

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA

ESTUDIO DEL PLAN DE TRANSMISION PARA LAS  
PROVINCIAS DE CARCHI E IMBABURA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO  
EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

HECTOR RAFAEL FLORES BONILLA

NOVIEMBRE DE 1.992

CERTIFICO QUE EL PRESENTE  
TRABAJO HA SIDO REALIZADO  
EN SU TOTALIDAD POR EL SR  
HECTOR RAFAEL FLORES  
BONILLA.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Adolfo Loza Arguello', written over a horizontal line.

ING. ADOLFO LOZA ARGUELLO

DIRECTOR DE TESIS

CON MUCHO AMOR A MIS  
PADRES, HERMANOS, ESPOSA  
E HIJOS.

DE CORAZON MI GRATITUD  
PARA TODOS MIS  
DISTINGUIDOS AMIGOS.





# INDICE GENERAL

	Pág	
INDICE GENERAL	V	
INDICE DE CUADROS	XII	
INDICE DE FIGURAS	XV	
CAPITULO PRIMERO		
SISTEMA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES		
1.1	ESTUDIOS DE DEMANDA	1
1.1.1	INTRODUCCION	1
1.1.2	METODOS DE PREVISION	1
1.1.2.1	Método de extrapolación	2
1.1.2.2	Método de comparación	3
1.1.2.3	Método de análisis por series de tiempo	3
1.1.2.4	Método econométrico. (Familia de métodos)	3
1.1.3	DEMANDA TELEFONICA 1.990 - 2.010	
1.1.3.1	Proyección del PIBP	4
1.1.3.2	Relación entre la densidad telefónica y el PIBP	6
1.1.3.2.1	Demanda a nivel nacional	6
1.1.3.3	Líneas de central	6
1.1.3.4	Demanda insatisfecha. Lista de espera	6
1.1.3.5	Consideraciones acerca de la demanda telefónica	7
	DEMANDA SATISFECHA	7
	DEMANDA EXPRESADA	7
	DEMANDA POTENCIAL	7
1.1.4	DEMANDA TELEFONICA A NIVEL PROVINCIAL	7
1.1.4.1	Relación de líneas principales y población concentrada	8
1.1.4.2	Relación de líneas principales y población dispersa	9
1.2	EVALUACION DE PLANES DE IETEL EN EL AREA DE INFLUENCIA.	10
1.2.1	EVALUACION DE LA RED ANALOGICA	11
1.2.2	INTRODUCCION A LA RED DE TRANSMISION DIGITAL	13
1.2.2.1	Situación actual de la Red Norte de transmisión digital	14
1.2.2.2	Descripción de la red de transmisión digital instalada y contratada por el IETEL	15

## CAPÍTULO SEGUNDO

## ESTUDIOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA

2.1	SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE IMBABURA	17
2.1.1	INDICADORES SOCIALES DE LA PROVINCIA	17
2.1.1.1	División política de la provincia	17
2.1.1.2	Población	19
2.1.1.2.1	Población económicamente activa ( P E A )	21
2.1.1.3	Vivienda	23
2.1.1.4	Recursos naturales	24
2.1.1.5	Agricultura	24
2.1.1.6	Turismo	25
2.1.1.7	Artesanías	26
2.2	SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DEL CARCHI	27
2.2.1	INDICADORES SOCIALES DE LA PROVINCIA	27
2.2.1.1	División política de la provincia	27
2.2.1.2	Población	28
2.2.1.2.1	Población económicamente activa ( P E A )	30
2.2.1.3	Vivienda	31
2.2.1.4	Recursos Naturales	33
2.2.1.5	Agricultura	33
2.2.1.6	Comercio	34
2.2.1.7	Turismo	34
2.2.2	SERVICIOS GENERALES PARA LAS DOS PROVINCIAS	35
2.2.2.1	Transporte	35
2.2.2.2	Educación	35
2.2.2.3	Electricidad	35
2.3	ESTUDIO DE POSIBLES REPETIDORAS	37

## CAPITULO TERCERO

## DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISION

COMUNICACIONES DIGITALES	39
1) formateado y codificación en la fuente	
2) modulación	

3) codificación de canales	
4) multiplexaje y acceso múltiple	
5) ensanchamiento	
6) cifrado	
7) sincronización	
TEOREMA DE NYQUIST	44
ERROR DE MUESTREO	44
EFEECTO DE ABERTURA	44
MODULACION POR IMPULSOS	44
VELOCIDAD DE LA SEÑALIZACION O DE LOS IMPULSOS	44
VELOCIDAD DE INFORMACION	45
Modulación de impulsos en amplitud (PAM)	45
Modulación de impulsos en duración (PDM)	45
Modulación de impulsos en posición (PPM)	45
Modulación por Impulsos Codificados (PCM)	45
MUESTREO	48
CUANTIFICACION	48
CODIFICACION	48
FORMATOS DE MODULACION DIGITAL	48
MODULACION	48
DETECCION COHERENTE	49
Modulación por desplazamiento de fase (PSK)	49
Probabilidad de errores	51
Ancho de banda y plano de eficiencia en ancho de banda	51
CORRECCION DE ERRORES SIN CANAL DE RETORNO	52
CODEC	52
MODEM	52
GANANCIA DE CODIFICACION	54
TIPOS IMPORTANTES DE CODIGOS BLOQUE	51
Códigos de Bose - Chaudhuri - Hocquenghem (BCH)	54
Códigos Reed - Solomon (RS)	54
Código Golay	55
Código Hamming	55
Códigos de longitud máxima	55
Códigos de residuo cuadrático	56
DECODIFICACION DE LOS CODIGOS BLOQUE	56
Decodificación por consulta de tablas	56
Técnicas algebraicas	57
Decodificación por lógica mayoritaria	57

CODIGOS CONVOLUCIONALES	57
DECODIFICACION DE LOS CODIGOS CONVOLUCIONALES	58
Decodificación mediante el algoritmo de Viterbi (Decodificación de máxima probabilidad)	58
Decodificación secuencial	61
Decodificación por umbral	61
3.1 ESTUDIO TEORICO DEL BALANCE DE ENLACE	62
3.1.1 PROPAGACION RADIOELECTRICA	62
3.1.2 ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE	62
3.1.3 MARGEN DE DESVANECIMIENTO FM	63
3.1.4 EFECTO DE LA REFRACCION SOBRE LA PROPAGACION	66
3.1.4.1 Indice de refracción atmosférico	66
3.1.4.2 Coíndice de refracción y módulo de refracción	68
3.1.4.3 Gradiente del índice de refracción	69
CONVEXION, TURBULENCIA, ADVENSION, SUBSIDENCIA, ENFRIAMIENTO, NIEBLA	69
3.1.4.4 Radio ficticio de la Tierra	70
3.1.4.5 Propagación normal o Standard	71
3.1.4.6 Ecuación del enlace	72
3.1.5 EFECTOS DE LA DIFRACCIÓN SOBRE LA PROPAGACION	75
3.1.5.1 Zonas de Fresnel	75
3.1.5.2 Efecto de la obstrucción	77
3.1.6 CRITERIOS DE PLANIFICACION PARA EL DESPEJAMIENTO	80
3.1.7 ANALISIS DE ENLACE DE COMUNICACIONES DIGITALES POR SATELITE	81
3.2 ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS TECNICAS	83
RED DE ABONADO	83
RED TRONCAL URBANA	84
RED TRONCAL INTERURBANA	84
3.2.1 SISTEMAS DE TRANSMISION POR CABLE PCM	84
3.2.2 SISTEMAS DE TRANSMISION POR FIBRA OPTICA	86
3.2.3 SISTEMAS DE TRANSMISION VIA SATELITE	86
3.2.3.1 Características de los sistemas de satélites	87
3.2.4 SISTEMAS DE TRANSMISION POR RADIO ENLACE	89
3.2.4.1 Radio enlaces multicanal multidireccional por microondas	90
3.2.4.2 Sistema de radioenlace para abonados	91
3.3 DETERMINACION DE PARAMETROS	92

3.3.1	MODULACION	92
3.3.2	ANCHO DE BANDA	96
3.4	CALCULOS DE PROPAGACION DE LAS REPETIDORAS	100

## CAPITULO CUARTO

## ANALISIS DE EQUIPAMIENTO

4.1	ESTUDIO DE NECESIDADES DE EQUIPOS DE TRANSMISION	105
4.1.1	AMPLIACION DE LA RED NORTE TRONCAL	105
4.1.1.1	Necesidades de ampliación de los enlaces	105
4.1.1.2	Necesidades y ampliación de equipos múltiplex	109
4.1.2	DISEÑO DE LA RED NORTE DE BAJA CAPACIDAD O RED RURAL	109
4.1.2.1	Equipos de radio y múltiplex	109
4.1.2.2	Evaluación de las necesidades de infraestructura	111
4.2	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS HA ADQUIRIRSE	114
4.2.1	CARACTERISTICAS DE EQUIPOS DE RADIOENLACE DIGITAL	114
4.2.1.1	Características de Banda Base	114
4.2.1.1.1	Interconexión del equipo múltiplex PCM con equipo de radio terminal	114
	1. A 139.264 Kbits/s (1.920 canales PCM)	114
	2. A 34.368 Kbits/s (480 canales PCM)	115
	3. A 2.048 Kbits/s (30 canales PCM)	115
4.2.1.1.2	Señal de indicación de alarma (SIA)	116
4.2.1.2	Características de frecuencia intermedia	116
4.2.1.3	Características del módem	116
4.2.1.4	Características de radio frecuencia	117
4.2.1.5	Características del sistema de conmutación	119
4.2.1.6	Canales de servicio	119
4.2.1.7	Puntos de prueba	119
4.2.1.8	Alarmas e indicaciones	120
4.2.1.9	Sistema de supervisión	120

	X	Pág
4.2.2	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE RADIO MULTIACCESO DIGITAL	120
4.2.2.1	Estación central	121
4.2.2.2	Estaciones remotas	121
4.2.2.3	Requerimientos del sistema	122
4.2.2.4	Antenas	123
4.2.3	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS MULTIPLEX DE TRANSMISION DIGITAL	123
4.2.3.1	Características técnicas para equipos múltiplex PCM de primer orden	123
4.2.3.2	Características técnicas para equipos múltiplex digital de segundo orden	124
4.2.3.3	Características técnicas para equipos múltiplex digital de tercer orden	125
4.2.3.4	Características técnicas para equipos múltiplex de cuarto orden	126
4.2.3.4.1	Condiciones de avería y operaciones consiguientes	127
4.2.3.4.2	Características de interconexión a 139.264 Kbits/s	128
4.2.3.4.3	Características de interconexión de las señales de 34.368 Kbits/s.	129
4.3	CARACTERISTICAS DE INTERFACE	130
4.3.1	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LOS CANALES A FRECUENCIAS VOCALES	130
4.3.2	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION A 64 Kbits/s	130
4.3.3	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 2.048 Kbits/s	130
4.3.3.1	Características de los accesos de salida	130
4.3.4	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 2.048 Kbits/s AFLUENTES AL MULTIPLEXOR NUMERICO DE SEGUNDO ORDEN	131
4.3.4.1	Interfaces de 2.048 Kbits/s	131
4.3.4.2	Interfaces de 8.448 Kbits/s	132
4.3.5	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 8.448 Kbits/s	132
4.3.5.1	Interfaces de 8.448 Kbits/s	132
4.3.6	CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES A 34.368 Kbits/s	133

4.3.7	INTERFACES DE LOS SISTEMAS MULTIACCESO DIGITALES	134
4.3.7.1	Interfaz de frecuencia vocal	134
4.3.7.2	Interfaz digital a 2 Mbits/s	134

CAPITULO QUINTO  
ESTUDIO ECONOMICO

5.1	ANALISIS DE COSTOS	136
5.1.1	ANALISIS DE COSTOS DE LA AMPLIACION DE LA RED TRONCAL	137
5.1.1.1	Costos de los enlaces a nivel de canal	139
5.1.2	ANALISIS DE COSTOS EN LA RED RURAL	140
5.1.3	COSTO DE OPERACION DE LAS REDES	144
5.1.3.1	Remuneración para la Red Troncal	145
5.1.3.2	Remuneración para la Red Rural	145
5.2	ESTUDIO DE TARIFAS	146
5.2.1	MARCO CONCEPTUAL	146
5.2.1.1	Inversión	146
5.2.1.2	Vida Económica. (VIDA UTIL)	147
5.2.1.3	Valores residuales	147
5.2.1.4	Flujos de Beneficios	147
5.2.1.5	Depreciación y amortización	148
5.3	DETERMINACION DE LA TASA INTERNA DE RETORNO	153
5.3.1	METODOS DE EVALUACION	153
5.3.2	ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PLAN DE TRANSMISION PARA LAS PROVINCIAS DE CARCHI E IMBABURA	156
5.3.2.1	Parámetros de referencia	157
5.3.2.2	Flujo de Caja	157
5.3.2.3	Valor Actual Neto (Flujo de Caja Actualizado)	158
5.3.2.4	Proceso de operación	158

CAPITULO SEXTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
--------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	166
--------------	-----

A N E X O N° 1

DATOS Y DIAGRAMAS DE PERFIL DE LOS ENLACES	167
--	-----

## INDICE DE CUADROS

## CAPITULO PRIMERO

	Pág
CUADRO 1-01      PARAMETROS DE LA ECUACION	8
CUADRO 1-02      RELACIÓN DE LÍNEAS PRINCIPALES Y POBLACION CONCENTRADA	9
CUADRO 1-03      PARAMETROS DE LA ECUACION	10
CUADRO 1-04      RELACIÓN DE LÍNEAS PRINCIPALES Y POBLACION DISPERSA	10
CUADRO 1-05      RED ANALOGICA QUITO IBARRA Y DERIVACIONES	11
CUADRO 1-06      ESQUEMA DE CONMUTACION PARA LA ZONA NORTE	13
CUADRO 1-07      RED NORTE DE TRANSMISION DIGITAL	15

## CAPITULO SEGUNDO

## PROVINCIA DE IMBABURA

CUADRO 2-01      POBLACION POR CANTONES, PARROQUIAS, HOMBRES Y MUJERES	20
CUADRO 2-02      POBLACION      TOTAL,      PORCENTAJE      PROVINCIAL, SUPERFICIE, DENSIDAD PROVINCIAL	20
CUADRO 2-03      PROYECCION DEL CRECIMIENTO	21
CUADRO 2-04      TASAS DE CRECIMIENTO DE POBLACION	21
CUADRO 2-05      P E A. POR PARROQUIAS Y SEXO	22
CUADRO 2-06      P E A. POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA	22
CUADRO 2-07      CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA	23
CUADRO 2-08      PROYECCION DE LA VIVIENDA	23
CUADRO 2-09      VIVIENDA PARTICULAR	24

## PROVINCIA DE CARCHI

CUADRO 2-10      POBLACION POR CANTONES, PARROQUIAS, HOMBRES Y MUJERES	29
CUADRO 2-11      POBLACIÓN      TOTAL,      PORCENTAJE      PROVINCIAL,	

## XIII

	SUPERFICIE, DENSIDAD PROVINCIAL	29
CUADRO 2-12	PROYECCION DEL CRECIMIENTO	29
CUADRO 2-13	TASAS DE CRECIMIENTO DE POBLACION	30
CUADRO 2-14	P E A. POR PARROQUIAS Y SEXO	30
CUADRO 2-15	P E A. POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA	31
CUADRO 2-16	CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA	31
CUADRO 2-17	PROYECCION DE LA VIVIENDA	32
CUADRO 2-18	VIVIENDA PARTICULAR	32
CUADRO 2-19	SERVICIOS ELECTRICOS Y TELEFONICOS	37
CUADRO 2-20	POSIBLES REPETIDORAS	38

## CAPITULO TERCERO

CUADRO 3-01	POTENCIA UMBRAL DEL RECEPTOR	64
CUADRO 3-02	ANTENAS ESTANDAR INTELSAT	89
CUADRO 3-03	EFICIENCIA SEGUN METODOS DE MODULACION	95
CUADRO 3-04	ANCHO DE BANDA EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y TIPO DE MODULACION	96
CUADRO 3-05	PLANES DE FRECUENCIA DEL IETEL	96
CUADRO 3-06	RADIOENLACES	97
CUADRO 3-07	RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES DE MEDIANA CAPACIDAD	101
CUADRO 3-08	RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DEL CARCHI	102
CUADRO 3-09	RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA PARTE 1	103
CUADRO 3-10	RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA PARTE 2	104

## CAPITULO CUARTO

CUADRO 4-01	AMPLIACION DE ENLACES	105
CUADRO 4-02	AMPLIACION DE EQUIPOS MUXTIPLIX	109
CUADRO 4-03	EQUIPOS DE RADIOS Y MULTIPLEX	110

## XIV

CUADRO 4-04	NECESIDADES DE TORRE, ENERGIA, CASETA, ANTENA	112
CUADRO 4-05	DISPOSICION DE CANALES	117
CUADRO 4-06	CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL EQUIPO MULTIPLEX	124

## CAPITULO QUINTO

CUADRO 5-01	COSTOS DE EQUIPOS DE RADIO	136
CUADRO 5-02	COSTOS DE LOS EQUIPOS MULTIPLEX	137
CUADRO 5-03a)	COSTO DE EQUIPOS DE RADIO DE LA RED TRONCAL	138
CUADRO 5-03b)	COSTO DEL EQUIPO MULTIPLEX DE LA RED TRONCAL	138
CUADRO 5-04	COSTO REAL A NIVEL DE CANAL	139
CUADRO 5-05	COSTOS DE LOS EQUIPOS DE LAS REPETIDORAS DE LA RED RURAL	141
CUADRO 5-06	COSTOS DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE TERMINALES RURALES.	142
CUADRO 5-07	RESUMEN DE COSTOS DE LA RED	144
CUADRO 5-08	REMUNERACION ECONOMICA ANUAL	145
CUADRO 5-09	COSTO POR CIRCUITO.	145
CUADRO 5-10	REMUNERACION ECONOMICA ANUAL	145
CUADRO 5-11	COSTO POR CIRCUITO.	146
CUADRO 5-12	COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL DE LA RED TRONCAL	150
CUADRO 5-13	COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL DE LA RED RURAL	151
CUADRO 5-14	COSTOS TOTALES DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL DE LA RED NORTE	152
CUADRO 5-15	CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO PARA LA RED NORTE EN BASE DE UNA TARIFA FIJA	155

## INDICE DE FIGURAS

## CAPITULO PRIMERO

FIGURA 1-01.	RED NORTE DE TRANSMISION DIGITAL	Pág 12
--------------	----------------------------------	-----------

## CAPITULO SEGUNDO

## CAPITULO TERCERO

FIGURA 3-01	DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACION DIGITAL	40
FIGURA 3-02	TIPOS DE MODULACION POR IMPULSOS	46
FIGURA 3-03	MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS	47
FIGURA 3-04	FORMATOS DE MODULACION DIGITAL	50
FIGURA 3-05	CRITERIO DEL ANCHO DE BANDA	53
FIGURA 3-06	DIAGRAMA EN ARBOL PARA UN CODIFICADOR CONVOLUCIONAL	59
FIGURA 3-07	DIAGRAMA RETICULAR PARA UN CODIFICADOR CONVOLUCIONAL	60
FIGURA 3-08	DIAGRAMA GENERAL DEL ENLACE RADIOELECTRICO	65
FIGURA 3-09	VARIACION DEL INDICE DE REFRACCION ATMOSFERICO	67
FIGURA 3-10	VALOR DE K Y PERFIL DEL TERRENO	73
FIGURA 3-11	RELACION ENTRE COMPONENTES DEL ENLACE	74
FIGURA 3-12	ZONAS DE FRESNEL	76
FIGURA 3-13	DIFRACCION POR ARISTA Y ESFERA HOMOGENEA	78
FIGURA 3-14	SISTEMAS DE RADIOENLACES PARA ABONADOS REMOTOS	93
FIGURA 3-15	TIPOS DE MODULACION PARA LA TRANSMISION DIGITAL	94
FIGURA 3-16	DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS ENLACES	99

## CAPITULO CUARTO

FIGURA 4-01	AMPLIACION DE LA RED TRONCAL NORTE	106
FIGURA 4-02	AMPLIACION DE LA RED RURAL DEL CARCHI	107
FIGURA 4-03	AMPLIACION DE LA RED RURAL DE IMBABURA	108

## CAPITULO PRIMERO

### SISTEMA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES

#### 1.1 ESTUDIOS DE DEMANDA

##### 1.1.1 INTRODUCCION

Para diseñar un factible sistema telefónico, la actividad previa al diseño, y además importante, es el estudio de DEMANDA. El estudio realizado en el presente trabajo, indica la demanda presente y futura de los próximos años, bajo las condiciones actuales, de las Provincias de Carchi e Imbabura

En el estudio de la demanda se considera aspectos de importancia, como el crecimiento de la población, actividades de producción en la agricultura, ganadería, minería, pesca, transporte, turismo, artesanías, etc; además la situación de como están los servicios de comunicaciones, en otras palabras, la demanda del servicio telefónico es el resultado de factores socioeconómicos, ambientales, demográficos, poblacionales, culturales, políticos, tecnológicos, necesidades en general, etc.

##### 1.1.2 METODOS DE PREVISION

Existen varios modelos matemáticos para preveer la demanda de líneas telefónicas en el futuro. Analizaremos brevemente los diferentes métodos por: Extrapolación, Comparación, Análisis de series de tiempo, Métodos Econométricos (Multiregresión) que son válidos a nivel nacional, provincial, cantonal donde son aplicables los principios de la estadística. La demanda barrial o de manzana se basan en elementos urbanísticos, socioeconómicos y poblacionales.

La variable que se aplica en todos los métodos es la DENSIDAD de desarrollo telefónico ( $d$ ), que indica la necesidad neta de líneas telefónicas que en ese momento tiene la ciudadanía, y que es la única variable que puede relacionarse con hechos económicos y estadísticos.

$$d = \frac{\text{Líneas telefónicas en servicio} + \text{solicitudes pend}}{\text{Habitantes}} \times 100$$

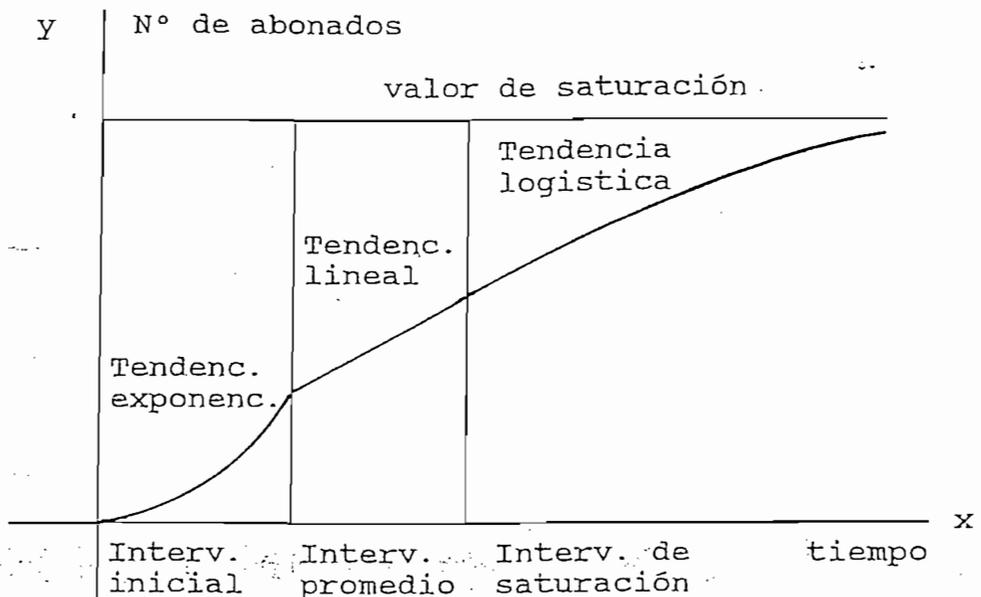
1.1.2.1 Método de extrapolacion

Para períodos cortos de planificación se obtiene una buena aproximación, suponiendo que la densidad permanece constante. Este método es aplicable en países en continuo desarrollo.

TENDENCIA DE LA EXTRAPOLACION

TIPOS DE TENDENCIA	ECUACION DE LA CURVA
1. LINEAL	$y = a + bx$
2. PARABOLICA	$y = a + bx + cx^2$
3. EXPONENCIAL	$y = a e^{bx}$
4. GOMPERTZ	$y = e^{a-br}$
5. LÓGISTICA	$y = \frac{1}{a + br^x}$
6. GEOMETRICA	$y = a \cdot x^b$

- y = Unidad de previsión (variable dependiente)
- x = Tiempo (variable independiente)
- a, b, c, r = Parámetros calculados de datos históricos.
- e = Base del logaritmo natural



### 1.1.2.2 Método de comparación

El método considera que el desarrollo futuro de la demanda telefónica en un país será semejante al desarrollo observado en un país más avanzado, y que, por lo tanto, haya pasado ya por la fase actual del que se observa.

El método es poco confiable por razones técnicas y prácticas.

### 1.1.2.3 Método de análisis por series de tiempo

Este método consiste en el conjunto de observaciones en la serie de tiempo de una variable. El método asume que las tendencias observadas en los cambios de nivel en períodos pasados puede ser usado para predecir períodos futuros.

El método requiere de datos históricos por un período igual al período de ser pronosticado, además para el cálculo de los parámetros utiliza el método de mínimos cuadrados.

$$a (\text{número de items}) + b. (\Sigma x) = \Sigma y$$

$$a (\Sigma x) + b. (\Sigma x^2) = \Sigma xy$$

- |    |             |                            |
|----|-------------|----------------------------|
| 1. | LINEAL      | $y' = a + bx$              |
| 2. | PARABOLICA  | $y' = a + bx + cx^2$       |
| 3. | EXPONENCIAL | $y' = a e^{bx}$            |
| 4. | GOMPERTZ    | $y' = e^{a-br}$            |
| 5. | LOGISTICA   | $y' = \frac{1}{1 + b r^x}$ |
| 6. | GEOMETRICA  | $y' = a x^b$               |

$y'$  valor estimado

### 1.1.2.4 Método econométrico. (Familia de métodos)

Relaciona la función densidad telefónica con diversas variables en general.

$$d = f(x, y, z) + k$$

$x, y, z$  variables económicas y demográficas.

Las variables más utilizadas para explicar la demanda telefónica en el país son: producto interno bruto (PIBP), porcentaje de la población activa que corresponde al sector productivo de la sociedad.

Generalmente se usa la siguiente fórmula para dos variables:

$$y' = a + b x_1 + c x_2$$

$y'$  = valor estimado (variable dependiente)

$x_1, x_2$  = Factor N° 1, Factor N° 2 (Variables independientes)

$a, b, c$  = Parámetros calculados por el método matemático de mínimos cuadrados.

$y$  = Valor empírico (en base a la experiencia)

El valor  $y'$  (estimado) es calculado año por año reemplazando los valores de pronóstico la  $x_1$  y  $x_2$  por la fórmula de regresión. Los parámetros  $a, b, c$  se calculan por el método de mínimos cuadrados.

$$a.n + b. \Sigma x_1 + c. \Sigma x_2 = \Sigma y$$

$$a. \Sigma x_1 + b. \Sigma x_1^2 + c. \Sigma x_1 \cdot x_2 = \Sigma x_1 y$$

$$a. \Sigma x_2 + b. \Sigma x_1 \cdot x_2 + c. \Sigma x_2^2 = \Sigma x_2 y$$

$n$  = número de años de la observación

$y - y' = y$  (año por año) denominados residuales.

### 1.1.3 DEMANDA TELEFONICA 1.990 - 2.010

Para analizar la demanda telefónica se ha tomado como año base 1.990, con una proyección a 2.010, considerando la proyección del PIBP, relación entre la densidad telefónica y el PIBP, líneas de central, demanda insatisfecha, lista de espera, y algunas consideraciones acerca de la demanda telefónica.

#### 1.1.3.1 Proyeccion del PIBP

(El análisis ha tenido como fundamento los documentos SPG-87-06/2 y SGP-87-36. ANUARIO del BCE/1.988 en donde se encuentran parámetros socio económicos, población, Producto Interno Bruto Per Cápita).

Para el cálculo de la proyección PIBP se utiliza el método de mínimos cuadrados.

$$y = a e^{bx}$$

## CURVA EXPONENCIAL

$$\ln y = \ln a e^{bx}$$

$$\ln y = \ln a + \ln e^{bx}$$

$$\ln y = \ln a + bx \ln e$$

$$\ln y = \ln a + bx$$

$$y = a_0 + a_1 x$$

$$\ln y = y ; \ln a = a_0; b = a_1$$

Las ecuaciones normales para mínimos cuadrados son:

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

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

resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas tenemos:

$$D = \begin{vmatrix} n & \Sigma x \\ \Sigma x & \Sigma x^2 \end{vmatrix} = n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2$$

$$a_0 = \frac{\begin{vmatrix} \Sigma y & \Sigma x \\ \Sigma xy & \Sigma x^2 \end{vmatrix}}{D}$$

$$a_1 = \frac{\begin{vmatrix} n & \Sigma y \\ \Sigma x & \Sigma xy \end{vmatrix}}{D}$$

$$a_0 = \frac{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y - \Sigma x \cdot \Sigma y}{D}$$

$$a_1 = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{D}$$

Con ayuda de este método, utilizando parámetros socio económicos, y analizando por ejemplo entre los años 1.950 y 1.988 han definido:

$$a_0 = 1,9448$$

$$a_1 = 0,02634$$

y con estos valores se obtiene la fórmula:

$$y = 6,9922 e^{0,02634(x-1.949)}$$

o sea:

$$\text{PIBP} = 6,9922 e^{0,02634(t-1.949)}$$

La variable independiente  $x$  está definida por el tiempo  $t$

### 1.1.3.2 Relación entre la densidad telefónica y el PIBP

#### 1.1.3.2.1 Demanda a nivel nacional

La relación es logarítmica y lineal de dos variables.

$$Y = a x^b \quad \text{CURVA GEOMETRICA}$$

$$\log y = \log a + b \log x$$

$$Y = a_0 + a_1 x$$

$$\log a = a_0$$

$$b = a_1$$

$$\log x = x$$

$$\log y = Y$$

Considerando datos, por ejemplo, entre los años 1.963 y 1.989, se ha determinado:

$$a_0 = -5,3034 \quad a_1 = 2,4195$$

con estos valores se tiene:

$$y = -5,3034 + 2,4195 x$$

$$\text{Si } y = d \times 100$$

$$x = P \times 100$$

y aplicando logaritmos se tiene

$$d = 2,4213 + 2,4302 \log (\text{PIBP})$$

#### 1.1.3.3 Líneas de central

Se considera que el valor de líneas de central debe ser un 10 % más que el número de líneas principales.

#### 1.1.3.4 Demanda insatisfecha. Lista de espera

Existe un registro del número de abonados que esperan ser atendidos, pero el mismo no es confiable ya que no se tiene datos para las zonas rurales y además es parcial, lo que dificulta realizar una proyección de esta lista de espera y en consecuencia calcular la demanda insatisfecha para cada año. En la actualidad se estima que 45.000 usuarios tienen contratado la instalación de una línea telefónica con IETEL desde 1.986, sin que estos abonados hayan sido atendidos.

### 1.1.3.5 Consideraciones acerca de la demanda telefónica

**DEMANDA SATISFECHA.** Es aquella demanda que está instalada y al servicio del usuario.

**DEMANDA EXPRESADA.** Está relacionada con el tamaño de la lista de espera.

**DEMANDA POTENCIAL.** Indica que existe una demanda no expresada, quizás debido a tarifas elevadas, falta de publicidad, etc, es decir, a factores de comercialización. En el caso del Ecuador la demanda potencial es mucho mayor que la demanda expresada.

### 1.1.4 DEMANDA TELEFONICA A NIVEL PROVINCIAL

En base de datos históricos, y líneas principales a nivel provincial, se ha observado que una provincia con mayor número de habitantes tiene mayor número de líneas principales.

Mediante una ecuación tipo curva geométrica, se puede relacionar, líneas principales y población.

$$\begin{aligned}
 Y &= A X^B \\
 \log Y &= \log A + B \log X \\
 Y &= \text{Líneas principales LP} \\
 X &= \text{población} = P \\
 a &= \log A \text{ (constante)} \\
 b &= B \\
 \log LP &= a + b \log P
 \end{aligned}$$

Se considera que la ecuación del IETEL para el año 2.050 es la siguiente

$$\log LP = -0,0348 + 1 \log P$$

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

Siendo en el año 2.050 donde se estima se presentará esta situación con una densidad de 45.

En el cuadro 1-01 se indican los parámetros de las ecuaciones para los años de 1.990 a 2.050, que de acuerdo a los estudios del IETEL se han determinado .

CUADRO 1-01 PARAMETROS DE LA ECUACION

PARAMETROS DE LA ECUACION		
año	a	b
1.990	-4,6686	1,5535
2.000	-3,9485	1,4613
2.010	-3,2284	1,3690
2.020	-2,5083	1,2768
2.030	-1,7882	1,1845
2.040	-1,0687	1,0923
2.050	-0,3480	1,0000

Para el año 2.010 tenemos:

$$\log LP = -3,2284 + 1,3690 \log P \quad (a)$$

Esta fórmula es más confiable cuando se aplica independientemente para la población concentrada y para población dispersa.

#### 1.1.4.1 Relación de líneas principales y población concentrada

Aplicando sólo para la población concentrada la ecuación para el año 2.010 es la siguiente:

$$\log LP = -1,5858 + 1.1227 \log P$$

Puesto que es necesario ajustar los valores que se obtienen con la ecuación (a) para que a nivel nacional en el año 2.010 tengamos 3.246.379 de líneas se utiliza el siguiente factor de corrección:

$$f = \frac{a}{e + b}$$

a = número de LP a nivel nacional año 2.010 (Datos Teleconsult)

b = número de LP concentrada (IETEL)

c = número de LP población dispersa (IETEL)

$$f = \frac{3.246.379}{1.926.350 + 76.384} = 1,62$$

En el cuadro 1-02 se indica la población concentrada, líneas principales, densidad telefónica provincial, considerada para el año 2.010 para las provincias de CARCHI E IMBABURA.

CUADRO 1-02 RELACIÓN DE LINEAS PRINCIPALES Y POBLACION CONCENTRADA

PROVINCIA	POBLAC	L P	d	VALOR AJUSTADO	
				L P	d
CARCHI	105.126	11.250	10,70	18.225	17,36
IMBABURA	231.069	27.237	11,79	44.124	19,09

$$LP = 0,0259 p^{1,1227}$$

#### 1.1.4.2 Relación de líneas principales y población dispersa Estimaciones de IETEL

1. Densidad telefónica de líneas principales para la población dispersa a nivel nacional en 1.990 es de 0,3
2. Para el año 2.050 la densidad telefónica para la población dispersa es 1/4 de la que se tendrá con la población concentrada.

La relación de las variables tienen la siguiente forma:

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

L P = líneas principales  
P = población dispersa

Por mínimos cuadrados:

$$\begin{array}{l} D = 0,3 \quad a = -2,5229 \quad b = 1 \quad 1.990 \\ D = 12 \quad a = -0,9208 \quad b = 1 \quad 2.050 \end{array}$$

En el cuadro 1-03 se indica los parámetros de la ecuación.  
 CUADRO 1-03 PARAMETROS DE LA ECUACION

PARÁMETROS DE LA ECUACIÓN		
AÑO	a	b
1.990	-2,5229	1
1.995	-2,3192	1
2.000	-2,1319	1
2.005	-1,9598	1
2.010	-1,8015	1
2.050	-0,9186	1

Para el año 2.010 la ecuación será:

$$\log LP = -1,8015 + \log P$$

Los valores obtenidos, con la ecuación anterior también son ajustados utilizando el mismo factor de corrección  $f = 1,62$

En el cuadro 1-04 se indica la población dispersa, líneas principales y densidad telefónica a nivel provincial, considerada para el año 2.010 para las provincias de CARCHI E IMBABURA.

CUADRO 1-04 RELACIÓN DE LÍNEAS PRINCIPALES Y POBLACIÓN DISPERSA

PROVINCIA	POBLAC	L P	d	VALOR AJUSTAD	
				L P	d
CARCHI	65.274	1030	1,58	1692	2,55
IMBABURA	141.912	2241	1,58	3630	2,55

## 1.2 EVALUACION DE PLANES DEL IETEL EN EL AREA DE INFLUENCIA.

En este numeral revisaremos: evaluación de la red analógica, introducción a la red de transmisión digital, situación actual de la Red Norte de transmisión digital, descripción de la red de transmisión digital instalada y contratada por el IETEL

## 1.2.1 EVALUACION DE LA RED ANALOGICA

Para evaluar los planes del IETEL de las Provincias de Carchi e Imbabura tenemos que diferenciar dos tipos de redes, la red analógica que poco a poco va quedando en desuso, y la red digital.

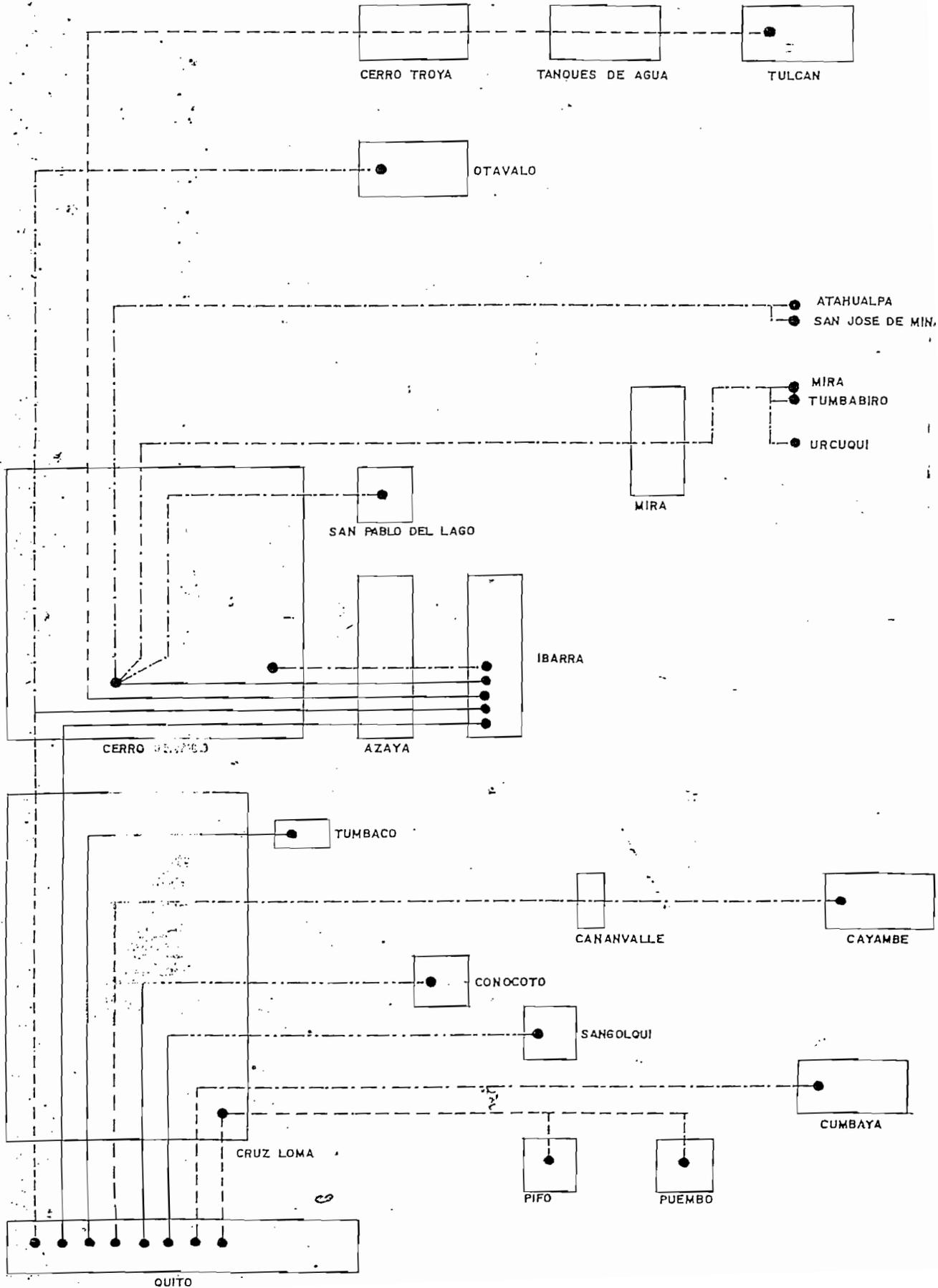
La red analógica consta básicamente de un enlace de 960 canales entre Quito e Ibarra y las derivaciones que se indican continuación en el cuadro 1-05.

CUADRO 1-05 RED ANALOGICA QUITO IBARRA Y DERIVACIONES

NUMERO DE CANALES	CIUDAD
120	TULCAN
120	OTAVALO
60	EL ANGEL
60	SAN GABRIEL
24	SAN PABLO DEL LAGO
24	BOLIVAR
24	LA PAZ
24	MIRA
24	ATUNTAQUI
24	COTACACHI
24	PIMAMPIRO
12	TUMBABIRO
12	URCUQUI

La figura 1-01 nos muestra la configuración de las red digital que tiene actualmente el IETEL. Esta red digital básicamente forma la Red Norte, que empieza en Quito, y abarca las repetidoras de Cruz Loma, Cerro Blanco, Azaya e Ibarra.

FIG. Nº 1-01 RED NORTE DE TRANSMISION DIGITAL



## 1.2.2. INTRODUCCION A LA RED DE TRANSMISION DIGITAL

El Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones, en su programa de expansión de los Sistemas de Comunicaciones, ha estado adquiriendo equipos de conmutación de tecnología digital con el objeto de cubrir las necesidades del país, a la vez que disponer de una calidad óptima en las comunicaciones.

Para la zona norte se tiene el siguiente esquema de conmutación, que a se indica en el cuadro 1-06.

CUADRO 1-06 ESQUEMA DE CONMUTACION PARA LA ZONA NORTE

CENTRALES LOCALES QUE SE CONECTARAN AL CENTRO PRIMARIO TRANSITO DIGITAL IBARRA			
Nº	PROVINCIA	LOCALIDAD	CAPACIDAD
1	CARCHI	TULCAN	4.300
2	CARCHI	SAN GABRIEL	1.000
3	CARCHI	EL ANGEL	250
4	CARCHI	MIRA	200
5	CARCHI	BOLIVAR	150
6	IMBABURA	IBARRA: IBARRA 1	5.000
7	IMBABURA	TRANSITO DIGITAL IBARRA	3.400
8	IMBABURA	OTAVALO	2.000
9	IMBABURA	ATUNTAQUI	1.000
10	IMBABURA	COTACACHI	400
11	IMBABURA	PIMAMPIRO	300
12	IMBABURA	SAN PABLO/G. SUAREZ	300
13	IMBABURA	TUMBABIRO	150

En forma concomitante, se han estado adquiriendo equipos de transmisión de tecnología digital para interconectar las centrales de tránsito de esta tecnología que conforman la red ecuatoriana de telecomunicaciones.

Se encuentran en ejecución la tres primeras etapas de la Red Nacional de Transmisión Digital, mediante contrato suscrito con la Compañía Siemens Telecomunicazioni S.p.A, las dos primeras etapas se encuentran concluidas, la tercera etapa, ha comensado su instalación y se espera que concluya para Septiembre de 1.993.

Fundamentalmente, la primera etapa se centra en la adquisición

de los equipos para el establecimiento de los enlaces troncales entre los centros de tránsito primarios y secundarios. En la segunda etapa se incorporan a la red digital las centrales locales de las principales ciudades del país. Se tiene previsto que se incorporen a la red las centrales locales de menor jerarquía en lo que se ha denominado la tercera etapa de ampliación de la red de transmisión digital.

Faltando integrarse a la red nacional de transmisión digital la mayoría de parroquias para las cuales se realiza el presente estudio.

El IETEL ha considerado en sus planes inmediatos el tráfico fronterizo que tiene comprometido en base a acuerdos bilaterales con Colombia. El 7 de Octubre de 1.992 se llegó a un acuerdo entre las administraciones ecuatoriana (EMETEL) y colombiana (TELECOM) para implementar una ruta de 34 Mbits/s entre los dos países, la misma que estará distribuída de la siguiente manera:

8 Mbits/s 120 canales para tráfico fronterizo,  
2 x 8 Mbits/s 240 canales para tráfico internacional ECUADOR  
COLOMBIA,

8 Mbits/s para enlaces en tránsito bolivarianos: Venezuela -  
Perú, Venezuela - Bolivia, Colombia - Perú, Colombia - Bolivia,  
Ecuador - Venezuela

#### 1.2.2.1 Situación actual de la Red Norte de transmisión digital

En el cuadro 1-07 se presenta un resumen de la situación de la Red NORTE de Transmisión digital implementada, con sus respectivas ampliaciones.

