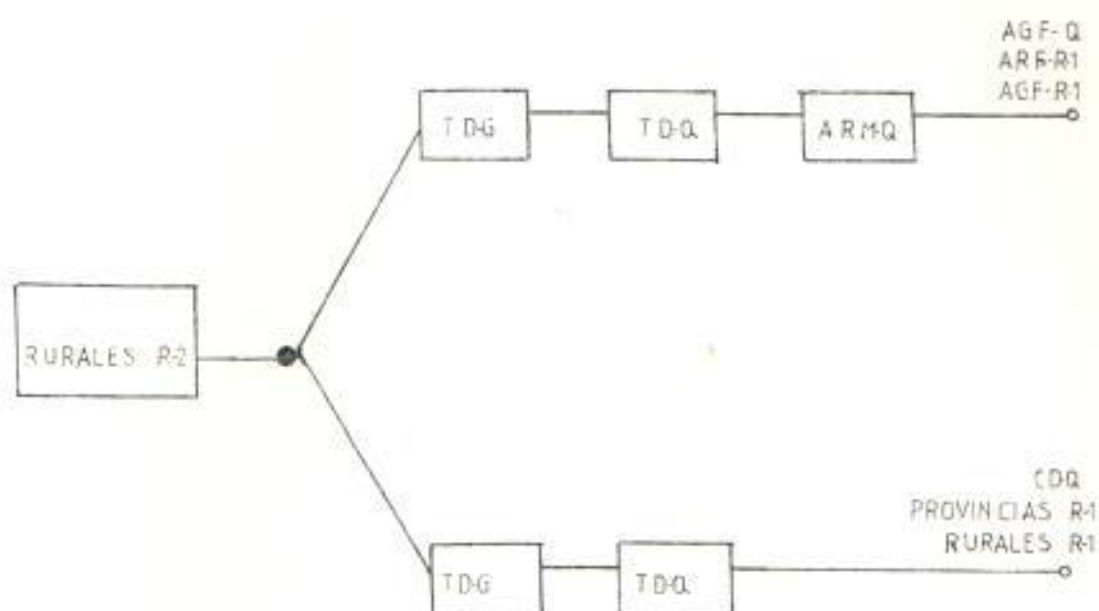


FIGURA N° 5.3. PLAN DE ENRUTAMIENTO, DE LAS CENTRALES RURALES R-2 HACIA R-1

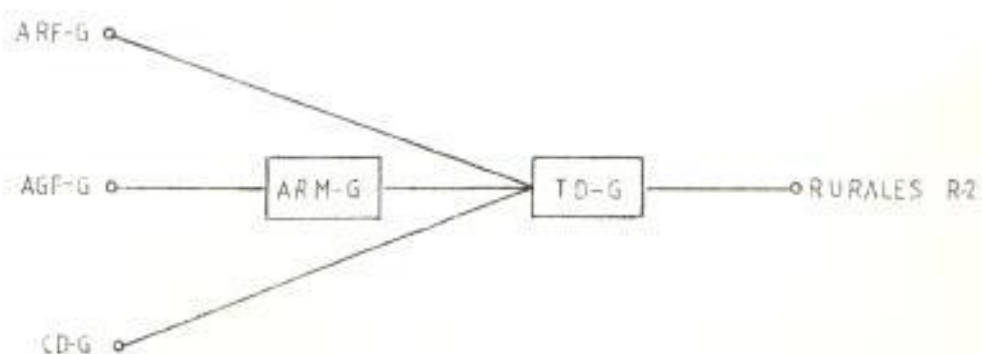


FIGURA N° 5.4. PLAN DE ENRUTAMIENTO, DE GUAYAQUIL HACIA RURALES R-2.

TD	CENTRAL DE TRANSITO DIGITAL
CD	CENTRAL DIGITAL
ARM	CENTRAL DE TRANSITO ANALOGICA
AGF - ARF	TIPOS DE CENTRALES LOCALES
Q	QUITO
G	GUAYAQUIL
R	REGION

En las figuras N° 5.3 y N° 5.4., no se mantiene el principio de que las centrales analógicas se conecten entre sí por rutas de preferencia analógica y esto se hace con el fin de descongestionar el sistema ARM (Central de tránsito analógica) y LDT (Central de larga distancia tipo ARF), que existen en el país, encaminando el tráfico originado en las centrales rurales de la región 2.

Todo esto, se complementa con el esquema de conmutación de la provincia del Guayas (Ver figura N° 5.1.).

b. Plan de Numeración⁽¹²⁾

1. Plan Nacional de Numeración:

El prefijo de acceso al servicio interurbano es el cero(0). El país poseerá ocho zonas de numeración de tipo cerrado en siete cifras para número nacional. La primera cifra será :

TABLA XXIX

PLAN DE NUMERACION.	INDICATIVO INTERURBANO
ZONA	INDICATIVO-INTERURBANO
Norte	1
Centro Norte	2
Centro	3
Oeste	4
Centro Oeste	5
Sur Oeste	6
Centro sur	7
Sur	8

La numeración para centrales por programa almacenado tendrá la misma configuración que el número local, las dos primeras cifras identifican la central de destino y las cuatro restantes, el abonado deseado.