CUADRO 1-07 RED NORTE DE TRANSMISION DIGITAL

RED NORTE DE TRANSMISION DIGITAL		
SISTEMA QUITO IBARRA TULCAN		
E N L A C E	CONTRATO	CAPACIDAD
QUITO-CRUZ LOMA	871222	(1+1) x 140 MB
	910115	(2+1) x 140 MB
CRUZ LOMA-PIFO	910115	(1+1) x 8 MB
CRUZ LOMA-PUEMBO	910115	(1+1) x 8 MB
CRUZ LOMA-TUMBACO		(1+1) x 34 MB
CRUZ LOMA-CUMBAYA	116-88	(1+1) x 8 MB
CRUZ LOMA-CANAVALLE	238-90	(1+1) x 34 MB
CANANVALLE-CAYAMBE	237-90	(1+1) x 34 MB
CRUZ LOMA-CERRO BLANCO	871222	(1+1) x 34 MB
	910115	(2+1) x 34 MB
IBARRA-AZAYA (FO)	871222	(1+1) x 140 Mb
CERRO BLANCO-AZAYA	871222	(1+1) x 140 Mb
CERRO BLANCO-S.PABLO	114-88	(1+1) x 8 MB
CERRO BLANCO-OTAVALO	236-90	(1+1) x 34 MB
CERRO BLANCO-COTACACHI	DITX-08-92	(1+1) x 34 MB
CERRO BLANCO-ATUNTAQUI	DITX-08-92	(1+1) x 34 MB
CERRO BLANCO-S.J MINAS	266-90	(1+1) x 2 MB
CERRO BLANCO-ATAHUALPA	267-90	(1+1) x 2 MB
CERRO BLANCO-ILUMAN	CD9103.1	(1+1) x 2 MB
CERRO BLANCO-MIRA	268-90	(1+1) x 34 MB
MIRA-URCUQUI	264-90	(1+1) x 2 MB
MIRA-TUMBABIRO	265-90	(1+1) x 2 MB
CERRO BLANCO-TROYA	910115	(1+1) x 34 MB
TROYA-TANQUES AGUA	910115	(1+1) x 34 MB
TANQUES AGUA-TULCAN	910115	(1+1) x 34 MB

La capacidad indicada correspondiente al contrato 910115 corresponde a la capacidad total de la Red Norte de Transmisi3n Digital.

#### 1.2.2.2 Descripci3n de la red de transmisi3n digital instalada y contratada por el IETEL

La Red Norte de Transmisi3n digital comprende varios sistemas, los mismos que se han desarrollado en tres fases, administradas por la Gerencia General; adicionalmente se debe tomar en cuenta los planes operativos regionales, los mismos que utilizar3n capacidad de la Red Troncal, y que se describen a continuaci3n.

## RED NORTE

La Red Norte esta básicamente formada por el sistema Quito-Ibarra, más el enlace Ibarra-Tulcán y los enlaces para las poblaciones rurales que deberán ser conectados a la Red Troncal.

El sistema Quito - Ibarra, es un sistema de transmisión a la velocidad de 34 Mb/s. en configuración (2+1) y puede transportar 960 canales telefónicos. Su objeto es el de interconectar la central de tránsito de Ibarra con la central de tránsito de Quito.

Este sistema está conformado por las estaciones Quito - Cruz Loma, Cerro Blanco, Azaya e Ibarra, Cerro Troya y Tanques de Agua y Tulcán.

El enlace Quito - Cruz Loma es un sistema de transmisión a la velocidad de 140 Mb/s. en configuración (2+1), en la repetidora Cruz Loma se derivan los siguiente enlaces Cayambe y Tumbaco de 34 Mb/s, Pifo , Puenbo y Cumbaya de 8 Mb/s cada uno.

Ibarra es el centro de transito para la Zona Norte del país, el enlace Ibarra - Cerro Blanco es un sistema de transmisión a la velocidad de 140 Mb/s. en configuración (1+1) y puede transportar 1.920 canales telefónicos.

En la repetidora Cerro Blanco se derivan 2 canales de 34 Mb/s para Quito, un canal de 34 Mb/s para Tulcán; existen además enlaces de que requieren una capacidad de 34 Mb/s para rurales; por otra parte se tiene que la Región 1, ha adquirido ó está en proceso de adquisición varios enlaces a 34 Mb/s que no podrán ser conectados a la Red Troncal por falta de capacidad.

## CAPITULO SEGUNDO

### ESTUDIOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA

#### 2.1 SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE IMBABURA

La provincia de Imbabura se halla separada de la Provincia del Carchi, al Norte por el Río Chota; al Sur se extiende hasta el nudo de Mojanda Cajas, separándose así de la Provincia de Pichincha; al Este linda con la Provincia de Sucumbíos; y al Oeste con la de Esmeraldas.

Su capital Ibarra, con 80.991 hab en 1990, se encuentra a 2.228 m de altitud; y ubicada al Noreste de la Capital de la República; a cero grados veintiún minutos de latitud Norte;

Imbabura tiene una superficie de 4.559,3 Km<sup>2</sup>.

La provincia de Imbabura, se encuentra en su mayor parte en plena zona andina, entre la cordillera Occidental y Oriental. Hacia la Costa, los ramales transversales de las cordilleras de Chilluri, Lachas y Toisán, y hacia el Oriente, las de Angochagua y Pimampiro. La cumbre más alta es la del Cotacachi (4.939 -m).

##### 2.1.1 INDICADORES SOCIALES DE LA PROVINCIA

Según el V Censo de Población, y el IV de Vivienda dado por INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS) tenemos los siguientes Indicadores Sociales de la Provincia.

##### 2.1.1.1 División política de la provincia

Comprende los siguientes cantones:

IBARRA

ANTONIO ANTE

COTACACHI

OTAVALO

PIMAMPIRO

SAN MIGUEL DE URCUQUI

**CANTON IBARRA**

Ibarra, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Caranqui, Guayaquil de Alpachaca, Sagrario, San Francisco.

RURALES: Ambuquí, Angochahua, Carolina, La Esperanza, Lita, Salinas, San Antonio.

**CANTON ANTONIO ANTE**

Atuntaqui, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Andrade Marín (Lourdes), Atuntaqui

RURALES: Imbaya (San Luis de Cobuendo), San Francisco de Natabuela, San José de Chaltura, San Roque.

**CANTON COTACACHI**

Cotacachi, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Sagrario, San Francisco,

RURALES: Apuela, García Moreno (Llurimagua), Imantag, Peñaherrera, Plaza Gutiérrez (Calvario), Quiroga, 6 de Julio de Cuellaje, Vacas Galindo (El Churo)

**CANTON OTAVALO**

Otavalo, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Jordán, San Luis.

RURALES: Dr. Miguel Egas Cabezas (Peguche), Eugenio Espejo Calpaqui), González Suárez, Pataqui, San José de Quichinche, San Juan de Llumán, San Pablo, San Rafael, Selva Alegre, (Cab. En San Miguel de Pamplona)

**CANTON PIMAMPIRO**

Pimampiro, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Pimampiro

RURALES: Chugá, Mariano Acosta, San Francisco de Sigsipamba.

**CANTON SAN MIGUEL DE URUCQUI**

Urucuquí, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Urucuqui

RURALES: Cahuasquí, La Merced de Buenos Aires, Pablo Arenas, San Blas, Tumbabiro.

**2.1.1.2 Población**

En los cuadros 2-01, 2-02, 2-03 se indican la población considerando diferentes parámetros: por cantones, parroquias, hombres y mujeres, población total, porcentaje provincial, superficie, densidad provincial, proyección del crecimiento.

CUADRO 2-01 POBLACION POR CANTONES, PARROQUIAS, HOMBRES Y MUJERES

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
<b>CANTON IBARRA</b>	<b>58.454</b>	<b>61.039</b>	<b>119.493</b>
IBARRA	39.031	41.960	80.991
PERIFERIA	3.399	3.444	6.843
PARROQUIA RURALES	16.024	15.635	31.659
<b>CANTON ANTE</b>	<b>13.231</b>	<b>14.144</b>	<b>27.375</b>
ANTUNTAQUI	6.552	7.212	13.764
PERIFERIA	539	566	1.105
PARROQUIAS RURALES	6.140	6.366	12.506
<b>CANTON COTACACHI</b>	<b>16.906</b>	<b>16.344</b>	<b>33.250</b>
COTACACHI	2.858	3.193	6.051
PERIFERIA	2.611	2.639	5.250
PARROQUIAS RURALES	11.437	10.512	21.949
<b>CANTON OTAVALO</b>	<b>26.905</b>	<b>29.381</b>	<b>56.286</b>
OTAVALO	10.104	11.444	21.548
PERIFERIA	3.796	3.939	7.735
PARROQUIAS RURALES	13.005	13.998	27.033
<b>CANTON PIMAMPIRO</b>	<b>7.817</b>	<b>7.542</b>	<b>15.359</b>
PIMAMPIRO	2.469	2.481	4.950
PERIFERIA	2.254	2.066	4.320
PARROQUIAS RURALES	3.094	2.995	6.089
<b>CANTON SAN MIGUEL DE URCUQUI</b>	<b>6.947</b>	<b>6.789</b>	<b>13.736</b>
URCUQUI	906	964	1.870
PERIFERIA	927	916	1.843
PARROQUIAS RURALES	5.114	4.909	10.023

CUADRO 2-02 POBLACIÓN TOTAL, PORCENTAJE PROVINCIAL, SUPERFICIE, DENSIDAD PROVINCIAL

POBLACION TOTAL	PORCENTAJE PROVINCIAL	SUPERFICIE EN Km <sup>2</sup>	DENSIDAD POBLACIONAL
265.499	2,7 %	4.559.3	58,2 %

CUADRO 2-03 PROYECCION DEL CRECIMIENTO

AÑO	AREA				TOTAL	
	URBANA		RURAL			
	ABSOLUT	%	ABSOLUT	%	ABSOLUT	%
1.982	92.350	37,345	154.937	62,655	247.287	100
1.990	129.174	48,652	<u>136.325</u>	<u>51,348</u>	265.499	100
1.995	146.334	45,303	176.677	54,697	323.011	100

El año 1.982 corresponde, al año del IV CENSO DE POBLACION Y EL III DE VIVIENDA.

En el cuadro 2-04 se indica una muestra de las tasas de crecimiento de población de la Provincia. Se ha considerado conveniente analizar el período 1.983 - 1988.

CUADRO 2-04 TASAS DE CRECIMIENTO DE POBLACION

AÑO	A R E A		TOTAL
	URBANA	RURAL	
1.983			
1.984	5,19	0,33	1,77
1.985	3,21	0,81	1,75
1.986	3,20	0,72	1,71
1.987	3,13	0,76	1,72
1.988	2,91	0,70	1,66
MEDIA	3,53	0,53	1,72

En la población rural en 1.990, sucede un fenómeno importante respecto a 1.982, la población rural disminuye en 18.612 habitantes, pero la población urbana crece en 36.824 habitantes, siendo 18.212 el crecimiento total; supuestamente 18.612 no debe ser realmente disminución, sino más bien migración del campo a la ciudad.

#### 2.1.1.2.1 Población económicamente activa ( P E A )

En los cuadros 2-05, 2-06 se presenta un resumen de la población económicamente activa de la provincia de Imbabura, por parroquias, sexo, y por rama de actividad económica.

CUADRO 2-05 P E A. POR PARROQUIAS Y SEXO

PARROQUIAS	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
URBANAS	29.890	14.808	44.698
RURALES	37.346	8.787	46.133
TOTAL	67.236	23.595	90.831

CUADRO 2-06 P E A. POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA

ACTIVIDAD	URBANA	RURAL	TOTAL
AGRICUL, SILVC CAZA Y PESCA	4.164	26.087	30.251
EXPLOT DE MINAS Y CANTERAS	66	85	151
INDUSTRIA MANUFACTURERA	8.132	7.450	15.582
ELECTRICIDAD GAS Y AGUA	302	75	377
CONSTRUCCION	2.801	2.545	5.346
COMERCIO	8.399	2.497	10.896
TRANSP, ALMAC COMUNICACION	2.656	700	3.356
ESTABLEC. FINAN, SEGUROS	853	116	969
SERVICIOS	15.281	5.318	20.599
ACTV. NO BIEN ESPECIFICADA	1.442	840	2.282
TRABAJADOR NUEVO	602	420	1.022
TOTAL	44.698	46.133	90.831

## 2.1.1.3 VIVIENDA

En el cuadro 2-07 se establece una muestra del crecimiento de la vivienda para la provincia.

CUADRO 2-07 CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA

AÑO	AREA				TOTAL	
	URBANA		RURAL		ABSOLT	%
	ABSOLT	%	ABSOLT	%		
1.982	19.047	38,768	32.268	62,882	51.315	100
1.990	30.446	46,68	34.765	53,312	65.211	100

De las 65.211 (100 %) viviendas, 65073 (99,788 %) corresponde a la vivienda particular, y 138 corresponde a viviendas colectivas (0,212 %).

En el cuadro 2-08 indicamos la proyección de la vivienda de la Provincia de Imbabura para el período 1.990 - 2.010

CUADRO 2-08 PROYECCION DE LA VIVIENDA

AÑO	A R E A		TOTAL
	URBANA	RURAL	
1.990	30.446,00	34.765,00	65.211,00
1.991	32.775,12	35.797,52	68.572,64
1.992	35.282,42	36.860,71	72.143,12
1.993	37.981,52	37.957,47	75.936,99
1.994	40.887,11	30.082,75	69.969,85
1.995	44.014,97	40.243,50	84.258,48
1.996	47.382,12	41.438,74	88.820,85
1.997	51.006,85	42.669,47	93.676,31
1.998	54.908,87	43.936,75	98.845,62
1.999	59.109,40	45.241,67	104.351,07
2.000	63.631,27	46.585,35	110.216,62
2.001	68.499,06	47.968,93	116.468,00
2.002	73.739,24	49.393,61	123.132,85
2.003	79.380,29	50.860,60	130.240,89
2.004	85.452,88	52.371,16	137.824,05
2.005	91.990,03	53.926,59	145.916,61
2.006	99.027,27	55.528,21	154.555,47
2.007	106.602,85	57.177,39	163.780,25
2.008	114.757,97	58.875,56	173.633,53
2.009	123.536,95	60.624,17	184.161,12
2.010	132.987,53	62.424,70	195.412,24

En el cuadro 2-09 respecto a la vivienda particular podemos establecer lo siguiente:

CUADRO 2-09 VIVIENDA PARTICULAR

CASA O VILLA	45.475	69,883	%
DEPARTAMENTO	2.408	3,700	%
CUARTO CASA DE INQUILINATO	4.944	7,568	%
MEDIAGUA	9.667	14,856	%
RANCHO	753	1,157	%
COVACHA	14	0,220	%
CHOZA	1.663	2,556	%
OTRO	20	0,031	%

En conclusión, podemos observar el crecimiento de la vivienda, resultado del crecimiento poblacional y económico de los últimos años.

#### 2.1.1.4 Recursos naturales

Abundantes son los recursos naturales con que cuenta la provincia de Imbabura; entre ellos hay que mencionar la caliza, cuya veta más importante se ha localizado en el ramal cordillerano de El Quinde, en Selva Alegre, zona de Intag, que abarca muchos kilómetros de extensión. La empresa que tiene el nombre de Selva Alegre procesa esta materia prima a 8 km, al Occidente de la ciudad de Otavalo.

Se han realizado estudios de exploración mineralógica, habiéndose llegado a concretar que es rica en cobre la Cordillera de Toixán, en las proximidades de la población de Buenos Aires, e igualmente en vetas de plata la sección del suroeste del Nudo de Mojanda, muy cerca de Otavalo.

La provincia dispone de recursos naturales de excepcional importancia, tanto en lo que concierne al potencial económico como al turístico.

#### 2.1.1.5 Agricultura

Esta actividad, básica para el sustento de la población y las transacciones comerciales, adquiere en Imbabura especial importancia si se considera que dentro de la zona laborable, en

lo que respecta a cultivos propios de la meseta como a los del Subtrópico, compromete a la casi totalidad del elemento humano. Se puede manifestar que no existen terrenos baldíos y que el área en que se desenvuelve la agricultura, tomando en cuenta la extensión geográfica territorial y la densidad de la población, especialmente de la rural en que predomina el elemento indígena tiene un elevado porcentaje consagrado al trabajo agrícola.

En lo que se denomina zona templada de Imbabura, el principal producto cultivado es el maíz, que, abastece en grandes cantidades para el consumo en otros lugares del país.

En cuanto a otros productos, como el fréjol, cebada, arveja, se utiliza miles de hectáreas de terreno para su producción.

En las tierras bajas, los valles, se cultiva la caña de azúcar. Hace algunos años, se instalaron los ingenios azucareros San José y Tababuela.

El anís se lo cultiva en las haciendas aledañas de Pimampiro y tiene mercado, especialmente, en el sur de Colombia.

En cuanto a frutales se debe indicar que la provincia dispone de tierras aptas para el cultivo de aguacates, piña, papaya, ovo (fruta característica de Ambuquí), y otros como tomate riñón

En cuanto a la ganadería, la provincia puede contarse entre las que poseen hatos importantes, como los de Zuleta y la Magdalena, en donde se ha logrado con gran éxito aclimatación de la overo - negra (Holstein - Friesan); en la comarca otavaleña poseen ganadería lechera.

#### 2.1.1.6 Turismo

Imbabura, llamada con razón la Provincia de los Lagos, posee dentro de su territorio el conjunto lacustre más hermoso del Ecuador; la bondad de su clima, de diferentes temperaturas, el paisaje, la naturaleza pródiga y la calidad humana de su pueblo, constituyen un verdadero atractivo para el turismo.

Durante el año, en varias ciudades de la provincia se celebran fiestas tradicionales, siendo una de las más importantes y concurrida la Fiesta del Yamor, que en los últimos años ha tenido amplia promoción a nivel nacional e internacional.

A 15 km al occidente de la ciudad de Ibarra se encuentra las termas de Chachimbiro, a 50 kilómetros al oeste de Cotacachi, en la zona de Intag se encuentra el balneario de Nangulvi. En el distrito urbano de Otavalo se encuentran los balnearios de Yanayacu de aguas termales y ferruginosas y las Lagartijas fuente de aguas alcalinas. Enclavadas a una y otra margen del Río Blanco, nombre que recibe el Ambi en su nacimiento, se hallan los balnearios de Tangalí y las Fuentes de la Salud, ambas de especiales propiedades curativas.

El día Sábado en particular se organiza la Feria Indígena, con la participación de todas las comunidades, mercado típico tradicional de verdadera atracción turística.

En consecuencia dadas las bondades turísticas de la provincia, ésta constituye un centro de atracción importante, por lo tanto, se debe dotarle de los servicios básicos necesarios, entre ellos un adecuado servicio de comunicaciones.

#### 2.1.1.7 Artesanías

Imbabura, como pocas provincias, ha fomentado el desarrollo de las artesanías; la producción de tallados, esculturas, tejidos, trabajos de cuero que tiene amplia demanda en los mercados de América y Europa.

San Antonio de Ibarra es un pueblo pintoresco y trabajador; la población por generaciones ha mantenido un alto espíritu creador transmitiendo los secretos del tallado, la escultura en madera y transformando la idea en bellas obras de arte.

Los tejidos de Otavalo y Peguche, las artesanías de cuero y otras manualidades, enriquecen la producción de este pueblo.

## 2.2 SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

La Provincia del Carchi está localizada al extremo Norte del país, limita al Norte con Colombia, al Este con la provincia de Sucumbíos, al Sur con la de Imbabura y al Oeste con la de Esmeraldas.

Su capital es Tulcán con una población urbana de 37.069 habitantes. El Carchi tiene una superficie de 3.605,1 km<sup>2</sup>. Es eminentemente montañosa, con los ramales de Chiltazón y Ostional los páramos del Angel, la Hoya del Chota y parte de la del Carchi. El pico más alto es el de Chiles (4.720. m).

La ciudad de Tulcán es una de las más importante del Ecuador, y la importancia no está en la extensión, riqueza de edificios y número de habitantes, sino en la representación que tiene dentro de la organización administrativa.

La Provincia del Carchi cumple, el 19 de Noviembre de 1.993, 113 años de vida independiente político administrativa, con el territorio que constituía el cantón Tulcán, perteneciente entonces a la Provincia de Imbabura.

### 2.2.1 INDICADORES SOCIALES DE LA PROVINCIA

Según el V Censo de Población, y el IV de Vivienda dado por el INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS) tenemos los siguientes indicadores Sociales.

#### 2.2.1.1 División política de la provincia

Comprende los siguientes Cantones:

TULCAN

BOLIVAR

ESPEJO

MIRA

MONTUFAR

CANTON TULCAN

Tulcán, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS; González Suárez, Tulcán

RURALES; El Carmelo, Huaca, Julio Andrade, Maldonado, Pioter, Tobar Donoso, Tufiño, Urbina.

**CANTON BOLIVAR**

Bolivar, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS: Bolívar

RURALES; García Moreno, Los Andes, Monte Olivo, San Vicente de Pusir

**CANTON ESPEJO**

El Angel, cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS; El Angel, 27 de Septiembre

RURALES; El Goaltal, La Libertad, San Isidro

**CANTON MIRA**

Mira (Chontahuasi), cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS; Mira

RURALES; Concepción, Jijón y Caamaño, Juan Montálvo

**CANTON MONTUFAR**

San Gabriel, Cabecera cantonal, comprende las siguientes parroquias:

URBANAS; González Suárez, San José

RURALES; Crisóbal Colón, Chitán de Navarrete, Fernández Salvador, La Paz, Piartal

**2.2.1.2 Población**

En los cuadros 2-10, 2-11, 2-12 se indican la población considerando diferentes parámetros: por cantones, parroquias, hombres y mujeres, población total, porcentaje provincial, superficie, densidad provincial, proyección del crecimiento.

CUADRO 2-10 POBLACION POR CANTONES, PARROQUIAS, HOMBRES Y MUJERES

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
<b>CANTON TULCAN</b>	<b>34.379</b>	<b>35.264</b>	<b>69.643</b>
TULCAN	17.905	19.164	37.069
PERIFERIA	2.493	2.518	5.011
PARROQUIAS RURALES	13.981	13.582	27.563
<b>CANTON BOLIVAR</b>	<b>7.787</b>	<b>7.370</b>	<b>15.157</b>
BOLIVAR	886	1.052	1.938
PERIFERIA	1.245	1.165	2.410
PARROQUIAS RURALES	5.656	5.153	10.809
<b>CANTON ESPEJO</b>	<b>3.678</b>	<b>6.810</b>	<b>13.188</b>
EL ANGEL	1.894	2.089	3.983
PERIFERIA	869	856	1.725
PARROQUIAS RURALES	3.615	3.865	7.480
<b>CANTON MIRA</b>	<b>7.217</b>	<b>6.823</b>	<b>14.040</b>
MIRA	1.200	1.345	2.545
PERIFERIA	1.566	1.457	3.023
PARROQUIAS RURALES	4.451	4.021	8.472
<b>CANTON MONTUFAR</b>	<b>14.381</b>	<b>15.073</b>	<b>29.454</b>
SAN GABRIEL	5.755	6.218	11.973
PERIFERIA	3.699	3.691	7.390
PARROQUIAS RURALES	4.927	5.164	10.091

CUADRO 2-11 POBLACION TOTAL, PORCENTAJE PROVINCIAL, SUPERFICIE, DENSIDAD PROVINCIAL

POBLACION TOTAL	PORCENTAJE PROVINCIAL	SUPERFICIE EN KM <sup>2</sup>	DENSIDAD POBLACIONAL
141.482	1,4 %	3.605,1	39,2 %

CUADRO 2-12 PROYECCION DEL CRECIMIENTO

AÑO	AREA				TOTAL	
	URBANA		RURAL		ABSOLT	%
	ABSOLT	%%	ABSOLT	%		
1.982	48.181	37,707	79.598	62,293	127.779	100
1.990	57.508	40,647	83.974	59,353	141.482	100
1.995	71.010	44,635	88.082	55,365	159.092	100

El año 1.982 corresponde al año del IV CENSO DE POBLACION Y EL III DE VIVIENDA.

En el cuadro 2-13 se indica una muestra de las tasas de crecimiento de población de la Provincia. Se ha considerado conveniente analizar el período 1.983 - 1988.

CUADRO 2-13 TASAS DE CRECIMIENTO DE POBLACION

AÑO	A R E A		TOTAL
	URBANA	RURAL	
1.983			
1.984	2,89	0,44	1,38
1.985	2,76	0,48	1,37
1.986	2,75	0,37	1,33
1.987	2,67	0,43	1,33
1.988	2,46	0,46	1,27
MEDIA	2,71	0,44	1,34

#### 2.2.1.2.1 Población económicamente activa ( P E A )

En los cuadros 2-14, 2-15 se presentan un resumen de la población económicamente activa de la provincia de Carchí, por parroquias, sexo, y por rama de actividad económica.

CUADRO 2-14 P E A. POR PARROQUIAS Y SEXO

PARROQUIA	MASCULINA	FEMENINA	TOTAL
URBANA	13.882	6.151	20.033
RURAL	24.172	4.529	28.701
TOTAL	38.054	10.680	48.734

CUADRO 2-15 P. M. A. POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA

ACTIVIDAD	URBANA	RURAL	TOTAL
AGRICUL, SILVC CAZA Y PESCA	2.434	22.334	24.768
EXPLOT DE MINAS Y CANTERAS	40	122	162
INDUSTRIA MANUFACTURERA	1.881	1.176	3.057
ELECTRICIDAD GAS Y AGUA	105	37	142
CONSTRUCCIONES	1.325	557	1.882
COMERCIO	3.736	910	4.646
TRANSP, ALMAC COMUNICACION	2.049	623	2.672
ESTABLEC FINAN, SEGUROS	348	44	392
SERVICIOS	7.124	2.223	9.347
ACTIV NO BIEN ESPECIFICADA	727	466	1.193
TRABAJADOR NUEVO	264	209	473
TOTAL	20.033	28.701	48.734

## 2.2.1. Vivienda

En el cuadro 2-16 se establece una muestra del crecimiento de la vivienda para la provincia.

CUADRO 2-16 CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA

AÑO	AREA				TOTAL	
	URBANA		URAL		ABSOLT	%
	ABSOLT	%	ABSOLT	%		
1.982	9.842	39,011	15.387	60,98	25.229	100
1.990	13.504	40,647	19.719	59,353	33.223	100

De las 33.223 (100 %) viviendas, 33.174 (99,53 %) corresponde a viviendas particulares, y e 49 corresponden a viviendas colectivas.

En el cuadro 2-17 indicamos la proyección de la vivienda de la Provincia del Carchi para el período 1.990 - 2.010

CUADRO 2-17 PROYECCION DE LA VIVIENDA

AÑO	A R E A		TOTAL
	URBANA	RURAL	
1.990	13.504,00	19.710,00	33.214,00
1.991	14.537,06	20.295,39	34.832,44
1.992	15.649,14	20.898,16	36.547,30
1.993	16.846,30	21.518,84	38.365,14
1.994	18.135,04	22.157,94	40.292,99
1.995	19.522,37	22.816,04	42.338,41
1.996	21.015,83	23.493,67	44.509,51
1.997	22.623,55	24.191,43	46.814,98
1.998	24.354,25	24.909,92	49.264,17
1.999	26.217,35	25.649,74	51.867,09
2.000	28.222,97	26.411,54	54.634,52
2.001	30.382,03	27.195,96	57.578,00
2.002	32.706,26	28.003,68	60.709,94
2.003	35.208,29	28.835,39	64.043,68
2.004	37.901,72	29.691,81	67.593,52
2.005	40.801,20	30.573,65	71.374,85
2.006	43.922,49	31.481,69	75.404,18
2.007	47.282,56	32.416,70	79.699,26
2.008	50.899,68	33.379,47	84.279,15
2.009	54.793,50	34.370,84	89.164,35
2.010	58.985,21	35.391,66	94.376,86

En el cuadro 2-18 respecto a la vivienda particular podemos establecer lo siguiente:

CUADRO 2-18 VIVIENDA PARTICULAR

CASA O VILLA	25.198	75,957 %
DEPARTAMENTO	722	2,176 %
CUARTO CASA DE INQUILINATO	2.802	8,446 %
MEDIAGUA	3.347	10,089 %
RANCHO	547	1,649 %
COVACHA	65	0,196 %
CHOZA	472	1,423 %
OTRO	21	0,063 %

En conclusión, podemos observar el crecimiento de la vivienda, resultado del crecimiento poblacional y económico de los últimos tiempos.

#### 2.2.1.4 Recursos Naturales

La provincia del Carchi es rica en fuentes hidrográficas que no son aprovechadas adecuadamente aún. Existen estudios realizados sobre diversos proyectos factibles de ejecución, y es indispensable además que se estudien otros proyectos, para aprovechar sus valiosas fuentes hidrográficas y la bondad de sus tierras. Existe una obra de riego de imponderable beneficio que es el canal de Montufar.

Otro aspecto importante a considerar es el forestal. Los bosques naturales de explotación representan una superficie aproximada de 30.000 hectáreas, los bosques y montes naturales de conservación ocupan una extensión aproximada de 300.000 hectáreas, que son 73 % de la superficie total. Se estima en el futuro una magnífica perspectiva para la explotación de productos y subproductos forestales. En sus bosques destacan el cedro, eucaliptus y el pino.

#### 2.2.1.5 Agricultura

Con clima frío de páramo en la hoya, cuenta con una zona cálida en el valle del Chota.

Como conocemos que los bosques y montes naturales de conservación cubren un 73 % de la superficie total provincial; y que además la topografía de la provincia es completamente irregular, estimándose un 8 % de la superficie total como plana, la superficie cultivada, entonces, en el Carchi es relativamente baja, aproximadamente un 4 % de la superficie provincial.

En cuanto al área agrícola, el cultivo de papa es el predominante en la provincia; ocupando la Provincia del Carchi uno de los primeros lugares en la producción nacional.

Los cereales: trigo, cebada, maíz son producidos principalmente en el Cantón Espejo, dadas sus condiciones favorables de clima y suelo. Las leguminosas: haba, arveja, lenteja se producen en general en toda la provincia.

La aptitud de la provincia para el establecimiento de ganadería (vacuno y ovino) tanto de carne como de leche, guarda relación con la evolución de los pastos naturales y artificiales, en especial los últimos, como resultado de la aceptación de nuevas tecnologías.

#### 2.2.1.6 Comercio

En la actualidad se advierte cambios favorables para Tulcán. Han surgido almacenes de importancia nacional, representaciones de fábricas de tejidos especialmente y centros comerciales.

Existen industrias importantes que contribuyen al adelanto económico de Tulcán y de la provincia; industrias para elaborados de café, embutidos, y en particular la industria lechera con distribución regional, nacional y parte internacional.

En consecuencia con una mínima industria, el comercio se realiza principalmente con Colombia.

#### 2.2.1.7 Turismo

La Provincia de Carchi, con sus propios caracteres climáticos de flora y de fauna imprimen su fuerza telúrica en el ciudadano que habita en la zona, terreno propicio para la cultura y para el arte en sus diversas manifestaciones. El turista tendrá que llevar consigo el paisaje sencillamente hermoso que se queda en la retina, al mirar retrospectivamente la provincia de Imbabura y por ejemplo ese lienzo recostado sobre el margen suroriental del Río Chota.

Existen varios lugares turísticos como la Gruta de Rumichaca, donde las estalactitas y estalacmitas hacen esfuerzo para salirse de los riscos. La arquitectura en verde, descanso final de los humanos, hacen del cementerio de Tulcán no el sitio destinado para el llanto, sino mejor un museo infinito del silencio, fraccionado en jardines y tallados cipreses que a tiempo envidiaron palacios y avenidas orientales.

## 2.2.2 SERVICIOS GENERALES PARA LAS DOS PROVINCIAS

### 2.2.2.1 Transporte

La Panamericana es la arteria fundamental del transporte terrestre. Se dispone de carreteras de primer orden, entre las que podemos mencionar: Quito - Ibarra - Tulcán, Pisaquí, - Cotacachi - Quiroga - Cuicocha en la provincia de Imbabura. El resto de las dos provincias están servidas por carreteras de tercer y cuarto orden.

### 2.2.2.2 Educación

Habiendo sido declarada la educación como función primordial del Estado, a raíz de la instauración del régimen liberal, esta importante actividad ha sido dirigida y administrada en todas las provincias, incluyendo la de Imbabura y Carchi, primero por los llamados Directores de Estudios y más tarde, por los Directores Provinciales de Educación.

Las provincias disponen de planteles educacionales destinados a la educación preprimario, primario, medio; además cabe indicar la existencia de numerosos planteles de educación particular que prestan un servicio importante en la formación y educación de la juventud de las provincias.

La educación superior está representada por la Universidad Católica con sus facultades de Administración de Empresas, de Turismo y Hotelería, de Idiomas en la Ciudad de Ibarra. Hay también la Universidad Técnica del Norte.

### 2.2.2.3 Electricidad

La Zona Norte del país para términos de suministro eléctrico comprende las provincias del Carchi, Imbabura y el Norte de la Provincia de Pichincha (Cantones de Cayambe y Pedro Moncayo)

El Sistema Norte se provee de energía eléctrica por medio de dos centrales propias: El Ambi de 10 MW y San Miguel del Car de 2 MW,

pero sus necesidades en la hora de máxima demanda son de cerca de 40 MW que los tiene que comprar a INECEL del Sistema Nacional Interconectado.

El sistema Nacional Interconectado lleva energía a la Zona Norte por medio de una línea de transmisión de 138 Kv que va desde Quito a Ibarra con una distancia de 80 Km, esta línea fue construida con torres para llevar dos circuitos, pero considerando la demanda eléctrica, de esa época, solo se tendió el un circuito y, se prevé para el año 1.993 tender el segundo circuito con lo que la posibilidad de entregar energía a la Zona Norte se duplicará.

La actual línea de transmisión es capaz de llevar una potencia de 60 MW en régimen normal lo que cubriría la demanda de la Zona Norte hasta el año 1.995, sin embargo la urgencia de construir el segundo circuito radica en la posibilidad de interconectarse con Colombia y poder vender o comprar una potencia de 60 MW en las épocas de necesidad de cada uno de los dos países,

Para el año 1.993 también está previsto construir una línea de transmisión de un circuito de 138 Kv entre las ciudades de Ibarra y Tulcán y la interconexión entre Ipiales y Tulcán a 138 Kv con lo que el Sistema Norte del país tendrá una confiabilidad de suministro eléctrico para afrontar sus necesidades normales hasta el año 2.000.

En la actualidad el Sistema Norte del País sirve a la ciudad de Tulcán por medio de una línea de transmisión de 34,5 Kv de 70 km y a las ciudades de Otavalo, Cayambe Tabacundo con una línea de transmisión de 69 Kv.

Un usuario importante en esta región, constituye la fábrica de Cemento Selva Alegre, cuya potencia de consumo es de 15 MW en forma permanente, las 24 horas del día, para lo cual se ha tendido una línea de transmisión desde Ibarra a Selva Alegre a 69 Kv.

En resumen y conclusión, de acuerdo al IV CENSO DE LA VIVIENDA en los siguientes cuadros podemos particularizar lo siguiente:

En el cuadro 2-19 respecto al número de viviendas particulares ocupadas, se indica el número de viviendas que disponen, y no disponen de servicios eléctrico y telefónico

CUADRO 2-19 SERVICIOS ELECTRICOS Y TELEFONICOS

SERVICIO ELECTRICO			
PROVINCIA	VIV. OCUPADAS	DISPONEN	NO DISPONEN
IMBABURA	56.636 (100 %)	41.985 (74,131 %)	14.651 (25,869 %)
CARCHI	29.386 (100 %)	23.323 (79,368 %)	6.063 (20.632 %)
SERVICIO TELEFONICO			
IMBABURA	56.636 (100 %)	7.292 (12,875 %)	49.344 (87.125 %)
CARCHI	29.386 (100 %)	3.124 (10,631 %)	26.262 (89,369 %)

En ambas provincias podemos observar, que el servicio telefónico es limitado, existiendo, entonces un gran déficit de líneas telefónicas.

Respecto a otros servicios, podemos decir, que disponen de una infraestructura básica, que satisface las necesidades más elementales.

### 2.3 ESTUDIO DE POSIBLES REPETIDORAS

En el cuadro 2-20 se indican las posibles repetidoras, con su longitud, latitud, y altura sobre el nivel del mar, a más de las repetidoras ya existentes en la red troncal que son Cruz Loma, Azaya, Troya.

CUADRO 2-20 POSIBLES REPETIDORAS

NOMBRE	LONGITUD			LATITUD			ALTURA S.N.M
	°	'	"	°	'	"	m
CERO BLANCO	78	20	10	0	12	45 N	3.520
CABRAS	77	57	45	0	28	36 N	2.893
GUANOPAMBA	77	57	39	0	18	40 N	2.860
CHUGA	77	53	50	0	22	31 N	2.840
EL CARMELO	77	55	16	0	18	34 N	2.520

En los siguientes capítulos analizaremos más detenidamente con sus respectivos enlaces.

## CAPITULO TERCERO

## DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISION

## COMUNICACIONES DIGITALES

En la figura 3-01 se presenta un diagrama de bloques de un sistema típico de comunicaciones digitales. Supongamos la transmisión de M símbolos independientes o de mensajes  $m_1, m_2, \dots, m_M$ . Cada símbolo puede ser representado transmitiendo la correspondiente forma de onda digital  $S_1(t), S_2(t), \dots, S_M(t)$ , respectivamente, durante T segundos. Los M símbolos pueden construirse utilizando dígitos binarios o bitios según la ecuación

$$K = \log_2 M, \text{ ( es decir, } M = 2^k \text{ )}$$

y la velocidad de datos estaría representada por

$$R = 1/T \cdot \log_2 M = K/T \text{ bit/s}$$

El número de niveles de muestreo depende del número de bitios utilizados para representar cada muestra. Por ejemplo, con 8 bitios se obtiene 256 niveles de muestreo discreto ( $2^8$ ), y de emplearse una frecuencia de 8 KHz para muestrear dichos niveles en un canal de comunicaciones, se estaría trabajando a una velocidad binaria de 64 kbits/s por canal.

De todos los pasos de procesamiento de la señal indicados en la figura 3-01, únicamente el formateado, la modulación, y la demodulación son fundamentales para un sistema de comunicaciones digitales. Las demás funciones que aparecen en el MODEM, se consideran opciones de diseño compatibles, con los diversos requisitos sistémicos.

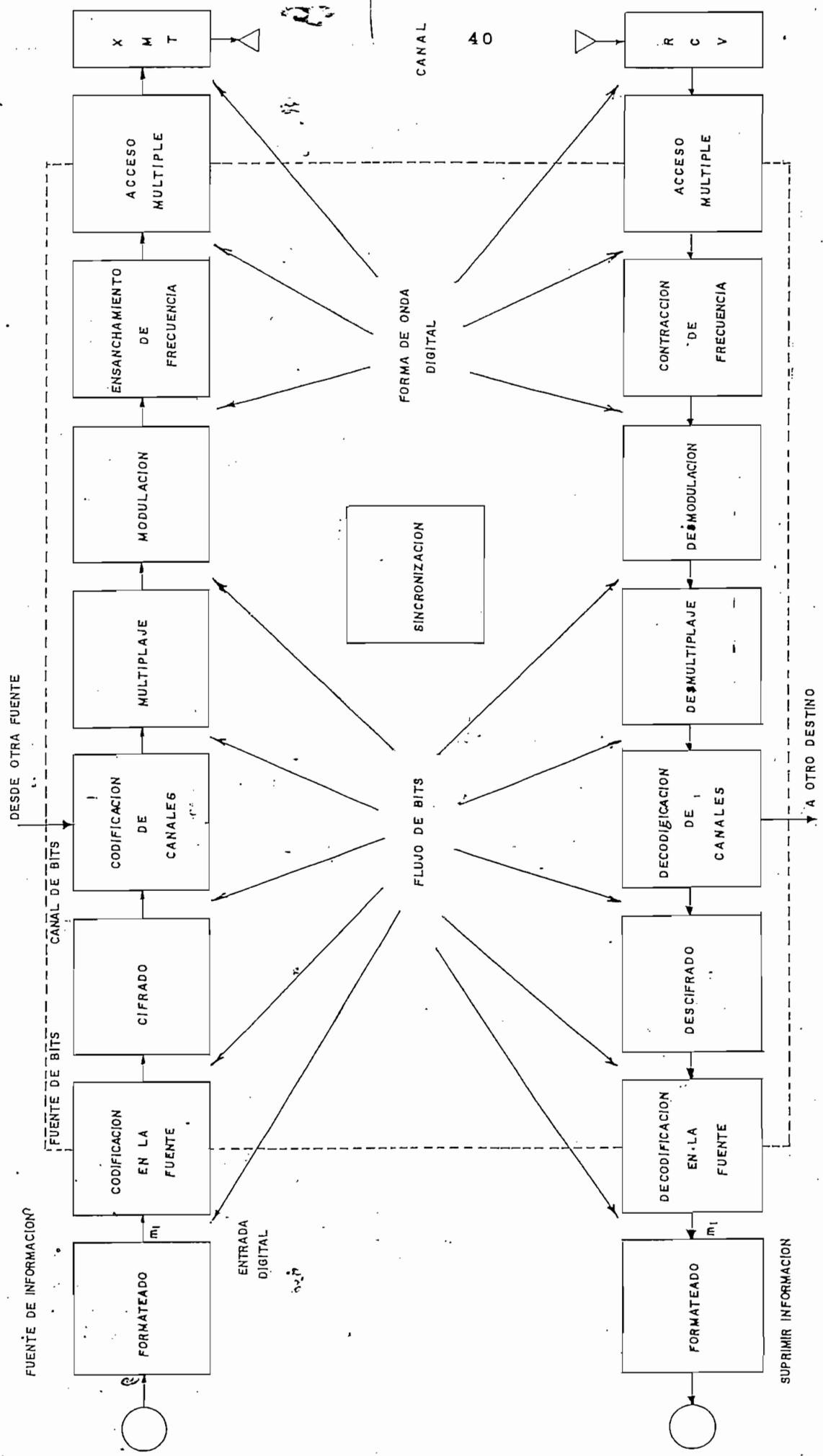


FIG. Nº 3-01 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACION DIGITAL

Codificación en la fuente: Suprime la información redundante y realiza la conversión de señales analógicas a digitales (A/D).

Cifrado: Impide que los usuarios no autorizados interfieran en los mensajes.

Codificación de canales: Mejora el rendimiento de la señal permutando potencia o ancho de banda.

Ensanchamiento de la frecuencia: La información es menos susceptible a la interferencia cuando está distribuida en una mayor anchura de banda.

Multiplexaje y acceso múltiple: Se combinan las señales con características diferentes o provenientes de fuentes distintas.

El diagrama de bloques de la figura 3-01 muestra una secuencia de pasos no siempre se sigue en el orden indicado.

Las funciones básicas del procesamiento de la señal pueden considerarse como transformaciones de un espacio de señal a otro. Las transformaciones están clasificadas en siete grupos principales:

- 1) Formateado y codificación en la fuente
- 2) Modulación
- 3) Codificación de canales
- 4) Multiplexaje y acceso múltiple
- 5) Ensanchamiento
- 6) Cifrado
- 7) Sincronización

1) Formateado y codificación en la fuente. 

Codificación de caracteres, muestreo, cuantificación, modulación por Impulsos Codificados (PCM), codificación parcial de la respuesta.

Diferencial PCM, modulación delta (DM), modulación delta con pendiente en variación constante (CVSD), codificación predictiva lineal (LPC), codificación Huffman.

## 2) Modulación

Coherente: por desplazamiento de fase (PSK), por desplazamiento de frecuencia (FSK), por desplazamiento de amplitud (ASK), composición híbrida (QSPK, OQPSK), por desplazamiento mínimo (MSK)

No-Coherente: por desplazamiento diferencial de fase (DPSK), por desplazamiento de frecuencia (FSK), por desplazamiento de amplitud (ASK)  
Híbridos

## 3) Codificación de Canales

Forma de Onda: M toda señalización, ortogonal, biortogonal, trans-ortogonal

Secuencia de construcción: bloques, convolucional

## 4) Multiplexaje.

Por distribución de espacio (SDM), por distribución de frecuencia (FDM), por distribución en el tiempo (TDM), por distribución en el tiempo de corriente de impulsos PCM

Acceso Múltiple:

Por distribución de frecuencia (FDMA), por distribución en el tiempo (TDMA), por distribución de código (CDMA), por distribución de espacio (SDMA), por distribución de la polarización (PDMA)

## 5) Ensanchamiento de frecuencia.

Secuencia directa, hopping de frecuencia, hopping de tiempo

## 6) Cifrado.

Bloque, flujo de datos

## 7) Sincronización.

De portadora, de símbolo, de la estructura, de la red

Analícemos los conceptos básicos de cada uno de los grupos y sus transformaciones.

**FORMATEADO.** Es el proceso de transformación de los datos en símbolos digitales.

**CODIFICACIÓN EN LA FUENTE.** Comprime los datos además de formatearlos.

La fuente de la mayoría de los datos transmitidos (con excepción de las transmisiones entre computadoras que ya tienen formato digital) son de formato textual o analógico.

Cuando los datos son alfanuméricos estos pueden adoptar uno de los tantos formatos de caracteres estándar, por ejemplo, la American Standard Code for information Interchange (ASCII), el Extended Binary Coded Decimal Interchange Code (EBCDIC), o el sistema Baudot. Si los datos son analógicos, tendrían que ser convertidos a un formato digital mediante un muestreo a una velocidad adecuada, de acuerdo con el Teorema de Nyquist.

En todo sistema de transmisión, el espectro de la señal cursada se limita a una banda de frecuencia finita. La señal puede especificarse totalmente midiendo su magnitud solo a intervalos discretos.

**TEOREMA DE NYQUIST.** Si una señal que representa una función de magnitud temporal es objeto de un muestreo instantáneo a intervalos regulares, y a una velocidad que como mínimo es el doble de la frecuencia más alta de la señal, entonces las muestras contienen colectivamente toda la información de la señal original.

El muestreo puede considerarse como un tipo de modulación del producto en el que el mensaje es multiplicado por una forma de onda del muestreo. Por lo tanto, el espectro de la señal muestreada es la convolución del espectro del mensaje con el de la forma de onda del muestreo.

**ERROR DE MUESTREO.** Es una perturbación irreversible que se tiene como consecuencia del muestreo, que puede ser eliminado por el filtro de paso bajo de recepción reduciendo el ancho de banda a menos de  $1/2T$ .

**EFECTO DE ABERTURA.** Es el resultado del muestreo con impulsos de ancho finito, que más tarde, se reconstruyen con el mismo tipo de impulsos, donde el área de las muestras naturales se utiliza como base para la codificación.

#### MODULACION POR IMPULSOS

La modulación por impulsos se efectúa variando algunos parámetros de los impulsos transmitidos, tales como: la amplitud, la duración, la forma, el tiempo.

El aspecto fundamental de la modulación por impulsos es el muestreo.

#### VELOCIDAD DE LA SEÑALIZACIÓN O DE LOS IMPULSOS.

Se expresa generalmente en BAUDIOS, que es igual al número de elementos de señalización o de símbolos por segundo.

## VELOCIDAD DE INFORMACIÓN.

Se expresa en bitios por segundo. En el caso de símbolos binarios, la velocidad de información en bitios por segundo y la velocidad de señalización en baudios son iguales.

En términos generales; sin embargo, la velocidad en baudios será inferior a la velocidad binaria, y la relación entre ambas depende de la modulación y del método de codificación utilizados.

En la figura 3-02 se hace un resumen de los sistemas de modulación por impulsos.

### a) Modulación por impulsos en amplitud (PAM)

En este sistema de modulación, la amplitud de una portadora de impulsos varía en función del valor de la onda moduladora (fig 3-02-c). En los sistemas de multiplexaje por distribución en el tiempo, el procesamiento de las señales generalmente empieza con la modulación de impulsos en amplitud.

### b) Modulación de impulsos en duración (PDM)

La longitud de una portadora de impulsos es regulada por una onda moduladora de función continua (fig 3-02-d)

### c) Modulación de impulsos en posición (PPM)

En los sistemas PDM, los impulsos de larga duración requieren de mucha potencia aunque no suministran ninguna información adicional. Es posible ahorrar la potencia variando la posición de los impulsos en vez de su duración, lo cual da lugar a la modulación de impulsos en posición. En este caso, el ancho del impulso no cambia, pero su posición es variada por una onda moduladora (fig 3-02-e)

### d) Modulación por Impulsos Codificados (PCM)

La modulación PCM puede describirse como un método para transferir la información analógica a la forma digital. La conversión de la señal analógica en una señal digital se basa en tres principios fundamentales: El muestreo, la cuantificación, y la codificación (fig 3-03)

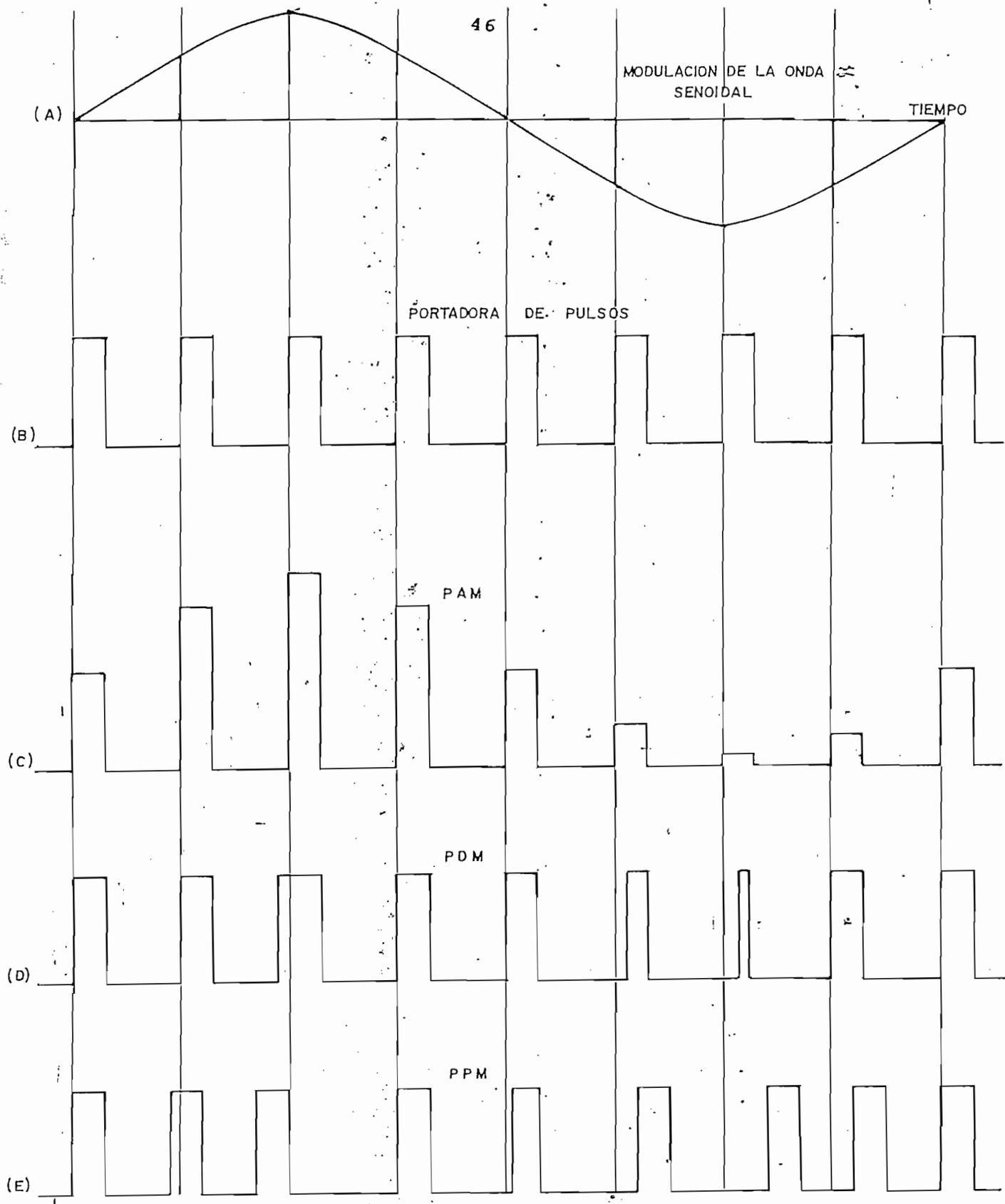


FIG. N° 3-02 TIPOS DE MODULACION POR IMPULSOS

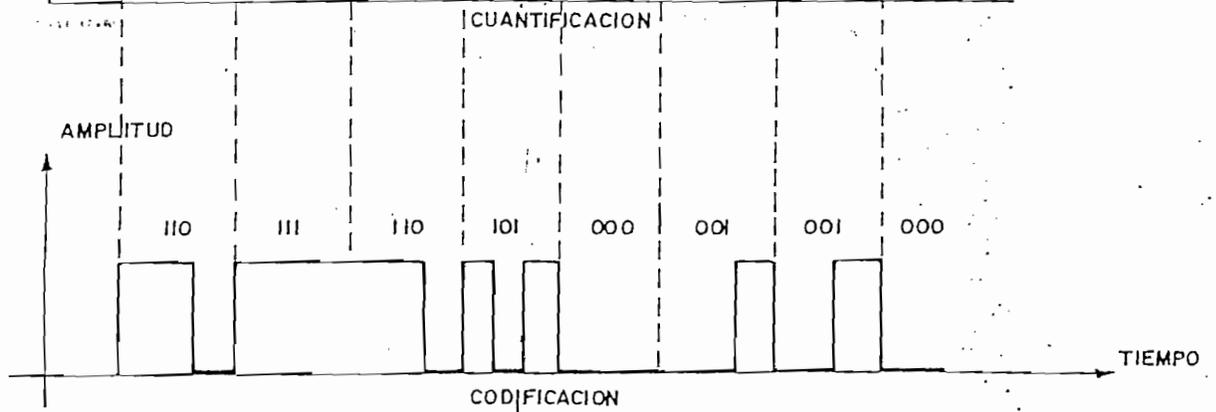
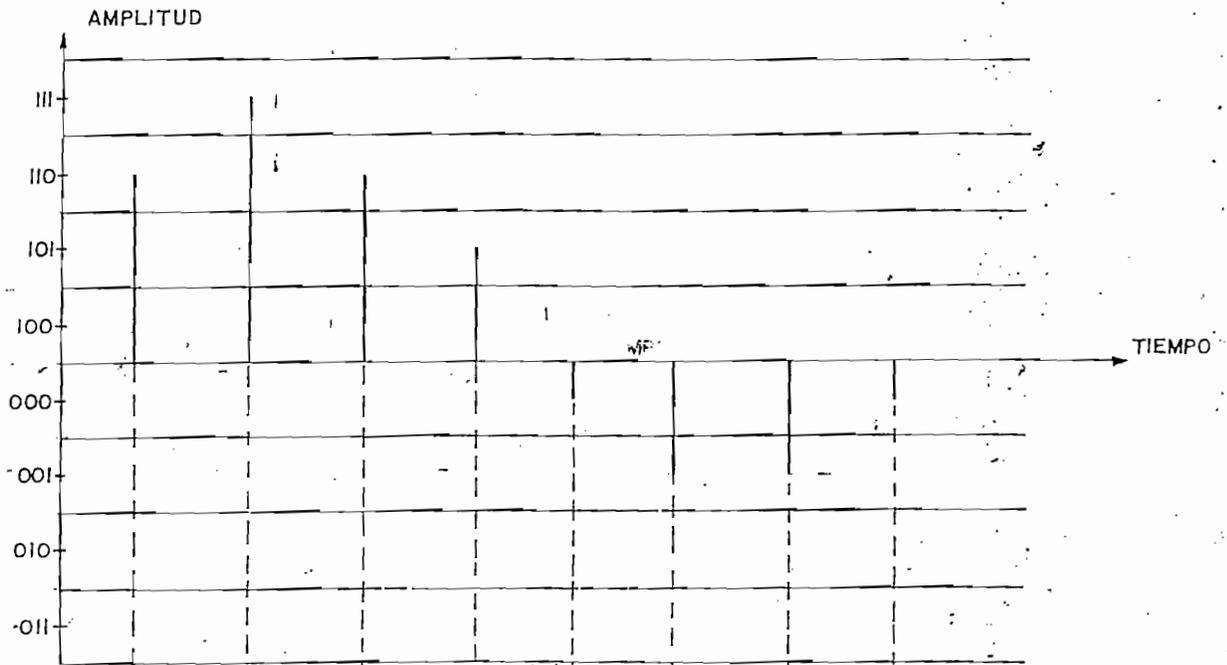
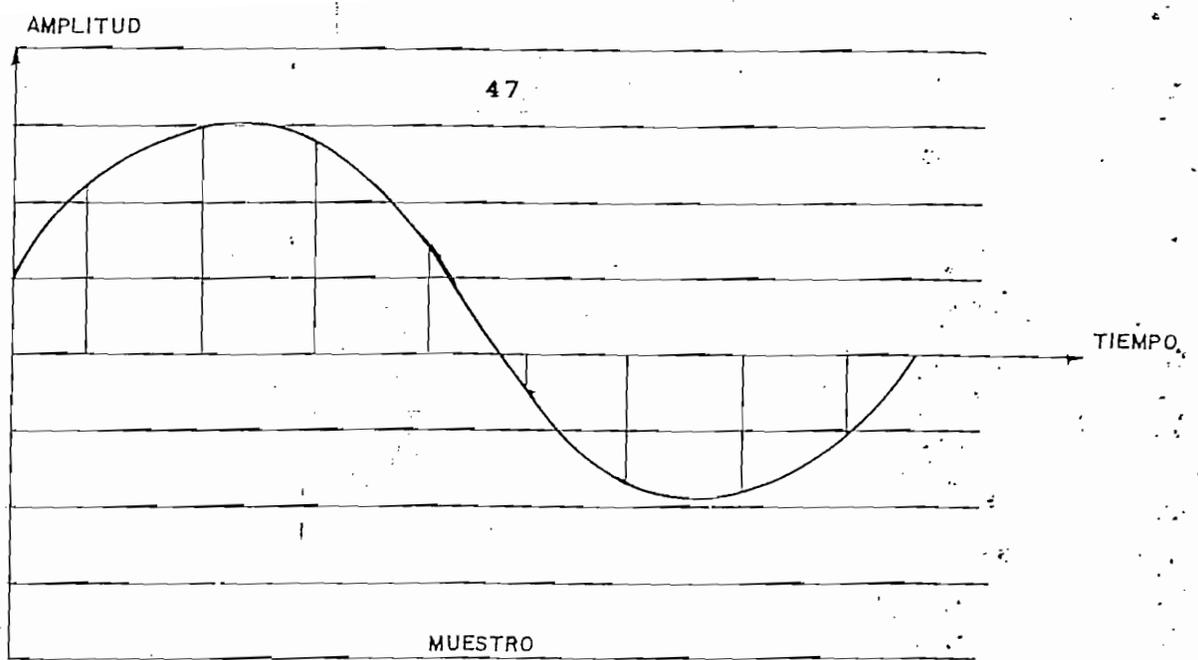


FIG. N<sup>o</sup> 3-03 MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS

De acuerdo con la teoría de información:

**MUESTREO.** La transmisión de la información de una señal, no necesita la transmisión de la señal total. Es suficiente transmitir muestras tomadas a, por lo menos, el doble de la frecuencia más alta de la señal.

**CUANTIFICACION.** Las muestras tomadas de una señal de frecuencia vocal tiene una gama continua de amplitudes. El siguiente paso es dividir esta gama de amplitudes en una cantidad limitada de intervalos. A todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un cierto intervalo se les asigna el mismo valor. Como distorsiona la señal, se introduce una distorsión (ruido) de cuantificación.

**CODIFICACION.** Las muestras cuantificadas se codifican en un código binario normal. La señal ahora puede transmitirse como un tren de impulsos binarios.

#### FORMATOS DE MODULACION DIGITAL

**MODULACIÓN.** Es el proceso por el cual se modifican las características de una forma de onda en conformidad con otra señal. Una senoide posee tres características que pueden utilizarse para distinguirlas de otras: amplitud, frecuencia y fase.

Para las transmisiones radiofónicas, la modulación consiste básicamente en variar la amplitud, la frecuencia o la fase de una portadora de radiofrecuencia (RF) en conformidad con la información que se habrá de transmitir.

La Figura 3-04 contiene ejemplos de formatos de modulación digital para la modulación por desplazamiento de fase (PSK), la

modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) y la modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), así como para una combinación de PSK y ASK conocida también como modulación de amplitud en (cuadratura (QAM).

**DETECCIÓN COHERENTE.**

Se define en un sistema de transmisión, cuando el receptor utiliza la referencia de fase de la onda portadora para detectar la información; caso contrario se considera que la detección es no coherente.

De los formatos de modulación presentados, tan solo unos cuantos se prestan convenientemente a las comunicaciones por satélite.

**1) Modulación por desplazamiento de fase (PSK)**

La modulación por desplazamiento de fase bivalente o BPSK es la forma más simple de PSK, en la que el desplazamiento de fase varía con cada nuevo bitio de datos.

La modulación cuadrifásica o QPSK codifica cada par de bitios en una de cuatro fases.

En comparación con el método BPSK, el QPSK tiene como una de sus principales ventajas el hecho de que arroja el mismo rendimiento de potencia utilizando únicamente la mitad del ancho de banda. El QPSK es particularmente importante para la transmisión de datos por satélite, es decir, para los servicios IBS e IDR.

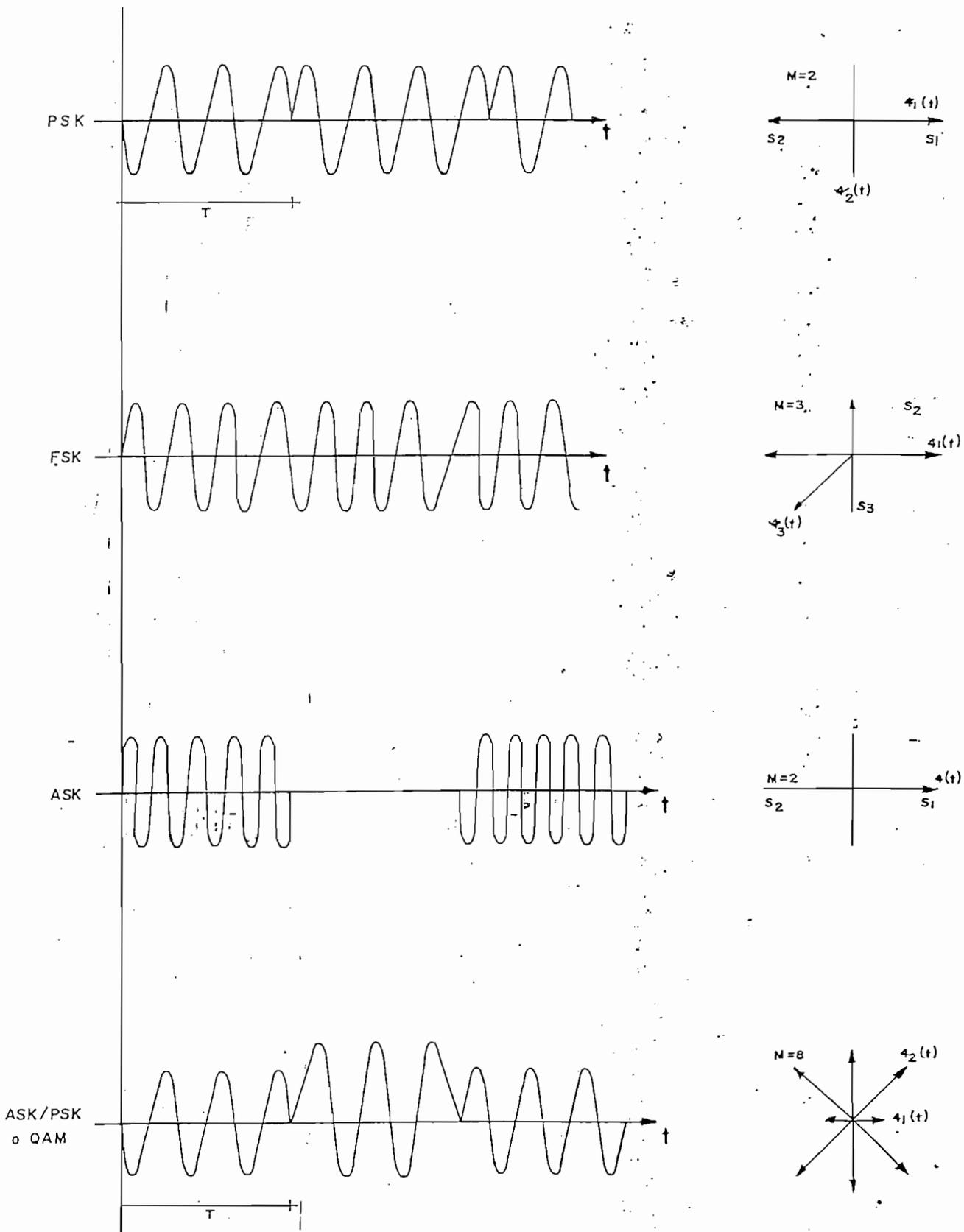


FIG. N<sup>o</sup> 3-04 FORMATOS DE MODULACION DIGITAL

## 2) Probabilidad de errores

Al transmitir datos digitales, se registrarán errores debido a distorsión, ruido e interferencia en el curso de la transmisión. En el caso de la señalización M-Valente, la probabilidad de tomar una decisión incorrecta se denomina PROBABILIDAD DE ERRORES en los símbolos ( $P_E$ ).

A menudo conviene especificar la calidad de funcionamiento de un sistema refiriéndose a la probabilidad de errores en los bitios ( $P_B$ ), incluso cuando las decisiones se tomen sobre la base de símbolos para los que  $k > 1$ .

$P_E$  y  $P_B$  se relacionan mediante la siguiente fórmula:

$$P_B / P_E = 2^{k-1} / (2^k - 1) \text{ para señales ortogonales.}$$

Para señales no ortogonales como las MPSK, se emplea un código bivalente a M-valente. En ese caso,

$$P_B \sim P_E / \log_2 M = P_E / k$$

para señales BPSK ortogonales, por ejemplo,  $k=1$ ,  $M=2$  y  $P_B = P_E$ ; si  $k=2$ ,  $M=4$ , tal como en el caso de la QPSK la  $P_B = P_E/3$

## 3) Ancho de banda y plano de eficiencia en ancho de banda

No existe una sola definición de lo que es el ancho de banda de una señal, si bien los teoremas de Nyquist y Shannon se basan en la hipótesis de que los canales son estrictamente limitados en ancho de banda.

En términos generales, un criterio que se refiera al ancho de banda especificará una medida del ancho de una densidad espectral de valor real no negativo definida para todas las frecuencias.

La figura 3-05 ilustra este concepto conforme a la densidad espectral de potencia de un solo impulso determinando por la siguiente ecuación:

$$S(f) = T [\text{Sen } \pi (f-f_c) T / (\pi (f-f_c))]^2$$

donde  $f_c$  es la frecuencia portadora y  $T$  la duración de los símbolos.

#### CORRECCION DE ERRORES SIN CANAL DE RETORNO

La utilidad de la codificación fue demostrada por Shannon (1.948). Sus estudios permitieron establecer que el ruido de un canal limita su rendimiento no en términos de precisión, sino más bien en la velocidad a la que puede transmitirse.

**CODEC.** Por lo general se le considera a la combinación codificador/decodificador.

La secuencia codificada se modula y se transmite sobre el canal ruidoso.

**MODEM.** Es el equipo en el que se realiza el proceso de modulación/demodulación.

Los sistemas de codificación pueden clasificarse en dos categorías, dependiendo de su uso: DE TÉCNICAS CONVOLUCIONALES, O POR BLOQUES PARA LA CORRECCION DE ERRORES.

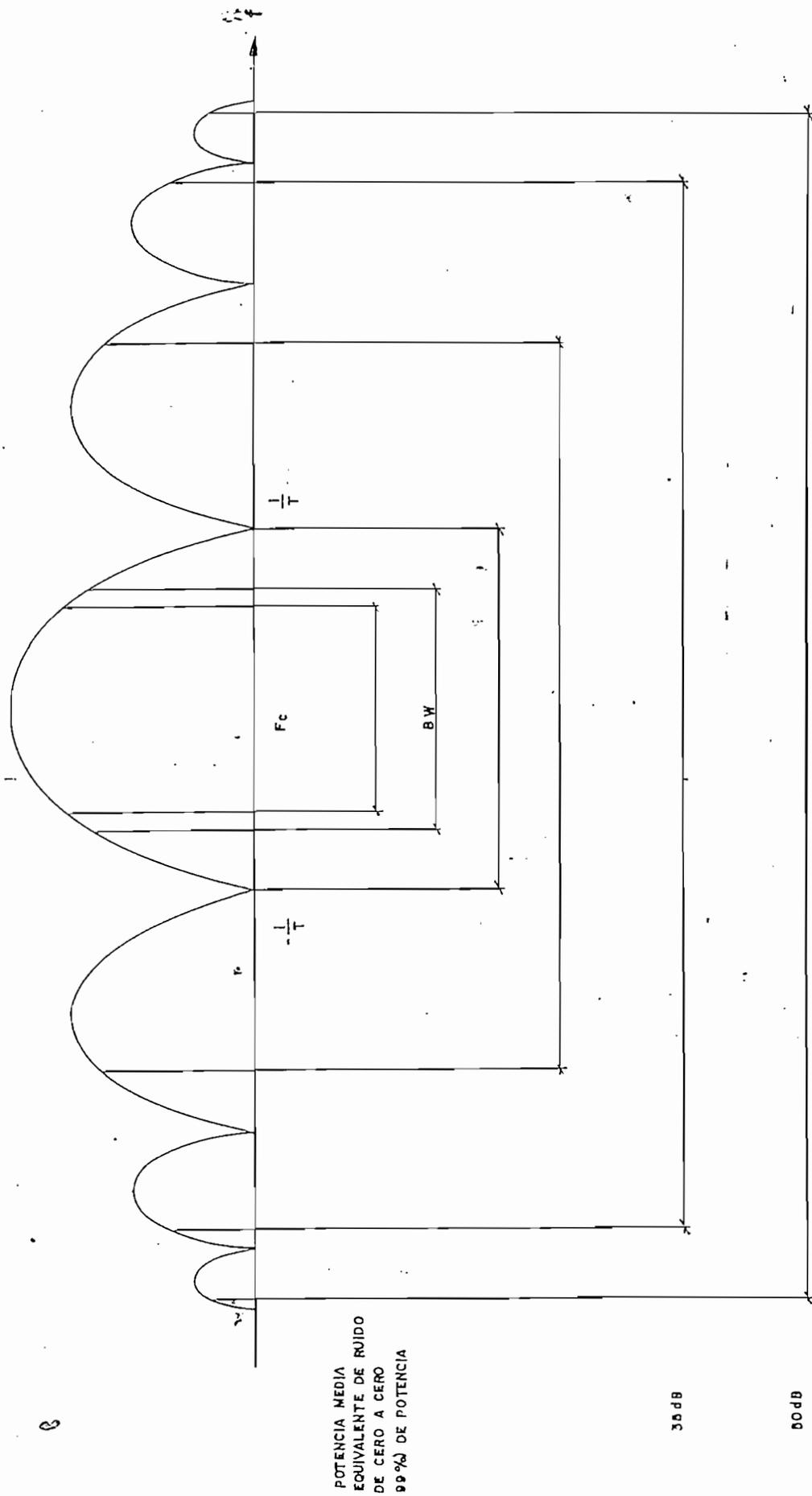
En un código bloque lineal  $(n, k)$ , una secuencia de  $k$  bitios de información se relaciona algebraicamente con  $n-k$  bitios de paridad, dando un bloque codificado global de  $n$  bitios.

Los códigos lineales forman un espacio vectorial lineal, y poseen la importante propiedad de que dos palabras de código pueden combinarse para formar una tercera palabra de código.

La velocidad de código es  $r = k/n$ , donde  $n$  se conoce también como longitud del bloque. En los código bloque se emplea por lo regular una aritmética de tipo módulo-2, que corresponde en lógica a la operación O-EXCLUYENTE.

En este tipo de aritmética, SI EL TOTAL DE UNOS ES PAR, LA SUMA DARÁ POR RESULTADO CERO, Y SI ES IMPAR, EL RESULTADO SERÁ UNO.

Los códigos convolucionales son una subcategoría de los códigos denominados " en árbol ".



POTENCIA MEDIA  
EQUIVALENTE DE RUIDO  
DE CERO A CERO  
99% DE POTENCIA

FIG. Nº 3-05 CRITERIO DE ANCHO DE BANDA

El proceso de codificación hace posible obtener una determinada GANANCIA DE CODIFICACIÓN, que se define como la diferencia entre los valores de energía en la relación  $E_b/N_0$  (Energía/bit/densidad de ruido) que se requieren para alcanzar una determinada proporción de errores, con codificación y sin ella.

## TIPOS IMPORTANTES DE CÓDIGOS BLOQUE

En los códigos bloque, la información se divide en bloques de longitud definida. Luego, cada uno de estos bloques se transforma en una secuencia de símbolos codificados o en una palabra de código exclusiva para dicho bloque.

A continuación se presenta un resumen de los tipos de código bloque más importantes, la mayoría de los cuales son cíclicos.

### 1) Códigos de Bose - Chaudhuri - Hocquenghem (BCH)

Los códigos BCH son los más convenientes para canales en que hay errores independientes en símbolos consecutivos.

Sus características son las siguientes:

Longitud de bloque :  $n = 2^m - 1$ ,  $m = 3, 4, \dots$

Número de bitios de información :  $k = n - mt$

Distancia mínima :  $d = 2t + 1$

Se puede corregirse un error que ocurra en cualquier punto del bloque.

### 2) Códigos Reed - Solomon (RS)

Se trata de un tipo especial de códigos BCH. Si se supone que cada símbolo puede estar representado por  $m$  bitios, los parámetros de este código serían los siguientes:

Símbolos :  $m$  bitios por símbolo

Longitud de bloque :  $n = 2^m - 1$  símbolos  
 $= m (2^m - 1)$  bitios

Número de símbolos de paridad :  $(n - k) = 2t$  símbolos  
 $= m \cdot 2t$  bitios

Distancia mínima :  $d = 2t + 1$  símbolos  
 $= m (2t + 1)$  bitios

Los códigos RS son idóneos para la corrección de errores en las ráfagas. Hoy en día están disponibles en el mercado gracias a los trabajos de desarrollo emprendidos para las comunicaciones tácticas militares.

### 3) Código Golay

Es una clase especial de código cíclico para la corrección de tres errores (23, 12) con una distancia mínima de 7, basado en la siguiente expresión numérica teórica:

$$1 + 23 + 23 + 23 = 2.048 = 2^{11}$$

Esta característica lo convierte en un código "perfecto". Lamentablemente, la aplicación del código Golay no puede hacerse extensiva a otras combinaciones de n y k.

### 4) Código Hamming

Es un código que se caracteriza por los siguientes parámetros:

Longitud de bloque	:	$n = 2^m - 1$
Números de bits de paridad	:	$k = m$
Distancia mínima	:	$d = 3$

Con este tipo de código se puede corregir un error.

### 5) Códigos de longitud máxima

Son también códigos cíclicos, y sus parámetros son los siguientes:

Longitud de bloque	:	$n = 2^m - 1$
Número de bits de información	:	$k = m$
Distancia mínima	:	$d = 2^m - 1$

Este tipo de código se utiliza en forma generalizada para las comunicaciones con ensanchamiento del espectro, e igualmente para la sincronización del TDMA en bucle cerrado. Este código permite corregir tres errores.

#### 6) Códigos de residuo cuadrático

Las distancias mínimas de los códigos de esta clase son típicamente comparables con las de los códigos BCH de longitud semejante. Los parámetros de estos códigos son los siguientes:

Longitud de bloque :  $n = p$  siendo  $p = 8m \pm 1$   
 Número de bitios de información :  $k = (p + 1)/2$   
 Distancia mínima :  $d > (n) 1/2$

#### DECODIFICACION DE LOS CODIGOS BLOQUE

La teoría relativa a la decodificación de los códigos bloque está bien establecida, y hay varias formas de llevarla a cabo. En todas las técnicas utilizadas se requiere la cuantificación binaria a la salida del demodulador. El objetivo de la decodificación es corregir errores mediante la aplicación de cualquiera de los siguientes métodos.

##### 1) Decodificación por consulta de tablas

Existe una correspondencia única entre los diversos cocientes de  $2^{n-k}$  (es decir, los patrones de síntomas que contribuyen a la detección de errores) y los patrones de errores que pueden corregirse.

Para códigos con poca redundancia, los patrones de errores pueden almacenarse, solamente en una memoria de lectura (ROM), cuya dirección corresponda al cociente de la palabra recibida. La palabra de código transmitida puede regenerarse correctamente sumando el patrón de errores en módulo-2 a la secuencia recibida.

Si hubiera dos errores este método no funcionaría, pues este código solamente corrige errores únicos.

## 2) Técnicas algebraicas

En esta técnica el concepto clave, atribuible a Berlekamp y Massey, consiste en computar un llamado polinomio de detección de errores y encontrar sus raíces. La complejidad de este método aumenta en función del cuadrado del número de errores que deberán corregirse.

La decodificación por permutaciones es otro ejemplo de decodificación algebraica, y un caso especial de esta técnica es la llamada "captura" de errores, que se basa en el hecho de que si el peso del cociente del código de corrección de  $t$  errores  $(n,k)$  tiene un valor máximo de  $t$ , entonces los bits de información son correctos. Si el peso del cociente es mayor que  $t$ , por lo menos un bit de información es incorrecto.

## 3) Decodificación por lógica mayoritaria

La decodificación por lógica mayoritaria es la forma más simple de decodificación por umbral que puede aplicarse tanto a los códigos de bloque como a los convolucionales.

El caso más simple de esta técnica consiste en la decodificación de estos códigos bitio por bitio. Por cada bitio recibido, se examinan varias ecuaciones de verificación de paridad, dando lugar a un determinado valor. Se interpreta como valor correcto para ese bitio el elemento 1 ó 0 que reciba la mayoría de las confirmaciones.

## CODIGOS CONVOLUCIONALES

La codificación convolucional se usa extensamente en las comunicaciones digitales, aún cuando la teoría respectiva no es tan estricta en términos matemáticos como la de los códigos bloque. La mayor parte de los códigos convolucionales que se utilizan en la actualidad han sido formulados por computadora y no por métodos algebraicos, y son particularmente idóneos para aquellos sistemas en que la información que habra de transmitirse se recibe en largas secuencias en serie y no por bloques

Los códigos convolucionales son una subcategoría de los códigos en árbol. La codificación puede representarse mediante diagramas en árbol ó reticulares. Fig: 3-06, 3-07.

Cada rama del árbol representa un solo bitio de entrada; una entrada de cero corresponde a la rama superior y una entrada de uno a la rama inferior.

Como puede observarse en la figura 3-06, el árbol contiene información redundante que puede eliminarse combinando todos los nodos en el mismo estado del codificador. Así se obtiene el llamado diagrama reticular que se indica en la figura 3-07.

Para los códigos convolucionales se han propuesto varias formas de medir la distancia, cada una de las cuales resulta importante y útil para una determinada técnica de decodificación.

#### DECODIFICACION DE LOS CODIGOS CONVOLUCIONALES

La decodificación de un código convolucional consiste básicamente en encontrar el trayecto correcto a través de la retícula o del árbol, aplicando reglas de decodificación;

- 1) - Decodificación mediante el algoritmo de Viterbi  
(Decodificación de máxima probabilidad)

El algoritmo de Viterbi computa una distancia para cada trayecto posible a través de la retícula, y luego descarta una serie de trayectos en cada nodo, que compense exactamente el número de trayectos nuevos que se crean. Este tipo de decodificación no funciona bien en canales en los que predominan las ráfagas. En tales casos podrá considerarse el entrelazado de datos a fin de obtener una buena correlación entre muestras de ruido.

Teniendo en cuenta la estructura reticular del código, Viterbi propuso una forma más sencilla de decodificación. Comparando las secuencias entrantes con los trayectos posibles a través de la retícula, y asignando un peso acumulativo a cada transmisión posible, puede obtenerse el trayecto que más se aproxima a la secuencia transmitida. Los trayectos de mayor peso de cada nodo se descartan después de la transmisión.

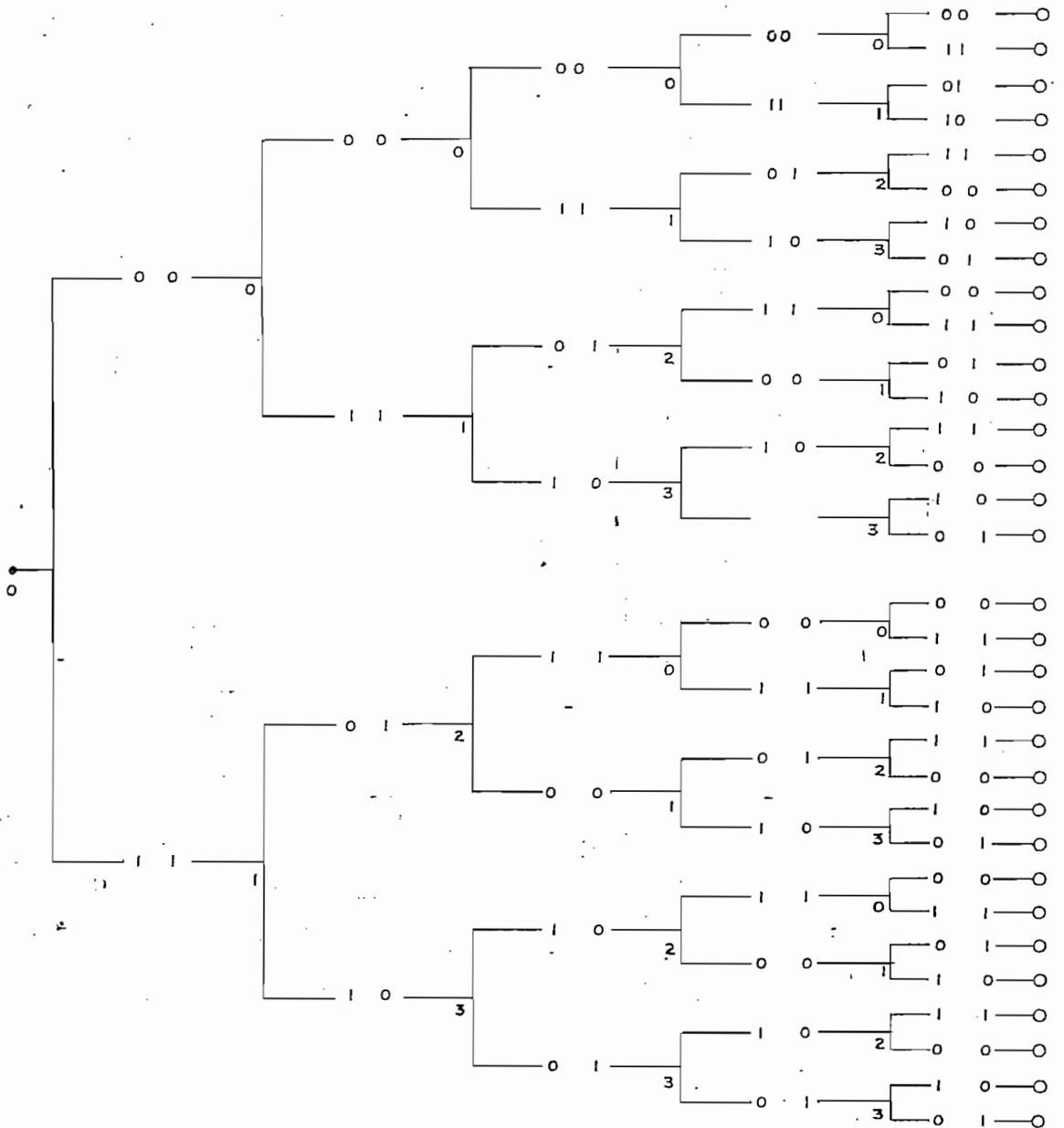


FIG. N° 3-06 DIAGRAMA DE ARBOL PARA UN CODIFICADOR CONVOLUCIONAL

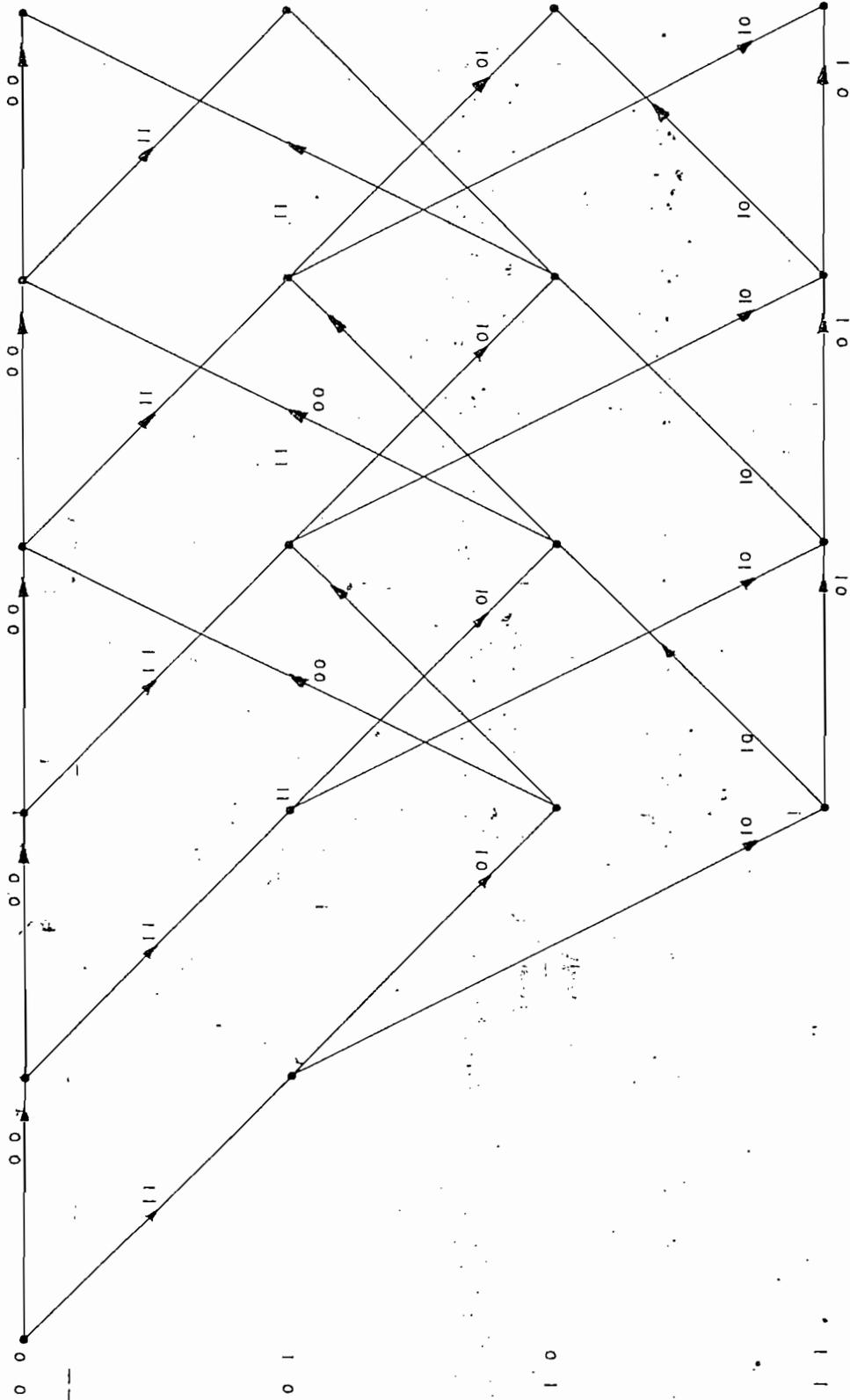


FIG. Nº 3-07 DIAGRAMA RETICULAR PARA UN CODIFICADOR CONVOLUCIONAL

En la retícula de la figura 3-07 se observa que de cada nodo se desprenden dos trayectos. Cada uno de éstos recibe un peso después de comparar el par de bitios recibido con los pares de bitios producidos por cada trayecto. El trayecto cuyo peso acumulativo es más bajo en el nodo del siguiente nivel es seleccionado como trayecto superviviente. El peso puede asignarse determinando la "distancia de Hamming", la cual se calcula comparando los dos pares de bitios (o sea, el par de datos entrante y uno de los pares de datos de transmisión).

Se observará que después de haber atravesado una serie de etapas de la retícula, todos los trayectos supervivientes tienen una raíz común. Esta raíz es la que con mayor probabilidad corresponde a la secuencia de datos transmitida. Por lo tanto, se procede a decodificarla y a transmitir los datos recuperados a la terminal de salida.

## 2) Decodificación secuencial

Esta técnica es bastante útil cuando las proporciones de los errores en los bitios necesarios son bajas (menos de 1 parte en  $10^5$ ). La descodificación secuencial es un método eficiente para hallar la palabra de código más probable (in lugar de buscar por todo el árbol. La búsqueda se realiza de manera secuencial, siempre en un mismo trayecto. El decodificador tiene la flexibilidad requerida para retroceder en cualquier etapa y cambiar las decisiones tomadas, pues cada vez que adelanta lo hace tomando decisiones tentativas. Este sistema de retroceso y búsqueda de otros trayectos posibles continúa realizándose hasta que se llega a una decodificación satisfactoria.

## 3) Decodificación por umbral

Algunos códigos convolucionales pueden decodificarse por umbral, o sea que se calculan varias verificaciones de la paridad para cada bitio del mensaje y en los casos en que se excede el umbral se decide si el bitio es correcto.

### 3.1 ESTUDIO TEORICO DEL BALANCE DE ENLACE

En este tema se hace un estudio teórico del balance de enlace, para lo que analizamos: la propagación radioeléctrica, atenuación en el espacio libre, margen de desvanecimiento FM, efecto de refracción sobre la propagación, efectos de la difracción sobre la propagación, criterios de planificación para el despejamiento, análisis de comunicaciones digitales por satélite.

#### 3.1.1 PROPAGACION RADIOELECTRICA

El campo electromagnético generado en la antena de transmisión se propaga perpendicularmente a la dirección del trayecto. La propagación en el vacío y los efectos que produce la atmósfera sobre la señal influyen notablemente en la potencia recibida.

Los conceptos básicos para una onda propagada, son:

El campo electromagnético EH está compuesto de vectores de campo eléctrico E y campo magnético H, perpendiculares entre sí. El plano que contiene el campo E y la dirección de propagación se denomina plano de polarización.

El medio de propagación siendo no dispersivo, la velocidad de fase de las componentes espectrales no dependen de la frecuencia.

Considerando antenas isotrópicas, la densidad de potencia emitida en todas las direcciones, es idéntica. Las antenas con cierta directividad se consideran provistas de una cierta ganancia de potencia respecto de la isotrópica.

#### 3.1.2 ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE

Considerando una antena isotrópica, irradiando una potencia  $P_t$ . A una distancia "d", la potencia emitida por unidad de área de una superficie esférica es:

$$P_d = \frac{P_t}{4 \pi \cdot d^2}$$

El área efectiva de una antena receptora se define como la superficie del frente de onda plano con densidad de potencia  $P_d$  que dispone de igual potencia que la entregada por la antena. Para la antena isotrópica tenemos

$$A_e = (c/f)^2 / 4 \pi$$

$c/f$  = longitud de onda del campo radioeléctrico.

$$P_r = P_t \left( (c/f) / 4 \pi d \right)^2$$

La potencia recibida es inferior a la transmitida debido a la imposibilidad de captar toda la potencia generada. Se puede expresar como una atenuación por la propagación en el espacio libre de obstáculos entre antenas isotrópicas.