Las centrales estarán preparadas para almacenar hasta 16 dígitos del número internacional.

3. Plan Nacional de Servicios especiales:

101	Policía
102	Bomberos
103	Policía de Tránsito
104	Información local
105	Pedido de comunicaciones nacionales
106	Telefonogramas
109	Reloj parlante
114	Información internacional
116	Pedido de comunicaciones internacionales
124	Información R-1 (sólo para R-2)
131	Cruz Roja
132	Reparaciones
144	Información R-2 (sólo para R-2)

Los números restantes serán reservas.

c. Plan de Tarifación⁽¹³⁾

Los centros primarios y secundarios establecidos en la estructura jerárquica de la red ecuatoriana son generalmente también puntos de tasación para el tráfico interurbano.

Las centrales terminales actúan como puntos de tasación para las comunicaciones que no llegan a las centrales de tránsito.

El valor que paga un abonado por concepto del servicio telefónico dependerá en el caso más general, de los siguientes factores:

1. Clase de abonado
2. La duración de las conferencias
3. El número de comunicaciones
4. Distancia entre el abonado de origen y el de destino.
5. Día de la semana
6. Hora de la semana
7. Día del año
8. Tipo de día (laborable o festivo).

Tarifación de tráfico local:

Es el generado por comunicaciones cuyo establecimiento no requiere de la intervención de un centro primario o de mayor jerarquía, ni la ayuda de una operadora. El proceso de ta

rificación en este caso, es efectuado por la central terminal del abonado de origen.

Tarifación de tráfico interurbano:

Es cualquier comunicación que se realice dentro de dos localidades. La tarificación se la realiza generalmente en la central de tránsito primaria o secundaria, utilizando un proceso de registro automático de datos de cada comunicación, esto es, los números nacionales de los abonados de origen y destino, la hora de inicio y término de la comunicación y la fecha.

Tarifación Internacional:

Se realiza en forma detallada en la central internacional de Quito y Guayaquil.

Tarifación de teléfonos públicos:

La tarificación para tráfico local e interurbano que se originan de los aparatos telefónicos públicos se efectúa por el sistema de multimedición para lo cual se envía impulsos de tarificación desde la central a la que están conectados los teléfonos públicos.

Grado de Tasa:

En términos generales, el grado de tasa de una comunicación está determinado por la distancia entre el abonado de origen y el de destino; para que esta filosofía tenga aplicación práctica, se han establecido zonas de tasación en las cuales los abonados tienen una misma tasa.

TABLA XXX

GRADO DE TASA			
Grado de Tasa	Distancia Km.	Nº Impulsos min/horario	Nº Impulsos por min. horario ta- tarifa nor. rifa reducida.
0	Servicios especiales.	0	0
1	Zona local	1/3	1/6
2	Zona primaria	6	4
3	hasta 120	10	6
4	121 - 200	15	7.5
5	201 - 300	20	10
6	más de 300	30	15

d. Plan de señalización⁽¹⁴⁾

En la etapa de digitalización de la red telefónica se produce

la necesaria coexistencia de centrales digitales y analógicas enlazadas entre sí por sistemas de transmisión que también pueden ser analógicos o digital.

Para cada una de las combinaciones se ha escogido un tipo de señalización de acuerdo con el detalle:

TABLA XXXI

CENTRAL DE	TIPOS DE SEÑALIZACION TRANSMISION	ENTRE CENTRALES		
		CENTRAL DE		DESTINO
		DIGITAL	ANALO LME	ANAL. RURAL
Digital	Digital	SSCC	MFC-LME	MFC - R2
Digital	Anal.	MFC-R2	MFC-LME	MFC-R2
Anal.LME	Anal.ó Dig.	MFC-LME	MFC-LME	MFC-LME
Anal.Rural	Anal.ó Dig.	MFC-LME	MFC-LME	MFC-R2

En el sistema internacional se utilizará la señalización CCITT N° 5, hasta cuando sea posible utilizar el sistema de señalización de canal común CCITT N° 7.

Todas las centrales digitales deberán ser capaces de funcionar con los sistemas de señalización indicados en los términos que se especifican en el plan de señalización nacional, dependiendo de la central con la cual se conectan.

Los sistemas de señalización MFC-R2 recomendado por el CCITT y el MFC-LME adoptado por la compañía ERICSSON son muy similares entre sí y cuentan con señales de línea y con señales entre registradores; las señales entre registradores son del tipo multifrecuencial de secuencia obligada mientras que las señales de línea son de corriente continua o de fuera de banda.

d. Plan de transmisión⁽¹⁵⁾

El factor más importante del plan de transmisión es el equivalente de referencia y según la recomendación del CCITT (G-121) se exige que para el 97 % de las comunicaciones internacionales efectivamente establecidas el ER (equivalente de referencia) anteriormente recomendado no exceda de 21 dB en transmisión ni de 12 dB en recepción.

Según el numeral 3.2., de la recomendación (G-111) la gama preferida del ER global anteriormente recomendado para conexiones telefónicas es de 4 a 16 dB, siendo 9 dB el valor preferido de la gama.

En la actualidad no es posible utilizar esos valores debido a las necesidades de control de eco y de estabilidad de los circuitos. No obstante, para obtener tales valores en el futuro, el CCITT recomienda valores de

ER a largo y corto plazos los que se resumen a continuación:

Los objetivos a largo plazo son los siguientes:

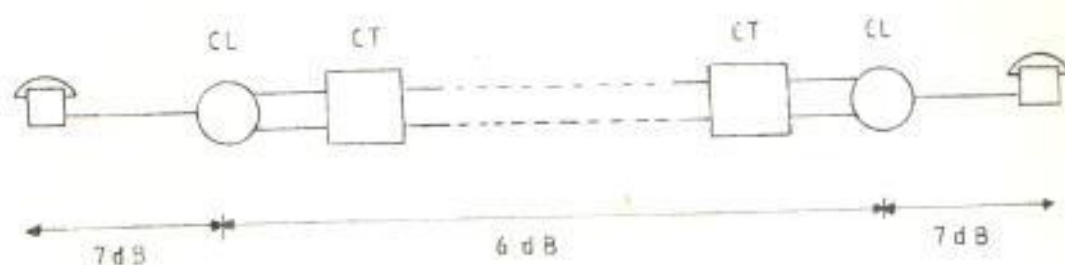
$$\begin{aligned} 10 \text{ dB} &\leq \text{ERT} \leq 13 \text{ dB} && (\text{ER en Tx}) \\ 2.5 \text{ dB} &\leq \text{ERR} \leq 4.5 \text{ dB} && (\text{ER en Rx}) \\ 13 \text{ dB} &\leq \text{ERG} \leq 18 \text{ dB} && (\text{ER global}) \end{aligned}$$

Los objetivos a corto plazo son los siguientes:

$$\begin{aligned} 10 \text{ dB} &\leq \text{ERT} \leq 16 \text{ dB} \\ 2.5 \text{ dB} &\leq \text{ERR} < 6.5 \text{ dB} \\ 13 \text{ dB} &\leq \text{ERG} \leq 23 \text{ dB} \end{aligned}$$

El valor de la atenuación de transmisión es pequeño, entonces lo que limita la disminución de la atenuación es el eco. El valor adecuado de la atenuación de transmisión depende de la longitud de la red. Considerando la extensión territorial del Ecuador es adecuado aplicar 6 dB para la atenuación de transmisión. Entonces la distribución de la atenuación resulta como sigue: (Ver figura N° 5.5. en la siguiente página).

Para la red se han establecido puntos de referencia y niveles regulares de acuerdo con lo siguiente:



CL : central local

CT : central de tránsito

FIGURA Nº 5.5. DISTRIBUCION FINAL DE LA ATENUACION

- Pérdida en un trayecto PCM entre una central local y el centro primario: 0dB
- Pérdida entre centro primario y centro secundario (incluyendo la pérdida de conmutación a 4 hilos : 0dB.
- Transición de 2 a 4 hilos: 3.5 dB en cada dirección.
- Pérdida de conmutación de 2 hilos: 1 dB.

5.3. ESCOGIMIENTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE EN LA PLANIFICACION

Condiciones preliminares:

- a. El sistema telefónico, considerado en forma global debe ser lo más económico posible.
- b. La tecnología de los equipos a adquirirse deberá ser moderna y debe permitir que el acoplamiento con las redes existentes sea eficiente, permitiéndole además que la expansión futura continúe de manera ordenada, flexible, económica y técnicamente fundada.
- c. El sistema telefónico deberá permitir un eficiente mantenimiento, reduciendo considerablemente los costos de mano de obra por este concepto y aumentando la eficiencia de los equipos.
- d. El sistema telefónico deberá satisfacer los requerimientos de servicio y las nuevas facilidades de los modernos sistemas telefónicos que ya exigen los usuarios, y tendrá así mismo la posibilidad de incorporar nuevos servicios en el futuro.

Aparatos telefónicos:

Escogiendo un aparato telefónico de buena calidad de transmisión, es posible reducir el diámetro de los conductores de la línea de abonado.

Ahora bien, a hilos de pequeño diámetro del conductor, co rresponde una elevada resistencia en bucle. La solución tra dicional consiste en aumentar el diámetro de los conductores con la distancia. Técnicamente es una buena solución, pero económicamente es muy discutible. Requiere la instalación de repe tidores, los costos del cable aumentan con el diámetro de los conductores. Cuando las líneas de abonado son muy largas deben usarse aparatos telefónicos muy sensibles. Se pueden aplicar tres métodos para garantizar que se cumpla con el valor mínimo:

- a. Se incorporan al aparato telefónico resistencias o combinaciones de resistencias y condensadores escogidas en función de la distancia a la que se encuentra la central;
- b. Las capsulas emisoras y receptoras se clasifican en ca tegorías según su sensibilidad y se eligen con arreglo a la atenuación de la línea de abonado.
- c. La corriente de bucle controla un dispositivo de regulación automática. Si la línea es corta, la elevada co rriente que circula por el bucle garantiza la presencia de una atenuación suficiente.