De acuerdo con el CCIR Rc.525-1 y Rc.341-2 (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones) el valor de la atenuación por el espacio libre se expresa como:

$$A_0 = 10 \log P_t/P_r = 32,5 \text{ dB} + 20 \log (f d)$$

con la frecuencia  $f$  en Mhz, la distancia  $d$  en km y la atenuación  $A_0$  en dB.

Más allá de la  $A_0$  la propagación atmosférica produce atenuaciones adicionales debido a: absorción por gases o precipitaciones, difracción caracterizada por la zona de Fresnel, dispersión de energía debido a precipitaciones, refracción y obstrucción de obstáculos, desacoplamiento de la polarización de la onda, desvanecimiento por múltiple trayectoria.

### 3.1.3 MARGEN DE DESVANECIMIENTO FM

En la figura 3-08 se indica un diagrama esquemático de un enlace radioeléctrico. Margen de desvanecimiento FM (Fading Margin) se define como la diferencia en dB entre el nivel de la potencia recibida  $P_r$  y el nivel mínimo de potencia que asegura una determinada tasa de error BER (potencia de umbral del receptor  $P_{th}$ )

$$FM = P_n - P_{th}$$

La potencia de recepción nominal se obtiene restando a la  $P_t$  en dBm las atenuaciones debidas a filtros y circuladores (branching)  $A_b$ , a cable coaxial o guía de onda  $A_g$ , al espacio libre  $A_o$  y sumando las ganancias de antena  $G_a$ .

Matemáticamente tenemos:

$$P_n = P_t - A_{b1} - A_{g1} + G_{a1} - A_o + G_{a2} - A_{g2} - A_{b2}$$

Los valores de atenuación por filtros son cercanos a 0,2 dB dentro de la banda de paso. Los circuladores producen una atenuación en el sentido directo cercano a 0,2 dB. Por eso el valor de  $A_b$  depende del número de componentes en el circulador.

La atenuación del cable coaxial o guía de onda se expresa en dB/100 m de longitud y es una función directa de la frecuencia de trabajo. La ganancia de la antena se expresa en la dirección de máxima directividad y es función directa de la frecuencia.

La potencia umbral del receptor  $P_{th}$  se determina por los umbrales de BER en  $10^{-3}$  y  $10^{-6}$ . Como referencia se pueden indicar el cuadro 3-01.

CUADRO 3-01 POTENCIA UMBRAL DEL RECEPTOR

SISTEMA	$P_t$	$P_{th3}$	$P_{th6}$	FRECUENCIA
	dBm	dbm	dbm	GHz
34 Mb/s 4PSK	25	-83	-79	7/8
140 Mb/s 16QAM	28	-75	-71	6 alta
140 Mb/s 64QAM	28	-71	-67	6 baja

Los valores de  $P_{th3}$  se asocia con los BER =  $10^{-3}$  y los objetivos de indisponibilidad (US) y calidad inaceptable (SES), mientras que el  $P_{th6}$  para BER =  $10^{-6}$  se asocia con la calidad degradada (DM)

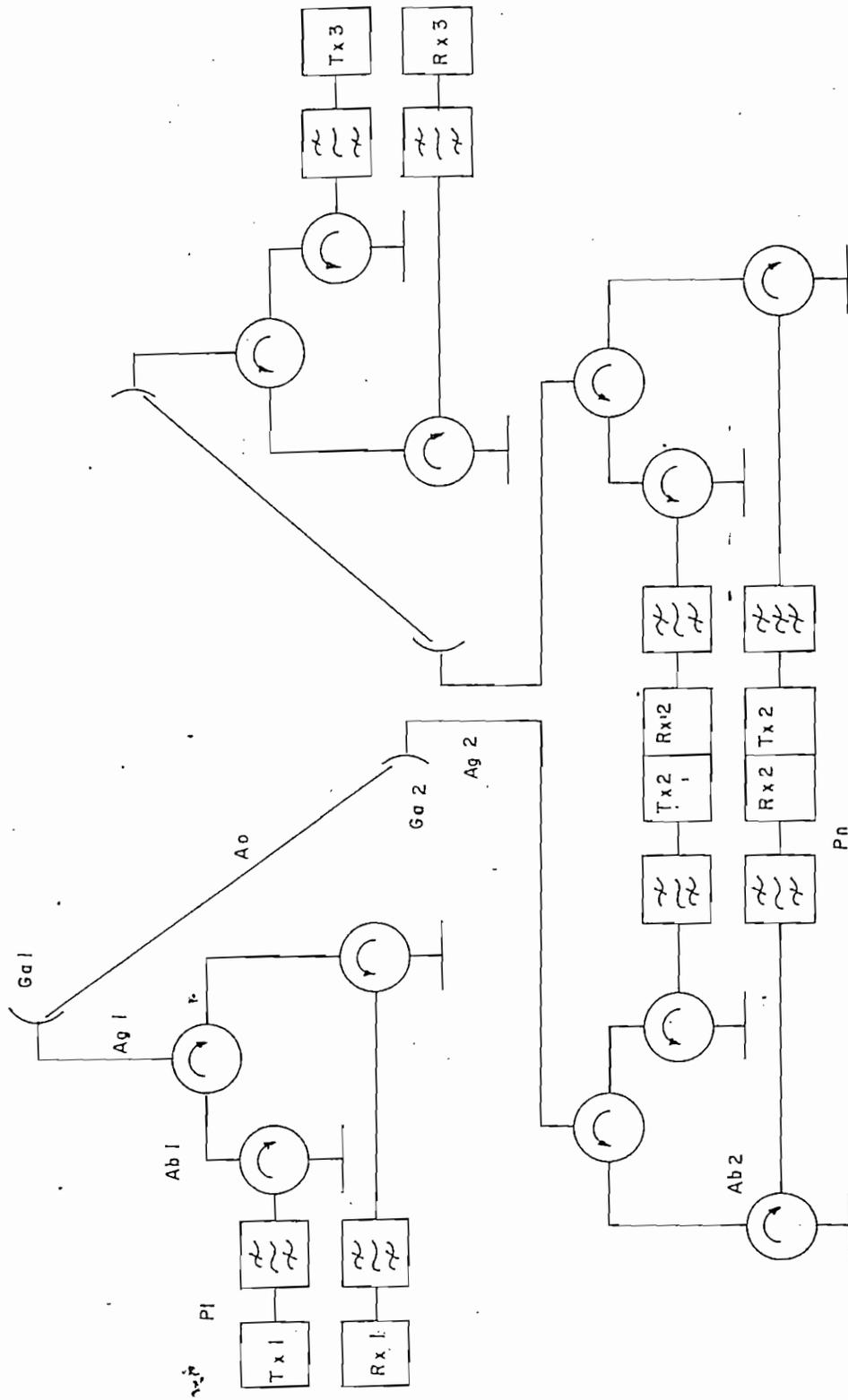


FIG. Nº 3-08 DIAGRAMA GENERAL DEL ENLACE RADIOELECTRICO

El margen de desvanecimiento FM se puede ver reducido debido a la presencia de obstáculos.

El CCIR I.136-6 indica la atenuación que introduce un bosque cuando se encuentra cerca de la antena hasta una distancia de 400 m:

$$A = 0,2 \cdot f^{0,3} \cdot L^{0,6}$$

La frecuencia se expresa en MHz (válida hasta 10 GHz) y la longitud L de la arboleda en m. El valor real es función de la densidad de la vegetación, la humedad de las hojas, la presencia de nieve acumulada en el follaje, etc.

Cuando los árboles se encuentran cerca de la antena la onda se propaga en su interior y sufre una atenuación por absorción. En cambio, si los árboles se encuentran lejos de la antena se comporta como un obstáculo del tipo filo de cuchillo y produce difracción.

#### 3.1.4 EFECTO DE LA REFRACCION SOBRE LA PROPAGACION

Consideramos en este numeral, el índice de refracción atmosférico, el coíndice de refracción y módulo de refracción, gradiente del índice de refracción, radio ficticio de la Tierra, propagación normal o estándar, ecuación del enlace.

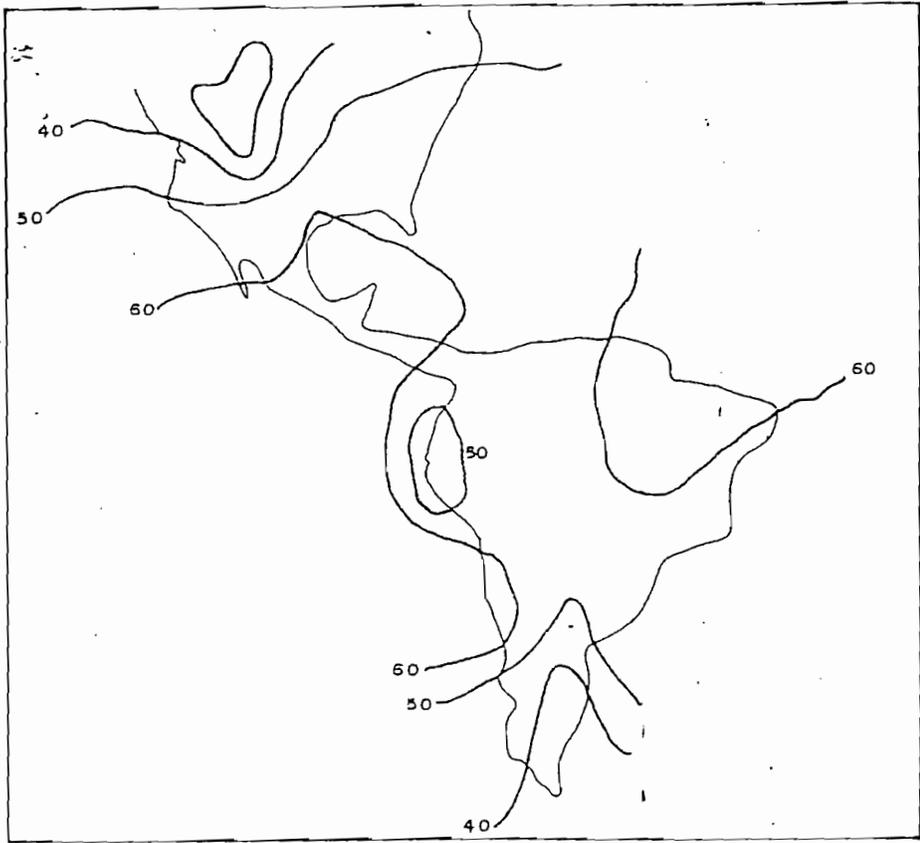
##### 3.1.4.1 Índice de refracción atmosférico

El CCIR Rc.369-3 y Rc.453-1 define la atmósfera de referencia para la refracción.

La variación del índice de refracción  $n$  es una función de la altura sobre el nivel del mar, de las condiciones atmosféricas y de la época del año. Se ha determinado la siguiente ley de variación:

$$n(h) = 1 + a \cdot \exp(-b, h)$$

$a$  y  $b$  son constantes que se determinan por métodos estadísticos y  $h$  es la altura sobre el nivel del mar en km.



VALOR MEDIO DE  $\Delta N / \Delta H$  (MAYO)

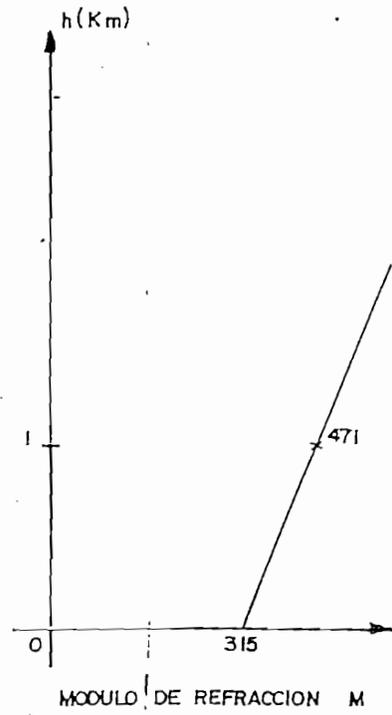
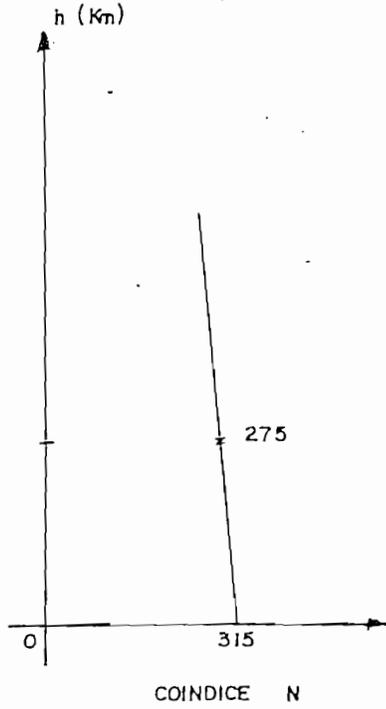
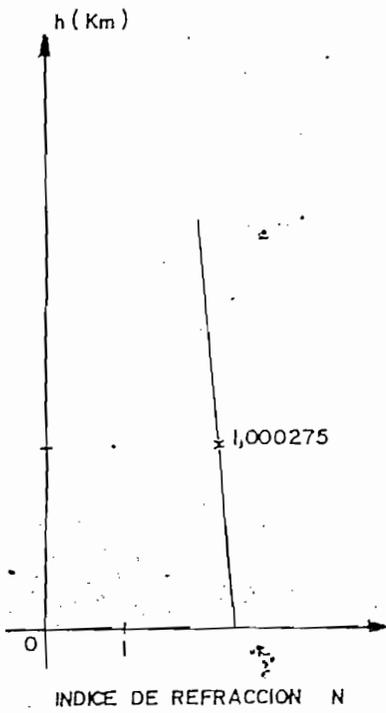


FIG. Nº 3-09 VARIACION DEL INDICE DE REFRACCION ATMOSFERICO

El índice de refracción se define como el cociente entre la velocidad de propagación de la onda radioeléctrica en el vacío y la velocidad a la altura  $h$  en la atmósfera.

Como referencia el CCIR ha determinado los valores:

$$n(h) = 1 + 315 \cdot 10^{-6} \cdot e^{(-0,136 h)}$$

Si al nivel del mar  $h = 0$  km el índice de refracción es de 1,000315.

Como el  $n$  disminuye desde 1,000315 en forma exponencial con el incremento de la altura se dice en una atmósfera normal la derivada del índice respecto de la altura ( $\delta n / \delta h$ ) o gradiente es negativa fig 3-09

#### 3.1.4.2 Coíndice de refracción y módulo de refracción

Como el valor de  $n$  es cercano a la unidad se define el coíndice de refracción  $N$  como:

$$N = (n - 1) \cdot 10^6$$

es decir, para  $n = 1,000315$  el  $N = 315$ , lo cual resulta en un valor más cómodo. En la figura 3-09 se ve un ejemplo.

El  $N$  es una función climática:

$$N = 77,6/T \cdot (P + 4.810 e/T); \quad P = 216,7 \cdot e/T$$

$P$  es la presión atmosférica en milibares,  $e$  es la presión del valor de agua en mb y  $T$  la temperatura en grados Kelvin. La relación  $e/T$  da lugar a la concentración del vapor de agua  $p$  en g/m<sup>3</sup>.

Muchas veces se define el módulo de refracción  $M$  como el exceso del índice modificado con relación a la unidad:

$$M = (n + h/R_o - 1) \cdot 10^6$$

donde  $(n + h/R_o)$  se denomina índice de refracción modificado y está determinado por la altura  $h$  y el radio de la Tierra  $R_o = 6.370$  km

Si  $h$  corresponde al nivel del mar, el valor  $M$  corresponde a  $N$ , es decir:

$$M = N + h/R_o \cdot 10^6$$

Observese que el valor de  $M$  se incrementa con la altitud.

Como el índice de refracción  $n$  disminuye con la altura se tiene que la onda radioeléctrica se curva hacia abajo debido a la Ley de Snell. Es importante el valor del gradiente entre el índice y la altura cercano a la superficie de la Tierra.

### 3.1.4.3 Gradiente del índice de refracción

Gradiente normal del índice de refracción se define como el valor medio del gradiente en los primeros 1.000 m de altura para zonas templadas. El mismo que corresponde a  $N(h)$ :

$$h = 0 \text{ km} \quad n(0) = 1,000315 \quad N(0) = 315$$

$$h = 1 \text{ km} \quad n(1) = 1,000275 \quad N(1) = 275$$

$$\delta N / \delta h = -40 \text{ N/km}$$

Una atmósfera se define como subnormal cuando el gradiente supera el umbral de  $-40/\text{km}$  y supernormal si es inferior a  $-40/\text{km}$ . Como se trata de un valor normal el 50% del tiempo se está por encima o por debajo de este umbral.

Los valores de  $\delta N / 235h$  dependen del clima, en la figura 3.09 se muestra la información del CCIR para América.

Los factores atmosféricos que intervienen en la propagación son: Convexión, turbulencia, advección, subsidencia, enfriamiento, niebla.

**CONVEXION.** Es una forma de propagación del calor producida por el calentamiento del suelo, lo cual produce una disminución de temperatura con la altura. Se encuentra en tiempo claro y corresponde a una propagación estándar.

**TURBULENCIA.** Es producida por efecto del viento y con condiciones de propagación estándar.

- ADVENSIÓN.** Se trata de un desplazamiento horizontal de masas de aire, debido al intercambio de calor y humedad entre el aire y el suelo. Cuando una masa de aire caliente y seco incide desde la Tierra hacia el mar las capas inferiores se enfrían y se cargan de humedad lo cual crea una capa de inversión del índice de refracción.
- SUBSIDENCIA.** Se trata de un desplazamiento vertical de aire a alta presión, lo cual genera una capa de inversión del índice de refracción. Dicha capa se denomina CONDUCTO y produce una propagación de múltiples trayectorias.
- ENFRIAMIENTO.** Es producido durante la noche por irradiación de la Tierra, lo que introduce una inversión del gradiente de temperatura.
- NEBLA.** Produce una variación en el gradiente del índice de refracción. Si existe una inversión en el gradiente de temperatura la presión del vapor aumenta con la altura y se produce una propagación sub-estándar.

La propagación estándar es favorecida por la baja presión, la turbulencia y el cielo cubierto. En cambio la propagación no estándar se ve favorecida por la alta presión, la subsidencia y el cielo claro.

Las mejores condiciones de propagación se obtienen con terrenos ondulados (debido a las corrientes verticales de aire), con trayectos oblicuos (debido al cruce de capas atmosféricas en forma transversal, en época invernal y por la noche.

#### 3.1.4.4 Radio ficticio de la Tierra.

Como la onda radioeléctrica se curva hacia abajo en una atmósfera normal, se define el factor de radio ficticio de la Tierra  $K$  que permite asumir a la onda en una propagación rectilínea y a la Tierra de radio aparente  $R_a$  distinto al radio real  $R_o=6.370$  m

$$R_a = K \cdot R_o$$

La curvatura del rayo en la atmósfera se relaciona con el gradiente del índice mediante:

$$1/\sigma = - \delta n / \delta h$$

con  $\sigma$  de curvatura del rayo. La curvatura de la Tierra respecto de la curvatura del rayo es:

$$1/R_o - 1/\sigma = 1/K \cdot R_o$$

Por lo tanto, el valor de K se relaciona con el coíndice de la siguiente manera de acuerdo con el CCIR I.718-2:

$$K = (1 + R_o \cdot \delta n / \delta h)^{-1} = (1 + 0,00637 \cdot \delta N / \delta h)^{-1}$$

Se dice que el horizonte de la Tierra se levanta cuando K es inferior al valor promedio.

Para  $\delta N / \delta h = -40/\text{km}$  el valor de K es de 1,34 (conocido como 4/3); esto corresponde a un radio aparente de la Tierra de 8.500 km.

La curvatura del rayo depende del gradiente y los cambios de éste pueden producir conductos y propagación por caminos múltiples o desenfoque de las antenas. Además puede producirse atenuación por obstrucción.

#### 3.1.4.5 Propagación normal o Standard

En la propagación por el espacio libre la energía se dispersa en dos direcciones ortogonales respecto al sentido de propagación. Por ello la atenuación del espacio libre es función cuadrática de la distancia.

Según CCIR I.718-2 en el caso de altos valores de gradiente del índice se produce una reflexión en un conducto atmosférico y la atenuación es menor o pudiendo llegar a ser proporcional a la primera potencia de la distancia.

La propagación normal es favorecida por la baja presión creada por turbulencias y el cielo cubierto. Generalmente provocadas en terreno rugoso o montañoso.

\* El valor de  $K = 4/3$  corresponde a una región de clima tropical templado. En regiones árticas el valor estándar corresponde a 1,2 mientras que en el trópico se incrementa a 1,5. Esta conclusión puede obtenerse de los valores presentados en la figura 3-09.

El valor estándar de  $K$  se debe completar con el valor de  $K$  para el peor caso. En CCIR I.385-5 (figura 3-10) se indica el comportamiento de  $K$  en un clima tropical templado en función de la longitud del enlace para una atmósfera subnormal en el 99,9 % del tiempo.

En la figura 3-10 se observa el valor de  $K$  y el perfil del terreno.

Se puede determinar el valor de la curvatura de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$C = 4/51 \cdot d_1 \cdot d_2 / K$$

$C$  es la curvatura expresada en metros y las distancias  $d_1$  y  $d_2$  en km.

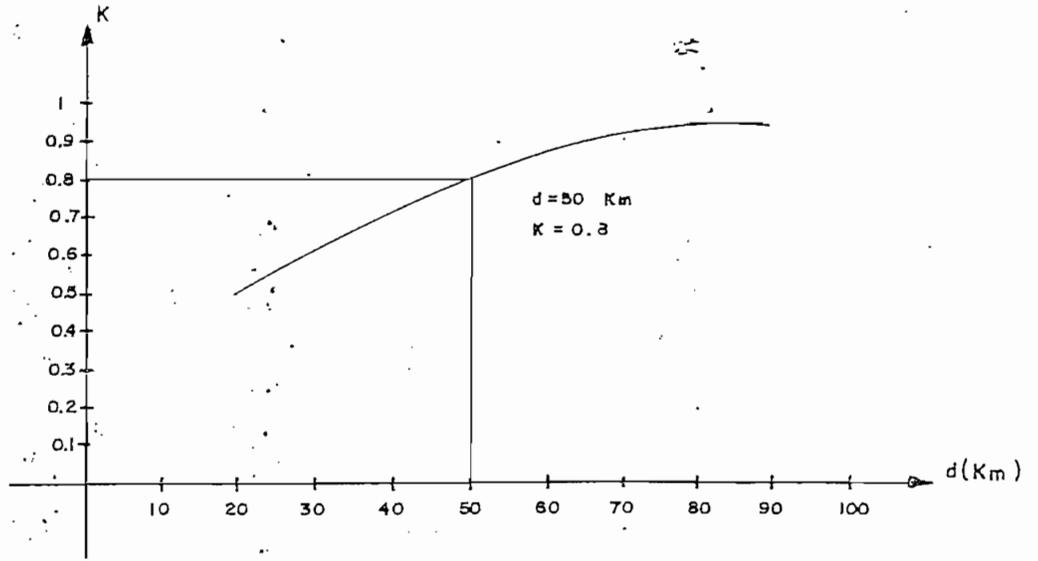
#### 3.1.4.6 Ecuación del enlace

\* En la figura 3-11 se indican los elementos involucrados en la ecuación del terreno.

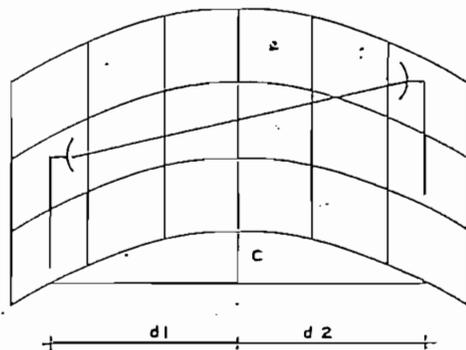
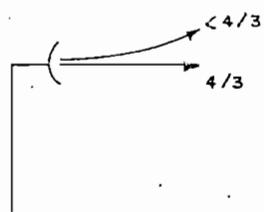
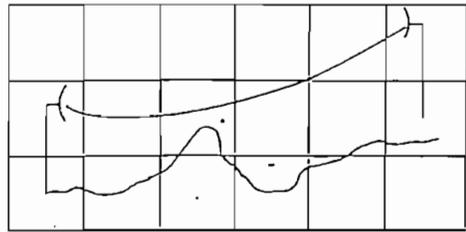
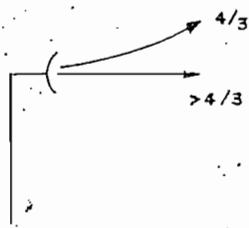
$H_1 = H_a + h_a$  altura del terreno sobre el nivel del mar (SNM) más la altura de la antena en la estación A.

$H_2 = H_b + h_b$  altura del terreno SNM más la altura de la antena en la estación B.

\*  $H_3 = C + H + D$  altura por donde pasa el rayo en el obstáculo (curvatura del terreno más la altura del obstáculo SNM más un despejamiento adicional por difracción)

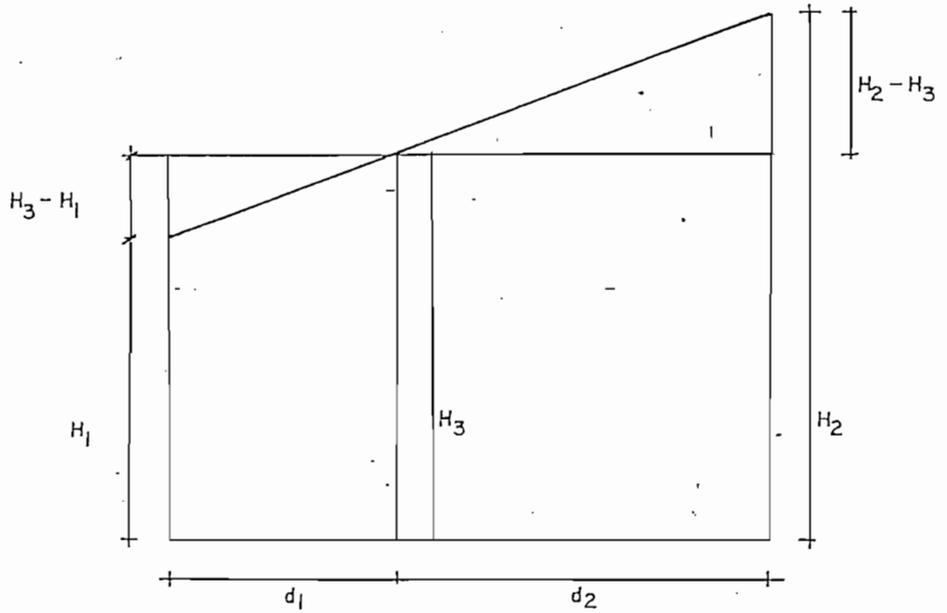
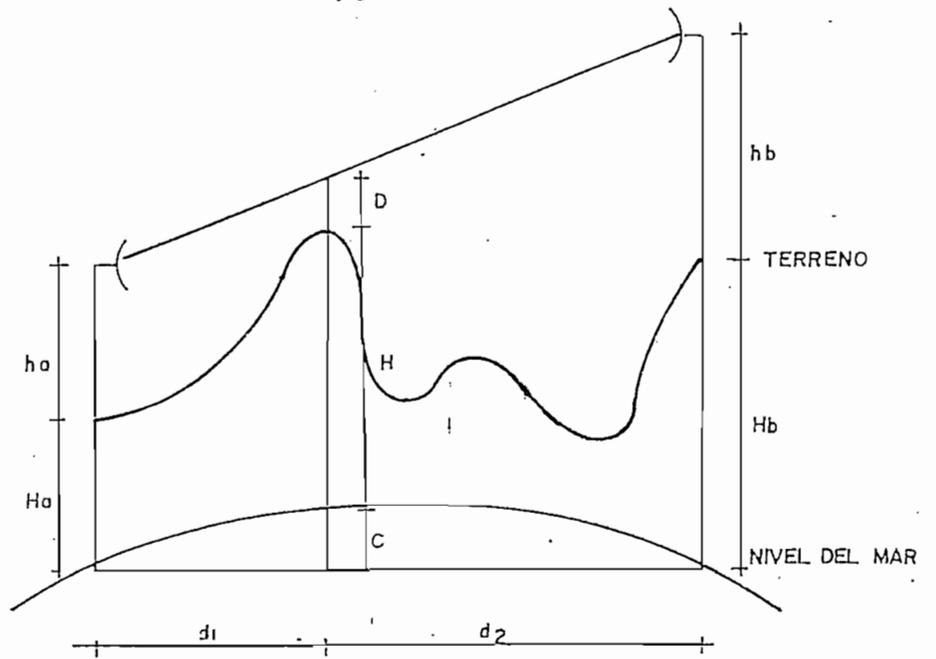


a) VALOR K EXCEDIDO EL 99.9% DEL TIEMPO



b) PERFIL DEL TERRENO

FIG. N° 3-10 VALOR K Y PERFIL DEL TERRENO



$$H_1 = H_a + h_a$$

$$H_2 = H_b + h_b$$

$$H_3 = C + H + D$$

FIG. N<sup>o</sup> 3-II RELACION ENTRE COMPONENTES DEL ENLACE

$d_1$  y  $d_2$  longitudes desde las estaciones A y B hasta el obstáculo.

Estableciendo una relación de proporcionalidad tenemos:

$$(H_3 - H_1) / d_1 = (H_2 - H_3) / d_2$$

### 3.1.5 EFECTOS DE LA DIFRACCION SOBRE LA PROPAGACION

De acuerdo con el principio de Huggens cada elemento del frente de onda produce un frente secundario; es decir que, a la antena receptora llega la señal desde cada punto del frente de onda (señal difractada); existen entonces infinitos caminos que unen las antenas.

Como los rayos así difractados recorren un camino más extenso llegan con un cierto retardo que puede producir una interferencia aditiva o sustractiva de acuerdo con la fase relativa.

El efecto queda determinado por una familia de elipsoides de Fresnell con focos en las antenas. En la figura 3-12 se observa un elipsoide genérica correspondiente a dicha familia.

#### 3.1.5.1 Zonas de Fresnel

Zonas de Fresnel son las coronas circulares concéntricas determinados por los rayos difractados que se suman en fase y en contrafase en forma alternada. Dentro del elipsoide de revolución la primer zona de Fresnel se caracteriza por el radio  $F_1$  ubicado a una determinada distancia de la antena.

En CCIR I.715-2 se indica la relación entre los distintos elementos que interviene:

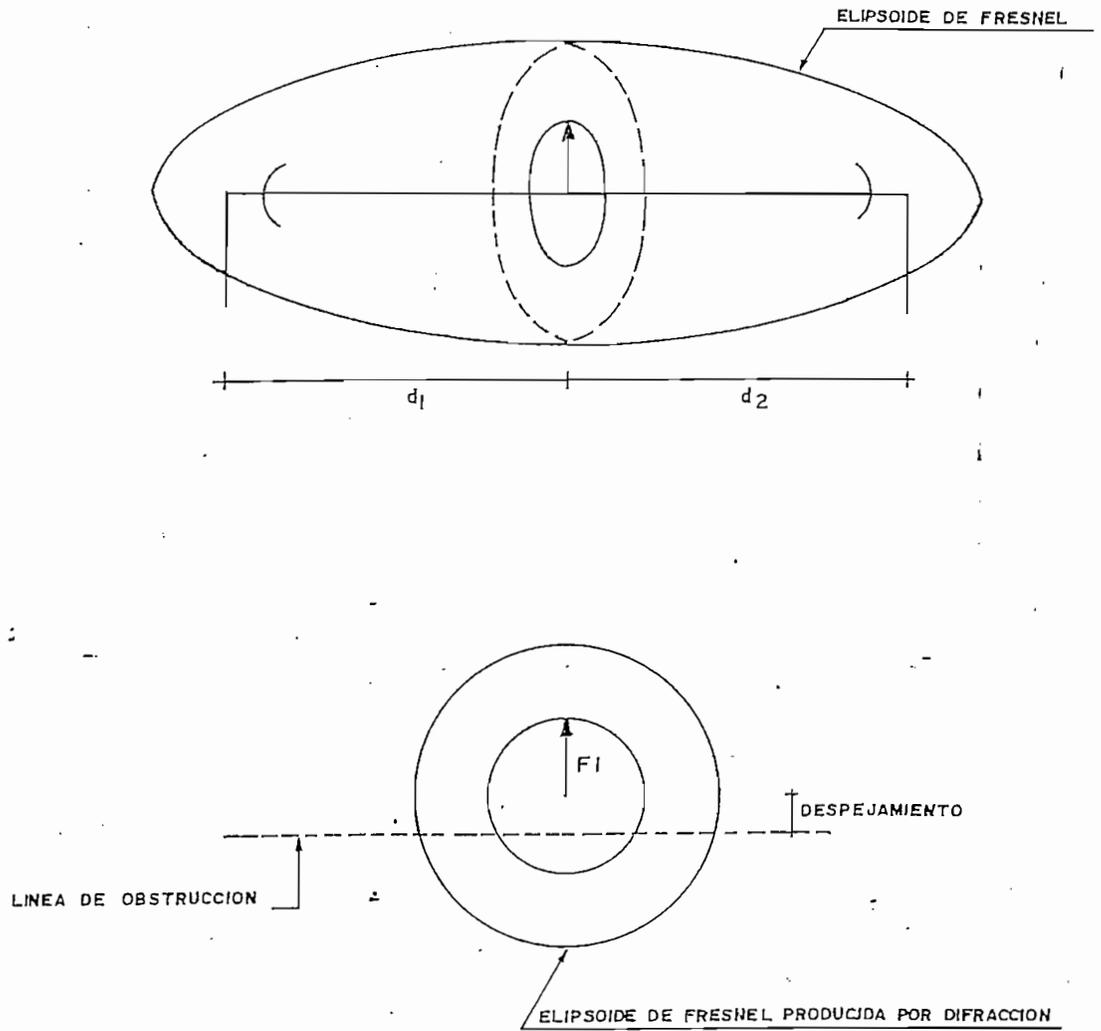


FIG. N<sup>o</sup> 3-12 $\frac{1}{2}$  ZONAS DE FRESNEL

$$F_N = 550 [ N \cdot d_1 \cdot d_2 / f \cdot (d_1 + d_2) ]^{1/2}$$

$d_1$  y  $d_2$  distancias desde las antenas en km,  $f$  frecuencia en MHz y  $N$  número de elipsoides. El valor de  $F_N$  está dado en metros

Las zonas pares ( $N = 2, 4,$  etc) tienen una contribución sustractiva de potencia pues el rayo directo y el difractado se suman en contrafase y las zonas impares tiene una contribución aditiva.

La potencia de recepción es la suma de todas las contribuciones; las amplitudes de estas contribuciones disminuyen en la medida que se incrementa el orden  $N$ .

Las zonas de Fresnel aportan una intensidad de campo proporcional a la superficie de la zona y a un factor de oblicuidad. A causa de este factor el aporte de cada zona disminuye con el orden de la zona. En conjunto el aporte combinado desde la zona 2 en adelante es solo la mitad del aporte de la primera zona.

El principio de Huggens es una interpretación teórica que responde a un efecto determinado de las leyes de Maxwell con las condiciones de contorno correspondientes a la presencia de un obstáculo. El resultado es como si ocurriera dicho principio.

El despejamiento  $D$  indicado en la figura 3-11 define a la separación entre el obstáculo y el rayo directo entre antenas. Es natural que el valor de  $D$  sea finito y por lo tanto que produzca una obstrucción de alguna parte de las zonas de Fresnel.

### 3.1.5.2 Efecto de la obstrucción

En la figura 3-13 se indica la atenuación introducida por el obstáculo en función de la relación entre el despejamiento y el primer radio de Fresnel  $D/F_1$ , expresados en la misma unidad (K. Bullington, 1947).

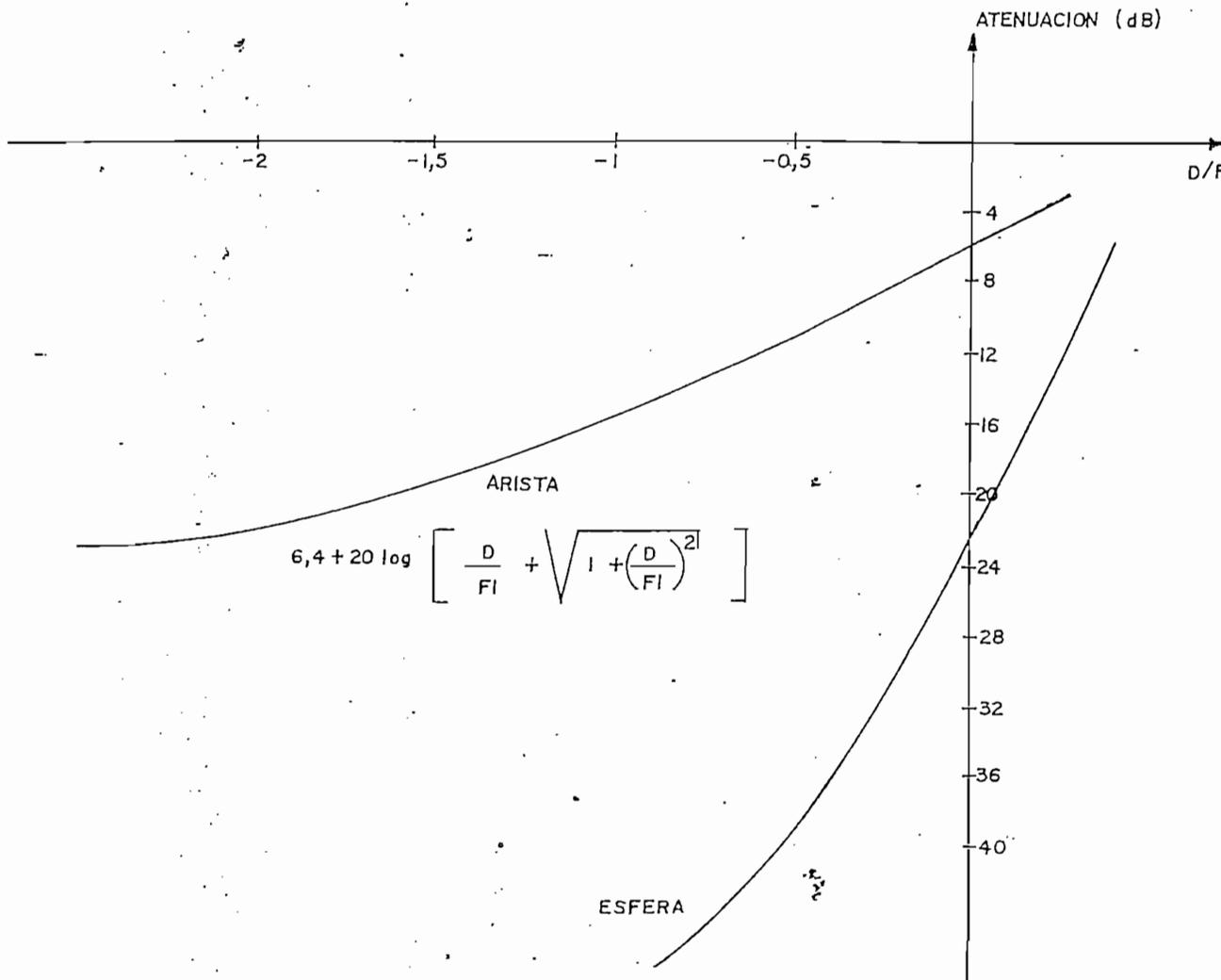
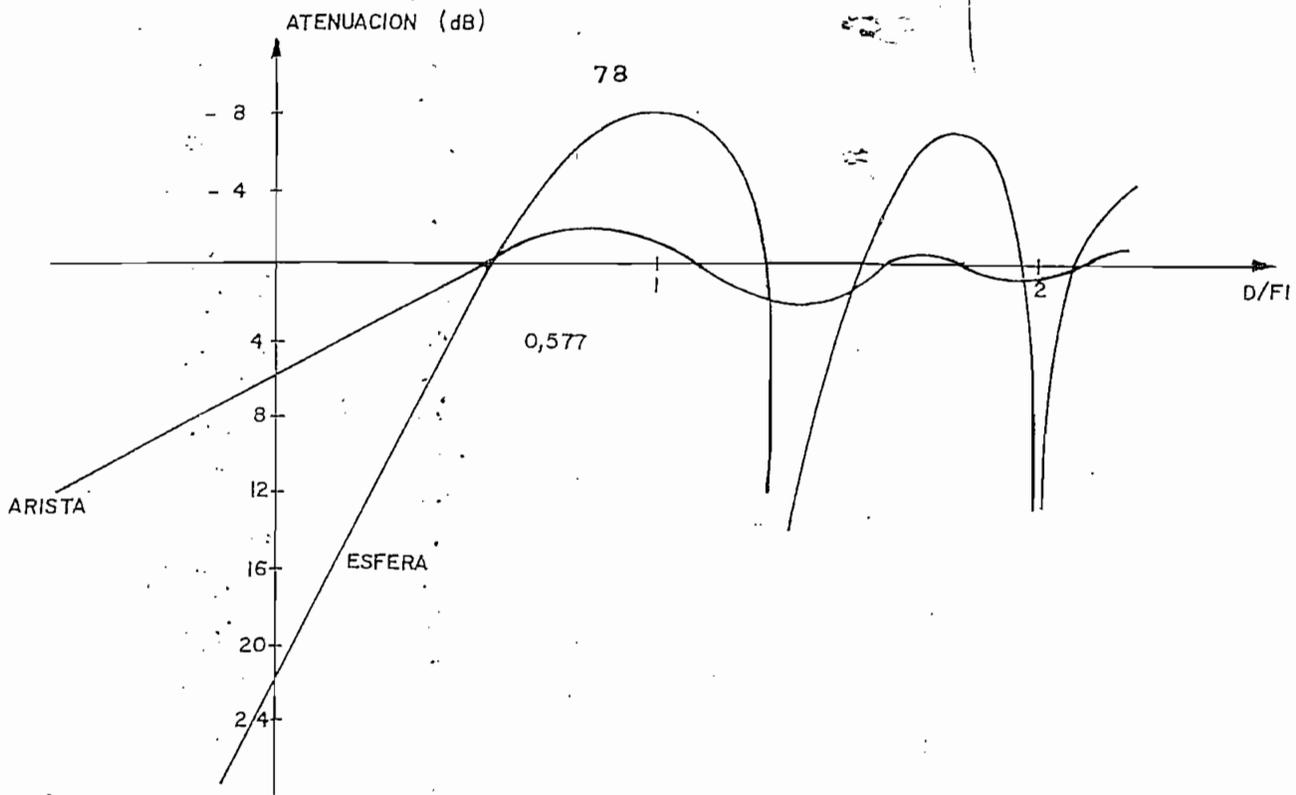


FIG. Nº 3-13 DIFRACCION POR ARISTA Y ESFERA HOMOGENEA

El valor indicado en la figura es válido cuando se trata de una atmósfera estandar. Cuando el valor de K es inferior  $4/3$  el rayo se curva hacia la Tierra y la obstrucción aumenta.

Un horizonte representado por una esfera homogénea produce mayor atenuación por difracción que una arista.

La expresión para la arista se aproxima, para valores de  $D/f_1$  inferiores a  $-1$ , mediante:

$$A_t = 6,4 \text{ dB} + 20 \log \left\{ D/f_1 + \left[ 1 + (D/f_1)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

En CCIR I.338-5 se indica el valor intermedio para un obstáculo promedio:

$$A_t = 10 - 20 \cdot D/f_1$$

cuando el valor de  $D/f_1$  es inferior a  $-0,5$ .

Cuando el valor de  $D/f_1$  es positivo, es decir cuando el rayo pasa sobre el obstáculo se producen zonas de ganancia y atenuación sucesivas. Las mismas corresponden a obstaculizar las zonas pares e impares respectivamente.

El valor de  $D/f_1$  cercano a  $0,6$  es interesante. En este valor se compensa la atenuación producida sobre las zonas pares con las impares y el nivel de recepción es equivalente al obtenido en el espacio libre de obstáculos.

En otras palabras, si se dispone de un despejamiento equivalente a  $D = 0,6 F_1$  se puede aplicar la teoría desarrollada en la ECUACION DEL ENLACE. este valor se denomina criterio de planificación o criterio de despejamiento.



Algunas compañías comerciales proponen criterios semejantes de planificación. La Siemens Telecomunicazioni SpA se refiere a la condición más desfavorable entre las siguientes posibilidades para las bandas de frecuencias:

Enlaces en UHF hasta 1.000 MHz

$D = 0,1 F_1$  y  $C$  para  $K = 0,66$

Considerar atenuación por obstáculos para  $K = 4/3$

Enlaces entre 1.500 y 2.000 MHz

$D = 0,6 F_1$  y  $C$  para  $K = 4/3$

$D = 0,3 F_1$  y  $C$  para  $K = 0,66$

Enlaces superiores a 2.000 MHz

$D = 0,6 F_1$  y  $C$  para  $K = 0,66$

$D = 1 F_1$  y  $C$  para  $K = 4/3$

$D = 0,6 F_1$  y  $C$  para  $K = 4/3$

Desde el punto de vista de la figura 3-13 los criterios indican que se adopta un despejamiento de  $0,6 F_1$  (caracterizado por una atenuación igual a la del espacio libre) durante el 99,9% del tiempo cuando  $K = 0,8$  en 50 km de longitud (figura 3-10).

En cambio se puede indicar un despejamiento igual al radio de Fresnel ( $D = 1 F_1$ ) caracterizado por una ganancia de potencia durante el 50% del tiempo ( $K = 4/3$ ).

En otras palabras, no tiene sentido un criterio que se indique  $D = 0 F_1$  y  $K = 4/3$  ya que implica una atenuación adicional sobre el cálculo en el espacio libre durante el 50% del tiempo.

### 3.1.7 ANALISIS DE ENLACE DE COMUNICACIONES DIGITALES POR SATELITE.

Aunque el análisis, expresado en este apartado está fuera del alcance de esta tesis, he creído conveniente expresarlo, ya que puede servir como dato de consulta.

El objetivo de un análisis de enlace de un sistema de comunicaciones es lograr un desempeño especificado (BER) para la velocidad requerida. Existe una relación única entre la proporción energía por bitio/densidad de ruido ( $E_b/N_0$ ) y la BER determinada por las características de un CODEC. La relación entre la proporción portadora/ruido (C/N) requerida y la  $E_b/N_0$  puede representarse de la siguiente manera:

$$C/N = E_b/N_0 + 10 \log R + M - 10 \log B$$

R: velocidad de los bitios de información

B: El ancho de banda ocupado por la portadora (Ancho de banda de ruido)

M: Margen de implantación del sistema requerido para las pérdidas.

El ancho de banda requerido para una portadora digital se obtiene por:

$$B = R \times BT \times 1 / (\text{relación FEC}) \times 1 / N$$

BT factor de ancho de banda, que depende de las características del módem (nominalmente considerado como 1,2); El factor N depende del tipo de modulación (N = 1 para BPSK, y N = 2 para QPSK).

C/N en general se ve afectada por el ruido térmico del enlace ascendente, el ruido de intermodulación del transponder, el ruido térmico del enlace descendente, ruido de interferencia (enlace ascendente, descendente; dentro del sistema y entre sistemas, incluido el terrestre)

Por lo tanto, sería la suma geométrica de la C/N del enlace ascendente, la C/N del descendente, la C/IM, y la C/I del enlace ascendente y del descendente debido a la interferencia:

$$[C/N]^{-1} = [(C/N)_u]^{-1} + [(C/N)_d]^{-1} + [(C/IM)]^{-1} + [(C/I)_u]^{-1} \\ + [(C/I)_d]^{-1}$$

$$(C/N)_u = (p.i.r.e)_{c/s} + (G/T)_{s/c} - k - LL_u - PL_u - 10 \log B$$

$$(C/N)_d = (p.i.r.e)_{s/c} + (G/T)_{c/s} - k - LL_d - PL_d - 10 \log B$$

p.i.r.e	=	potencia isotrópica radiada efectiva
G/T	=	coeficiente de calidad de la antena de recepción (relación ganancia-temperatura de ruido)
k	=	constante de Boltzmann
LL	=	pérdida del trayecto
PL	=	pérdida de apuntamiento de la antena de la estación terrena

Se puede demostrar que:

$$(p.i.r.e)_{c/s} = \Phi_{s/c} - G_{RA} - BO_1 + LL_u - PL_u$$

$\Phi_{s/c}$	=	Densidad de flujo saturado del satélite
$BO_1$	=	Reducción de potencia de entrada total para el transponder
$G_{RA}$	=	Ganancia de referencia para una antena de 1 m <sup>2</sup> (37db en banda C, y 44,4 db en banda K <sub>u</sub> )

Los subíndices e/s y s/c indican la estación terrena y el satélite respectivamente, " u y d " el enlace ascendente y el descendente, respectivamente.

### 3.2 ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS TECNICAS

La penetración de técnicas digitales en la red analógica existente es lenta. Los circuitos de transmisión de la red telefónica existente puede dividirse en tres categorías:

RED DE ABONADO.

Es la red entre el aparato del abonado y la etapa del abonado.

**RED TRONCAL URBANA.**

Es la red que conecta centrales locales, dentro de la misma área local, tanto directamente como vías centrales tándem, y la red que conecta centrales locales con su central primaria.

**RED TRONCAL INTERURBANA.**

Es la red de larga distancia en los niveles primario y superiores, que conectan las diferentes áreas locales entre sí.

La red de abonados es muy diversa a causa de la gran cantidad de equipo implicado de diferente tecnología y es deseable que sea para todos los abonados, etc. En la red troncal interurbana, los sistemas de portadora serán competitivos durante mucho tiempo. En la red troncal urbana, los sistemas digitales ya han tenido éxito; ésto es especialmente cierto en áreas urbanas, mientras que los desarrollos en las áreas rurales, en la mayoría de los países, han ocurrido a menor velocidad.

Desde el punto de vista técnico, en la red digital podemos establecer las siguientes alternativas de sistemas de transmisión por: cable PCM, fibra óptica, vía satélite, radio enlaces.

**3.2.1 SISTEMAS DE TRANSMISION POR CABLE PCM**

Usando el principio PCM, se arman los sistemas de transmisión con PCM, consistentes en un transmisor, una línea de transmisión y un receptor. Para establecer una conexión dúplex, cada sistema PCM requiere un transmisor/receptor en cada terminal y una línea de transmisión de cuatro alambres entre ellos. La línea de transmisión se equipa con repetidores regenerativos espaciados uniformemente, que regeneran los bits entrantes y transmiten una corriente de bits frescos. Con el fin de aumentar la capacidad los sistemas PCM usan multiplex por división de tiempo (TDM).

Los motivos para usar la transmisión PCM en la red telefónica, pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Calidad de transmisión casi independiente de la distancia.

Una característica de la señal digital es su inmunidad a la interferencia. Las señales digitales pueden regenerarse en puntos intermedios a lo largo de la línea de transmisión sin pérdida de calidad. En cambio con las señales analógicas no solo que la señal, sino que también el ruido se amplifican en los puntos de amplificación intermedia.

2. Múltiplex por división de tiempo.

El principio de TDM permite un aumento de la capacidad en los pares de cable originalmente usados para los canales telefónicos simples.

3. Economía para ciertos enlaces.

En ciertas aplicaciones especialmente en la red troncal urbana, la transmisión con PCM ha demostrado por si misma ser competitiva con cualquier otro método. El intervalo de distancia óptima depende mucho de factores locales tales como densidad de abonados, la topografía, etc, en consecuencia varía ampliamente.

4. Economía en combinación con la conmutación digital.

El alto costo de los sistemas PCM están en el equipo terminal. La introducción de la conmutación digital se efectúa directamente sobre la corriente de bits digitales, sin ser necesario la costosa conversión analógica/digital, reduciendo los costos.

5. Tecnología de circuitos integrados (IC).

Los desarrollos en la tecnología de los circuitos integrados apuntan a costos favorables y un alto grado de confiabilidad.

## 6. Integración de servicio

Como medio digital, un enlace con PCM puede transmitir no solo conversación sino datos, télex, información visual codificada, etc.

## 7. Nuevos medios de transmisión.

Los futuros medios de transmisión de banda amplia, tales como las guías de onda y las fibras ópticas son más adecuadas para la transmisión digital que para la analógica.

### 3.2.2 SISTEMAS DE TRANSMISION POR FIBRA OPTICA

Uno de los descubrimientos más importantes, para obtener medios más eficientes y económicos de comunicación es la fibra óptica. Su introducción ha abierto una nueva era en el mundo de las comunicaciones, siendo factible ahora, un sinnúmero de nuevas posibilidades.

El cable de fibra óptica tiene muchas ventajas en comparación con el cable convencional; de un cable de fibra óptica de pequeño diámetro se puede obtener alta eficiencia de espacio. La facilidad en el cableado de pares múltiples le da la característica de inmunidad al ruido y de baja diafonía. Por ser liviano, y de alta flexibilidad, la instalación del cable se hace con mucha facilidad. Se puede instalar en gran distancia sin necesidad de repetidoras, además tiene una gran capacidad de la línea de transmisión por banda ancha. Todas las cualidad mencionadas hacen posible la aplicación del sistema de fibra óptica en muchos campos de comunicaciones.

### 3.2.3 SISTEMAS DE TRANSMISION VIA SATELITE

Analicemos en primer lugar las características propias de los sistemas de satélites, indicando algunas de las posibilidades de utilización ofrecidas por dichos sistemas.

### 3.2.3.1 Características de los sistemas de satélites

Los satélites son relés activos que envían las señales recibidas después de amplificarlas y cambiar de frecuencias.

Los satélites utilizados son de dos clases:

1. Satélite no geoestacionario
2. Satélite geoestacionario; cuyo movimiento relativo con respecto a la tierra es nulo.

Por regla general, los satélites utilizados en telecomunicaciones pertenecen a satélites geoestacionarios.

El satélite geoestacionario, se halla ubicado en una órbita ecuatorial a 36.000 Kms de altura aproximadamente.

Dicha posición lleva consigo las siguientes ventajas:

- a) La principal ventaja del satélite en órbita geoestacionaria es que puede "ver" o iluminar la totalidad de un país o región y transportar la señal de un punto a otros muchos. Para propósitos prácticos, dos puntos de la superficie terrestre visibles desde el satélite son equidistantes y el costo para establecer comunicaciones entre ellos no depende de la distancia que los separa.
- b) En cualquier momento y con una facilidad que no pueden igualar los sistemas terrestres de telecomunicaciones, pueden enlazarse con el mismo satélite las estaciones que se requieran para atender la inevitable expansión del tráfico o para contribuir a la solución de problemas como los que resultan por catástrofes o desarrollos industriales, mineros, o eventos deportivos, etc.
- c) Gracias al progreso de la técnica se ha podido conseguir capacidades muy grandes y de gran alcance; para ello, ha sido necesario estudiar detenidamente las técnicas de

acceso.

- d) Las posibilidades de utilización son muy flexibles, pudiéndose adaptar a la evolución o a una nueva configuración del sistema.
- e) Las características de propagación permite atenuar las perturbaciones producidas por la atmósfera y los obstáculos, con lo cual se obtiene un servicio muy estable.
- f) La tendencia en las comunicaciones por satélite es hacia estaciones terrenas pequeñas, localizadas lo más cerca posible al sitio donde se requiere el servicio, o sea, sin emplear costosos enlaces terrestres. Incluso son posibles las estaciones terrenas transportables, que se instalan en pocas horas y se suministran comunicaciones inmediatas de alta calidad para operaciones búsqueda y rescate.

Las operaciones con señales digitales por satélite, crecen a un ritmo lento, sin embargo las ventajas son varias, indiquemos algunas de ellas.

1. La posibilidad de obtener un alto factor de ganancia - mediante la codificación de bajas velocidades LRE (Low Rate Enconding).
2. La interpolación de señal vocal DSI (Digital Speech Interpolation)
3. Aplicaciones al servicio de acceso múltiple por división de tiempo TDMA (Time Division Multiplexion Access) o portadoras de velocidad intermedia IDR (Intermediate Data Rate).

Los servicios digitales de Intelsat son las portadoras de velocidad intermedia IDR (red pública) y los servicios empresariales IBS (Intelsat Business Service), (red privada). Estos servicios requieren de antenas de menor tamaño; permitirán la integración a la Red Digital de Servicios Integrados RDSI y

en muchos casos del acceso del propio usuario al satélite.

En el cuadro 3-02 se indica una tabla de antenas normalizadas por INTELSAT.

CUADRO 3-02 ANTENAS ESTANDAR INTELSAT

TIPO Y ESTAND.	DIAMETRO	BANDA	SERVICIO
	m	GHZ	
GRANDE A	6-32,5	6/4	TF-TV-IDR-IBS
	B 10-13	6/4	"
	C 16-19	14/11	"
INTERMEDIA F3	9-10	6/4	"
	E3 8-10	14/11	"
	F2 7-8	6/4	"
	E2 5-7	14/11	"
PEQUEÑA F1	4,5-5	6/4	TV-IDR-IBS
	E1 3,5	14/11	"
	D1 4,5-5,5	6/4	"
DOMESTICA G	0,6-2,4	6/4	INTELNET
	1,2-11	14/11	"
	Z 0,6-3,2	6/4	DOMESTICO
	0,6-3,2	14/11	"

#### 3.2.4 SISTEMAS DE TRANSMISION POR RADIO ENLACE

Ha sido práctica común para la realización de comunicaciones de alta capacidad el empleo de sistemas de radio enlaces por microondas utilizando la modulación por frecuencia y multiplexaje con división en frecuencia, dado a sus características muy favorables para su propagación y sus posibilidades para la transmisión de muy alta capacidad.

En una red telefónica, siempre existen lugares de gran tráfico y otros lugares con muy poco tráfico, como son las pequeñas ciudades, pueblos, zonas rurales, etc, que por estar generalmente apartados de los grandes centros urbanos, exigen que se tengan mejores servicios de comunicaciones.

Para unir a estos pequeños centros, normalmente se hace uso de

enlaces de pequeña capacidad, que pueden realizarse ya sea por medio de líneas físicas o de radioenlaces.

Durante mucho tiempo se han realizado pequeños radioenlaces, en la banda de VHF o UHF, para unir pequeños centros poblados, pero se tiene el problema de la disponibilidad de canales de radio frecuencia, ya que cada enlace requiere el uso de un par de frecuencias independientes por cada radioenlace telefónico.

Cuando las necesidades de canales se hacen muy pequeñas, especialmente para poblaciones o talvés abonados remotos particulares, este medio puede resultar antieconómico; pero no solo desde el punto de vista de costos, sino también desde el punto de vista de disponibilidad de frecuencia, ya que estas ocuparán los canales de RF, que tal vez los necesitan en servicios más urgentes.

Para satisfacer este tipo de necesidades se han desarrollado sistemas de comunicaciones compartidas, que trabajan bajo la modalidad de canales compartidos.

Se pueden clasificar estos servicios en dos: Radio enlaces multicanal multidireccional en microondas, y servicio de abonados por radio, en las bandas de VHF o UHF. Realicemos una visión general de estos servicios.

#### 3.2.4.1 Radio enlaces multicanal multidireccional por microondas

El sistema consiste en compartir un solo canal de radiofrecuencia multicanal entre un número limitado de centros, con capacidades del orden de 6 a 8 canales cada uno, suficientes como para dar servicio a pequeñas poblaciones, o grandes oficinas.

El servicio se caracteriza por que hace uso de una estación maestra, quien hace de intermediario entre los abonados y los enlaces troncales hacia el exterior, dividiéndose la capacidad mínima de 60 canales entre un número de hasta 8 o 10 estaciones.

Esta división se hace posible gracias a la técnica digital de multiplexaje por división de tiempo, desarrollado gracias a la experiencia obtenida en los sistemas TDMA empleado para las comunicaciones por satélite.

Otra característica del sistema, consiste en que para casos de comunicaciones rurales, en la que el tráfico hacia el exterior es relativamente pequeño, se puede utilizar la parte sobrante de la banda de cualquier radioenlace de microondas existente para su interconexión hacia los centros urbanos, es decir si este servicio va a ser implantado por donde pasa una red de microondas se puede efectuar una interconexión a través de ella sin comprometer su capacidad, con solo agregar un equipo combinador y separador de datos, que es una especie de moduladores demoduladores en las estaciones terminales o repetidoras de microondas existentes.

#### 3.2.4.2 Sistema de radioenlace para abonados

Cuando el número de abonados es muy pequeño, es decir por ejemplo, en el caso de dar servicio con un solo teléfono por localidad, o se tenga que dar servicio a abonados aislados, se hace más crítico aún, la implantación del servicio debido a la disponibilidad de frecuencias.

En estos casos, si se considera de que el tráfico hacia estos abonados pueden ser muy pequeños, se hace posible dar el servicio compartiendo no solo el canal de radiofrecuencia, sino también el mismo canal telefónico entre varios abonados.

Con este objeto, se han desarrollado sistemas, de radio enlaces para abonados en los que se hace uso común de los canales telefónicos y de radiofrecuencia entre un grupo de abonados.

En este sistema, conocido como Sistema RSS (SMD), está formado por una estación base y un número de estaciones de abonados.

La estación base estará compuesta de un número de transmisores receptores de acuerdo al número de abonados y del tráfico de los

mismos; y de un sistema de conmutación con funciones equivalentes al de un concentrador de línea y de central telefónica y de tránsito.

Las estaciones de abonados estarán instaladas en los domicilios de los abonados, con la única limitación de tener línea de vista hacia la antena de la estación base, y estará compuesto por las unidades necesarias para la transmisión y recepción del mensaje, utilizando el canal que en ese momento le asigna la estación base.

La estación base debe instalarse en un lugar con línea de vista a todas las estaciones de abonados, preferentemente en un lugar alto y puede estar separado de la central telefónica, si se le conecta con otro enlace que puede ser físico o por radio.

En la figura 3-14, podemos ilustrar el Sistema RSS para abonados de radio.

En base de este marco teórico, de las consideraciones geográficas, topográficas, socioeconómicos, etc; establecemos las alternativas técnicas de los sistemas de comunicaciones digitales para las provincias de Imbabura y Carchi.

### 3.3. DETERMINACION DE PARAMETROS

En este numeral se analiza y determina los parámetros: modulación, ancho de banda, y un resumen de los puntos entre los cuales se establecen enlaces.

#### 3.3.1 MODULACION

Normalmente se debe emplear un bitio para enviar una información unitaria, y si la transmisión se hace por la vía de radio, se requeriría enviar el número de bitios equivalente al de la información a ser enviada.

Sin embargo, gracias a la facilidad de discriminación del ángulo de fase, en el caso del empleo de modulación por fase, es posible enviar una cantidad mayor de información si se hace una codificación apropiada.

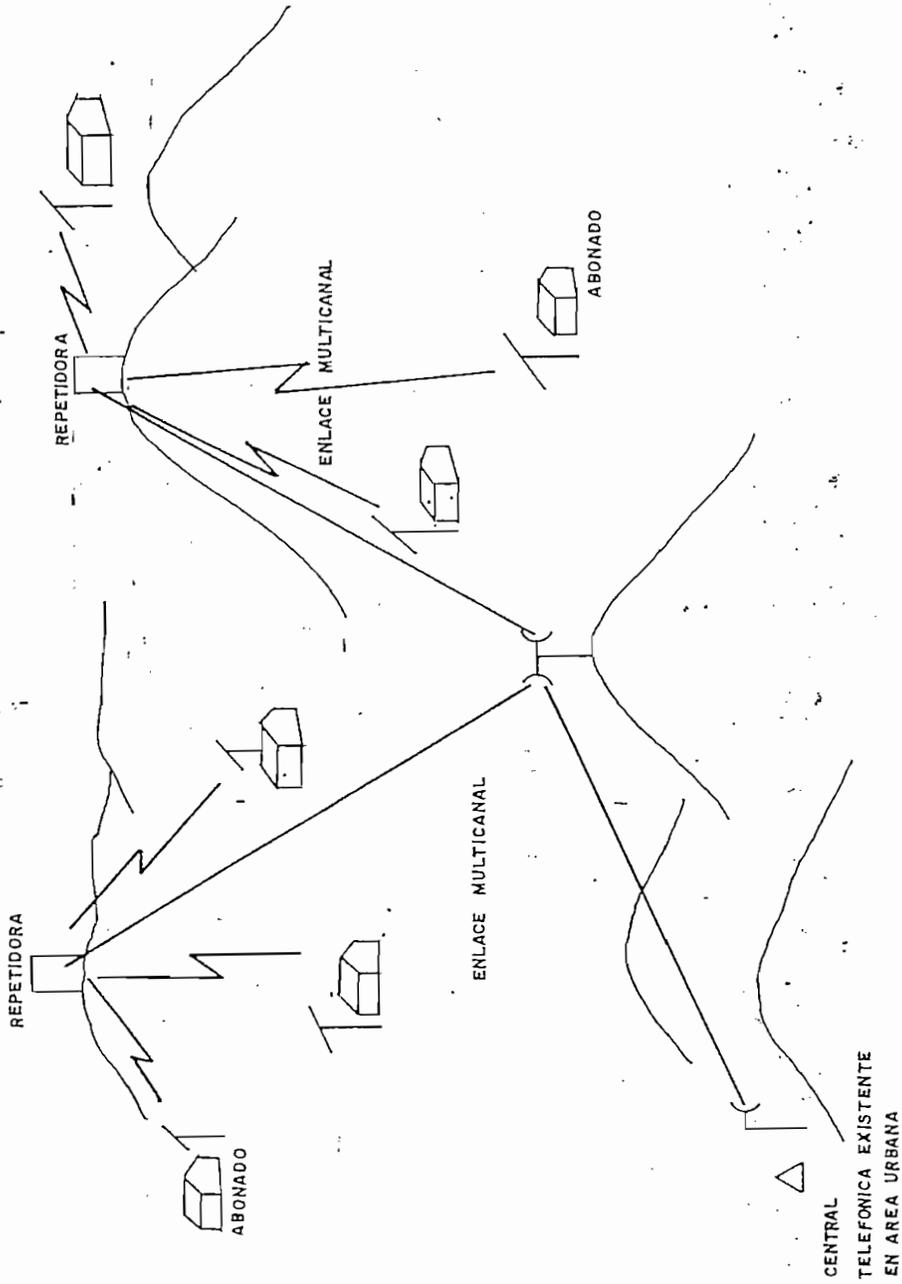
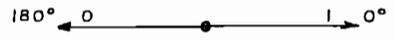
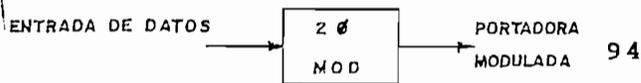
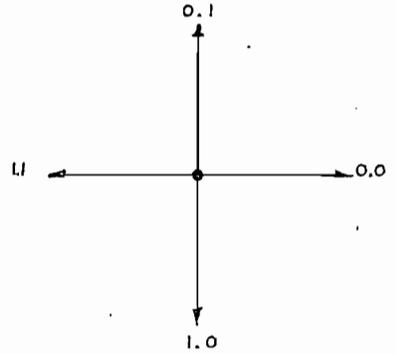
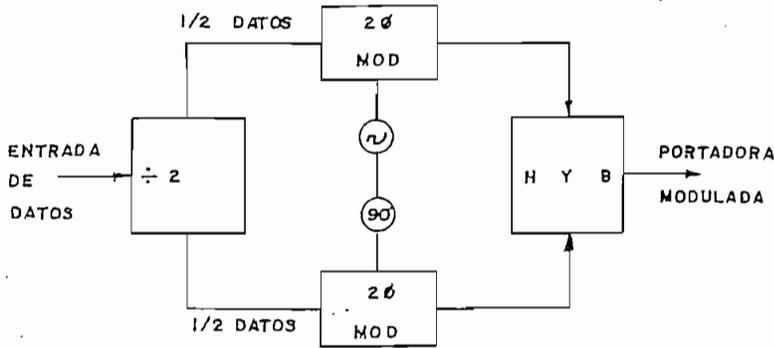


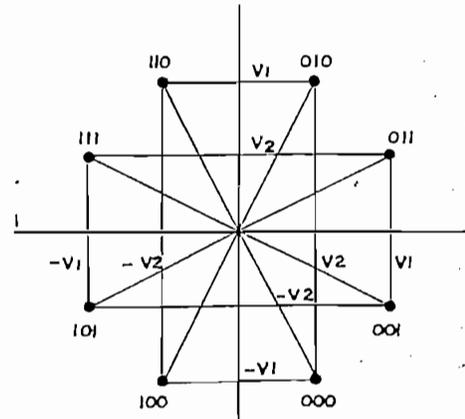
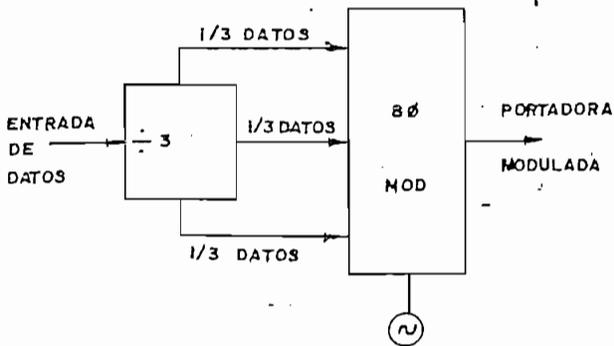
FIG. N° 3-14 SISTEMA DE RADIOENLACE PARA ABONADOS REMOTOS



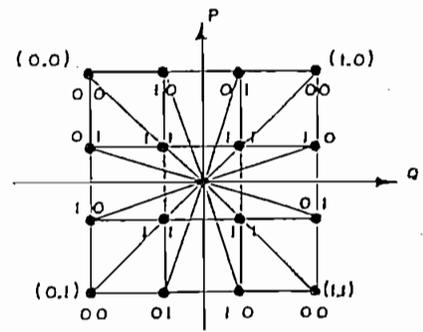
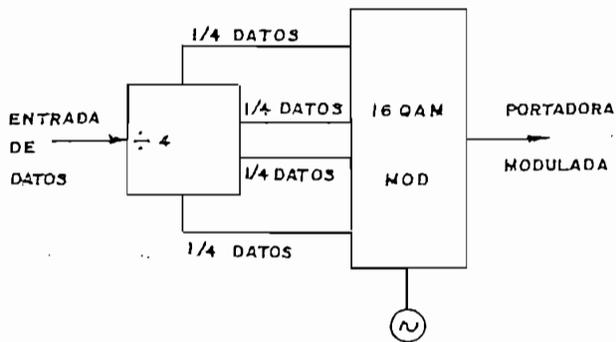
a) MODULACION EN DOS FASES



b) MODULACION EN CUATRO FASES



c) MODULACION EN OCHO FASES



d) MODULACION EN EL SISTEMA 16 QAM

FIG. Nº 3-15 TIPOS DE MODULACION PARA TRANSMISION DIGITAL

Gracias a la tecnología digital, es posible enviar una mayor cantidad de información por cada uno de los impulsos, lográndose así obtener mayor eficiencia en la transmisión, contribuyendo al uso más eficiente de los canales de radiofrecuencia.

En la figura 3-15 se indican los tipos de modulación empleados para la transmisión digital.

En el cuadro 3-03 se indica un resumen de los diversos tipos de modulación empleados para la transmisión de las señales digitales, indicando la eficiencia del uso de la banda de frecuencia, observando en la modulación de tipo 16QAM, una eficiencia tan alta de 3,5 bitios/s.Hertz.

Además se puede observar, que cuanto mayor se hace la eficiencia, se requiere mayor valor de la relación de señales portadoras a ruido C/N, si se quiere tener el mismo valor de la relación de BER.

Los equipos ha utilizarse deben tener modulación de este tipo.

CUADRO 3-03 EFICIENCIA SEGUN METODOS DE MODULACION

MODULACION	EFICIENCIA BANDA DE FRECUENCIA	C/N BER $10^{-6}$	APLICACION
	BITIOS/S.Hz	dB	
4P-PSK	1,4	16,0	11/15 GHz 960/1.440 CH
8P-PSK	2,6	20,0	11 GHz 1.344 CH
16-QAM	3,5	25,5	6 GHz 1.344 CH
MSK	2,0	20,0	
QPR	2,0	27,0	

## 3.3.2 ANCHO DE BANDA

En el cuadro 3-04, se indica un resumen del ancho de banda, que se determina para cada velocidad y tipo de modulación, con ayuda de la eficiencia de frecuencia.

CUADRO 3-04 ANCHO DE BANDA EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y TIPO DE MODULACION

MODULACIÓN	4P-PSK	8P-PSK	16-QAM	MSK	QPR
VELOCIDAD	ANCHO DE BANDA				
Mbits/s	MHz				
2	1,43	0,77	0,57	1,00	1,00
8	5,71	3,08	2,29	2,00	2,00
34	24,29	13,08	9,71	17,00	17,00
140	100,00	53,85	40,00	70,00	70,00

Como ejemplo podemos determinar el ancho de banda para 140 Mbit/s, y para 16-QAM.

$$\begin{aligned} \text{ANCHO DE BANDA} &= 140 \text{ Mbits/s} / 3,5 \text{ bitios/s.Hz} \\ &= 40 \text{ MHz} \end{aligned}$$

En el cuadro 3-05, de acuerdo a los planes de frecuencia del Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL), se tiene que se ha asignado las siguientes frecuencias para efectos de planificación y diseño.

CUADRO 3-05 PLANES DE FRECUENCIA DEL IETEL

VELOCIDAD	FRECUENCIA
Mbits/s	GHz
2	1,50
34	7,00
140	4,00

En el cuadro 3-06, se indica un resumen de las poblaciones, entre las cuales se establecen enlaces, indicando la velocidad, frecuencia, y la longitud (distancia) de enlace.

CUADRO 3-06 RADIOENLACES

ENLACE	VELÓC	FREC.	LONG ENLAC
	Mbit/s	MHz	m
A: CERRO BLANCO			
B: ILUMAN	2	1.700	13.500
SAN ISIDRO	2	1.700	58.000
PABLO ARENAS	2	1.700	36.200
IMANTAG	SMD	1.700	19.000
CHAVEZPAMBA	SMD	1.700	12.100
R. S. MIGUEL	2	1.700	47.500
SAN PABLO	8	1.700	(*)
OTAVALO	34	1.700	(*)
MIRA	8	1.700	(*)
ATUNTAQUI	34	1.700	(*)
COTACACHI	34	1.700	(*)
PIMAMPIRO	34	1.700	(*)
AMBUQUI	SMD	1.700	(*)
URCUQUI	34	1.700	(*)
A: R. S. MIGUEL			
B: LA CONCÉPC JUAN MONTALVO	SMD	1.700	4.000
	SMD	1.700	2.700
B: R. CABRAS	2	1.700	50.500
A: R. CABRAS			
B: CARPUELA	2	1.700	5.000
LA PAZ	2	1.700	11.800
P. NUEVO (C)	2	1.700	9.900
EL TAMBO	SMD	1.700	4.350
VILLACIS	SMD	1.700	2.900
P. NUEVO (I)	SMD	1.700	16.000
CHUGA	SMD	1.700	12,500
CALDERA	SMD	1.700	5.450
SAN RAFAEL	SMD	1.700	8.800
EL JUNCAL	SMD	1.700	4.100
LOS ANDES	SMD	1.700	4.200
SALINAS	SMD	1.700	18.600
CAHUASQUI	SMD	1.700	28.250
GARCIA MORENO	SMD	1.700	10.000
CHIRIACU	SMD	1.700	26.300
EL CHOTA	SMD	1.700	11.250
S. V. PUSIR	SMD	1.700	9.300
ALOR	SMD	1.700	6.600
IMPUERAN	SMD	1.700	10.700
PUSIR CHICO	SMD	1.700	3.400

CUADRO 3-06 (CONTINUACION) RADIOENLACES

R. GUANOPAMBA	SMD	1.700	18.000
R. CHUGA	SMD	1.700	13.100
R. EL CARMELO	SMD	1.700	18.900
A: R. GUANOPAMBA			
B: M. ACOSTA	SMD	1.700	2.500
A: R. CHUGA			
B: MONTE OLIVO	SMD	1.700	4.500
A: R. EL CARMELO			
B: SAN MIGUEL	SMD	1.700	1.300
A: TROYA	34		
B: F. SALVADOR	SMD	960	16.665
TUFIÑO	SMD	1.700	18.700
COL. HUAQUEÑA	SMD	1.700	16.900
URBINA	SMD	1.700	7.500
TANQ. DE AGUA	SMD		

(\*) No se ha hecho el estudio de propagación de los lugares indicados en el cuadro, ya que son enlaces existentes.

En la figura 3-16, tenemos el mapa de las provincias de Carchi e Imbabura con las poblaciones, y el tipo de enlace a utilizarse.

NOTA: \*SE ADJUNTA UN ANEXO DE GRAFICOS.

El anexo de gráficos contiene los perfiles de los radioenlaces analizados en el presente trabajo.

### 3.4 CALCULO DE PROPAGACION DE LAS REPETIDORAS

Con el objeto de estandarizar los diferentes equipos, se ha tomado la potencia de transmisión de 1 watio para los enlaces de mediana capacidad, o sea para los enlaces de 2 Mbits/s, 8 Mbits/s, y de 1/2 watio para los enlaces de los sistemas multiacceso digital,

También se ha considerado tres tipos de antenas parabólicas cuyas ganancias están en los rangos de los 30 db, 33 db, y 43 db. Para el enlace en particular entre CERRO BLANCO Y CABRAS se ha considerado la antena parabólica de ganancia de 43 db, debido a consideraciones de distancia y de la velocidad de enlace.

Las antenas omnidireccionales, para los radios base para los sistemas multiacceso digital, se ha considerado 10 db para la ganancia típica, igualmente la ganancia de las antenas tipo Yagui se ha estimado en 17 db.

Con estas condiciones iniciales se han realizado los cálculos para los diferentes enlaces, cuyo resumen se presenta a continuación en los cuadros 3-07, 3-08, 3-09, 3-10.

Del análisis de los cuadros se desprende que todos los enlaces superan las condiciones establecidos por el CCIR para los sistemas de radio digitales.

CUADRO 3-07 RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES DE MEDIANA CAPACIDAD

FRECUENCIA 1700 MHZ LANDA 0.176471

ENLACE	DISTANCIA KILOMETROS	ATENUACION ESPACIO LIBRE	POTENCIA TRANSMISOR (dBm)	ANTENA		PERDIDAS EN LAS GUIAS dB	NIVEL DE RX	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE FALLAS	
				GANANCIA TX	GANANCIA RX			BER (10-3)	BER (10-63)
C. BLANCO ILUMAN	13.60	119.72	30.0	31.0	31.0	12	-39.2	0.11 E-5	0.93 E-5
C. BLANCO -SAN ISIDRO	58.30	132.36	30.0	33.0	33.0	12	-47.9	0.71 E-3	0.0067
C. BLANCO.-P. ARENAS	36.30	128.25	30.0	31.0	31.0	12	-47.7	0.15 E-3	0.0017
REP. CABRAS CARPUELA	5.20	111.37	30.0	31.0	31.0	12	-30.9	0.11 E-8	0.98 E-7
REP. CABRAS LA PAZ	11.70	118.41	30.0	31.0	31.0	12	-37.9	0.11 E-6	0.61 E-5
CABRAS -P.NUEVO	9.90	116.96	30.0	31.0	31.0	12	-36.5	0.11 E-6	0.20 E-5
C. BLANCO -CABRAS	50.80	131.17	30.0	43.0	43.0	12	-26.7	0.0025	0.0128

CUADRO 3-08 RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DEL CARCHI

FRECUENCIA 1700 MHZ LANDA 0.17647059

ENLACE	DISTANCIA KILOMETROS	ATENUACION ESPACIO LIBRE	POTENCIA TRANSMISOR (dBm)	ANTENAS		PERDIDAS EN LAS GUIAS db	NIVEL DE RX	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE FALLAS	
				GANANCIA TX	GANANCIA RX			BER (10 <sup>-3</sup> )	BER (10 <sup>-3</sup> )
T.DE AGUA-TROYA	7.40	114.44	27.0	17.0	17.0	9	-62.4	0.00055	0.003
TROYA-FDEZ SALVADOR	16.80	121.56	27.0	10.0	23.5	9	-70.1	0.0023	0.0249
TROYA-TUFINO	18.70	122.49	27.0	10.0	23.5	9	-71.0	0.0019	0.023
TROYA-COL. HUAQUEÑA	16.90	121.61	27.0	10.0	23.5	9	-70.1	0.0012	0.0145
TROYA-URBINA	7.50	114.55	27.0	10.0	17.0	9	-69.6	0.0018	0.0026

CUADRO 3-09 RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA PARTE 1

ENLACE MULTIACCESO IBARRA 1	DISTANCIA KILOMETROS	ATENUACION ESPACIO LIBRE	POTENCIA TRANSMISOR (dBm)	ANTENA		PERDIDAS VARIAS	NIVEL DE RX	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE FALLAS	
				GANANCIA TX	GANANCIA RX			BER (10-3)	BER (10-6)
C. BLANCO - IMANTAG	19.30	122.76	27.0	10.0	27.0	9	-67.8	0.0044	0.55
C. BLANCO - CHAVEZPAMBA	12.00	118.63	27.0	10.0	23.5	9	-67.1	0.0014	0.165
C. BLANCO - SAN MIGUEL	49.10	130.87	27.0	27.0	23.5	9	-62.4	0.015	0.174
S. MIGUEL - CONCEPCION	4.00	109.09	27.0	17.0	17.0	9	-57.1	0.00002	0.00027
S. MIGUEL - J. MONTALVO	2.70	105.68	27.0	17.0	17.0	9	-53.7	0.19 E-05	0.17 E-04
ENLACE MULTIACCESO IBARRA 2									
CABRAS - CHUGA	12.80	118.11	27.0	10.0	20.0	9	-70.1	0.64 E-03	0.0075
CABRAS - P. NUEVO (I)	16.40	120.26	27.0	10.0	23.5	9	-68.8	0.001	0.0124
CABRAS - CAHUASQUI	27.90	124.88	27.0	10.0	27.0	9	-69.9	0.0061	0.07119
CABRAS - G. MORENO	9.10	115.14	27.0	10.0	20.0	9	-67.1	0.25 E-03	0.0029
CABRAS - CHIRIACU	26.40	124.40	27.0	10.0	27.0	9	-69.4	0.0046	0.0545
CABRAS - IPUERAN	10.80	116.63	27.0	10.0	20.0	9	-68.6	0.25 E-03	0.0031
CABRAS - GUANOPAMBA	18.40	121.26	27.0	10.0	23.5	9	-69.8	0.0018	0.0208
GUANO PAMBA - M. ACOSTA	2.50	103.92	27.0	17.0	17.0	9	-51.9	0.273 E-06	.08 E-05
CABRAS - EL CARMELO	19.10	121.58	27.0	10.0	23.5	9	-70.1	0.0021	0.00244
EL CARMELO - SAN MIGUEL	1.50	99.49	27.0	17.0	17.0	9	-47.5	0.53 E-06	0.63 E-05
CABRAS - CHUGA	13.40	118.51	27.0	10.0	23.5	9	-67.0	0.35 E-05	0.0041
CHUGA - MONTE OLIVO	4.50	109.03	27.0	17.0	17.0	9	-57.0	0.10 E-04	0.14 E-03
CABRAS - SALINAS	18.80	121.45	27.0	10.0	31.0	9	-62.4	0.0021	0.0255

CUADRO 3-10 RESUMEN DE CALCULOS PARA LOS ENLACES MULTIACCESO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA PARTE 2

FRECUENCIA 1700 MHZ LANDA 0.176471

ENLACE	DISTANCIA KILOMETROS	ATENUACION ESPACIO LIBRE	POTENCIA TRANSMISOR (dBm)	ANTENA		PERDIDAS VARIAS	NIVEL DE RX	PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE FALLAS	
				GANANCIA TX	GANANCIA RX			BER (10-3)	BER (10-6)
CABRAS-EL CHOTA	13.10	1.00	27.0	10.0	27.0	9	54.0	0.68 E-03	0.008
CABRAS-PUSIR	3.60	108.18	27.0	10.0	27.0	9	-63.2	0.10 E-04	0.00012
CABRAS-EL JUNCAL	4.40	109.92	27.0	10.0	27.0	9	-64.9	0.38 E-04	0.00045
CABRAS-SAN RAFAEL	9.20	116.33	27.0	10.0	27.0	9	-64.8	0.21 E-03	0.00025
CABRAS-EL TAMBO	4.20	109.52	27.0	10.0	27.0	9	-61.5	0.22 E-04	0.00026
CABRAS-CALDERA	5.60	112.01	27.0	10.0	27.0	9	-64.0	0.12 E-03	0.0014
CABRAS-LOS ANDES	3.90	108.87	27.0	10.0	27.0	9	-63.9	0.12 E-04	0.00015
CABRAS-VILLACIS	2.90	106.30	27.0	10.0	27.0	9	-61.3	0.11 E-04	0.00013
CABRAS-S.V. DE PUSIR	9.30	116.42	27.0	10.0	27.0	9	-64.9	0.35 E-03	0.0042
CABRAS-ALOR	6.70	113.57	27.0	10.0	27.0	9	-62.1	0.70 E-04	0.00083

## CAPITULO CUARTO

## ANALISIS DE EQUIPAMIENTO

## 4.1 ESTUDIO DE NECESIDADES DE EQUIPOS DE TRANSMISION

Como se explicó en el CAPITULO PRIMERO, la Red de Transmisión para la Zona Norte del País puede subdividirse en dos: la Red Troncal y la Red Rural.

La Red Troncal está definida en la figura 4-01 que se refiere únicamente a la ampliación de los equipos existentes, por lo que no se requiere estudios de propagación en vista de que se la realizará por las rutas pre-establecidas por el IETEL.

En la figuras 4-02 y 4-03 se indican las ampliaciones de las Redes Rurales de Carchi e Imbabura respectivamente.

## 4.1.1 AMPLIACION DE LA RED TRONCAL NORTE

En este punto, determinamos las necesidades de ampliación de los enlaces, y de los equipos múltiplex necesarios en la Red Troncal

## 4.1.1.1 Necesidades de ampliación de los enlaces

En el cuadro 4-01 se presentan los enlaces que deben ser ampliados para satisfacer las necesidades de tráfico.