Centrales Telefónicas:

Además de las condiciones normales, características de las modernas centrales telefónicas urbanas, las centrales rurales han de satisfacer cierto número de requisitos especiales:

- a. Explotación económica;
- b. Equipo de dimensiones pequeñas para poder ser instalados en los locales disponibles, ó en unidades móviles.
- c. Explotación permanente no atendida, autocontrol, telecontrol, teleseñalización de averías, transferencia eléctrica de información de tasación.
- d. Fiabilidad particularmente elevada.
- e. Menor sensibilidad a las influencias climáticas.
- f. Instalación rápida y sencilla.
- g. Diseño modular
- h. Posibilidad de utilizar líneas de peores características eléctricas.
- i. Bajo consumo de energía

Al elegir un sistema de conmutación adecuado, hay que tener presente que el costo por línea tiende a aumentar a medida - que disminuye el tamaño del conmutador.

Enlaces físicos:

Propiedades mecánicas: debido a que las consideraciones de transmisión no necesitan por lo general ser tomadas en cuenta en las líneas de servicio, el factor decisivo sobre el tamaño del conductor será la resistencia mecánica.

Las cifras que se dan a continuación pueden seguir de guía para decidir el diámetro mínimo de conductor sin correrse el riesgo de rupturas.

TABLA XXXII

DIAMETRO MINIMO DE LOS CONDUCTORES	DIAMETRO MINIMO	
	CLIMA TEMPLADO	SEVERO
Hilo desnudo cobre estirado	2 mm.	2mm.
Hilo desnudo - bronce	1 mm.	1.25 mm.
Hilo desnudo-acero galvanizado	2 mm.	-
Hilo de bajada, tipo BrELKS	2 x 0.8 mm.	2 x 1.0 mm.

Por clima severo se entiende: clima costero ó un clima - en el cual se corre el riesgo de cargas por nieve o de gran presión ejercida por el viento.

Con respecto a los cables, deberá reunir los requerimientos de transmisión y señalización para una gran parte de los abonados. Sin embargo, la desviación de las normas, los ahorros relativamente reducidos, la alteración del nivel de transmisión total y el incremento de los costos de empalme son factores que hacen que el empleo de los conductores - sea mayor de 0.3 mm.

En la construcción de líneas intervienen algunos materiales, destacándose entre ellos por su importancia los postes, conductores y aisladores.

El IETEL ha establecido las siguientes especificaciones técnicas y constructivas:

- a. Desbroce o limpieza de la ruta
- b. Postes: serán de madera de tectona Grandis (TEKA), impregnados con preservantes que aseguren su duración. Su largo será de 8 m., el diámetro a un metro de la base será 0.180 m., y en la cima de 0.135 m. La separación entre postes será aproximadamente de 62.5 m. Los postes deberán estar enterrados 1.4 m.

c. Cruceas: Serán de madera tratada con un largo de 1.2 m. y un diámetro de 12 mm.

d. Retenidas: Están compuestas por: una varilla de hierro forjado galvanizado en caliente de largo 1.6 m., con un diámetro de 5/8" , se sujetará a un cono de hormigón para anclaje en un extremo y en el otro a un cable de retenida por 7 alambres de acero cincado retorcidos entre sí.

e. Aisladores: Se utilizarán de vidrio con rosca interior.

Como recomendación, se deberá evitar el trazo de rutas paralelas a las líneas de energía eléctrica.

Un sistema de portadoras para abonados desempeña el mismo papel que una línea física de abonado. Sin embargo, el conjunto constituido por la línea física y el aparato telefónico - puede cumplir un menor número de requisitos y más sencillos. Existe un límite superior del equivalente de referencia. Para una división determinada entre línea y aparato telefónico, esto se traduce en línea y aparato telefónico, esto se traduce en:

a. Un límite superior para la distorsión de atenuación de línea.

b. Una corriente de alimentación adecuada para el aparato telefónico;

c. Un límite superior para el ruido.

Equipos de radio:

Deberá poseer los siguientes factores:

a. Bajo consumo de potencia.

b. Operación constante y mantenimiento no periódico.

c. Diseño modular y fácil acceso a los puntos de prueba.

d. Simple operación;

e. Alta inmunidad contra condiciones ambientales desfavorables.

f. Pequeño y liviano, fácil de transportar.

Cada radio canal deberá estar compuesto por los siguientes equipos o sistemas:

- Radiocanal o equipo de radio propiamente dicho.

- Sistema de protección automático de radiocanales (para sistemas 1 + 1 únicamente).
- Sistema de circuitos telefónicos de servicio.
- Sistema de supervisión.
- Dispositivo de acoplamiento de antena.
- Antenas y líneas de transmisión.
- Sistema multiplex por división de frecuencia (MDF).

5.4. BREVE ANALISIS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS HACIA LA DIGITALIZACION DE SUS TELECOMUNICACIONES

Con el rápido crecimiento de la red, es difícil considerar aisladamente un plan individual desde el punto de vista de su rentabilidad o viabilidad financiera en la red de Telecomunicaciones, ya que la red funciona como una entidad integrada. Los planes individuales en modo alguno pueden considerarse como entidades completas en sí. Los métodos de evaluación de proyectos deben permitir un análisis de todos los planes de una región o zona determinada en su conjunto

y un enfoque integrado para reducir al mínimo las inversiones y alcanzar beneficios máximos.