CUADRO 4-01 AMPLIACION DE ENLACES

SISTEMA QUITO IBARRA TULCAN			
ENLACE	CAPACIDAD ACTUAL	AMPLIAC	CAPACIDAD FINAL
QUITO-CRUZ LOMA	(2+1)x140 Mb	1x140 Mb	(3+1)x140 Mb
CRUZ LOMA-C. BLANCO	(4+1)x 34 Mb	1x 34 Mb	(5+1)x 34 Mb
CERRO BLANCO-AZAYA	(1+1)x140 Mb	1x140 Mb	(2+1)x140 Mb
AZAYA-IBARRA	(1+1)x140 Mb	2x140 Mb	(3+1)x 34 Mb
CERRO BLANCO-TROYA	(1+1)x 34 Mb	2x 34 Mb	(3+1)x 34 Mb
TANQUES AGUA	(1+1)x 34 Mb	1x 34 Mb	(2+1)x 34 Mb
TANQUES AGUA-TULCAN	(1+1)x 34 Mb	1x 34 Mb	(2+1)x 34 Mb
TROYA-COLOMBIA			(1+1)x 34 Mb

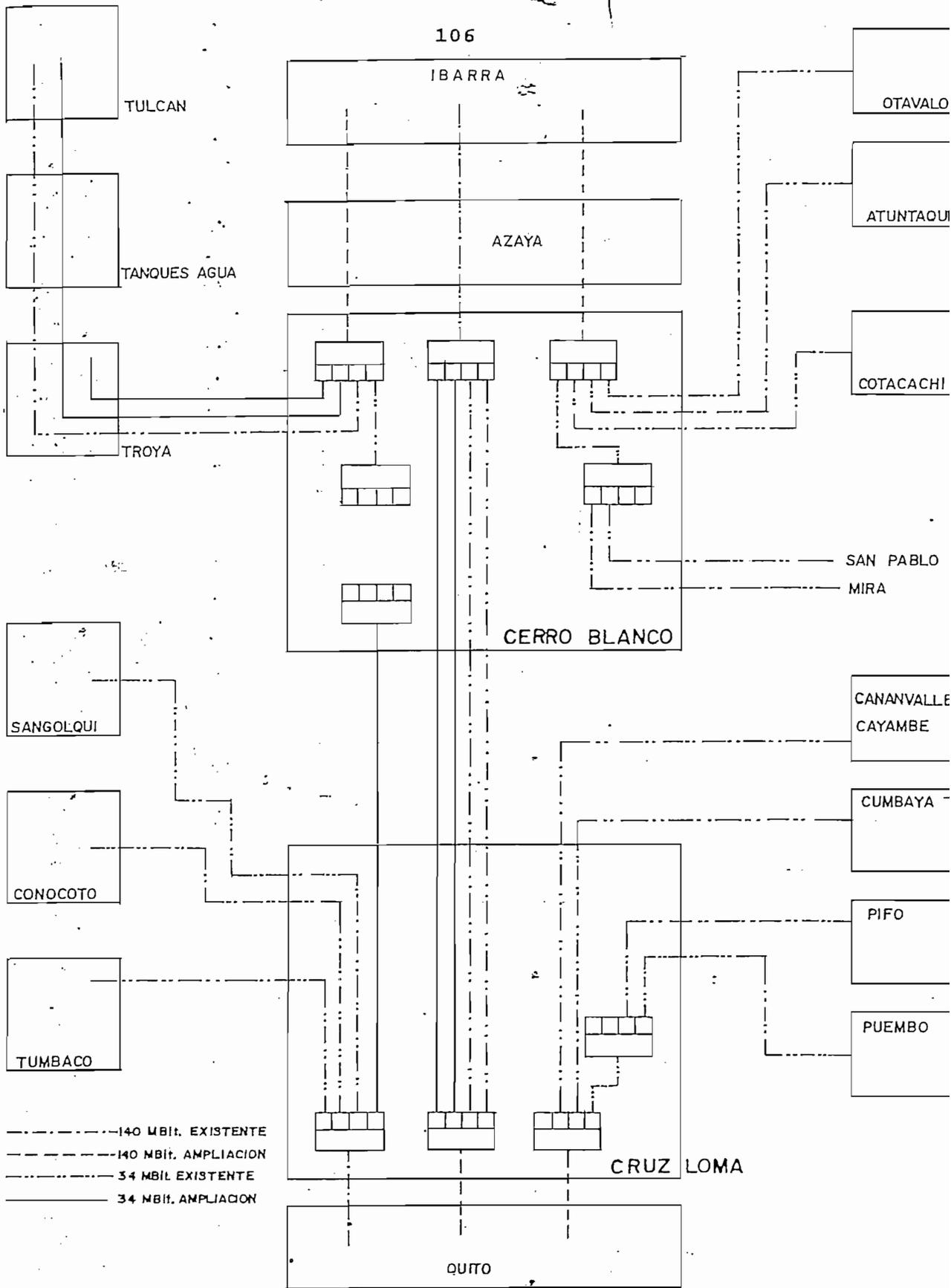


FIG. Nº 4-01 AMPLIACION DE LA RED TRONCAL NORTE

U A B  
ABONADOS  
16

FERNANDEZ SALVADOR

24

TUPIRO

16

COLONIA HUACUENA

16

URNIKA

24

{ EL CARMELO }

UCI UNIDAD CONCENTRADOR/INTERFAZ  
URB UNIDAD RADIO BASE  
URA UNIDAD REPETIDORA  
UAB UNIDAD DE ABONADOS

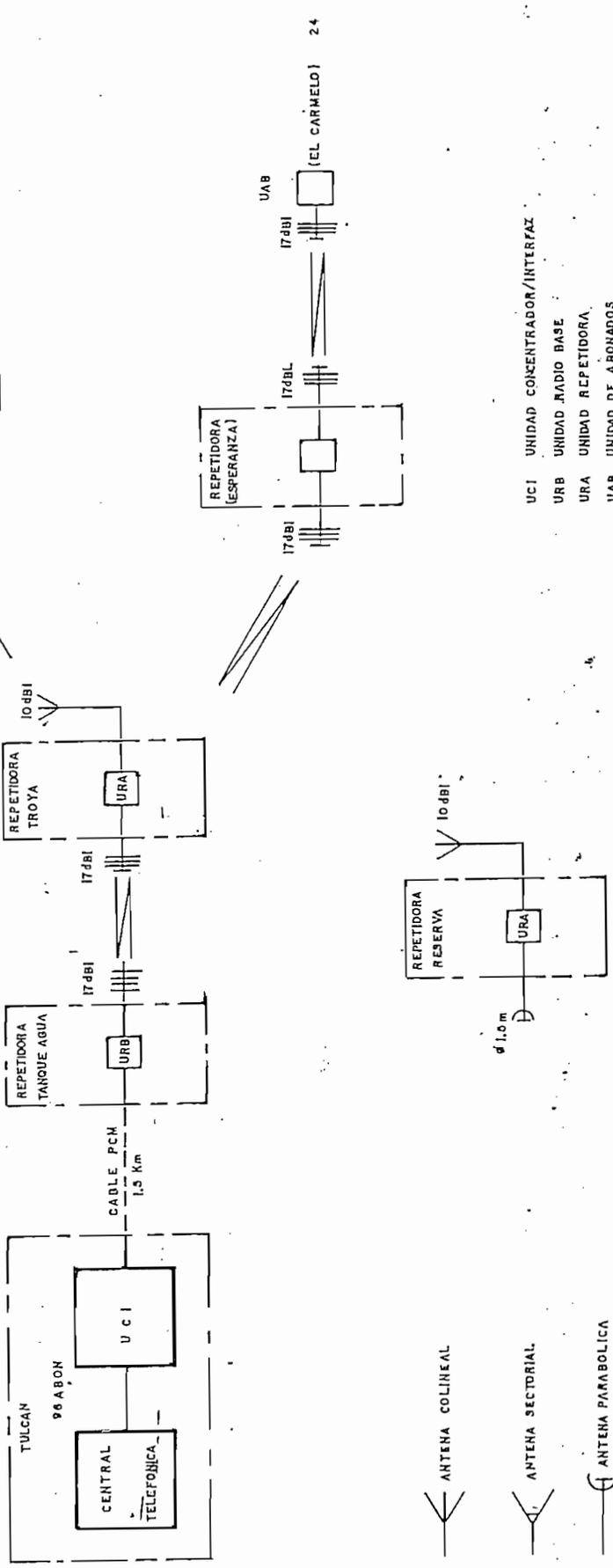


FIG. Nº 4-02 AMPLIACION DE LA RED RURAL DE CARCHI

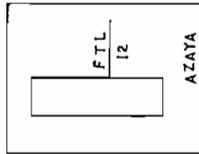
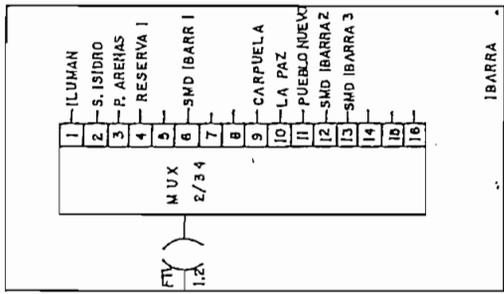
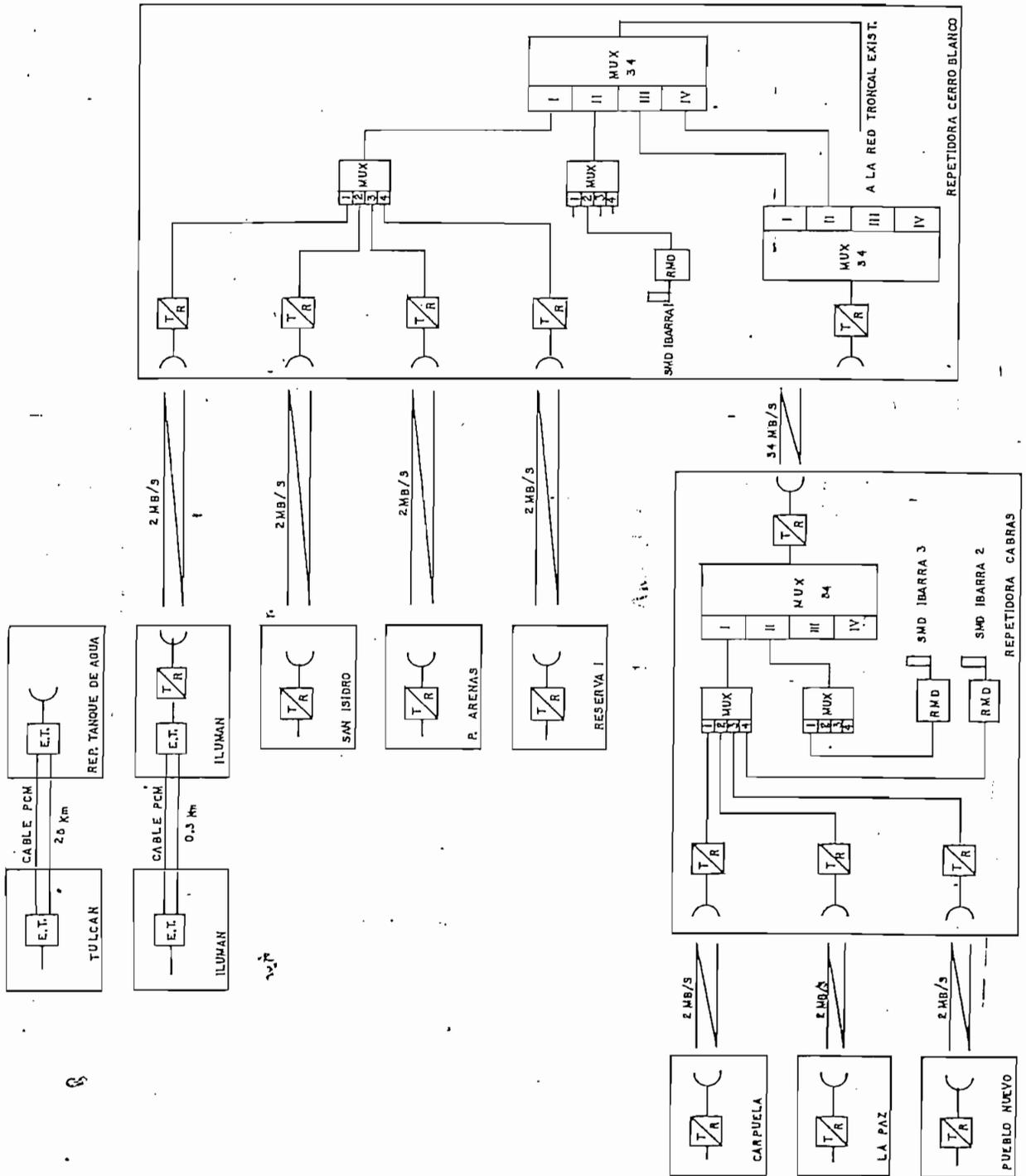


FIG. Nº 4-03 AMPLIACION DE LA RED RURAL DE IMBABURA

#### 4.1.1.2 Necesidades y ampliación de equipos múltiplex

En el cuadro 4-02 se establecen las necesidades y la ampliación de equipos múltiplex correspondientes.

CUADRO 4-02 AMPLIACION DE EQUIPOS MUXTIPLEX

LOCALIDAD	CANT	EQUIPO MULTIPLEX	RUTA
CRUZ LOMA	1	34/8	CUMBAYA-CAYAMBE
CRUZ LOMA	2	8/2	QUITO-RESERVA
C. BLANCO	2	34/8	IBARRA-VARIAS POBLACIONES
C. BLANCO	4	8/2	IBARRA-RESERVA
C. BLANCO	2	34/8	COLOMBIA-TRAF. FRONTERIZO
IBARRA	2	34/2	QUITO-IBARRA
IBARRA	2	34/2	IBARRA-TULCAN-FRONTERIZO
IBARRA	4	34/2	IBARRA-VARIAS POBLACIONES
TROYA	1	D/I 34/2	TULCAN-VARIAS POBLACIONES
TROYA	2	34/8	IBARRA-TRAFICO FRONTERIZO
TULCAN	2	34/2	IBARRA-TULCAN
QUITO	4	34/2	IBARRA-VARIAS POBLACIONES

#### 4.1.2 DISEÑO DE LA RED NORTE DE BAJA CAPACIDAD O RED RURAL

En este numeral diseñamos la red rural con los equipos necesarios de radio y múltiplex, estableciendo también las necesidades de infraestructura

##### 4.1.2.1 Equipos de radio y múltiplex

En el cuadro 4-03, se indica los equipos de radio, y la velocidad de funcionamiento que se requiere para satisfacer los requerimientos de comunicaciones en la zona rural de las provincias de Carchi e Imbabura; además los equipos múltiplex y su jerarquía que se deben utilizar en las diferentes repetidoras y poblaciones terminales.

CUADRO 4-03 EQUIPOS DE RADIOS Y MULTIPLEX

POBLACION	EQUIPOS DE RADIO				EQ. MULTIPLEX		
	VELOCIDAD EN MBITS/S				ORDEN		
	2	8	34	SMD	1er	2do	3er
REP CERRO BLANCO	4		1	1		2	2
ILUMAN	1				1		
SAN ISIDRO	1				1		
PABLO ARENAS	1			1	1		
IMANTAG				1			
CHAVEZPAMBA				1			
REP. SAN MIGUEL	1						
REP CABRAS			1			2	1
SAN PABLO		1			4	1	
ÓTAVALO			1		*		
MIRA		1				1	
ATUNTAQUI			1		*		
COTACACHI			1		*		
PIMAMAPIRO			1		*		
AMBUQUI				1			
URCUQUI			1		*		
REP. SAN MIGUEL				1			
LA CONCEPCION				1			
JUAN MONTALVO				1			
REP. CABRAS	2						
CARPUELA	1				1		
LA PAZ	1				1		
PUEBLO NUEVO C	1				1		
EL TAMBO				1			
VILLACIS				1			
PUEBLO NUEVO I				1			
CHUGA				1			
CALDERA				1			
SAN RAFAEL				1			
EL JUNCAL				1			
LOS ANDES				1			
SALINAS				1			
CAHUASQUI				1			
GARCIA MORENO				1			
CHIRIACU				1			
EL CHOTA				1			
SAN V. DE PUSIR				1			
ALOR				1			
IMPUERAN				1			

CUADRO 4-03 (CONTINUACION)

POBLACION	EQUIPOS DE RADIO				EQ. MULTIPLEX		
	VELOCIDAD EN MBITS/S				ORDEN		
	2	8	34	SMD	1er	2do	3er
PUSIR CHICO				1			
REP. GUANOPAMB				1			
REP. CHUGA				1			
REP. EL CARMELO				1			
REP. GUANOPAMBA				1			
MARIANO ACOSTA				1			
REP. CHUGA				1			
MONTE OLIVO				1			
REP. EL CARMELO				1			
SAN MIGUEL				1			
SIGSIPAMBA				1			
REP. TROYA			3	1	1	8	2
FERNANDEZ							
SALVADOR				1			
TUFIÑO				1			
COLONIA HUAQUEÑA				1			
URBINA				1			
EL ANGEL		1				1	
TANQUES DE AGUA			1			4	1

\* 1 MULTIPLEX DE 34/2

#### 4.1.2.2 Evaluación de las necesidades de infraestructura

En el cuadro 4-04 se establecen las necesidades de: torre, energía, casetas, y antena; además se indican el tipo de torre, y antena que se debe utilizar, el tipo de energía disponible, y la existencia o no de casetas.

CUADRO 4-04 NECESIDADES DE TORRE, ENERGIA, CASETA, ANTENA

POBLACION	T O R R E	E N E R G I A	C A S E T A	A N T E N A		
				P	Y	O
CERRO BLANCO	E	E	E	5+1		1
ILUMAN	M	R	E			
SAN ISIDRO	M	R	E			
PABLO ARENAS	M	R	C			
IMANTAG	10m	MGR	C			
CHAVEZPAMBA	M	R	E			
REP. SAN MIGUEL	10m	MGR	C	1	2	
REP CABRAS	10m	MGR	C	4		2
AZAYA						
SAN PABLO	E	E	E	1		
OTAVALO	E	E	E	1		
MIRA	E	E	E	1		
ATUNTAQUI	E	E	E	1		
COTACACHI	E	E	E	1		
PIMAMPIRO	E	E	E	1		
AMBUQUI	M	R	E	1		
URCUQUI	E	E	E	1		
REP. SAN MIGUEL						
LA CONCEPCION	M	MGR	C		1	
JUAN MONTALVO	M	MGR A	C		1	
REP. CABRAS						
CARPUELA	M	MGR	C		1	
LA PAZ	E	E	E	1		
PUEBLO NUEVO C	M	MGR	C	1		
EL TAMBO	M	R	C		1	
VILLACIS	M	R	C		1	
PUEBLO NUEVO I	M	R	C		1	
CHUGA	M	R	C		1	
CALDERA	M	R	C		1	
SAN RAFAEL	M	R	C		1	
EL JUNCAL	M	R	E		1	
LOS ANDES	M	R	C		1	
SALINAS	M	R	C		1	
CAHUASQUI	M	R	C		1	
GARCIA MORENO	M	R	C		1	
CHIRIACU	M	R	C		1	

CUADRO 4-04 (CONTINUACION)

POBLACION	T O R R E	E N E R G I A	C A S E T A	A N T E N A		
				P	Y	O
EL CHOTA	M	R	C		1	
SAN VICENTE	M	R	C		1	
DE PUSIR	M	R	C		1	
ALOR	M	R	C		1	
IMPUERAN	M	R	C		1	
PUSIR CHICO	M	R	C		1	
REP. GUANOPAMBA	10m	MGR	C	1	1	
REP. CHUGA	10m	MGR	C	1	1	
REP. EL CARMELO	10m	MGR	C	1	1	
REP. GUANOPAMBA						
MARIANO ACOSTA	M	R	E			
REP. CHUGA						
MONTE OLIVO	M	R	E			
REP. EL CARMELO						
SAN MIGUEL	10m	R	C		1	
SIGSIPAMBA	M	MGR	C			
REP. TROYA	E	E	E	1	1	1
FERNADEZ	10m	R	E		1	
SALVADOR	M	R	E	1	1	
TUFIÑO	M	R	E	1		
COLONIA HUAQUEÑA	M	R	E	1		
URBINA	M	R	E	1		
EL ANGEL	E	R	E	1		
TANQUES DE AGUA	M	E	E	1		

## REFERENCIAS:

## TORRE, ENERGIA, CASETA:

E = EXISTENTE  
M = MASTIL  
MGR = MOTO GENERADOR RECTIFICADOR  
R = RECTIFICADOR

## ANTENAS:

P = PARABOLICA: 1,5 ó 3 METROS DE DIAMETRO  
Y = YAGUI  
O = OMNIDIRECCIONAL

## 4.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS HA ADQUIRIRSE

Los posibles equipos ha adquirise, para ser utilizados en la red, deben reunir determinadas características técnicas; las más importantes a ser analizadas son: características de equipos de radio enlace digital, características técnicas de los equipos de radio multiacceso digital, características técnicas de los equipos múltiplex de transmisión digital.

### 4.2.1 CARACTERISTICAS DE EQUIPOS DE RADIOENLACE DIGITAL

Las características de los equipos de radioenlace digital que debemos indicar y analizar son las siguientes características: de banda base, de frecuencia intermedia, del módem, de radio frecuencia, del sistema de conmutación, canales de servicio, puntos de prueba, alarmas e indicaciones, sistema de supervisión.

#### 4.2.1.1 Características de Banda Base

Para analizar las características de banda base, debemos tomar en consideración, la interconexión del equipo múltiplex PCM con equipo de radio terminal, señal de indicación de alarma (SIA).

##### 4.2.1.1.1 Interconexión del equipo múltiplex PCM con equipo de radio terminal

Son aplicables en el caso de que, el múltiplex PCM terminal, se interconecte directamente con el equipo de radio terminal.

#### 1. A 139.264 Kbits/s (1.920 CANALES PCM)

- a) Velocidad binaria : 139.264 Kbits/seg  $\pm 15 \times 10^{-6}$ .
- b) Tipo de código : Code Mark Invertion, CMI.
- c) Parámetros en los accesos de entrada.  
Deben estar de acuerdo con la Recomendación G 703 del CCITT.
- d) Parámetros en los accesos de salida.  
Deben estar de acuerdo con la Recomendación G703 del CCITT, Libro Azul GINEBRA SUIZA

- e) Impedancia  
Se refiere a la impedancia, con que se debe cargar el equipo múltiplex terminal, en el punto de interconexión con el equipo de radio.  
La impedancia de interconexión, debe ser de 75 ohmios resistivos no balanceados.
- f) Pérdidas de retorno  
Las pérdidas de retorno, deben ser  $\geq 15$  db en el rango de 7 a 210 MHz, tomando como referencia la impedancia nominal.

2. A 34.368 Kbits/s (480 CANALES PCM)

- a) Velocidad binaria : 34.368 Kbits/seg  $\pm 20 \times 10^{-6}$
- b) Tipo de código : Bipolar de alta densidad, HDB3
- c) Parámetros en los accesos de entrada.  
Deben estar de acuerdo con la recomendación G 703 CCITT
- d) Parámetros de los accesos de salida.  
Deben estar de acuerdo con la recomendación G 703 del CCITT. Libro Azul GINEBRA SUIZA.
- e) Impedancia  
La impedancia de interconexión debe ser de 75 ohmios resistivos no balanceado.
- f) Pérdidas de retorno  
Las pérdidas de retorno, deben ser 20 db a la frecuencia de 17.184 KHz.

3. A 2.048 Kbits/s (30 CANALES PCM)

- a) Velocidad binaria : 2.048 Kbits/seg  $\pm 50 \times 10^{-6}$
- b) Tipo de código : Bipolar de alta densidad, HDB3
- c) Parámetros en los accesos de entrada.  
Deben estar de acuerdo con la recomendación G 703 del CCITT.
- d) Parámetros de los accesos de salida.  
Deben estar de acuerdo con la Recomendación G 703 del CCITT Libro Azul GINEBRA SUIZA.
- e) Impedancia  
La impedancia de interconexión, debe ser de 75 ohmios resistivos no balanceados.

## f) Pérdidas de retorno

Las pérdidas de retorno, deben ser  $\geq 16$  dB a la frecuencia de 1.024 KHz.

## 4.2.1.1.2 Señal de indicación de alarma (SIA)

La señal de indicación de alarma, es un flujo continuo de unos (1), a las velocidades de: 139.264 Kbits/s  $\pm 15 \times 10^{-6}$ , 34.364 kbits/s  $\pm 20 \times 10^{-6}$ , 2.048 Kbit/s  $\pm 50 \times 10^{-6}$ .

Las condiciones que dan lugar a la insercción de la SIA, se utilizan para generar alarmas dentro de los equipos, estas condiciones son:

1. Pérdida de la señal entrante al transmisor
2. Tasa de error en el receptor mayor que los umbrales establecidos.
  - $10^{-3}$  con el 95% de probabilidad
  - $10^{-4}$  con el 5% de probabilidad
3. Pérdida de alineamiento en el terminal receptor, cuando se utiliza insercción de bitios. Esta condición puede ser adicional, o alternativa a la condición anterior, y a la que sigue.
4. Pérdida de identificación de canal en el terminal receptor, si no está definida, por la segunda y tercera condición.

## 4.2.1.2 Características de frecuencia intermedia

Las características fundamentales de frecuencia intermedia son:

1. Frecuencia intermedia : 70 o 140 MHz
2. Impedancia : 75 Ohms

## 4.2.1.3 Características del módem

Las características fundamentales del módem son las siguientes:

- 1) La modulación es de fase o de amplitud, con codificación diferencial, y se hace en frecuencia intermedia. La

modulación puede ser del tipo N-QAM o N-PSK

- 2) La demodulación es del tipo coherente, y se hace en frecuencia intermedia.

#### 4.2.1.4 Características de radio frecuencia

Las características fundamentales de radio frecuencia son las siguientes:

1. En el cuadro 4-05 se indica la disposición de canales

CUADRO 4-05 DISPOSICION DE CANALES

VELOCIDAD	BANDA DE FRECUENCIA
Kbits/s	GHz
139.264	7,0
34.364	4,0
2.048	1,5

La disposición de canales para la banda elegida, debe estar de acuerdo con las recomendación G 382-3 del CCIR. contenidas en el volumen IX. GINEBRA 1.982

2. Características del transmisor

Los transmisores deben ser totalmente de estado sólido, con las siguientes características:

- a) Potencia de salida del transmisor

27 dbm, garantizado = 1/2 watt

La potencia de la portadora a nivel de radiofrecuencia modulada, medida a la salida del trasmisor, incluyendo el filtro de derivación, no debe ser en ningún caso inferior al valor nominal, cuando el transmisor está en condiciones de funcionamiento.

- b) Tolerancia y estabilidad de la frecuencia del transmisor.

La tolerancia de frecuencia del transmisor sin modulación debe ser  $\pm 50 \times 10^{-6}$  y la estabilidad  $\pm 20 \times 10^{-6}$ .

### 3. Características del receptor

Las características fundamentales del receptor son las siguientes:

- a) Se deben indicar los niveles de la señal de entrada al receptor, para los valores de tasa de error comprendidos entre  $10^{-3}$  y  $10^{-7}$ , indicado en el punto de referencia en que se ha efectuado la medida.

Las medidas son a nivel de portadora no modulada.

La curva debe considerarse, como el límite definido para medidas efectuadas en un transmisor/receptor completo bajo las siguientes condiciones:

- a.1) En presencia de una señal de canal de servicio, (cuando éstos se transmitan por técnica analógica) aplicando un tono de la frecuencia más alta a un nivel de 0 dBm0.
- a.2) Aumentado el nivel del tono anterior a + 25 dBm0 el nivel de entrada del receptor correspondiente a una tasa de error de  $10^{-6}$ , no debe aumentar más de 4 db.
- b) En ausencia de interferencia  
Se debe respetar las siguientes características:

b.1) Figura de ruido

El factor de ruido del receptor, medido después de los dispositivos de acoplamiento de antena, debe ser menor o igual que 6 dB.

b.2) Limitación de espúreas generadas en el receptor

Las señales espúreas, generadas por el receptor, no deben exceder de - 120 dBm (para 139.264 kbits/s), - 110 (para 34.364 y 2.048 Kbits/s).

b.3) Selectividad del filtro del canal RF

- b.4) Degradación de las características de tasas de error, debido a la interferencia co-canal y canal adyacente  
Se deben disponer de las curvas correspondientes, para el tipo de modulación utilizado.

#### 4.2.1.5 Características del sistema de conmutación

Debemos hacer las siguientes consideraciones:

1. El principal propósito de un conmutador de protección es mejorar la disponibilidad del circuito. La mejora de la calidad puede ser una ventaja posterior.
2. Explicitar los criterios de conmutación, incluyendo criterios de continuidad y de calidad.

El criterio de continuidad, se determina por la pérdida de una señal digital, (en caso de que se aplique inserción de los bitios, la pérdida de alineamiento se puede utilizar para este criterio) y es generalmente más rápido que el criterio de calidad.

Además, debe tomarse en cuenta otro criterio, la falta de frecuencia intermedia.

Se define como criterio de calidad, la tasa de error superior a un umbral:

$10^{-3}$  con probabilidad de al menos 95 %

$10^{-4}$  con probabilidad del 5 %

#### 4.2.1.6 Canales de servicio

Puede ser introducido por técnicas analógicas, o digitales. un canal omnibus con acceso en todas las estaciones o con derivación al ITMC.

#### 4.2.1.7 Puntos de prueba

Los equipos de radio, deben disponer como mínimo, los siguientes puntos de prueba:

1. Medida de las tensiones de salida de la fuente de alimentación.
2. Punto de prueba en corriente continua, para registro continuo del nivel de radio frecuencia, de campo recibido (tensión de CAG).
3. Punto desacoplado a 75 ó 150 ohmios, para análisis de banda base de entrada al sistema.

4. Punto de prueba desacoplado a 50 ohmios, situado en el punto de salida del transmisor, que permita la medida de potencia y frecuencia de transmisión.

#### 4.2.1.8 Alarmas e indicaciones

Los equipos deben disponer como mínimo, las alarmas y las siguientes indicaciones:

1. Falla de energía.
2. Indicación visual, para control automático de ganancia (CAG).
3. Indicación visual, para la potencia transmitida bajo el nivel nominal.
4. Indicación visual, de alarma de nivel de radio frecuencia recibida.
5. Alarma por falta de frecuencia intermedia, a la salida del modulador.
6. Alarma por falta de datos en el receptor.
7. Indicación visual, por falla del transmisor telegráfico del sistema de supervisión.

#### 4.2.1.9 Sistema de supervisión

El sistema de supervisión debe constar de las unidades necesarias para transmitir y recibir teleseñales, telemedidas y telemandos; además, debe tener la posibilidad de adaptarse a cualquier tipo de red de telecontrol.

#### 4.2.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE RADIOMULTIACCESO DIGITAL

Las características técnicas establecen el mínimo de requerimiento para Sistemas de Radio Multiacceso Digital, destinados a proporcionar servicio telefónico a abonados que, en general, están distribuidos en zonas rurales, urbanas periféricas, residenciales, o turísticas, y lejos de las centrales de conmutación existentes.

El sistema debe ser transparente para todos los abonados rurales, y ofrecer los mismos servicios, y con igual calidad que a los conectados localmente por cables a las centrales de conmutación.

Las características técnicas de los equipos y sistemas, deben cumplir o superar las recomendaciones del CCITT y del CCIR, relativas a comunicaciones para servicio rural.

El sistema debe establecer comunicaciones del tipo llamado de "punto a multipunto", por medio de una estación central que se enlaza con un cierto número de estaciones remotas.

El sistema totalmente digital, minimiza la ocupación espectral, y utiliza la técnica de Multiplexación en el Tiempo (TDM) para el enlace Centro-Periféricas, y Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) para el enlace Periféricas-Centro.

La señal digital transmitida como mínimo, debe corresponder a 30 canales de voz que estarán a disposición de los abonados. El acceso a dichos canales debe ser bajo demanda o fijo.

#### 4.2.2.1 Estación central

La Estación Central comprende los transmisores/receptores de radio, equipo concentrador digital (con interfaces para no menos de 512 abonados), antenas, y cualquier otro equipo necesario para su interconexión a la central de conmutación y para facilitar las labores de operación y mantenimiento de los sistemas.

Es especialmente importante, que en la Unidad Central exista un sistema de operación y mantenimiento de todo el sistema, con capacidad de detección de alarmas, realización de pruebas y gestión de abonados.

#### 4.2.2.2 Estaciones remotas

La estación remota debe estar equipada con su correspondiente transmisor/receptor, interfaces de abonado, torres, antenas, y tener la posibilidad de alimentación por medio de la red o por energía solar.

#### 4.2.2.3 Requerimientos del sistema

Los requerimientos básicos del sistema son de: frecuencia, paso de canalización, osciladores, radiación de espúreas, potencia de transmisión, transmisión digital, capacidad de los sistemas de comunicación local.

- a) Frecuencia  
Las gamas de frecuencias de radio, en las que se prevee que funcionen los sistemas, son de 1,5 GHz. La determinación del plan de frecuencia, no está incluido dentro del alcance de esta tesis.
- b) Paso de canalización  
El espacio entre canales adyacentes, para cualquier transmisor o receptor debe ser mayor o igual a 2 MHz (CCI Inf. 379-5 y 380-2).
- c) Osciladores  
Los equipos que se recomienda, son los que tengan osciladores locales sintetizados de estabilidad mayor o igual a  $\pm 20$  ppm y paso de 250 KHz (1,5 GHz) ó 500 KHz (2,0 GHz).
- d) Radiación de espúreas  
La radiación de espúreas en un transmisor no debe exceder 60 dBmO.
- e) Transmisión digital  
El sistema de radio de acceso múltiple, (estaciones bases, estaciones remotas terminales y repetidoras) debe usar técnicas de modulación digital de fase en cuadratura MDP (QPSK). Las técnicas usadas deben estar de acuerdo con las recomendaciones del CCIR y del CCITT, valorándose la reducción del espectro emitido. La codificación de la frecuencia vocal debe estar de acuerdo con la ley A de CCITT, recomendaciones G.711 y G.712.
- f) Capacidad de los sistemas  
Los sistemas punto a multipunto deben tener una capacidad no inferior a 512 abonados.  
La conexión entre las unidades remotas y la central, realizada por radio, debe tener una capacidad no menor de

30 canales, sin contar la señalización que se transmite en canales adicionales.

La capacidad neta de transmisión debe ser igual ó un múltiplo de 2.048 Kbits/s.

g) Comunicación local

El sistema debe estar preparado para realizar comunicaciones locales entre los abonados de una misma estación remota (terminal o repetidora), sin utilización permanente de ningún circuito troncal con la central de conmutación. Esta llamada local debe realizarse con tarificación, igual que cualquier otro tipo de llamada, y con conocimiento de la central de conmutación.

4.2.2.4 Antenas

Las antenas requeridas, son omnidireccionales o directivas, que deben ser de alta calidad, y de características garantizadas.

4.2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS MULTIPLEX DE TRANSMISION DIGITAL

En este numeral se indican las características técnicas para los equipos múltiplex PCM de primer, segundo, tercer y cuarto orden.

4.2.3.1 Características técnicas para equipos múltiplex PCM de primer orden

El equipo múltiplex de primer orden, que se describe a continuación, forma parte de la red digital de larga distancia y sus señales se utilizan para transmisión recepción de audio, 4 hilos y señalización E y M.

1. Características de modulación por impulsos codificados

- |    |                              |   |  |
|----|------------------------------|---|--|
| a) | Velocidad de muestreo        | : | 8.000 muestras $\pm 5 \times 10^{-6}$                          |
| b) | Ley de codificación          | : | 8 bits/muestra, (*) Ley A (A = 87.6) 13 segmentos (Rec. G.711) |
| c) | Umbral de sobrecarga máxima: |   | 3.14 dBm0  |

2. Características de equipos múltiplex PCM de primer orden
  - a) Velocidad binaria : 2.048 Kbits/s  $\pm$  50 ppm
  - b) Estructura de trama : como se indica en la Rec. G.732, numeral 2.
  - c) Pérdida y recuperación de alineación de trama: de acuerdo a la recomendación del CCITT, G. 732.
  - d) Condiciones de avería y operaciones consiguientes: de acuerdo a la Rec. G.732, numeral 3.
3. Características técnicas del equipo múltiplex con señalización E & M

Las tarjetas de entrada/salida deben aceptar la señalización E & M que utiliza actualmente el IETEL.

Las vías de señalización a 500 bits/s que contiene cada tarjeta, debe admitir las siguientes características eléctricas:

CUADRO 4-06 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL EQUIPO MULTIPLEX

HILO	RESISTENCIA	TENSION
E	Tierra	- 48 V.
M	Máx. 400 ohmios	Tierra

#### 4.2.3.2 Características técnicas para equipos múltiplex digital de segundo orden

El equipo de múltiplex digital de segundo orden con justificación positiva, que se describe a continuación, forma parte de la red digital de larga distancia, y sus señales se originan en múltiplex digitales primarios ó señales digitales provenientes de centrales de tecnología digital, con velocidades de 2.408 Kbits/s, y debe regirse a las normas del CCITT, Libro Azul GINEBRA SUIZA.

1. Velocidad binaria : 8.448 Kbits/s  $\pm$  30 ppm.
2. Estructura de trama

Velocidad binaria

de los afluentes : 2.048 Kbits/s

Número de afluentes : 4

Plan de numeración, asignación de los bits por trama y la señal de alineación de trama concentrada.

Debe estar de acuerdo a la Rec. G.742. (cuadro 1)

Longitud de trama : 848 bits

Bits por afluente : 206 bits

Velocidad máxima de justificación por

afluente : 10 Kbits/s

Relación nominal de

justificación : 0,424

### 3. Método de multiplexación

Multiplexación. Entrelazado cíclico de los bits según el orden de numeración de los afluentes.

### 4. Justificación positiva

Palabra de código de control de justificación

111 presencia de justificación.

000 ausencia de justificación.

#### 4.2.3.3 Características técnicas para equipo múltiplex digital de tercer orden

El equipo de múltiplex digital de tercer orden con justificación positiva, que se describe a continuación, multiplexa señales digitales que se originen en sistemas de múltiplex de segundo orden, y debe regirse a la recomendación G.751 del Libro Azul GINEBRA SUIZA.

1. Velocidad binaria : 34.368 Kbits/s  $\pm$  20 ppm

2. Estructura de trama

Velocidad binaria

de los afluentes : 8.448 Kbits/s

Número de afluentes : 4

Plan de numeración, asignación de los bits por trama y la señal de alineación de trama concentrada.

Debe estar de acuerdo a la Rec.G. 751. (cuadro 1)

Longitud de trama : 1.536 bits

Bits por afluente : 378 bits

Velocidad máxima con justificación por afluente : 22.375 bits/s

Relación nominal de justificación : 0,436

### 3. Método de multiplexación

Multiplexación. Entrelazado cíclico de los bits según el orden de numeración de los afluentes.

### 4. Justificación Positiva

Palabra de código de control de justificación

111 presencia de justificación.

000 ausencia de justificación.

Señal de control de justificación.

Distribuida y empleando los bits. Cjn ( $n = 1, 2, 3$ ).

#### 4.2.3.4 Características técnicas para equipos multiplex de cuarto orden

El equipo multiplex digital de cuarto orden con justificación positiva, que se describe a continuación, forma parte de la red digital de larga distancia, y procesa señales digitales, que se originen en equipos de multiplex digital de tercer orden, o radios digitales.

Las principales características de estos sistemas, deben regirse a la Recomendación del CCITT, libro Azul GINEBRA SUIZA específicamente G. 751 y Rec. G. 702.

1. Velocidad binaria : 139.264 Kbits/s  $\pm$  15 ppm.

2. Estructura de trama  
 Velocidad binaria de los afluentes : 34.368 Kbits/s  
 Número de afluentes : 4

Plan de numeración, asignación de los bits por trama y la señal de alineación de trama concentrada.

Debe estar de acuerdo al cuadro 2. Rec.751.

- Longitud de trama : 2.928 bits  
 Bits por afluente : 723 bits  
 Velocidad máxima con justificación por afluente : 47.560 bits/s  
 Relación nominal de justificación : 0,419

3. Método de multiplexación

Multiplexación. Entrelazado cíclico de los bits según el orden de numeración de los afluentes.

4. Justificación Positiva

Palabra de código de control de justificación

11111 presencia de justificación.

00000 ausencia de justificación.

4.2.3.4.1 Condiciones de avería y operaciones consiguientes

a) Condiciones de avería

Se debe detectar las siguientes condiciones de avería, que están especificadas en la sección 3.5 de la Rec. G.751.

a.1) Falla en la fuente de alimentación

a.2) Pérdida de la señal entrante, a 34.368 Kbits/s en la entrada del multiplexor.

- a.3) Pérdida de la señal entrante a 139.264 Kbits/s en la entrada del demultiplexor, en el caso de no producirse una indicación de pérdida de alineación de trama.
- a.4) Pérdida de alineación de trama
- a.5) Indicación de alarma recibida del equipo multiplex distante en la entrada de 139.264 Kbit/s del demultiplexor.

b) Operaciones consiguientes

Después de detectar una condición de avería, se efectúan las operaciones pertinentes especificadas en el cuadro 3 de la Rec. G.751 del CCITT.

- b.1) Generación de una indicación de alarma para mantenimiento, con excepción cuando se detecta la señal de indicación de alarma.
- b.2) Transmisión de una alarma hacia el equipo multiplex distante.
- b.3) Aplicación de la SIA a las cuatro salidas de afluentes a 34.368 Kbits/s del demultiplexor.
- b.4) Aplicación de la SIA a la salida de 13.9264 Kbits/s del multiplexor.
- b.5) Aplicación de la SIA a los intervalos de tiempo de la señal a 13.9264 Kbits/s en la salida del multiplexor correspondiente a afluentes pertinentes a 34.368 Kbits/s.

4.2.3.4.2 Características de interconexión a 139.264 Kbits/s

- |    |                               |   |   |
|----|-------------------------------|---|---|
| 1. | Velocidad binaria             | : | 139.264 Kbits/s $\pm$ 15 ppm                |
| 2. | Código                        | : | CMI   |
| 3. | Impedancia de carga resistiva | : | 75 ohmios.                                  |
| 4. | Forma del impulso             | : | Rectangular                                 |
| 5. | Tensión cresta a cresta       | : | 1 $\pm$ 0.1 V.                              |
| 6. | Sobreoscilación               | : | 5 % de la tensión media de cresta a cresta? |

7. Tiempo de subida entre el 10% y el 90% de la amplitud media: 2 ns.
8. Tolerancia para la temporización de las transiciones, referida al valor medio de los puntos de semi amplitud de las transiciones negativas: 0,1 ns
9. Transiciones positivas en el punto medio del intervalo unitario: 0,5 ns
10. Pares en cada sentido de transmisión: un par coaxial en el conector exterior a tierra en la entrada y salida.
11. Transiciones positivas en el punto medio del intervalo unitario: 0,35 ns
12. Pérdida de retorno: 15 dB en la gama de frecuencia de 7 MHz a 210 MHz.

#### 4.2.3.4.3 Características de interconexión de las señales de 34.368 Kbits.

1. Velocidad binaria : 34.368 Kbits/s  $\pm 20$  ppm
2. Código : HDB3
3. Impedancia de carga resistiva : 75 ohmios.
4. Forma de empleo: todas las marcas de señal válida deben ajustarse a la plantilla de la figura 17 de la Rec. G. 703, independientemente del signo.
5. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 1,0 V.
6. Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso)  $0 \pm 0,1$  V.
7. Ancho nominal del pulso 14,455 ns.
8. Relación entre la amplitud, de los impulsos positivos y la de los negativos en el punto medio del intervalo de un impulso, de 0,95 a 1,05.
9. Relación entre el ancho, de los impulsos positivos y la de los negativos, en los puntos de semi amplitud nominal, de 0,95 a 1,05
10. Pares en cada sentido de transmisión: un par coaxial
11. Atenuación máxima en el cable de interconexión: 12 dB a 17,189 Mhz

### 4.3 CARACTERÍSTICAS DE INTERFACE

#### 4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE INTERCONEXION DE LOS CANALES A FRECUENCIAS VOCALES

Debemos anotar las siguientes características generales:

1. Impedancia : 600 ohmios, simétrica.
2. Pérdida de retorno :  $\geq 20$  dB en la gama de frecuencia de 300 a 3.400 Hz.
3. Niveles de audio
 

Sentido de transmisión (4H)	-14 dBr a +1 dBr
Sentido de recepción (4H)	-11 dBr a +4 dBr
Gama ajustable	15 dB ajustable en pasos de 0.5 dB.

#### 4.3.2 CARACTERÍSTICAS DE INTERCONEXIÓN A 64 Kbits/s

Estas interfases deben cumplir la recomendación G.703 del CCITT, Libro Azul GINEBRA SUIZA.

#### 4.3.3 CARACTERÍSTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 2.048 Kbits/s

Entre las características generales, podemos indicar las siguientes:

1. Velocidad binaria : 2.048 Kbits/s  $\pm 50 \times 10^{-6}$
2. Código binario : HDB3

##### 4.3.3.1 Características de los accesos de salida

1. Impedancia : 75 Ohmios, resistiva
2. Forma de impulso: todas las marcas de una señal deben estar de acuerdo con la máscara de la figura 15, de la Rec. G.703, independientemente del signo.
3. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 2,37 V.
4. Tensión nominal de cresta de un espacio (ausencia de

- impulso):  $0 \pm 0.237$  V.
5. Ancho nominal del impulso: 244 ns.
  6. Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos, en el punto medio del intervalo de un impulso: de 0,95 a 1,05.
  7. Pares en cada sentido de transmisión: un par coaxial, con el conductor exterior a tierra en los accesos de entrada y salida.
  8. Atenuación: de acuerdo a la ley  $\sqrt{f}$
  9. Distorsión máxima aceptable en el cable interconector: 6 dB a 1:024 KHz

#### 4.3.4 CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 2.048 Kbits/s AFLUENTES AL MULTIPLEXOR NUMERICO DE SEGUNDO ORDEN

##### 4.3.4.1 Interfaces de 2.048 Kbits/s

De acuerdo con la Rec. G.703 del CCITT.

1. Velocidad binaria : 2.048 Kbits/s  $\pm$  50 ppm
2. Código : HDB3
3. Impedancia : 75 ohmios asimétrica
4. Forma del impulso: Todas las marcas de una señal deben estar de acuerdo con la máscara de la figura 15 de la Rec. G.703.
5. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 2,37 V
6. Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso):  $0 \pm 0,237$  V
7. Ancho nominal de impulso: 244 ns.
8. Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos, en el punto medio del intervalo de un impulso: de 0,95 a 1,05
9. Relación entre el ancho de los impulsos positivos y negativos, en los puntos de semiamplitud nominal. de 0,95 a 1,05.
10. Pares en cada sentido de transmisión: un par coaxial, con el conductor exterior a tierra en los accesos de entrada y salida.

11. Atenuación: de acuerdo a la Ley  $\sqrt{f}$
12. Atenuación máxima aceptable en el cable de interconexión: 6 dB a 1.024 KHz.

#### 4.3.4.2 Interfaces de 8.448 Kbits/s

De acuerdo a la Rec. G.703 del CCITT

1. Velocidad binaria : 8.448 Kbits/s  $\pm$  30 ppm
2. Código : HDB3
3. Impedancia : 75 ohmios, resistiva
4. Forma de impulso: todas las marcas de señal válida deben ajustarse a la máscara de la figura 16 de la Rec. G. 703.
5. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 2,37 V
6. Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso):  $0 \pm 0,237$  V
7. Ancho nominal del impulso: 59 ns.
8. Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos, en el punto medio del intervalo de un impulso: de 0,95 a 1,05
9. Relación entre el ancho de los impulsos positivos y los negativos, para los puntos de semiamplitud nominal: de 0,95 a 1,05
10. Par en cada sentido de transmisión: un par coaxial, con el conductor exterior a tierra en los accesos de entrada y salida.
11. Atenuación en los pares: de acuerdo a la Ley  $\sqrt{f}$ .
12. Atenuación máxima aceptable en el cable de interconexión: 6 dB a 4.224 KHz.

#### 4.3.5 CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES DE 8.448 Kbits/s

##### 4.3.5.1 Interfaces de 8.448 Kbits/s

De acuerdo a la Rec. G.703 del CCITT

1. Velocidad binaria : 8.448 Kbits/s  $\pm$  30 ppm
2. Código : HDB3.

3. Impedancia : 75 ohmios, resistiva
4. Forma del impulso: todas las marcas de señal válida, deben ajustarse a la máscara de la figura 16 de la Rec. G.703.
5. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 2,37 V.
6. Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso):  $0 \pm 0,237$  V.
7. Ancho nominal del pulso: 59 ns.
8. Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos, en el punto medio del intervalo de un impulso: de 0,95 a 1,05
9. Relación entre el ancho de los impulsos positivos y los negativos, para los puntos de semiamplitud nominal: de 0,95 a 1,05.
10. Atenuación en los pares: de acuerdo a la ley  $\sqrt{f}$ .
11. Atenuación máxima aceptable en el cable de interconexión 6 dB a 4.224 MHz

#### 4.3.6 CARACTERISTICAS DE INTERCONEXION DE LAS SEÑALES A 34.368 Kbits/s

1. Velocidad binaria : 34.368 Kbits/s  $\pm 20$  ppm
2. Código : HDB3
3. Impedancia : 75 ohmios, asimétrica
4. Forma de impulso: todas las marcas de señal válidas, deben ajustarse a la máscara de la fig. 17 de la Rec. G. 703, independientemente del signo.
5. Tensión nominal de cresta de una marca (impulso): 1,0 V.
6. Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso):  $0 \pm 0,1$  V.
7. Ancho nominal del pulso: 14,55 ns.
8. Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos, en el punto medio del intervalo de un impulso: de 0,95 a 1,05.
9. Relación entre el ancho de los impulsos positivos y la de los negativos, en los puntos de semiamplitud nominal: de 0,95 a 1,05.
10. Pares en cada sentido de transmisión: un par coaxial, con el conducto exterior a tierra en los accesos de entrada y salida.

11. Atenuación en cable: de acuerdo a la Ley  $\sqrt{f}$ .
12. Atenuación máxima aceptable en el cable de interconexión 12 dB a 17.184 KHz.