Todo esto viene subrayado por los progresos recientes en lo que respecta a la tecnología de conmutación local digital, cuyo éxito económico depende de la integración de un equipo de conmutación local y cierto número de módulos subordinados instalados en otros lugares para proporcionar servicios avanzados a zonas rurales distantes. Las fronteras que existían entre los sistemas de conmutación y transmisión están desapareciendo y el entorno totalmente digital, estos sistemas no pueden ya considerarse por separado.

La red más económica puede planearse considerando el conjunto de una zona, y optimizando las configuraciones de conmutación, transmisión y encaminamiento.

Las razones para planificar y realizar una red rural - utilizando sistemas basados en técnicas digitales puede fundarse en la necesidad de integrar la red rural en una red basada en líneas de transmisión digital.

Esto puede suceder cuando la red nacional constituye ya un medio totalmente digital al que tiene que adaptarse la red rural, o cuando la red nacional está planificada para una técnica digital futura con distribución en el

tiempo, centro de conmutación y líneas de transmisión digital.

El nuevo sistema de comunicación digitalizado, es basado - en un computador para la ejecución de tareas secuenciales.

Los números marcados se almacenan en el computador mientras éste busca la ruta más conveniente con la persona llamada. Al encontrar esa ruta, el computador da instrucciones al equipo electromecánico, como los conmutadores de relé y barras cruzadas, para efectuar la conexión cerrando contactos metálicos.

Estas instrucciones se envían mediante señales de alta y baja tensión, a velocidades cercanas a la luz.

Las ventajas de las redes digitales sobre las analógicas puede explicarse:

- Mejor calidad de transmisión
- Velocidades de transmisión elevadas con menos errores.
- Mayor reducción del costo y mayor fiabilidad. Mediante - el desarrollo de circuitos integrados se han dado grandes pasos para reducir los costos y mejorar la fiabilidad.

- Mínimo mantenimiento.

La transición de la tecnología analógica a la digital, de electromecánica a electrónica, es una operación muy compleja que requiere de una planificación y un profundo y constante conocimiento de la necesidad de compatibilizar el soporte físico y el soporte lógico empleados.

Por otro lado, las redes existentes representan una inversión cuantiosa en equipo y organización y no puede reemplazarse fácilmente, por lo que los sistemas digitales deben introducirse gradualmente y de una manera progresiva.

La configuración y componentes del concepto de una red rural digital integrada se muestra en la figura N° 5.6., en donde:

1. Selector remoto de abonados.
2. Multiplexor remoto de abonados.
3. Terminal de abonado: aparato telefónico de disco o teclado, teléfono público de monedas o PABX.
4. Sistema de transmisión digital de 2,8 ó 34 Mb/s en cable o radio.

5. Sistema de transmisión digital de 2 Mb/s en cable o radio.

6. Línea de distribución: Generalmente cable de pared fijos. Dos alternativas cuando convenga, son:

6.1. Radio FM de un solo canal

6.2. Sistema de cable de portadora.

COMPONENTES DE LA RED

Selector remoto de abonados:

Se emplea en zonas donde la cantidad de abonados no justifique la colocación de una central autónoma. Sin embargo estos selectores pueden convertirse en una central autónoma a medida que el tráfico crezca.

Multiplexor de abonados remotos:

Es un complemento o una alternativa a los selectores para la conexión de pequeños grupos de abonados a la red. Se pueden colocar hasta 30 abonados distantes.

Terminales de Abonado:

Cualquier terminal de abonado normal se puede conectar a la red digital rural, por ejemplo, aparatos telefónicos - con disco dactilar o teclado, teléfonos públicos de moneda y PABX.

Sistemas de transmisión digitales:

Las diferentes capacidades requeridas para transmisión de señales digitales en una red rural digital son: 2,8 ó 34 Mb/s. los multiplexores digitales proporcionan la multiplexación de enlaces de 2/8 Mb/seg., 8/34 Mb/s ó 2/34 Mb/s. La transmisión digital puede introducirse en cables existentes o nuevos y en radioenlaces.

1. Sistema de cables digitales: los renombrados sistemas de línea MIC de 2 Mb/s, existen para todos los tipos de cables de pares existentes. Para aplicaciones en las que se requiera nuevo cable, se ha desarrollado un cable de bajo costo ligero, TUKA, para instalación aérea. Este es un cable en cuadretes simple de 0.6 mm., con una pantalla de metal e hilo de suspensión de acero.

Los sistemas de fibras óptica constituyen una alternativa especialmente atractiva a los cables de pares en algunas aplicaciones. Los sistemas de fibra óptica ofrecen los beneficios de una separación entre repeti-

dores grandes, 10 a 15 Km., e inmunidad contra perturbaciones ocasionadas por línea de fuerza, descargas atmosféricas y otras causas.

2. Radioenlaces digitales:

Se ofrecen para redes rurales diversos sistemas de radio. El MINILINK es un radio-enlace compacto que trabaja a 10, 13, 15 y 18 GHz. El MINILINK de 10 GHz está diseñado para transmisión de 2 Mb/s mientras que otros también pueden manejar 8 Mb/s.

Un terminal completo está equipado con la antena, plana o parabólica, en una unidad simple para instalación en el exterior. Consiste en transmisor / receptor, unidad de banda de base y alimentación de energía interna.

La longitud máxima de tramo con un MINILINK es entre 10 y 30 Km., según la topología, el clima y el tipo de antena usado.

3. Sistema radiotelefónico de un canal simple:

Utilizado en áreas donde la densidad de abonados es baja. Cada abonado está conectado a la central local.

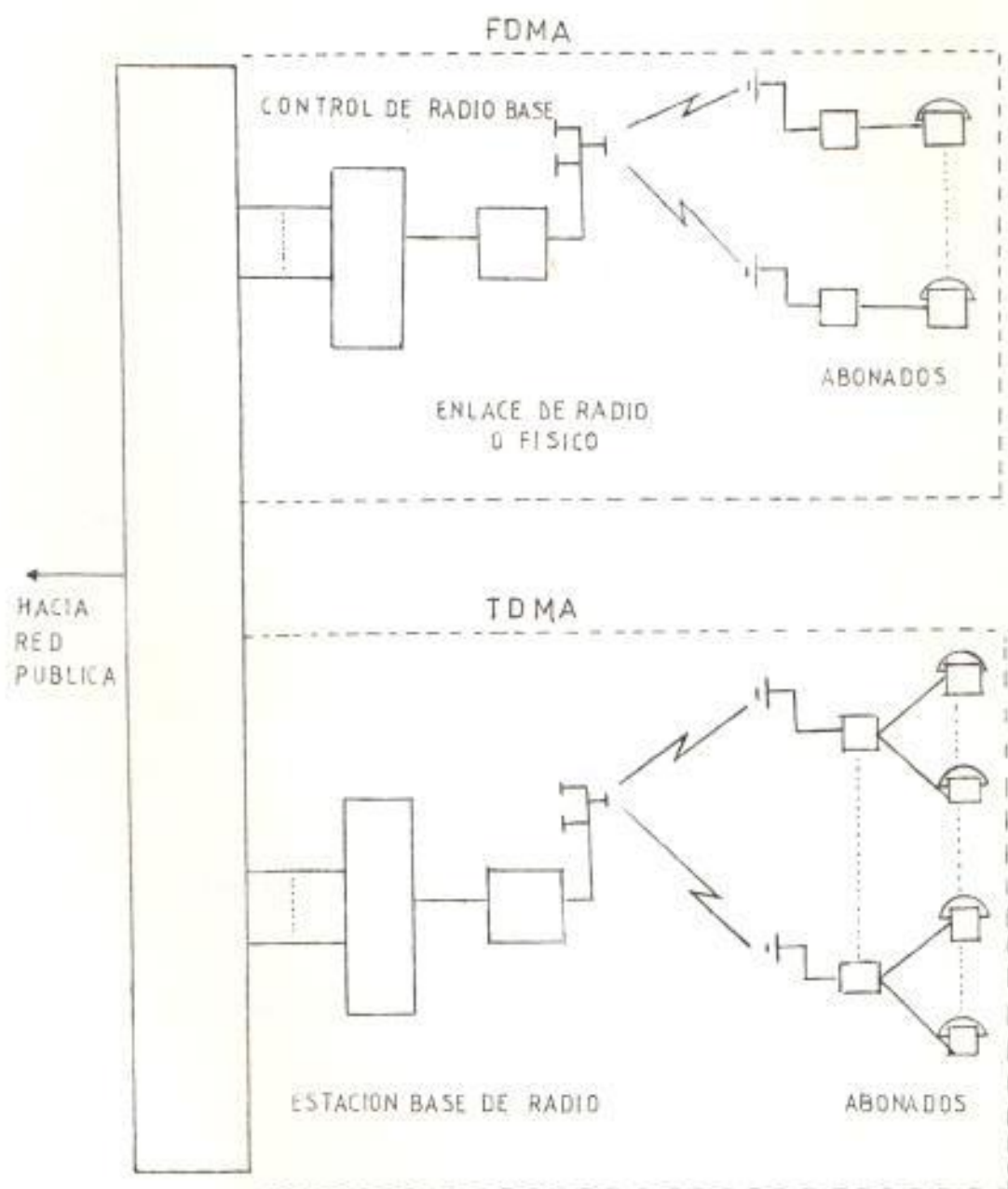


FIGURA N° 5.2. COMPARACION DE SISTEMA DE MULTIACCESO
FDMA Y TDMA

4. Sistema radiofónico multiacceso:

Puede dar servicios a un número de abonados en un número limitado de canales comunes. El sistema de multiacceso por división de tiempo (TDMA) es efectivo y económico para dar servicio a un área con un considerable número de abonados distribuidos en grupos.

CONMUTACION Y TRANSMISION DIGITALES INTEGRADAS

La introducción de sistemas de conmutación y transmisión digitales integrados ofrece muchas ventajas: una alta capacidad de señalización para las unidades remotas en la red que facilita la operación y mantenimiento centralizados. Esto significa también que los servicios avanzados de abonados, ofrecidos por el procesador central, pueden ser utilizados por abonados que están a considerable distancia de la central principal (100 - 200 km). Esto es factible mediante los selectores remotos de abonados y los multiplexores. Estas unidades remotas ahorran pares en cable y capacidad en radioenlaces, con lo que se reducen los costos de transmisión por abonado.