#### 4.3.7 INTERFACES DE LOS SISTEMAS MULTIACCESO DIGITALES

En este numeral analizamos la interfaz de frecuencia vocal, y la interfaz digital a 2 Mbits.

##### 4.3.7.1 Interfaz de frecuencia vocal

- a) La interfaz de F.V. debe ser de 2 hilos para los de servicio telefónico. El interfaz del lado central debe ser el correspondiente al tipo de central con la que se conecten.
- b) Para servicios especiales, que ocupen la banda de un canal de voz, también debe disponer de un interfaz a 6 hilos, es decir 2 Tx, 2 Rx, E&M.

##### 4.3.7.2 Interfaz digital a 2 Mbits

Se requiere que el equipo pueda aceptar de la central de conmutación, flujos digitales a 2.048 Kbits/s, cumpliendo las parámetros de la norma G-703 del CCITT.

Es indispensable indicar la señalización de que dispone.

- (\*) Cuando se trata de señales vocales conviene tener una S/D relativamente constante en una amplia gama dinámica, que se logra utilizando una ley de compresión logarítmica. En general, se utiliza una ley de compresión específica ya que el logaritmo de X es diferente en el caso de un valor pequeño de X. Para modificar la ley verdaderamente logarítmica por lo regular se utiliza dos métodos conocidos como la ley u y la ley A.

La ley u está definida por la gama de codificación normalizada de  $\pm 1$ . En Norteamérica Canadá y el Japón se utiliza la ley u, en Europa la ley de compresión estandar (CEPT) es la ley A.

Cuando se utiliza la ley A se obtiene una S/D ligeramente más uniforme que con la ley  $\gamma$  en la gama  $1/A \leq |X| \leq 1$ , en cambio la S/D de las señales más débiles sufren un leve deterioro. La diferencia entre ambas leyes, cuando se aplica a señales débiles, puede estimarse a partir de la mejora debida a la compasión.

## CAPITULO QUINTO

## ESTUDIO ECONOMICO

## 5.1 ANALISIS DE COSTOS

Como paso previo a la determinación del costo de equipamiento en el PLAN DE TRANSMISION PARA LAS PROVINCIAS DE CARCHI E IMABURA, se ha realizado un estudio de los costos de los equipos de radio y múltiplex de diferentes velocidades y capacidades, para lo cual se ha tomado como referencia los precios unitarios en los diferentes concursos y contratos que ha realizado el IETEL en los últimos cinco años.

En el cuadro 5-01 se presenta un resumen de los costos de los diferentes equipos de radio en función de la velocidad de transmisión, para los mismos se presenta el valor solamente de los equipos electrónicos, más no de la infraestructura necesaria como son torres, energía, casetas, caminos. Dentro del equipo común está incluido el costo de las antenas.

CUADRO 5-01 COSTOS DE EQUIPOS DE RADIO

VELOCIDAD	BASTIDOR	EQUIPO COMUN	UNIDAD TX	UNIDAD RX	PRECIO TOTAL
Mbits/s	D O L A R E S				
140	3.000	60.000	30.000	24.000	117.000
34	4.400	45.000	28.000	24.000	101.400
8	4.000	24.000	16.000	15.000	59.000
2	3.600	16.000	13.000	10.000	42.600

En el cuadro 5-02 se presenta un resumen de los costos de los diferentes equipos múltiplex en función de su jerarquía.

CUADRO 5-02 COSTOS DE LOS EQUIPOS MULTIPLEX

JERARQUIA	BASTIDOR	EQUIPO COMUN	UNIDADES DE CANAL	PRECIO TOTAL
	D O L A R E S			
4to ORDEN 34/140	780	200	1.400	2.380
3er ORDEN 8/34	750	150	880	1.780
2/34 SKEEPMUX	620	1.920	3.520	6.060
2do ORDEN 2/8	650	150	800	1.600
PCM PRIMARIO	570	1.500	18.000	20.070

Se debe hacer notar que se requiere 4 tarjetas de interface a baja velocidad, en las unidades de canal de los múltiplex de jerarquías de: cuarto, tercero, y segundo orden. Para el SKEEPMUX, (MUX A SALTOS) se requiere de 16 tarjetas de interface a nivel de 2 Mbits/s, y para el múltiplex primario PCM (MIC) se requiere de 30 tarjetas de interface. El costo indicado en el cuadro 5-02 como unidad de canal es el costo del total de tarjetas requeridas.

#### 5.1.1 ANALISIS DE COSTOS DE LA AMPLIACION DE LA RED TRONCAL

En base a las necesidades de equipos descritas en el capítulo anterior numeral 4.1.1, se presenta en los cuadros 5-03a) y 5-03b) los costos de la ampliación de la Red Troncal.

CUADRO 5-03a) COSTO DE EQUIPOS DE RADIO DE LA RED TRONCAL

SISTEMA QUITO IBARRA TULCAN			
RADIOENLACE	AMPLIACION	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Mbits/s	DOLARES	DOLARES
QUITO-CRUZ LOMA	1 x 140	117.000	117.000
CRUZ LOMA-C. BLANCO	1 x 34	101.400	101.400
CERRO BLANCO-AZAYA	1 x 140	117.000	117.000
AZAYA-IBARRA.	2 x 140	117.000	234.000
CERRO BLANCO-TROYA	2 x 34	101.400	202.800
TANQUES AGUA	1 x 34	101.400	101.400
TANQUES AGUA-TULCAN	1 x 34	101.400	101.400
TROYA-COLOMBIA	(1+1) x 34		
S U B T O T A L			975.000

La capacidad total de la red troncal es de 2.880 canales, se espera que el crecimiento de la red sea lineal, y que su utilización inicial sea el equivalente a 1/3 de la capacidad total.

CUADRO 5-03b) COSTO DEL EQUIPO MULTIPLEX DE LA RED TRONCAL

LOCALIDAD	CANT	EQUIPO MULTIPLEX	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
			DOLARES	DOLARES
CRUZ LOMA	1	34/8	1.780	1.780
CRUZ LOMA	2	8/2	1.600	3.200
C. BLANCO	2	34/8	1.780	3.560
C. BLANCO	4	8/2	1.600	6.400
IBARRA	8	34/2	6.060	48.480
TROYA	1	D/I 34/2	6.060	6.060
TROYA	2	34/8	1.780	3.560
TULCAN	2	34/2	6.060	12.120
QUITO	4	34/2	6.060	24.240
S U B T O T A L				109.400
COSTO DE LA AMPLIACION DE LA RED TRONCAL				1'084.400

D/I: Drop/Insert - Extracción/Inserción

De los datos obtenidos en los cuadros 5-01 y 5-02, se puede analizar los costos de los enlaces a nivel de canal, de acuerdo a su velocidad de transmisión y a los diferentes equipos múltiples que se requieren.

Pará efectos del análisis económico se ha calculado con los valores en dólares, y se ha estimado el interés que se aplica el equivalente al PRIME (8,75 %); además se ha estimado una vida útil de 10 años para los equipos, esta vida útil está en consideración de la obsolescencia técnica más no en función de su operatividad.

#### 5.1.1.1 Costos de los enlaces a nivel de canal

A continuación se presenta un estudio del costo a nivel de canal para cada uno de los enlaces, de acuerdo a su velocidad jerárquica, los mismos que se resumen en el cuadro 5-04

CUADRO 5-04 COSTO REAL A NIVEL DE CANAL

EQUIPO	COSTOS DE LOS ENLACES EN DOLARES EN FUNCION DE SU VELOCIDAD			
	140	34	8	2
	Mbits/s			
RADIO	117.000	101.400	59.000	42.600
MULTIPLEX				
140/34	2.380			
34/8				
8/2			1.780	
34/2	24.240	6.060		
COSTO TOTAL	143.620	107.460	60.780	42.600
COSTO POR CANAL	74,80	223,88	506,50	1.420
AMORTIZACION DEL CANAL/MENSUAL	0,94	2,81	6,35	17,80

Se debe acotar para el enlace de 140 Mbits/s, que si se utilizaría el MUX tradicional con orden jerárquico de segundo, tercer, y cuarto orden, en vez del indicado en el cuadro, el costo se incrementaría aproximadamente en unos 10.000 dólares, porque se requeriría de 4 x MUX 34 a 8 y 16 x MUX 8 a 2, para producir los mismos efectos. Lo mismo podríamos decir del enlace de 34 Mbits/s.

El enlace PCM PRIMARIO se utiliza para la interconexión de las centrales analógicas con la red digital. Como podemos ver en el cuadro 5-02 el costo es significativamente alto.

Debemos indicar que para las velocidades de: 140 Mbits/s se dispone de 1.920 canales, 34 Mbits/s 480 canales, 8 Mbits/s 120 canales, y 2 Mbits/s 30 canales.

En el cuadro anterior se observa que los costos a nivel de canal aumentan considerablemente cuando se trata de enlaces de velocidades jerárquicas menores, se puede hablar entonces de una relación aproximada de 19/1 en el caso de comparar los costos por canal, para un enlace de 30 canales y una velocidad de 2 Mbits/s con un enlace de 1.920 canales y una velocidad de 140 MBt/s.

El cuadro se ha realizado únicamente para efecto de análisis, siendo muy demostrativo para determinar el costo/canal en función de la velocidad para enlaces de un salto. Este cuadro está fuera del alcance de la tesis porque la red involucra varias repetidoras con una configuración compleja, pero se ha incorporado en esta parte solamente con fines ilustrativos.

#### 5.1.2 ANALISIS DE COSTOS EN LA RED RURAL

La Red Rural básicamente está compuesta de pequeños enlaces de 30 canales con una velocidad de 2 Mbits/s y sistemas de radio multiacceso digital con capacidad variable, dichos sistemas cuando son interconectados a una central mediante enlaces de 2 Mbits/s pueden servir hasta para 120 abonados remotos.

En caso de que los radios de 2 Mbits/s sean conectados a una central analógica se debe añadir el costo de los equipos PCM PRIMARIOS, cuyo costo aproximado varía entre los US dólares 15.000 a 20.000 con lo que casi se duplica el valor del costo del canal por mes.

Para los abonados remotos, o para las poblaciones que van a ser servidas por uno o más canales de los sistemas multiacceso, se debe prorratear los costos de los enlaces para unir con la Red Troncal, y los costos de las estaciones base en todas y cada una de las repetidoras.

En el cuadro 5-05 se presenta un resumen del costo de la Red Rural que cubre, los costos por repetidora y las estaciones terminales. A estos valores se debe añadir los costos de la infraestructura es decir de casetas, torres, energía y caminos.

CUADRO 5-05 COSTOS DE LOS EQUIPOS DE LAS REPETIDORAS DE LA RED RURAL

REPETIDORA	DESCRIPCION	CT	COSTO	TOTAL
			DOLARES	DOLARES
CABRAS	Radio digital 2 Mbits/s (1+1)	3	42.600	127.800
	Radio digital 34 Mbits/s(1+1)	1	101.400	101.400
	Equipo múltiplex de 34 a 8	1	1.780	1.780
	Equipo múltiplex de 2 a 8	2	1.600	3.200
	Estación base de SMD.(120 ab)	2	21.400	42.800
	Sistema de Telesupervisión.	1	3.200	3.200
	Rectificador 48 VDC.	1	29.400	29.400
S U B T O T A L				309.580
TROYA	Repetidora SMD independiente de la red central, con energía comercial.	1	21.400	21.400
T. AGUA	Torre 30 m. y antenas	1	31.800	31.800
	Torre 10 m. y antenas	1	10.800	10.800
S U B T O T A L				53.200
IBARRA	Equipo múltiplex 34 a 2	1	6.060	6.060
	SMD: Estación concentrada de de CERRO BLANCO (100 ab)	1	48.000	48.000
	SMD: Estación concentrada de CABRAS con 232 abonados.	2	60.000	120.000
	Sistema de Telesupervisión.	1	18.000	18.000
S U B T O T A L				192.060
CERRO BLANCO	Radio digital 2 Mbits/s (1+1)	4	42.600	170.400
	Radio digital 34 Mbits/s(1+1)	1	101.400	101.400
	Estación base de SMD	1	21.400	21.400
	Equipo múltiplex 34 a 8	1	1.780	1.780
	Equipo múltiplex 8 a 2	1	1.600	1.600
	Sistema de Telesupervisión.	1	3.200	3.200
S U B T O T A L				299.780
TULCAN	SMD: Estación concentrada con 96 abonados.	1	43.400	43.400
	SMD: Estación base, y antenas	1	20.950	20.950
	Telesupervisión	1	3.200	3.200
S U B T O T A L				67.550
COSTO DE LAS REPETIDORAS RURALES				922.170

CT: CANTIDAD

A nivel de repetidoras se necesitan 428 circuitos (canales)

En el cuadro 5-06 se presenta los costos de los equipos de radio, antenas, equipos múltiplex; además de la infraestructura, ha utilizarse en las diferentes poblaciones ha ser dotadas con el servicio telefónico.

CUADRO 5-06 COSTOS DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE TERMINALES RURALES.

P O B L A C I O N	E Q U I P O S		INFRAESTRUCTURA	
	RADIOS ANTENAS	MULTIPX	ENERGIA	TORRES CASETAS CAMINOS
	D O L A R E S			MILES DE SUCRES
ILUMAN	46.600	20.070	1.500	5.000
SAN ISIDRO	46.600	20.070	1.500	5.000
PABLO ARENAS	46.600	20.070	4.500	55.000
IMANTAG	6.500		8.500	40.000
CHAVEZPAMBA	6.500		1.500	5.000
REP. SAN MIGUEL	22.000		8.500	60.000
SAN PABLO	121.000	1.780		
OTAVALO	121.000	6.060		
MIRA	121.000	1.780		
ATUNTAQUI	121.000	6.060		
COTACACHI	121.000	6.060		
PIMAMAPIRO	121.000	6.060		
AMBUQUI	6.500		1.500	5.000
URCUQUI	104.400	6.060		
LA CONCEPCION	6.500		8.500	40.000
JUAN MONTALVO	6.500		8.500	40.000
CARPUELA	46.600	20.070	8.500	55.000
LA PAZ	46.600	20.070		
PUEBLO NUEVO (C)	46.600	20.070	8.500	55.000
EL TAMBO	6.500		1.500	40.000
VILLACIS	6.500		1.500	40.000
PUEBLO NUEVO (I)	6.500		1.500	40.000
CHUGA	6.500		1.500	40.000
CALDERA	6.500		1.500	40.000
SAN RAFAEL	6.500		1.500	40.000
EL JUNCAL	6.500		1.500	5.000
LOS ANDES	6.500		1.500	40.000
SALINAS	6.500		1.500	40.000
CAHUASQUI	6.500		1.500	40.000
GARCIA MORENO	6.500		1.500	40.000
CHIRIACU	6.500		1.500	40.000
EL CHOTA	6.500		1.500	40.000
S.VICENTE DE PUSIR	6.500		1.500	40.000

CUADRO 5-06 (CONTINUACION)

P O B L A C I O N	E Q U I P O S		I N F R A E S T R U C T U R A	
	R A D I O S A N T E N A S	M U L T I P X	E N E R G I A	T O R R E S C A S E T A S C A M I N O S
	D O L A R E S			M I L E S D E S U C R E S
ALOR	6.500		1.500	40.000
IMPUERAN	6.500		1.500	40.000
PUSIR CHICO	6.500		1.500	40.000
REP. GUANOPAMBA	22.000		8.500	60.000
REP. CHUGA	22.000		8.500	60.000
REP. EL CARMELO	22.000		8.500	60.000
MARIANO ACOSTA	6.500		1.500	5.000
MONTE OLIVO	6.500		1.500	5.000
SAN MIGUEL	6.500		1.500	40.000
SIGSIPAMBA	6.500		8.500	40.000
FERNANDEZ SALVADOR	6.500		1.500	5.000
TUFIÑO	6.500		1.500	5.000
COLONIA HUAQUEÑA	6.500		1.500	5.000
URBINA	6.500		1.500	5.000
EL ANGEL	104.400	20.070	1.500	5.000
COSTO DE TERMINALES	1'497.400	174.350	131.500	1'300.000
COSTO DE TERMINALES RURALES			2'567.955,8	

1.300'000.000 SUCRES equivale aproximadamente a 764.705,8 DOLARES, calculado a 1.700 SUCRES POR DOLAR.

En la Red Rural en: Iluman, San Isidro, Pablo Arenas, La Paz, Carpuela, Pueblo Nuevo se tiene SMD con capacidad para 30 abonados cada uno, en total tenemos 180 abonados. En toda la Red Rural el total de circuitos es de 608.

Aunque los costos de los equipos de prueba deben ser parte de los costos de operación y mantenimiento de acuerdo al criterio del Ministerio de Finanzas; pero para efecto de valorización del costo de servicio se ha incluido en el costo total del sistema.

CUADRO 5-07 RESUMEN DE COSTOS DE LA RED

C O S T O	DOLARES
DE LA AMPLIACION DE LA RED TRONCAL	1'084.400,0
DE CAMINOS	500.000,0
TOTAL DE LA RED TRONCAL	1'584.400,0
DE LAS REPETIDORAS RURALES	922.170,0
DE TERMINALES RURALES	2'567.955,8
DE CAMINOS	500.000,0
DE LOS EQUIPOS DE PRUEBA	150.000.0
TOTAL DE LA RED RURAL	4'140.125,8
TOTAL DE LA RED	5'724.525,8

NOTA: No se ha considerado el costo de los equipos para el tráfico con LA REPUBLICA DE COLOMBIA, por que el equipo será provista por Colombia.

### 5.1.3 COSTO DE OPERACION DE LAS REDES

Considerando el número suficiente de personas capacitadas para desempeñar una función específica dentro del sistema, en los cuadros 5-08 y 5-10 se da un resumen de la remuneración anual para la Redes Troncal y Rural respectivamente.

Debemos indicar que para determinar los beneficios sociales se ha considerado el 40 % del sueldo anual.

En base de los datos anteriores, en los cuadros 5-09 y 5-11 se determina los viáticos, el número de circuitos, y el costo de ellos en cada año y durante 10 años.

5.1.3.1 Remuneración para la Red Troncal  
 CUADRO 5-08 REMUNERACION ECONOMICA ANUAL

DENOMINACION	NUMERO DE PERSONAL	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL	BENEF SOCIAL	REMUNER ANUAL
		D O L A R E S			
INGENIEROS	2	1.000	24.000	9.600	33.600
TECNOLOGOS	4	300	14.400	5.760	20.160
CHOFERES	2	100	2.400	960	3.360
SECRETARIA	1	200	2.400	960	3.360
CONSERJE	1	80	960	384	1.344
T O T A L					61.824

CUADRO 5-09 COSTO POR CIRCUITO.

AÑO	NUMERO DE CIRCUITOS	REMUNERACION	VIATICOS	COSTO POR CIRCUITO
		D O L A R E S		
1	960	61.824	37.094,4	103,0
2	1.152	68.006	40.803,8	94,5
3	1.344	74.807	44.884,2	89,1
4	1.536	82.288	49.372,6	85,7
5	1.728	90.517	54.309,9	83,8
6	1.920	99.568	59.740,9	83,0
7	2.112	109.525	65.715,0	83,0
8	2.304	120.477	72.286,5	83,7
9	2.496	132.525	79.515,1	85,0
10	2.880	145.778	87,466,7	81,0

El costo por circuito está dado:

(remuneración + costo) / número de circuitos.

5.1.3.2 Remuneración para la Red Rural

CUADRO 5-10 REMUNERACION ECONOMICA ANUAL

DENOMINACION	NUMERO DE PERSONAL	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL	BENEF SOCIAL	REMUNER ANUAL
		D O L A R E S			
INGENIEROS	1	1.000	12.000	4.800	16.800
TECNOLOGOS	3	300	10.800	4.320	15.120
TECNICOS	4	100	4.800	1.920	6.720
CHOFERES	2	100	2.400	960	3.360
SECRETARIA	1	200	2.400	960	3.360
CONSERJE	1	80	960	384	1.344
T O T A L					46.704

CUADRO 5-11. COSTO POR CIRCUITO.

AÑO	NUMERO DE CIRCUITOS	REMUNERACION	VIATICOS	COSTO POR CIRCUITO
		D O L A R E S		
1	203	46.704	35.028	403,3
2	243	51.374	38.531	369,7
3	284	56.512	42.384	348,6
4	324	62.163	46.622	335,5
5	365	68.379	51.284	328,5
6	405	75.217	56.413	324,7
7	446	82.739	62.054	324,7
8	486	91.013	68.260	327,5
9	527	100.114	75.086	332,5
10	608	110.126	82.594	317,0

Adicionalmente tanto para la Red Troncal y Rural se ha considerado el requerimiento mínimo de: VEHÍCULOS, OFICINA Y MUEBLES, cuyos costos estimados son de 40.000, 4.800, 8.000 dólares respectivamente; además los vehículos y los muebles están amortizados igualmente en 4 años. Los valores de amortización son de 12.279,1 dólares para los vehículos, 2.455,8 dólares para los muebles, el costo de éstos es de 19.534,9 dólares.

## 5.2 ESTUDIO DE TARIFAS

### 5.2.1 MARCO CONCEPTUAL

Inicialmente es bueno presentar ciertas estimaciones básicas, que en conjunto pueden denominarse como el horizonte económico de un proyecto. Estas estimaciones son: Inversiones necesarias para el proyecto, vida económica (vida útil) esperada del proyecto, valores residuales que tendrán las inversiones al finalizar la vida económica del proyecto, y los beneficios que genera el proyecto a lo largo de su vida económica y los períodos de tiempo en los cuales se producen.

#### 5.2.1.1 Inversión

Inversión significa formación de capital. Desde el punto de vista económico, se entiende por CAPITAL al conjunto de bienes que sirven para producir otros bienes. Se incluyen dentro del capital

a bienes heterogéneos, como terrenos, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos e inventarios. Todos los bienes destinados a las labores productivas forman parte del capital de una empresa. Una empresa invierte y aumenta su capital cuando incrementa sus activos productivos.

El término inversión se refiere a las erogaciones o flujos negativos que ocurren al comienzo de la vida económica del proyecto y que representan desembolsos de efectivo para la adquisición de activos de capital, tales como terrenos, edificios, maquinaria y equipos. Deben incluirse los costos de transporte y los costos de instalación.

#### 5.2.1.2 Vida Económica. (VIDA UTIL)

Es el período de tiempo en el cual una inversión permanece económicamente superior a la inversión alternativa para desempeñar el mismo fin, es decir, el período durante el cual la inversión no se vuelve obsoleta. La vida económica del proyecto es el horizonte de tiempo que se adopta para su evaluación.

#### 5.2.1.3 Valores residuales

Al finalizar la vida económica de un proyecto, se deben anotar como flujos positivos, los valores residuales de los activos productivos depreciables y no depreciables, incluyendo la recuperación del capital de trabajo. Se debe tener mucho cuidado en la estimación de ciertos activos como bienes raíces que pueden tener una apreciación de su valor a lo largo de los años. Este parámetro no ha sido considerado en el presente trabajo debido a las características del proyecto.

#### 5.2.1.4 Flujos de Beneficios

Los proyectos de inversión reflejan un compromiso de asignar recursos, inicialmente con la esperanza de obtener beneficios durante el desarrollo de su vida económica.

Cuando se evalúan inversiones, es recomendable para la medición de beneficios usar el concepto de flujo efectivo generados y no el de las utilidades contables resultantes, ya que la información contable es de mucha utilidad para evaluar ejecutorias y efectuar comparaciones entre empresas, y su importancia es limitada cuando se le quiere emplear en evaluación de proyectos. En consecuencia una ventaja de utilizar el concepto de flujo es que la transacción de efectivo está claramente definido, es objetivo y conduce a una situación diferente a aquellas ocasionadas por las convenciones contables.

#### 5.2.1.5 Depreciación y amortización

La depreciación es la pérdida de su valor de un activo físico (edificios, maquinaria, equipos), como consecuencia del uso. Para prevenir la necesidad de remplazo de un determinado activo al fin de su vida económica, cada año se traspasa una parte de las utilidades de una empresa a un fondo especial llamado fondo para depreciación.

Un documento que produce intereses está amortizado cuando todas las obligaciones contraídas (tanto capital como interés) son liquidadas mediante una serie de pagos (generalmente iguales) hechos en intervalos iguales de tiempo.

Las depreciaciones de un proyecto y las amortizaciones de los gastos de organización no representan flujos de efectivos, ya que el flujo relevante se presenta cuando los activos son adquiridos y las depreciaciones en los períodos contables subsiguientes representan un costo no desembolsable. Se debe tomar en cuenta que las depreciaciones y los costos no desembolsables tienen un efecto en los flujos del proyecto, a través del impacto que producen en el impuesto sobre la renta a pagarse (impuesto a la renta que no ha sido considerado en este trabajo, debido a las características del proyecto y a las exoneraciones que tiene el IETEL), que si es un flujo efectivo.

Para determinar las tarifas se ha analizado el costo unitario a nivel de canal (circuito), que está en función del costo inicial

de los equipos, el costo de la infraestructura, y el costo de instalación; además se ha estimado los salarios que se encuentran detallados en los cuadros 5-08 y 5-10; así como los costos de operación que se refiere exclusivamente a una oficina taller, costos directos de operación (vehículos, viáticos y equipos de prueba).

Con ayuda de un PROGRAMA EN LOTUS se ha determinado los valores unitarios de los servicios de transmisión a nivel de canal de 64 kbits/s, los mismos que están definidos en los cuadros 5-12 para la Red Troncal, 5-13 para la Red Rural, 5-14 para la Red Norte, y en el cuadro 5-15 el cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

En base de estos resultados, podemos asegurar que el costo del canal de la Red Rural es aproximadamente 11 veces más alto que el canal de la Red Troncal.

Para la elaboración de los cuadros se ha estimado una depreciación lineal del 10 % y una pérdida del poder adquisitivo de la moneda en dólares del 5 % anual.

Debemos indicar adicionalmente que para el estudio realizado no se ha considerado costos administrativos.

IETEL, no considera tarifas independientes para las Redes Troncal y Rural, en consecuencia establece una misma tarifa tanto para la Red Troncal como para la Red Rural.

Considerando los resultados anteriores se han estimado las siguientes tarifas:

**REDUCIDA.** Esta tarifa se aproxima al costo unitario del circuito (1.820,16 DOLARES)

**ESTANDAR.** Tarifa que permite conseguir una TASA INTERNA DE RETORNO de un 20 % lo que se considera correctamente aceptable (3.300 dólares). En el numeral 5.3 se dará una explicación más amplia.

**ELEVADA.** Tarifa que se consideraría para determinar una rentabilidad alta.

CUADRO 5-12 COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL RED TRONCAL (EN DOLARES)

PARAMETROS DE REFERENCIA	PERIODO DEL PROYECTO																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
INVERSION TOTAL	1,584,400.00																				
INVERSION ANUAL	100 %																				
NUMERO DE CIRCUITOS	960.00	1,152.00	1,344.00	1,596.00	1,728.00	1,920.00	2,112.00	2,304.00	2,496.00	2,688.00	2,880.00										
PRECIO UNITARIO	337.90	290.25	256.89	232.51	214.30	200.45	189.77	181.58	175.35												
COSTO DE INSTALACION	475,320.00																				
COSTO DE OPERACION	20.35	16.96	14.53	12.72	11.30	10.17	9.25	8.48	7.83												
SALARIOS	103.00	94.50	89.10	85.70	83.80	83.00	83.00	83.70	85.00												
IMPUESTOS Y OTROS CARGOS																					
DEPRECIACION	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
FLUJO DE CAJA																					
INVERSION	2,059,720.00	334,370.90	345,257.30	357,142.10	370,313.30	384,866.90	400,802.90	418,351.70	437,666.90	458,786.90											
INGRESOS	324,386.90	128,398.90	139,285.30	151,170.10	164,341.30	178,894.90	194,830.90	212,379.70	231,694.90	252,814.90											
COSTOS	118,414.90	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00											
INGRESO BRUTO	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00											
(-) DEPRECIACION	205,972.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(0.00)	0.00	0.00											
UTILIDAD NETA	0.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00											
FLUJO DE CAJA	(1,853,748.00)	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00	205,972.00											
RENTABILIDAD		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(0.00)	0.00	0.00											
FLUJO DE CAJA (ACTUALIZACION 5 %)	(1,853,748.00)	205,972.00	196,163.81	187,247.27	177,562.07	168,829.51	160,915.63	153,710.45	146,079.43	139,170.27											
TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO	(0.04)																				

c:\lotus\data\tesis\costost

CUADRO 5-13

COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL RED RURAL (EN DOLARES)

PARAMETROS DE REFERENCIA	PERIODO DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
INVERSION TOTAL	4,140,125.80														
INVERSION ANUAL	100 %														
NUMERO DE CIRCUITOS	203	243	284	324	365	405	448	486	527	608					
PRECHO UNITARIO	3,155.36	2,663.08	2,314.36	2,055.54	1,856.82	1,700.73	1,575.84	1,474.19	1,390.89	1,234.35					
COSTO DE INSTALACION	1,242,037.74														
COSTO DE OPERACION	96.39	80.32	88.85	80.24	53.55	48.19	43.81	40.16	37.07	32.13					
SALARIOS	403.30	369.70	348.60	335.50	328.00	324.70	324.70	327.50	332.50	317.00					
IMPUESTOS Y OTROS CARGOS															
DEPRECIACION	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10					
FLUJO DE CAJA															
INVERSION	5,382,183.54														
INGRESOS	839,486.72	847,682.29	856,060.89	866,542.72	877,405.65	888,362.89	702,524.16	717,047.25	732,856.59	750,487.25					
COSTOS	101,270.37	109,445.84	119,444.34	128,328.37	139,189.30	151,148.63	184,307.81	178,830.80	194,740.23	212,270.80					
INGRESO BRUTO	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35					
(-) DEPRECIACION	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35					
UTILIDAD NETA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
FLUJO DE CAJA	(4,843,947.19)	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35	538,216.35					
RENTABILIDAD		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
FLUJO DE CAJA (ACTUALIZACION 5 %)	(4,843,947.19)	538,216.35	512,587.00	489,287.59	483,879.82	441,180.95	420,401.53	401,054.00	381,713.73	363,859.70					
TASA INTERNA DE RETORNO															
DEL PROYECTO															

c:\lotus\datos\seis\coslosrr.wk1



### 5.3 DETERMINACION DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

Para realizar una evaluación de un proyecto se deben considerar ciertos indicadores que se basan en el valor del dinero en el tiempo y utilizan técnicas de actualización para su cálculo.

#### 5.3.1 METODOS DE EVALUACION

Los métodos para la evaluación de los proyectos de inversión puede clasificarse en dos:

1. Métodos aproximados, entre los que podemos mencionar: Período de recuperación (PR), rentabilidad contable (RC), etc.
2. Métodos que utilizan el valor cronológico de los flujos de efectivo, es decir, los que conceden al dinero importancia en función del tiempo. Los métodos más importantes desde el punto de vista técnico son: la Tasa Interna de Rendimiento (TIR, TRF, TRE), el Valor Actual Neto (VAN), el Índice de Deseabilidad (ID) y el Valor Actual Neto Ajustado (VAN AJUSTADO)

Vale anotar que, aunque los métodos cuantitativos dominan el proceso de análisis y evaluación de las inversiones, el buen criterio de la persona es un elemento de gran importancia, debido a la complejidad del problema. En muchas ocasiones, consideraciones de tipo cualitativo, tales como grado de necesidad o urgencia para la realización del proyecto, regulaciones legales, presiones laborales, etc, pueden ser tan decisivas en la realización de un proyecto de inversión, que podrían pasarse por alto los criterios eminentemente económicos.

En la TASA INTERNA DE RENDIMIENTO debemos considerar que cuando se calcula desde el punto de vista económico consideramos el TRE, cuando se calcula en función de aspectos financieros del proyecto se considera TRF, y TIR.

Concretémonos brevemente a describir lo que nos interesa LA TASA

INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR), llamada también TASA INTERNA DE RETORNO.

La TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento ( $r$ ), que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). En otras palabras podemos decir que la TIR es la tasa que descuenta todos los flujos asociados con un proyecto a un valor de exactamente cero. Cuando la inversión inicial se produce en el período de tiempo cero, la TIR será aquel valor de ( $r$ ) que cumple la siguiente ecuación:

$$I_0 = R_1 / (1+r) + R_2 / (1+r)^2 + R_3 / (1+r)^3 + \dots + R_n / (1+r)^n$$

o tambien

$$I_0 = R_1 FD_1 + R_2 FD_2 + R_3 FD_3 + \dots + R_n FD_n$$

Donde:

$I_0$  = Inversión inicial

$R_1$  a  $R_n$  = Flujos de efectivos futuros por períodos

$FD_1$  a  $FD_n$  = Factores de descuento por períodos.

En base de este fundamento teórico en el cuadro 5-15 que a continuación presentamos, se determina el valor real para la tarifa con una TIR del 20 % la misma que es aceptable dentro de los programas generales de una empresa. Dicho cuadro es el resultado de algunas corridas iterativas del PROGRAMA EN LOTUS antes mencionado

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO PARA LA RED NORTE EN BASE A UNA TARIFA FIJA (EN DOLARES)

PARAMETROS DE REFERENCIA	PERIODO DEL PROYECTO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
INVERSION TOTAL	5,724,405.00											
INVERSION ANUAL	100 %											
NUMERO DE CIRCUITOS	1,183.00											
TARIFA POR CIRCUITO 64 KBIT	2,750.00											
COSTO DE INSTALACION	1,717,338.74											
COSTO DE OPERACION	33.58											
SALARIOS	506.30											
IMPUESTOS Y OTROS CARGOS												
DEPRECIACION	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
FLUJO DE CAJA												
INVERSION	7,441,805.54											
INGRESOS	3,190,250.00	0.00	3,837,625.00	4,477,000.00	5,118,375.00	5,755,750.00	6,395,125.00	7,034,500.00	7,673,875.00	8,313,250.00	8,952,000.00	
COSTOS	827,898.70	1,183.00	688,880.80	751,845.40	822,712.40	900,987.20	987,178.15	1,081,868.40	1,186,523.40	1,301,172.30	1,427,293.80	
INGRESO BRUTO	2,570,353.30	2,750.00	3,150,744.10	3,725,354.60	4,293,662.60	4,854,762.80	5,407,946.85	5,952,533.60	6,487,351.60	7,012,077.70	7,524,706.20	
(-) DEPRECIACION	818,598.61	33.58	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	818,598.61	
UTILIDAD NETA	1,751,754.69	506.30	2,332,145.49	2,906,755.99	3,475,063.99	4,036,164.19	4,589,350.24	5,133,934.99	5,668,752.99	6,193,478.09	6,706,107.59	
FLUJO DE CAJA	(7,441,805.54)	2,570,353.30	3,150,744.10	3,725,354.60	4,293,662.60	4,854,762.80	5,407,946.85	5,952,533.60	6,487,351.60	7,012,077.70	7,524,706.20	
RENTABILIDAD		0.55	0.61	0.65	0.68	0.70	0.72	0.73	0.74	0.75	0.77	
FLUJO DE CAJA (ACTUALIZACION 5%)	(7,441,805.54)	2,570,353.30	3,150,744.10	3,547,956.76	3,903,328.64	4,185,157.58	4,432,744.88	4,650,410.88	4,841,307.16	4,973,104.75	5,046,693.38	
TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO												

c:\datos\data\test\costm1

### 5.3.2 ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PLAN DE TRANSMISION PARA LAS PROVINCIAS DE CARCHI E IMBABURA

El estudio económico financiero del proyecto objeto de esta tesis, se fundamenta principalmente en las características especiales en las cuales se desenvuelve la implementación (ampliación) de nuevos circuitos en el área de telecomunicaciones.

El trabajo realizado trata de demostrar los rendimientos socioeconómicos positivos al que da lugar el desarrollo de este proyecto en base a datos reales debidamente programados y planificados, de conformidad a diferentes parámetros exógenos que lo influyen, tales como la inflación, e incrementos de costos, tratando siempre de evitar deslices determinantes en la evaluación del proyecto y sus resultados.

Considerando que el proyecto es de utilidad para una entidad autónoma como es el IETEL inmersa en el aparato estatal, éste mantiene un tratamiento preferencial en cuanto a excensiones tributarias se refiere.

Desde el punto de vista de las inversiones, ésta tiene doble connotación; la primera constituye la inversión en maquinaria y equipo requeridos para la implementación del sistema, y la segunda que corresponde exclusivamente a la inversión en la fase de instalación. La sumatoria de las dos, forman la inversión total sobre la cual se inicia la formulación de la factibilidad económica.

El origen de los fondos necesarios, deben provenir en su totalidad de la asignación estatal que para el efecto IETEL debe considerar en su programa de inversiones.

La inversión total debe ser efectuada en el primer año en el cual se efectuará la implementación de los equipos necesarios para la implementación de la red, durante los diez años considerados como ejecución del proyecto.

### 5.3.2.1 Parámetros de referencia

La unidad de medida sobre los cuales se determinarán los costos por unidad producida constituye el circuito (canal).

Los costos considerados bajo las características del proyecto de inversión de servicio, consideran exclusivamente los costos de instalación, costos de operación y los salarios, incluyendo para cada año los incrementos correspondientes por concepto de variaciones de precios en función de la tasa promedio de inflación.

El precio por circuito (canal) está concebido por los costos totales por cada unidad producida, más un margen de utilidad que permita la ejecución del proyecto manteniéndose entre los márgenes de competitividad, el cual se halla por debajo de los precios actuales demostrándose la bondad y viabilidad de la ejecución del proyecto.

Considerando el proceso normal de operación, en función de las normas legales establecidas para la depreciación de activos fijos y considerando las características técnicas del proyecto, éstos se depreciarán linealmente (10% anual) sin mantener valor residual que motive a un proceso de revaloración de los mismos.

Se exceptúa del tratamiento antes mencionado los vehículos y muebles, para los cuales se establece una depreciación acelerada de 4 años cuyo cálculo se halla incluido en los costos de operación.

### 5.3.2.2 Flujo de Caja

El Flujo de Caja constituye las operaciones de carácter financiero que permiten cuantificar los rendimientos económicos en función de la inversión dada.

Este proceso se lo realiza al final de cada año de operación, sin embargo en el presente caso, existen inversiones en la fase de instalación, cuyo resultado al primer año no son cuantificables

financieramente, sino expresado como fuente de recurso para la fase de desarrollo del proyecto.

A partir del primer año de desarrollo del proyecto, el flujo de caja considera exclusivamente los ingresos y los costos efectivos realizados por la empresa, de tal manera que se pueda definir la utilidad neta en el período determinado con relación a la inversión efectuada previo a su actualización.

#### 5.3.2.3 Valor Actual Neto (Flujo de Caja Actualizado)

El Valor Actual Neto es el Flujo de Caja actualizado durante un período de tiempo determinado y a una tasa de interés fija.

En el presente caso de aplicación se considera una tasa de actualización del 5% anual en virtud de que la inversión y la factibilidad del proyecto está calculado en dólares americanos.

#### 5.3.2.4 Proceso de operación

La factibilidad económica del proyecto, se la ha calculado mediante un Modelo Matemático realizado en un PROGRAMA EN LOTUS, el cual contempla todos los parámetros económico financieros aceptables para la formulación y evaluación de proyectos.

Con el fin de ser explícito en el análisis del Modelo Matemático aplicado, consideremos en los cuadros 5-12, 5-13, 5-14, 5-15, los parámetros de referencia de la siguiente manera:

A	=	NUMERO DE CIRCUITOS
B	=	PRECIO UNITARIO
C	=	COSTO DE INSTALACION
D	=	COSTO DE OPERACION
E	=	SALARIOS
F	=	DEPRECIACION
G	=	INVERSION
H	=	INGRESOS
I	=	COSTOS
J	=	INGRESO BRUTO

K	=	(-) DEPRECIACION
L	=	UNIDAD NETA
M	=	FLUJO DE CAJA
N	=	RENTABILIDAD
O	=	FLUJO DE CAJA (ACTUALIZACION 5 %)
P	=	TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO

Con la identificación anterior tenemos:

H	=	A x B
I	=	(C + D + E) x A
J	=	H - I
K	=	G x 10 %
L	=	J - K
M	=	K + L - G
N	=	L / H (VALORES DE CADA AÑO)
O	=	$M_1 / 1 + M_2 / (1+0,05) + M_3 / (1+0,1) + M_4 / (1+0,15)$ +.....
O	=	Define el valor real de recuperación de la inversión, es decir el valor actual del dinero. La actualización es al 5 % anual. Este valor es siempre más bajo que el flujo de caja normal (M)
P	=	TIR (20 %, $M_1 \dots \dots \dots M_{10}$ ) 20 % de descuento del flujo de caja (O) en los períodos 1..10

NOTA: En el desarrollo de la tesis se ha utilizado en algunas partes de la misma la palabra IETEL (INSTITUTO ECUATORIANO DE TELECOMUNICACIONES), con la que se identificaba a la Institución encargada de las Telecomunicaciones en el Ecuador. Al finalizar este trabajo, mediante Ley Especial de Telecomunicaciones se cambió su identificación por EMETEL (EMPRESA ESTATAL DE TELECOMUNICACIONES), cuya estructura organizativa ha comenzado paulatinamente a trabajar, debiendo funcionar en su totalidad partir del mes de ENERO de 1.993.

## CAPITULO SEXTO

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se indicó en el capítulo primero, que las variables más utilizada para explicar la demanda telefónica del país son: el PIB y el porcentaje de la población activa, se puede concluir que la demanda expresada en ese capítulo es real, ya que parte de los datos de la población han sido tomados del INEC directamente, de acuerdo al último censo llevado a cabo en el año de 1.990; en consecuencia los datos son actuales.

Analizando los diferentes equipos y enlaces que ha comprado EMETEL, se puede determinar que no existe coherencia entre los planes que realizaba la Gerencia General y los planes de adquisición de las Regiones. Se puede apreciar que en la repetidora Cerro Blanco que tiene una capacidad de 140 Mbits con Ibarra, centro de conmutación de la Zona Norte, se derivan 2 trenes de 34 Mbits/s para Quito, un tren de 34 Mbits/s para Tulcán, quedando restante un tren de 34 Mbit/s, que no es suficiente para cubrir la demanda de todas las centrales que se interconectan a la central de tránsito de Ibarra. Se debe recomendar a EMETEL, guardar más armonía y coherencia en los planes de adquisición.

Por todo lo expresado en el capítulo segundo, se puede concluir que las provincias de Carchi e Imbabura son muy importantes para el desarrollo del país, lamentablemente éstas se encuentran muy atrasadas en lo que se refiere a infraestructura tanto de caminos, electricidad, y lo que es lamentable la mayoría de poblaciones carecen en su totalidad de un servicio telefónico para establecer una comunicación eficiente acorde a los requerimientos de los tiempos modernos que estamos viviendo, por lo que se debe recomendar a EMETEL y al Gobierno Ecuatoriano de un impulso para que el desarrollo de los sistemas telefónicos de estas provincias se lo haga con un ritmo realmente acelerado para satisfacer las necesidades mínimas de comunicaciones y lograr salir de la marginación actual.

Analizando la red actual de microonda de la red troncal se deberá recomendar a EMETEL, que la ampliación que se describe en el capítulo cuarto numeral 4.1.1.1 se lo realice de manera urgente, ya que con dicha ampliación se puede dar servicio a las poblaciones que se indicó anteriormente, que no podrán ser interconectadas dada la falta de concatenación en los planes del antiguo IETEL.

Se debe recomendar al EMETEL, que acoja lo que se explica en esta tesis en el punto 4.1.2 respecto a la capacidad de los radios y equipo múltiplex, ya que ha sido desarrollado en base de un estudio de demanda que es lo mínimo indispensable para servir a las provincias de Carchi e Imbabura,

Se debe recomendar a EMETEL la implantación de la repetidora Cabras en la provincia de Carchi, en vista de que desde allí se puede enlazar con más de 25 poblaciones con línea de vista completamente despejada, además podrá en lo futuro servir para desarrollar un enlace digital a velocidades superiores, ya que también existe línea de vista con la repetidora Troya.

En vista de que se trata de digitalizar toda la Red de comunicaciones del País, es necesario recomendar a EMETEL que estudie la posibilidad de utilizar la señalización CCITT N° 7 en toda la Red.

Dado que el sistema ecuatoriano, utiliza como enlace a nivel primario entre las centrales grupos CEPT STANDART, la codificación de las señales de voz deben hacerse de acuerdo con la ley A que es la codificación relativa o correlativa a los grupos CEPT STANDART, ya que la ley u está mas bien orientada hacia los sistemas americanos tipo T.

Analizando los principios de modulación, y su impacto en la utilización del espectro radioeléctrico y la relación  $E_o/b$ , con el BER se establece que la modulación tomada como patrón por EMETEL la QPSK es la modulación más aceptable para nuestras redes de microondas digitales.

Así mismo, la codificación y decodificación Viterbi es la más utilizada para los sistemas de microondas con lo cual se puede concluir que este tipo de codificación aprobado por el EMETEL es el apropiado y recomendado para nuestro sistema de telefonía nacional .

Analizando los diferentes enlaces que tiene EMETEL, que exige la pureza de línea de vista, inclusive para que deje pasar la segunda Zona de Fresnel, se puede concluir que en algunos casos exige demasiada infraestructura, por ejemplo que las torres sean demasiado altas, se recomienda que EMETEL acoja los criterios del CCIR, realizando estudios más concretos respecto a los diferentes obstáculos

De acuerdo al informe del CCIR propone un criterio basado en experiencias anteriores adoptando la condición más desfavorable entre:  $D = 1 F_1$  y C para  $k = 4/3$

$D = 0 F_1$  y k para el 99,9 % c/obstrucción aislada.