Los enlaces de transmisión digitales, cable o radio, se emplean para conectar las unidades remotas de abonados y

con multiplexores entre sí y con la central principal.

En cuanto a las frecuencias de microondas, las bandas de 2 y 4 GHz podrían aún ser aplicables en principio, de acuerdo con la compatibilidad de las disposiciones de canales entre las rutas de microondas analógicas y digitales; así mismo, podrían considerarse otras frecuencias, según la disponibilidad e idoneidad de las bandas de frecuencia radioeléctricas: el CCIR - prevee, por ejemplo: 13 GHz para los sistemas de capacidad media y 11 GHz para gran capacidad.

Será adecuado elegir dichas frecuencias especialmente para enlaces de entrada a una ciudad, cuando esté instalado una red digital en un medio analógico pre-existente basado en sistemas por microondas que ya esté congestionado.

Para la introducción de las técnicas digitales en la red, puede seguirse dos métodos: el denominado concentrado y el distribuido. Para la aplicación del método concentrado lo ideal es una zona secundaria que coincida con el distrito fiscal (de percepción de ingresos). En el método concentrado, cada zona secundaria se digitalizará completamente de una vez, sustituyendo las centrales y los enlaces de transmisión actuales por centrales y enlaces digitales. Al mismo tiempo, el método distribuido puede utilizarse para las redes de niveles jerárquicos superiores. Esto entrañaría la

sustitución de todas las centrales y enlaces de transmisión' an-
ticuados por centrales y enlaces de transmisión digitales,
y que todas las nuevas instalaciones sean de equipo di-
gital. Las dos redes, es decir, la digital y la analó-
gica pueden estar asociadas en puntos convenientes, de mo-
do que el trayecto de una llamada se mantenga lo más
posible dentro de una red digital. En una última fase,
la red digital de nivel más alto se integraría con las
islas digitales creadas por debajo del nivel secundario, co-
mo en el método concentrado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que los objetivos planteados fueron llevados a su realización, en concordancia con el planteamiento teórico y los resultados obtenidos podemos expresar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El diseño y la planificación de la red llega a 15 cabeceras cantónales y 43 parroquias rurales, en donde, más del 50 % de la población económicamente activa en la provincia - del Guayas se dedica a la agricultura, silvicultura, caza y pesca.
2. El IETEL ha dado inicio algunos proyectos en el área rural - de nuestro país, dando mayor prioridad a las cabeceras cantonales y poblaciones rurales más importantes. Esto nos dá como resultado que las poblaciones que tienen un nivel de interacción con otras localidades, tienen mercados telefónicos más amplios y complejos.
3. El término Telecomunicaciones Rurales se refiere a que existe una interacción entre varios factores que dificultan el

abastecimiento del servicio de las telecomunicaciones. En nuestro país, las telecomunicaciones deben tener una motivación social y que éstas son sólo económicas en su sentido más amplio.

4. La densidad telefónica a nivel nacional para el año 1.990 será de 5.01 y en el año 2.010 de 13.

La densidad telefónica para la provincia del Guayas en 1.990 será de 6.92 y en el año 2.010 de 17.48.

5. Se recomienda realizar encuestas telefónicas a la totalidad de las unidades consumidoras de la zona para poder determinar la demanda insatisfecha y con datos confiables predecir la demanda futura. Es necesario además, revisar periódicamente las predicciones y comparar con la realidad obtenida, para determinar las causas de las irregularidades que se pudieran presentar y corregirlas a su debido tiempo.

6. La creación de Base Naval se fundamenta porque brinda las condiciones necesarias para su construcción y porque cubre toda la costa de la península de Santa Elena que es una zona turística.

Santa Ana se recomienda su construcción por tener una elevación y ubicación privilegiada para realizar radio - enlaces.

7. El descongestionamiento de la repetidora Cochabamba ya se ha iniciado mediante la construcción de la repetidora en Cerro Corozo en la provincia de Manabí y mediante la construcción de la nueva repetidora en Cerro Santa Ana, se podrán enlazar nuevas poblaciones y/o redistribuir los enlaces de radio en una forma óptima.
8. Se recomienda el uso de alambre copperweld de 2.03 cm., de diámetro para sistemas de onda portadora, con el que se cubrirá una longitud total de 66.6 Km. Mediante el uso de cables multipares autosoportados con alambres de cobre recocido con diámetro hasta de 0.9 mm., se cubrirá una longitud de 41.95 Km.
9. Se recomienda colocar equipos de multiacceso en las estaciones repetidoras: Base Naval, Animas, Balao y Santa Ana, para servir a una gran cantidad de camaroneras y grandes haciendas que existen en la provincia del Guayas; así como a pequeñas poblaciones rurales o caseríos mediante la colocación de una cabina pública al servicio de la comunidad. Este último punto se lo realiza para dar los servicios públicos básicos de las comunicaciones sin esperar utilidades económicas por las mismas (Beneficio Social).
10. Se recomienda que se realice un estudio profundo de la planificación que requieren las poblaciones de Salinas, La Libertad, José Luis Tamayo y Santa Elena por constituir un bloque compacto tanto a ni

vel de planta interna como externa.

Igual situación puede suceder en la ciudad de Milagro.

11. La red puede implementarse sin problemas con equipos de telecomunicaciones disponibles en el mercado que mantengan los estándares y jerarquías recomendados por la UIT y en la presente tesis.
12. La elevada tasa de crecimiento de la provincia del Guayas nos llevó a planificar la red para 12 años. En este lapso se deberá crear 21 centrales telefónicas automáticas y ampliar 8 centrales automáticas existentes. Se requerirán de 11 centrales telefónicas semiautomáticas, de las cuales en la provincia del Guayas existen actualmente 9 centrales semiautomáticas que podrían ser reubicadas.
13. La implementación de la red deberá estar sujeta a revisiones periódicas y la ejecución de los planes fundamentales técnicos - acordes a la realidad nacional.

Las adquisiciones que el IETEL realice en el futuro, deben estar en caminadas a formar una red digital integrada compacta.

La digitalización puede iniciarse con los radios de gran capacidad y comenzando a digitalizar por zonas.

14. El costo del servicio telefónico básico debe mantenerse lo más bajo posible, pero el servicio ha de atender los requisitos de adecuación, alta calidad, fiabilidad y estabilidad financiera. El diseño del sistema debe basarse en un estudio de cobertura de la zona que debe tener en cuenta las estimaciones del crecimiento a largo plazo y no sólo el coste inicial sino también los gastos de explotación, la flexibilidad y todos los demás factores - que habrán de reflejarse en las tasas percibidas.

15. Una buena planificación financiera permitirá juzgar la eficiencia de la explotación del sistema y señalando las esferas en que se imponen mejoras. Proporcionar la base para establecer una política sobre la utilización, la inversión de los fondos de la empresa y la base para determinar la financiación adicional a largo plazo necesaria para mejorar y ampliar el sistema. Los elementos de esta planificación financiera será :
 - a. Un presupuesto de explotación anual.

 - b. La previsión de la explotación a mediano plazo (de 3 a 5 años).

 - c. Una previsión del capital necesario para financiar las debidas mejoras y ampliaciones del sistema.

16. Los conceptos de explotación y mantenimiento guardan una estrecha -

relación con el servicio ofrecido, la tecnología empleada, la ampliación de la red y las políticas en materia de personal e inversiones.

B I B L I O G R A F I A

1. INEC, III Censo de Población 1.974, Resultados definitivos, Guayas, 1.974.
2. INEC, IV Censo de Población, 1982, Resultados definitivos, Guayas, 1.982.
3. INEC, III, Censo de vivienda, 1.982. Resultados definitivos, Guayas, 1.982.
4. IETEL, Proyección de la población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial 1.985 - 2.010, Doc. SDP-86-27-1, Quito, 1986.
5. IETEL, Demanda Telefónica, Doc. SDP-87-04-1, Quito, 1986.
6. IETEL, Resultados del estudio de demanda a nivel cantonal y parroquial (Anexo 1), Doc. SDP-87-06-1, Quito, 1.987.
7. IETEL, Resultados gráficos del estudio de demanda a nivel de cabeceras cantonales (Anexo 2), Doc. SDP-87-08-1, Quito, 1.987.
8. IETEL, Estudio de la demanda telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador, Doc. TR-20, Quito, 1.980, 24 p.
9. KARL, H., The planning and engineering of radio - relay networks, LM Ericsson Publications, 1984, 256 p.
10. IETEL, Plan Nacional de Radiofrecuencias, Dirección Nacional de Frecuencias. Norma técnica 87 - 01 - A2, 1.987.

11. IETEL, Plan de enrutamiento transitorio, Doc. SDP 85/19/01, Quito, 1.985.
12. IETEL, Plan de Numeración, Doc. SDP-84-08-02, Quito, 1984.
13. IETEL, Plan de Tarificación, Doc. SDP-596, Quito, 1985.
14. IETEL, Plan de Señalización, Doc. SDP-577, Quito, 1985.
15. IETEL, Plan de Transmisión, Doc. SDP-042, Quito, 1985.
16. CCITT, Telecomunicaciones Rurales, Ginebra, 1.985, 565 p.
17. CEPAR, Boletín Socio-demográfico del Guayas, San Pablo, Quito, 1.986.
18. COPPERWELD STEEL INTERNATIONAL COMPANY, Choosing Telecommunication Conductors for overhead line, New York, 34 p.
19. EQUITEL, Sistemas telefónicos Siemens ESL Crosspoint Rural - CPR, Brasil, 25 p.
20. ERICSSON, Manual de Productos, Suecia.
21. KARL, H., Performance and it's calculations, LM Ericsson Publication, 1.981, 183 p.
22. KARL, H., Frecuency planning of radio relay networks, LM Ericsson - Publication, 1987, 143 p.
23. LM ERICSSON, Determinación del diámetro de los conductores en redes locales de cables telefónicos, 1973.
24. PETRIE, J., Designing Modern Communication Lines, Telephone Engineer Management, 24 p.
25. SILVA, G., Sistemas Radio Visibilidad Embratel, 1.977.
26. SOTO M., Tráfico Telefónico Conceptos y Aplicaciones, Tercera Edición 1.980.
27. TRASA, Sistemas multiacceso de telefonía rural, Argentina, 1.985.