$D = 0,3 F_1$  c/obstrucción continua.

$D = 0,6 F_1$  trayectos mayores de 30 km.

En esta tesis ha considerado solamente la ampliación de sistemas PDH, sistemas digitales de jerarquía pleosincrónica, en vista de que están instalados y proyectados equipos de esta tecnología por EMETEL, pero será recomendable que se realice un estudio sobre el desarrollo de la red nacional con jerarquía SDH, o sea sincrónica, tal como es la nueva tendencia a nivel mundial, lo cual permitirá interconectar a nivel de radio a equipos de diferentes fabricantes que cumplan con la recomendación del CCITT y CCIR.

Las características técnicas que se explican en el capítulo cuarto, han sido tomadas de las recomendaciones CCITT y son las mínimas que EMETEL debería exigir en los diferentes concursos o adquisiciones que realicen

Es recomendable, en los sistemas multiacceso digital, que la estación remota sea colocada, en el "centro de gravedad" de los

abonados a servir, los cuales se interconectarán a élla por medio de cables.

Del análisis del costo de los equipos múltiplex se desprende, que es más ventajoso para cualquier enlace, adquirir múltiplex a pasos a pasos directamente, es decir múltiplex de 2 a 34 Mbits, que ya existen en el mercado a costos muy razonables, en vez del múltiplex tradicional que sería de 2 a 8 Mbits, y de 8 a 34 Mbits.

También se puede concluir, que es más ventajoso desarrollar redes grandes, de mayor capacidad que redes pequeñas, para lo cual se deberá hacer un estudio de demanda exhaustivo a nivel nacional, de tal manera que remplacen los enlaces de mediana capacidad como son de 8 Mbits ó 34 Mbits por enlaces de gran capacidad.

Dado el costo de los sistemas MIC primario que actualmente utiliza EMETEL, para interconectar a las centrales analógicas con las redes digitales, y tomando en cuenta que todo el país y todo el mundo, está avanzando a una digitalización total, se deberá recomendar a EMETEL que no adquiriera centrales analógicas con salida analógicas, y que la interconexión entre centrales la realicen mediante tecnología digital, utilizando canales CEPT T1 STANDART.

En el desarrollo de la tesis, en cuanto se refiere al personal, se ha considerado el mínimo necesario e indispensable para la operación y mantenimiento de las redes; y los cálculos se han realizado con unos sueldos que considero son razonables. En consecuencia se deberá recomendar a EMETEL, que para mantener una alta calidad y confiabilidad en las redes, incentive a los ingenieros y técnicos de operación con sueldos que estén acorde a su profesionalidad y responsabilidad, y además con una capacitación continua y adecuada, de tal manera que su eficiencia sea óptima, y que el servicio prestado sea realmente reconocido por la ciudadanía.

## BIBLIOGRAFIA

1. DIVISIÓN POLITICA - ADMINISTRATIVA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS). 1.990. INEC. 1.992 ACTUALIZADA
2. MANUAL DE INFORMACION CULTURAL, EDUCATIVA, TURISTICA, INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGRICOLA Y GANADERA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. CIENTIFICA LATINA EDITORES
3. ATLAS GEOGRAFICO UNIVERSAL Y DE ECUADOR.
4. INFORMACION PROPORCIONADA POR INECEL.
5. INFORMACION PROPORCIONADA POR IETEL
6. SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL. ROBERTO ANGEL ARES. SIEMENS
7. REDES Y SERVICIOS DIGITALES. ROBERTO ANGEL ARES. SIEMENS
8. TECNOLOGIA DIGITAL. INTELSAT
9. TELEFONIA DIGITAL. LM. ERICSSON
10. ORIENTACIONES PARA LA PLANIFICACION DE REDES. NIPPON ELECTRIC Co. Ltd.
11. SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL Y CABLE DE FIBRA OPTICA. NIPPON ELECTRIC Co. Ltd.
12. DISEÑO DE SISTEMAS DE COMUNICACION DIGITALES POR RADIO. NIPPON ELECTRIC Co. Ltd.
13. RECOMENDACIONES CCITT. LIBRO ROJO. GINEBRA SUIZA.
14. INFORMACION RECOPIADA EN LA PARTICIPACION EN EL SEMINARIO SOBRE SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL. IETEL - SIEMENS. ABRIL DE 1.992.

A N E X O N º 1  
D A T O S Y D I A G R A M A S D E P E R F I L  
D E L O S E N L A C E S

DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - ILUMAN

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: ILUMAN  
 Longitud: 78° 13' 57"  
 Latitud: 00° 16' 37" N  
 Altura: 2,600 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 13,500 m.

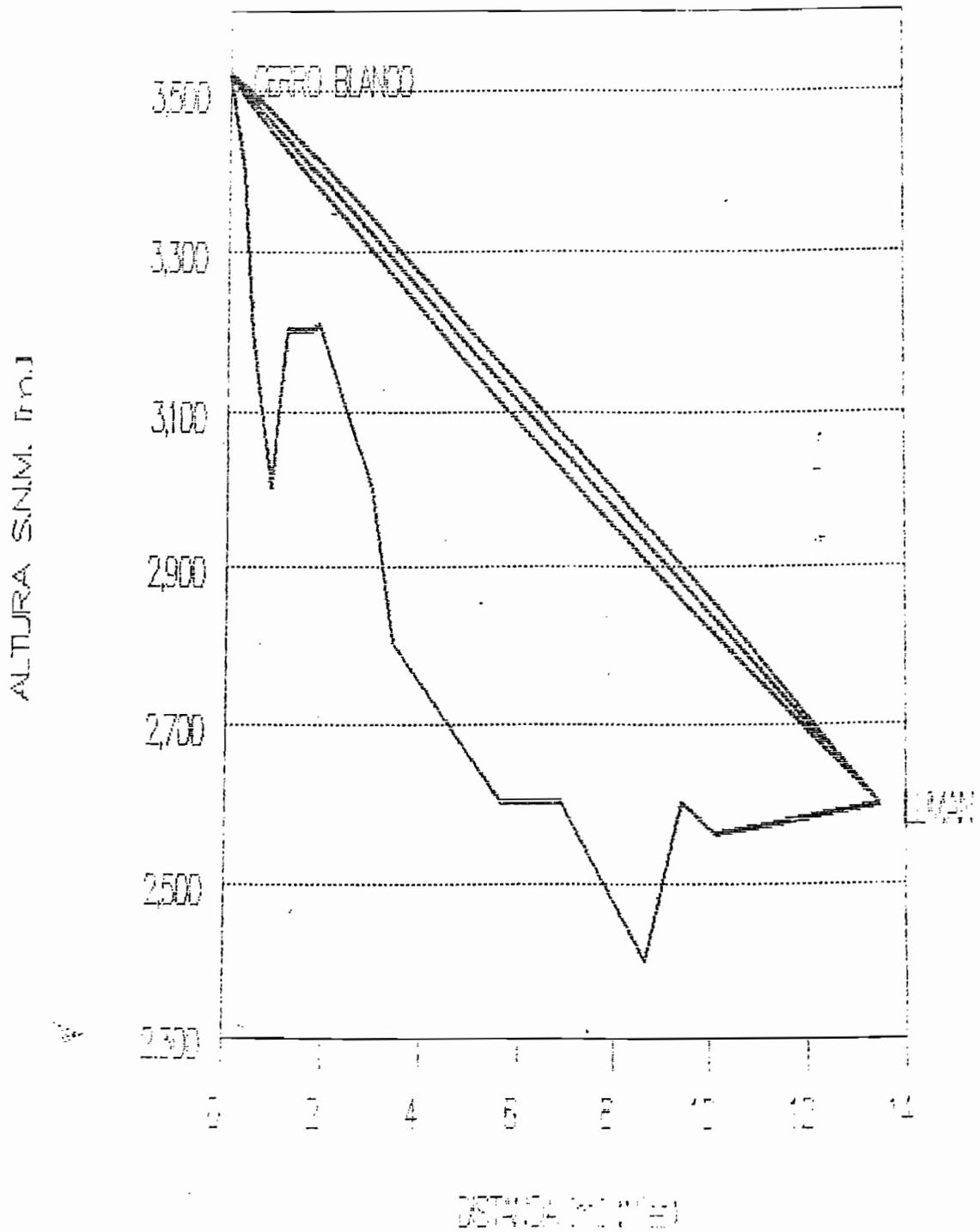
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	13,500		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	13,500		3,520	3,520		3,520	3,520
300	3,400	13,200	0.23	3,400	3,500	7.1853	3,507	3,492
500	3,200	13,000	0.38	3,200	3,486	9.2056	3,495	3,477
900	3,000	12,600	0.67	3,001	3,459	12.1591	3,471	3,447
1,200	3,200	12,300	0.87	3,201	3,438	13.8720	3,452	3,424
1,700	3,200	11,800	1.16	3,201	3,404	16.1719	3,420	3,388
1,850	3,207	11,650	1.27	3,208	3,394	16.7627	3,411	3,377
2,950	3,000	10,550	1.83	3,002	3,319	20.1434	3,339	3,299
3,400	2,800	10,100	2.02	2,802	3,288	21.1590	3,309	3,267
5,650	2,600	7,850	2.61	2,603	3,135	24.0467	3,159	3,111
6,900	2,600	6,600	2.68	2,603	3,050	24.3665	3,074	3,025
8,650	2,400	4,850	2.47	2,402	2,931	23.3270	2,954	2,907
9,400	2,600	4,100	2.27	2,602	2,879	22.4157	2,902	2,857
10,100	2,560	3,400	2.02	2,562	2,832	21.1590	2,853	2,811
13,500	2,600			2,600	2,600		2,600	2,600

CERRO BLANCO

ILUMAN

# RADIOENLACE CERRO BLANCO - ILUMAN



DATOS DE RADICENLADE CERRO BLANCO - SAN ISIDRO

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: SAN ISIDRO  
 Longitud: 77° 59' 13"  
 Latitud: 00° 36' 15" N  
 Altura: 3,000 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLADE: 58,000 m.

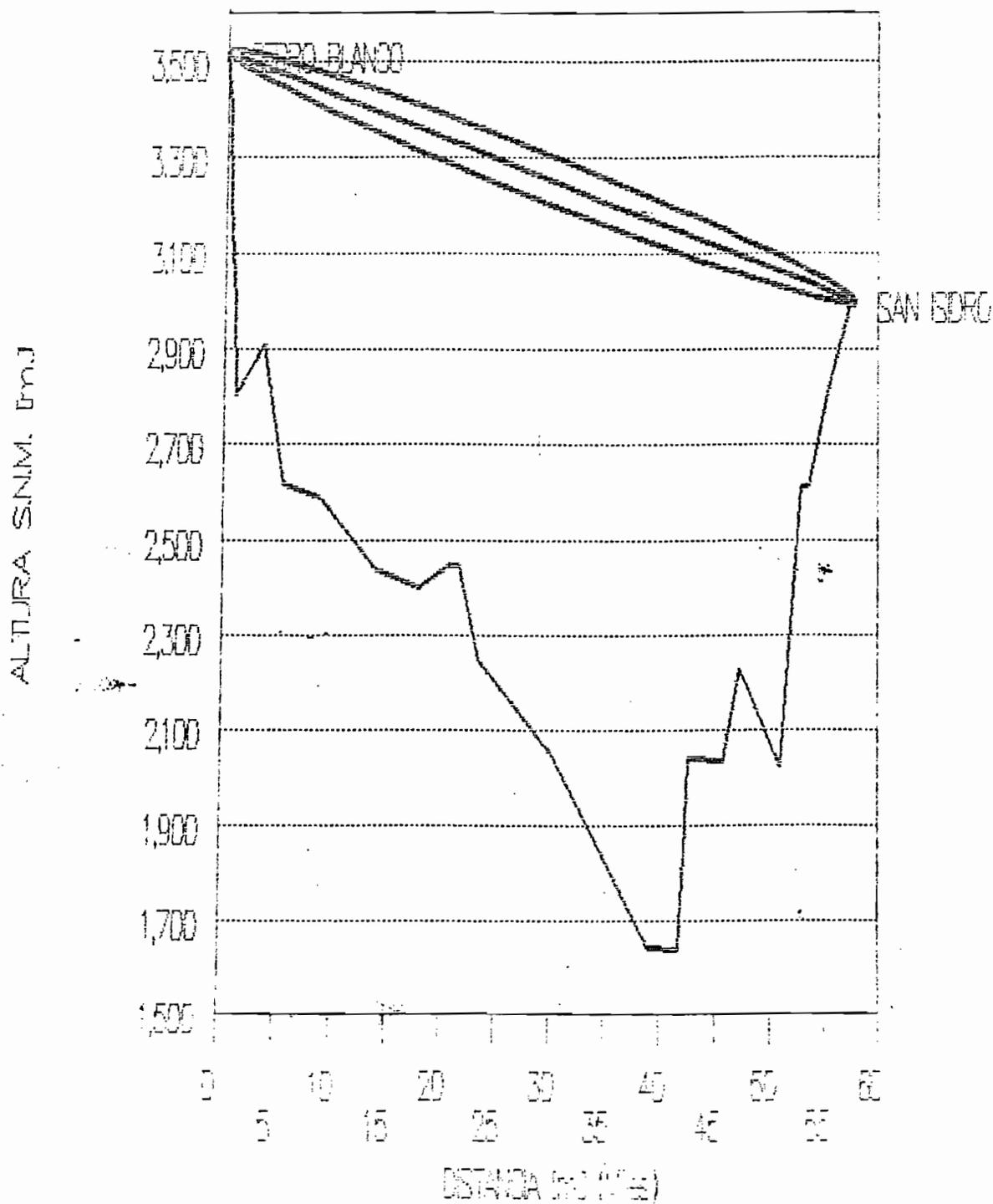
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h1 (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	58,000		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	56,000		3,520	3,520		3,520	3,520
300	3,400	57,700	1.02	3,401	3,517	7.2477	3,525	3,510
400	3,200	57,600	1.36	3,201	3,516	6.3616	3,525	3,508
900	3,000	57,100	3.02	3,003	3,512	12.4679	3,524	3,499
1,050	2,800	56,950	3.52	2,804	3,511	13.4707	3,524	3,497
3,650	2,500	54,350	11.67	2,912	3,487	24.5355	3,512	3,453
5,400	2,600	52,600	16.71	2,617	3,472	29.3588	3,501	3,442
6,900	2,500	49,100	25.71	2,590	3,440	36.4154	3,477	3,404
13,950	2,400	44,050	36.15	2,436	3,395	43.1826	3,438	3,352
18,000	2,360	40,000	42.35	2,402	3,359	46.7428	3,405	3,312
20,750	2,400	37,250	45.47	2,445	3,334	46.4307	3,382	3,280
21,600	2,400	36,400	46.25	2,446	3,326	48.8457	3,375	3,277
23,400	2,200	34,600	47.63	2,248	3,310	49.5673	3,360	3,261
30,100	2,000	27,900	49.40	2,049	3,250	50.4817	3,301	3,200
34,650	1,800	23,350	47.59	1,848	3,209	49.5500	3,259	3,160
39,100	1,600	18,900	43.47	1,643	3,169	47.3553	3,217	3,122
41,750	1,600	16,250	39.91	1,640	3,140	45.3737	3,191	3,100
42,200	1,800	15,800	39.22	1,839	3,142	44.9815	3,187	3,097
42,550	2,000	15,450	38.67	2,039	3,139	44.6645	3,183	3,094
45,700	2,000	12,300	33.97	2,033	3,110	41.3009	3,152	3,065
47,250	2,200	10,750	29.88	2,230	3,096	39.2603	3,136	3,057
51,000	2,000	7,000	21.00	2,021	3,063	32.9142	3,096	3,030
52,900	2,600	5,100	15.87	2,616	3,046	28.6129	3,074	3,017
53,700	2,600	4,300	13.52	2,614	3,039	26.4710	3,065	3,012
55,300	2,500	2,700	8.75	2,805	3,024	21.2860	3,045	3,003
57,500	3,000	500	1.69	3,002	3,004	9.3404	3,014	2,995
57,800	3,000	200	0.66	3,001	3,002	5.9228	3,008	2,996
58,000	3,000			3,000	3,000		3,000	3,000
58,000	3,000							
58,000	3,000							

CERRO BLANCO

SAN ISIDRO

# RADIOENLACE CERRO BLANCO - SAN ISIDRO



DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - PABLO ARENAS

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

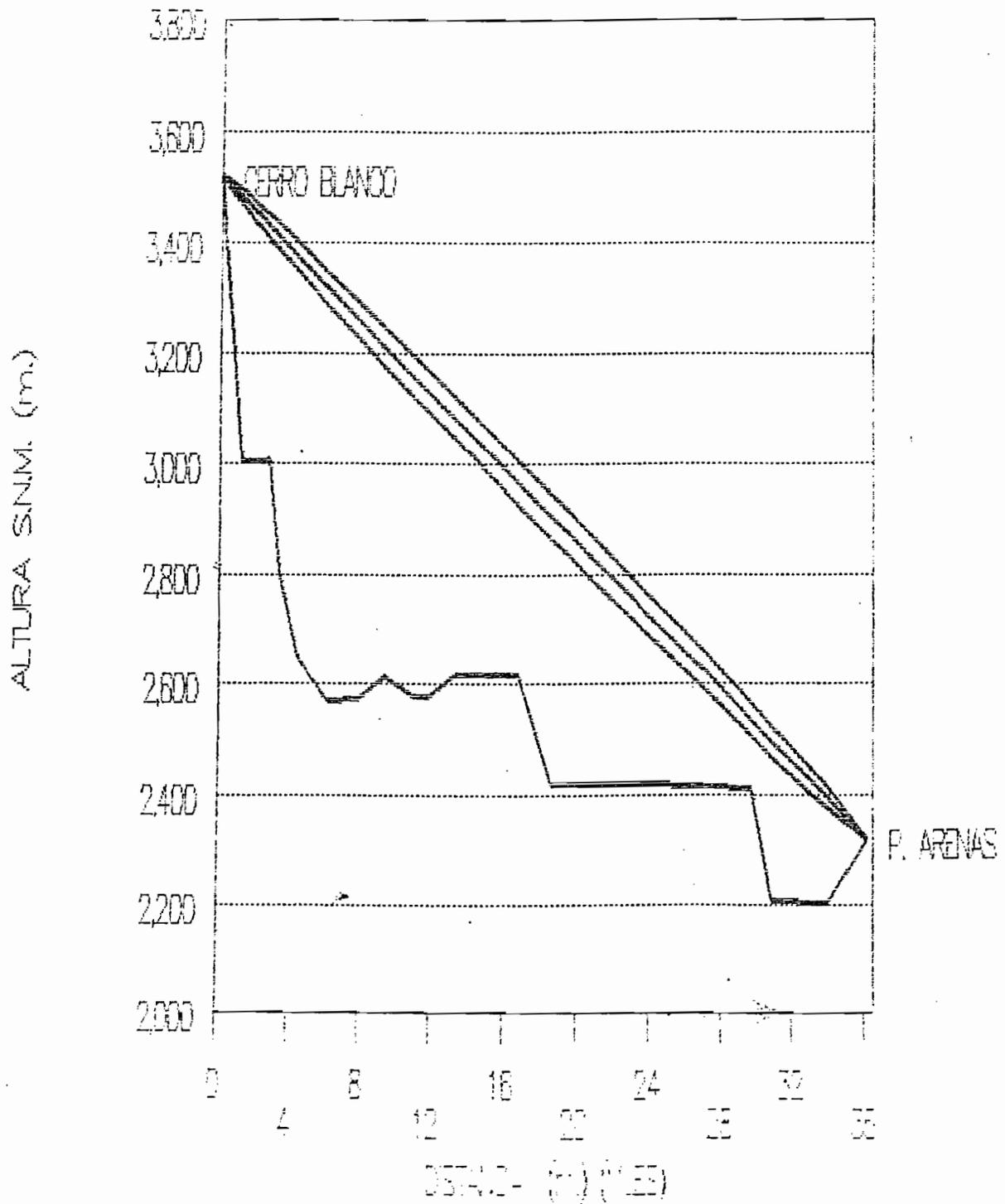
PUNTO B: Nombre: PABLO ARENAS  
 Longitud: 78° 11' 13"  
 Latitud: 00° 30' 10" N  
 Altura: 2,320 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 36,200 m.

FRECUENCIA: 1,700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	36,200		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	36,200		3,520	3,520		3,520	3,520
300	3,400	35,900	0.63	3,401	3,510	7.2363	3,517	3,503
800	3,200	35,400	1.67	3,202	3,493	11.7342	3,505	3,482
1,200	3,000	35,000	2.47	3,002	3,480	14.2900	3,495	3,466
1,850	3,000	34,350	3.74	3,004	3,459	17.5775	3,476	3,441
2,350	3,000	33,850	4.68	3,005	3,442	19.6663	3,462	3,422
2,800	3,000	33,400	5.50	3,006	3,427	21.3236	3,449	3,406
3,350	2,800	32,850	6.47	2,806	3,409	23.1312	3,432	3,386
4,400	2,640	31,800	8.23	2,648	3,374	26.0825	3,400	3,348
6,150	2,560	30,050	10.87	2,571	3,316	29.9756	3,346	3,286
7,800	2,560	28,400	13.03	2,573	3,261	32.8182	3,294	3,229
9,400	2,600	26,800	14.82	2,615	3,208	34.9977	3,243	3,173
11,000	2,560	25,200	16.31	2,576	3,155	36.7118	3,192	3,119
11,750	2,560	24,450	16.90	2,577	3,130	37.3738	3,168	3,093
13,300	2,600	22,900	17.92	2,618	3,079	38.4815	3,118	3,041
16,050	2,600	20,150	19.02	2,619	2,988	39.6537	3,028	2,948
16,750	2,600	19,450	19.16	2,619	2,965	39.7993	3,005	2,925
18,600	2,400	17,600	19.26	2,419	2,903	39.8953	2,943	2,864
19,600	2,400	16,600	19.14	2,419	2,870	39.7732	2,910	2,831
20,500	2,400	15,700	18.93	2,419	2,840	39.5581	2,880	2,801
23,200	2,400	13,000	17.74	2,418	2,751	38.2934	2,789	2,713
23,700	2,400	12,500	17.43	2,417	2,734	37.9523	2,772	2,696
26,700	2,400	9,500	14.92	2,415	2,635	35.1177	2,670	2,600
27,050	2,400	9,150	14.56	2,415	2,623	34.6899	2,658	2,589
29,700	2,400	6,500	11.36	2,411	2,535	30.6368	2,566	2,505
30,900	2,200	5,300	9.63	2,210	2,496	28.2180	2,524	2,467
31,400	2,200	4,800	8.87	2,209	2,479	27.0704	2,506	2,452
33,400	2,200	2,800	5.50	2,206	2,413	21.3236	2,434	2,391
33,950	2,200	2,250	4.49	2,204	2,395	19.2717	2,414	2,375
36,200	2,320			2,320	2,320		2,320	2,320
36,200	2,320			2,320	2,320		2,320	2,320

# ENLACE CERRO BLANCO - P. ARENAS



DATOS DE RADIOENLACE CERRO BLANCO - IMANTAS

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

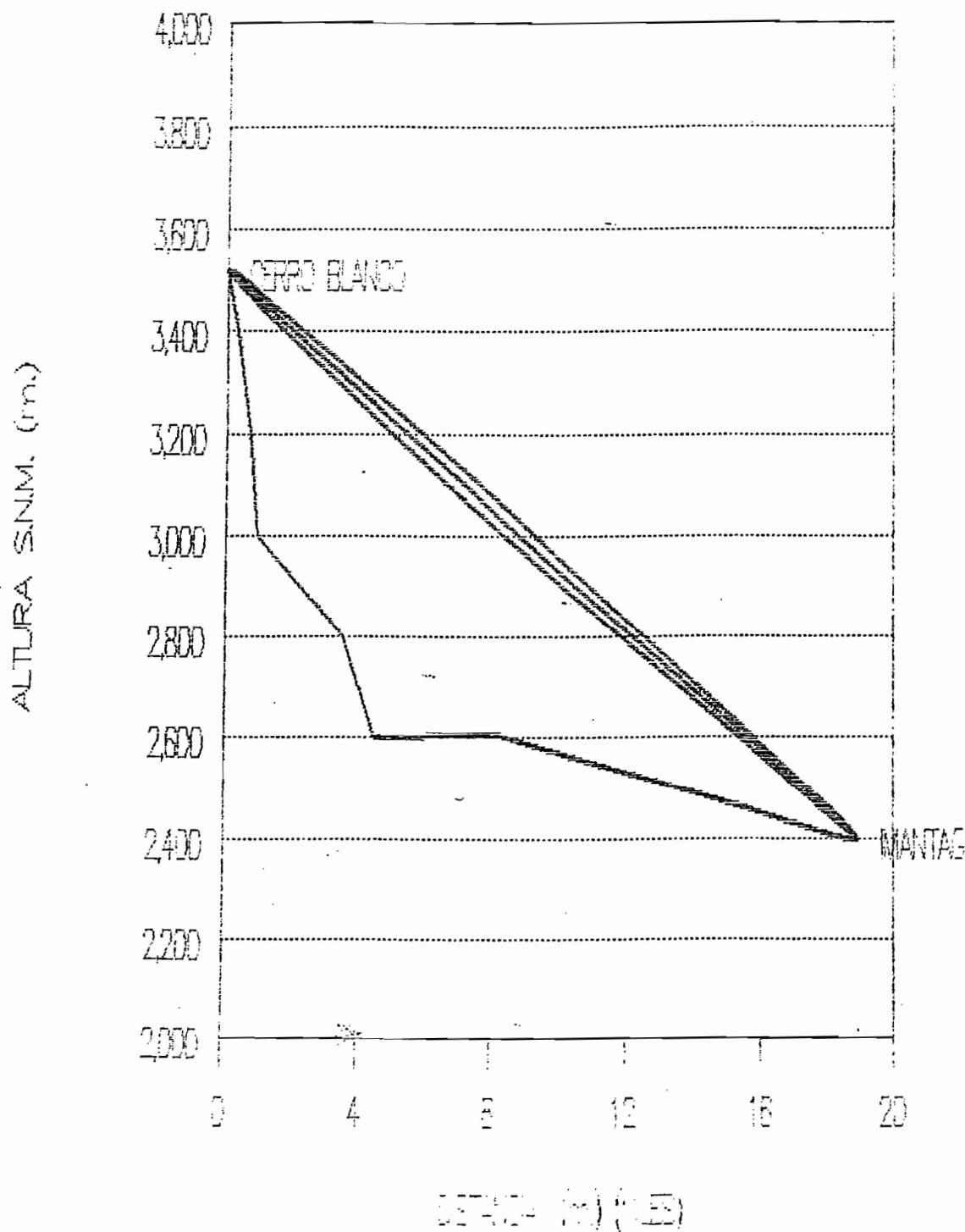
PUNTO B: Nombre: IMANTAS  
 Longitud: 78° 14' 45"  
 Latitud: 00° 21' 40" N  
 Altura: 2,400 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 19,000 m.

FRECUENCIA: 1,700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	19,000		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	19,000		3,520	3,520		3,520	3,520
300	3,400	18,700	0.33	3,400	3,502	7.2089	3,510	3,495
700	3,200	18,300	0.75	3,201	3,479	10.8933	3,490	3,468
950	3,000	18,050	1.01	3,001	3,464	12.6034	3,477	3,451
3,500	2,800	15,500	3.19	2,803	3,314	22.4174	3,336	3,291
4,500	2,600	14,500	3.84	2,604	3,255	24.5853	3,279	3,230
4,850	2,600	14,150	4.04	2,604	3,234	25.2136	3,259	3,209
7,200	2,600	11,800	5.00	2,605	3,096	28.0539	3,124	3,068
8,200	2,600	10,800	5.21	2,605	3,037	28.6421	3,065	3,008
18,600	2,400	400	0.44	2,400	2,424	8.3018	2,432	2,415
19,000	2,400			2,400	2,400		2,400	2,400
19,000	2,400			2,400	2,400		2,400	2,400

# ENLACE CERRO BLANCO - IMANTAG



DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - CHAVEZPAMBA

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CHAVEZPAMBA  
 Longitud: 78° 24' 08"  
 Latitud: 00° 02' 37" N  
 Altura: 2,250 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 12,100 m.

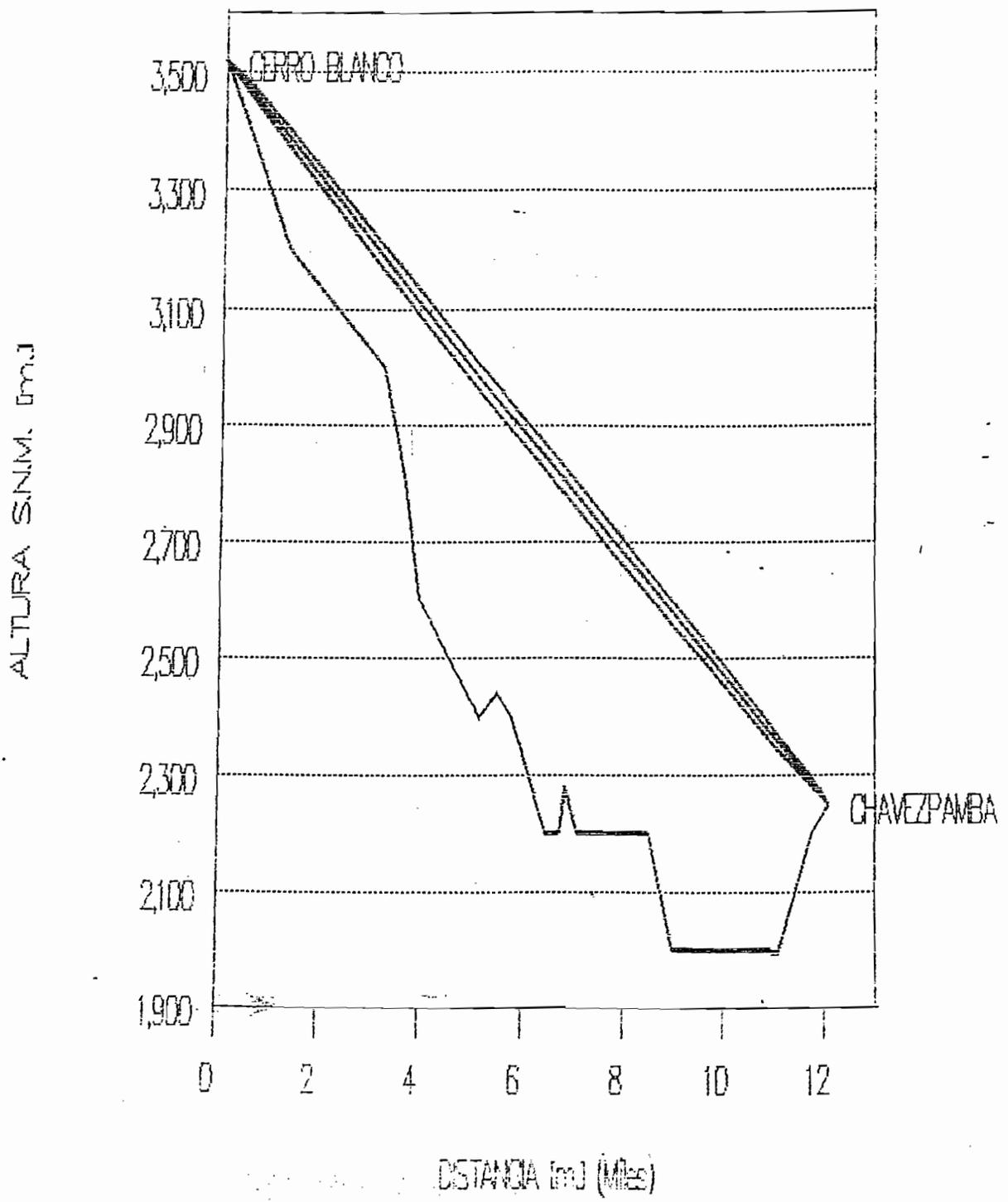
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	12,100		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	12,100		3,520	3,520		3,520	3,520
500	3,400	11,600	0.34	3,400	3,468	9.1851	3,477	3,458
1,300	3,200	10,800	0.83	3,201	3,384	14.2907	3,398	3,369
3,200	3,000	8,900	1.68	3,002	3,184	20.3536	3,204	3,164
3,650	2,800	8,450	1.81	2,802	3,137	21.1809	3,158	3,116
3,950	2,600	8,150	1.89	2,602	3,105	21.6395	3,127	3,084
5,150	2,400	6,950	2.11	2,402	2,979	22.8174	3,002	2,957
5,500	2,440	6,600	2.14	2,442	2,943	22.9786	2,966	2,920
5,800	2,400	6,300	2.15	2,402	2,911	23.0544	2,934	2,888
6,450	2,200	5,650	2.14	2,202	2,843	23.0237	2,866	2,820
6,750	2,200	5,350	2.12	2,202	2,812	22.9192	2,834	2,789
6,850	2,280	5,250	2.12	2,282	2,801	22.8715	2,824	2,778
7,100	2,200	5,000	2.09	2,202	2,775	22.7240	2,798	2,752
7,800	2,200	4,300	1.97	2,202	2,701	22.0878	2,723	2,679
8,500	2,200	3,600	1.80	2,202	2,628	21.0975	2,649	2,607
9,000	2,000	3,100	1.64	2,002	2,575	20.1452	2,596	2,555
9,500	2,000	2,600	1.45	2,001	2,523	18.9548	2,542	2,504
10,800	2,000	1,300	0.83	2,001	2,386	14.2907	2,401	2,372
11,100	2,000	1,000	0.65	2,001	2,355	12.7067	2,368	2,342
11,750	2,200	350	0.24	2,200	2,287	7.7343	2,294	2,279
12,100	2,250			2,250	2,250		2,250	2,250
12,100	2,250			2,250	2,250		2,250	2,250

CERRO BI

CHAVEZPA

# RADIOENLACE CERRO BLANCO - CHAVEZPAMBA



DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - REP. SAN MIGUEL

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3.520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: REP. SAN MIGUEL  
 Longitud: 78° 06' 26"  
 Latitud: 00° 35' 24" N  
 Altura: 1.900 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 47.500 m.

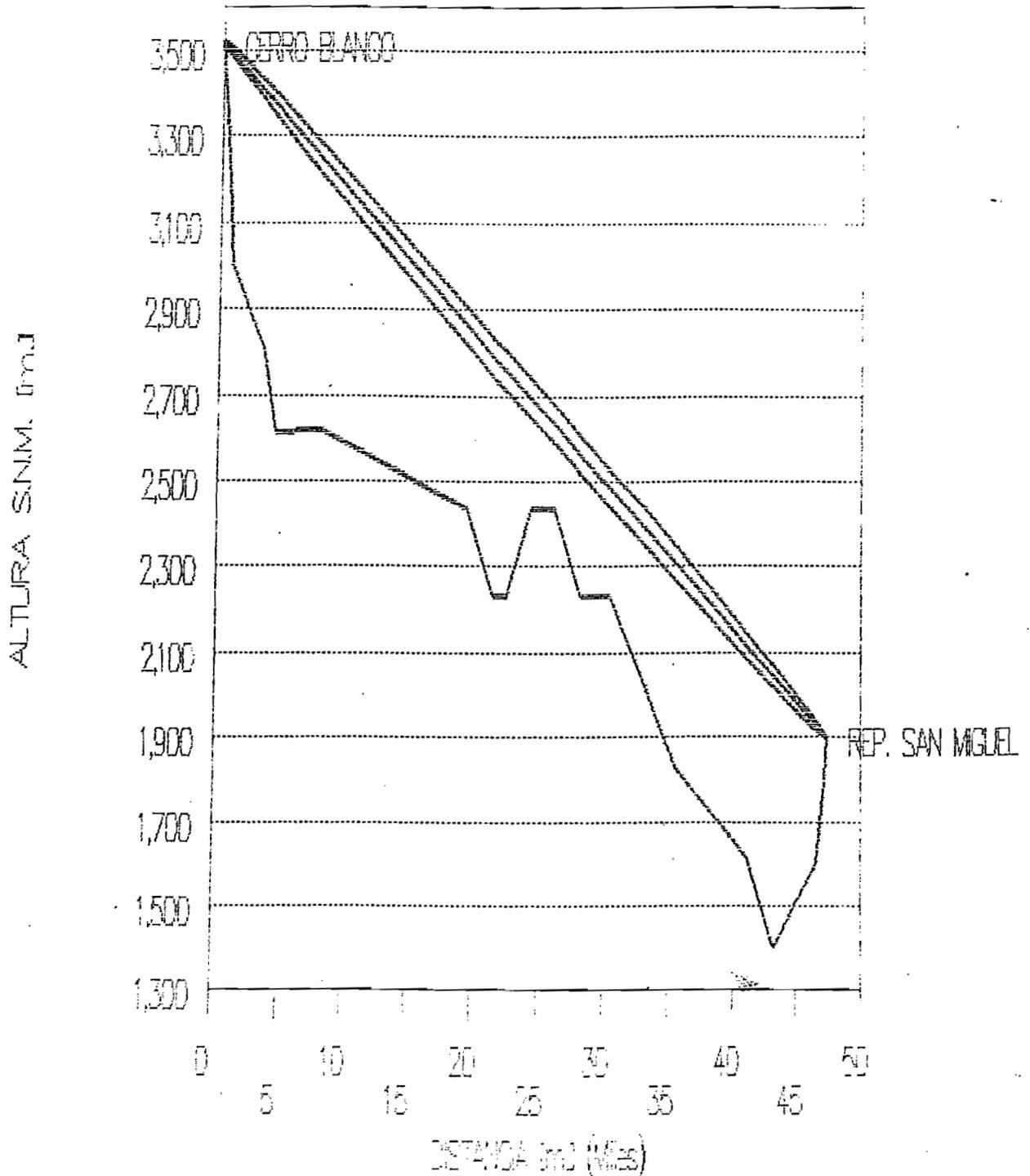
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3.520	47.500		3.520	3.520		3.520	3.520
	3.520	47.500		3.520	3.520		3.520	3.520
300	3.400	47.200	0.83	3.401	3.510	7.2435	3.517	3.503
700	3.200	46.800	1.93	3.202	3.496	11.0176	3.507	3.485
950	3.000	46.550	2.60	3.003	3.488	12.8008	3.500	3.475
3.500	2.800	44.000	9.06	2.809	3.401	23.8878	3.425	3.377
4.500	2.600	43.000	11.38	2.611	3.367	26.7767	3.393	3.340
4.850	2.600	42.650	12.17	2.612	3.355	27.6851	3.382	3.327
7.200	2.600	40.300	17.07	2.617	3.274	32.7895	3.307	3.242
8.200	2.600	39.300	18.96	2.619	3.240	34.5557	3.275	3.206
19.400	2.400	28.100	32.07	2.432	2.858	44.9438	2.903	2.813
21.500	2.200	26.000	32.88	2.233	2.787	45.5116	2.832	2.741
22.450	2.200	25.050	33.08	2.233	2.754	45.6487	2.800	2.709
24.300	2.400	23.200	33.16	2.433	2.691	45.7049	2.737	2.646
26.100	2.400	21.400	32.86	2.433	2.630	45.4929	2.675	2.584
28.200	2.200	19.300	32.02	2.232	2.556	44.9075	2.602	2.513
30.400	2.200	17.100	30.56	2.231	2.483	43.8885	2.527	2.439
33.000	2.000	14.500	26.15	2.028	2.395	42.1073	2.437	2.350
35.600	1.800	11.900	24.92	1.825	2.306	39.6200	2.345	2.260
41.200	1.600	6.300	15.27	1.615	2.115	31.0124	2.146	2.064
43.300	1.400	4.200	10.70	1.411	2.043	25.9588	2.065	1.987
43.500	1.400	4.000	10.24	1.410	2.036	25.8916	2.062	1.981
46.600	1.600	900	2.47	1.502	1.931	12.4661	1.943	1.919
47.300	1.800	200	0.56	1.601	1.907	5.9206	1.913	1.901
47.500	1.900			1.600	1.900		1.900	1.900
47.500	1.900							

CERRO BLANCO

REP. SAN MIGUEL

# RADIOENLACE C. BLANCO - REP. SAN MIGUEL



DATOS DE RADIODIENLACE REF. SAN MIGUEL - LA CONCEPCION

PUNTO A: Nombre: REP. SAN MIGUEL  
 Longitud: 78° 06' 26"  
 Latitud: 00° 35' 24" N  
 Altura: 1,900 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: LA CONCEPCION  
 Longitud: 78° 07' 31"  
 Latitud: 00° 36' 29"  
 Altura: 1,360 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 4.000 m.

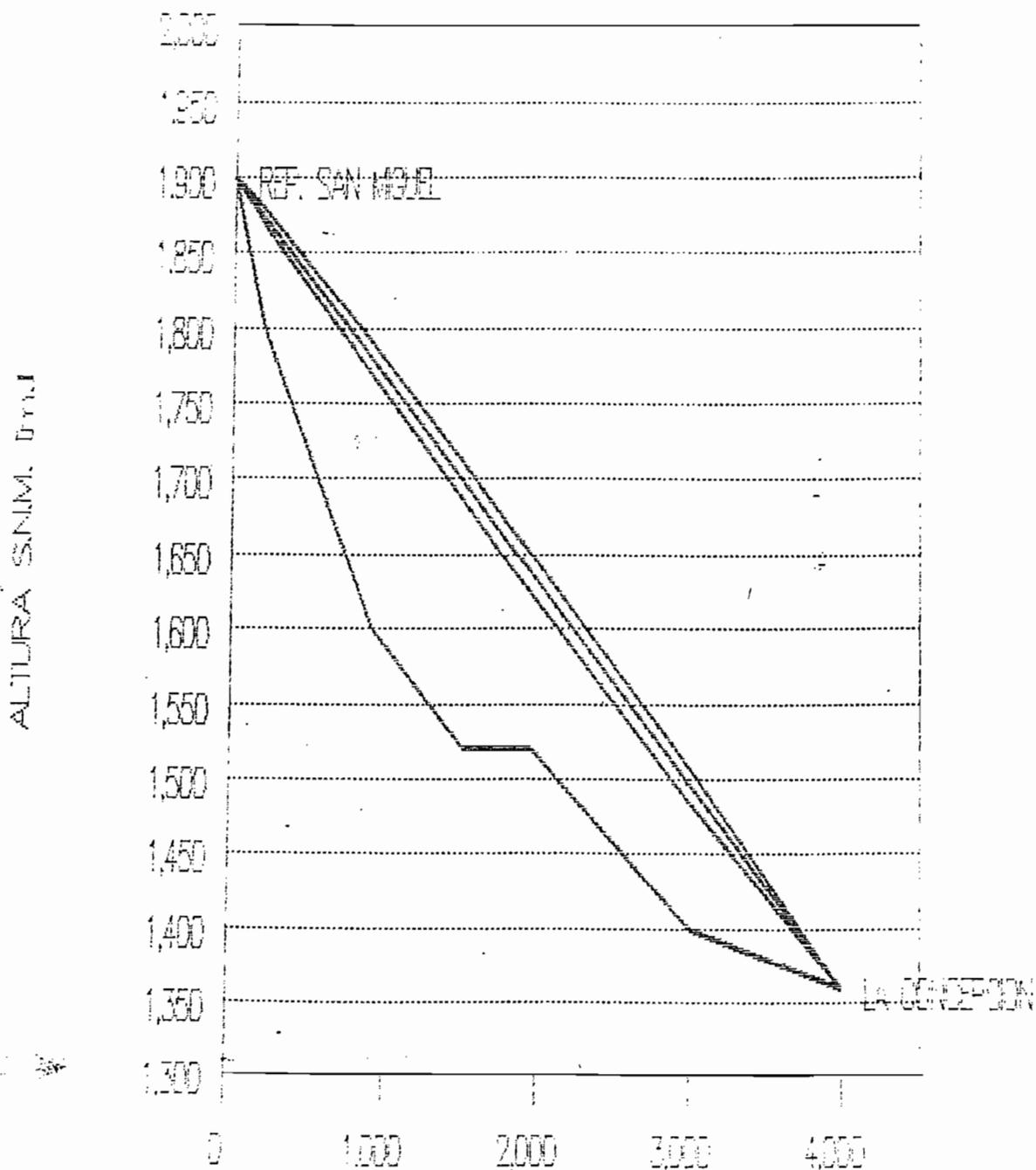
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA h (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	1,900	4,000		1,900	1,900		1,900	1,900
	1,900	4,000		1,900	1,900		1,900	1,900
200	1,800	3,800	0.04	1,800	1,873	5.7828	1,875	1,667
900	1,600	3,100	0.16	1,600	1,779	11.0799	1,790	1,767
1,500	1,520	2,500	0.22	1,520	1,698	12.8454	1,710	1,685
1,800	1,520	2,200	0.23	1,520	1,657	13.2002	1,670	1,644
1,950	1,520	2,050	0.24	1,520	1,637	13.2626	1,650	1,623
3,000	1,400	1,000	0.18	1,400	1,495	11.4893	1,506	1,484
4,000	1,360			1,360	1,360		1,360	1,360
4,000	1,360			1,360	1,360		1,360	1,360

REF. SAN MIGUEL

LA CONCEPCION

# ENLACE REP. SAN MIGUEL - LA CONCEPCION



2540-20

DATOS DE RADIODENLACE REP. SAN MIGUEL - JUAN MONTALVO

PUNTO A: Nombre: REP. SAN MIGUEL  
 Longitud: 78° 06' 26"  
 Latitud: 00° 35' 24" N  
 Altura: 1,900 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: JUAN MONTALVO  
 Longitud: 78° 05' 13"  
 Latitud: 00° 35' 23" N  
 Altura: 2,000 m. S.N.M.  
 Torre: m.

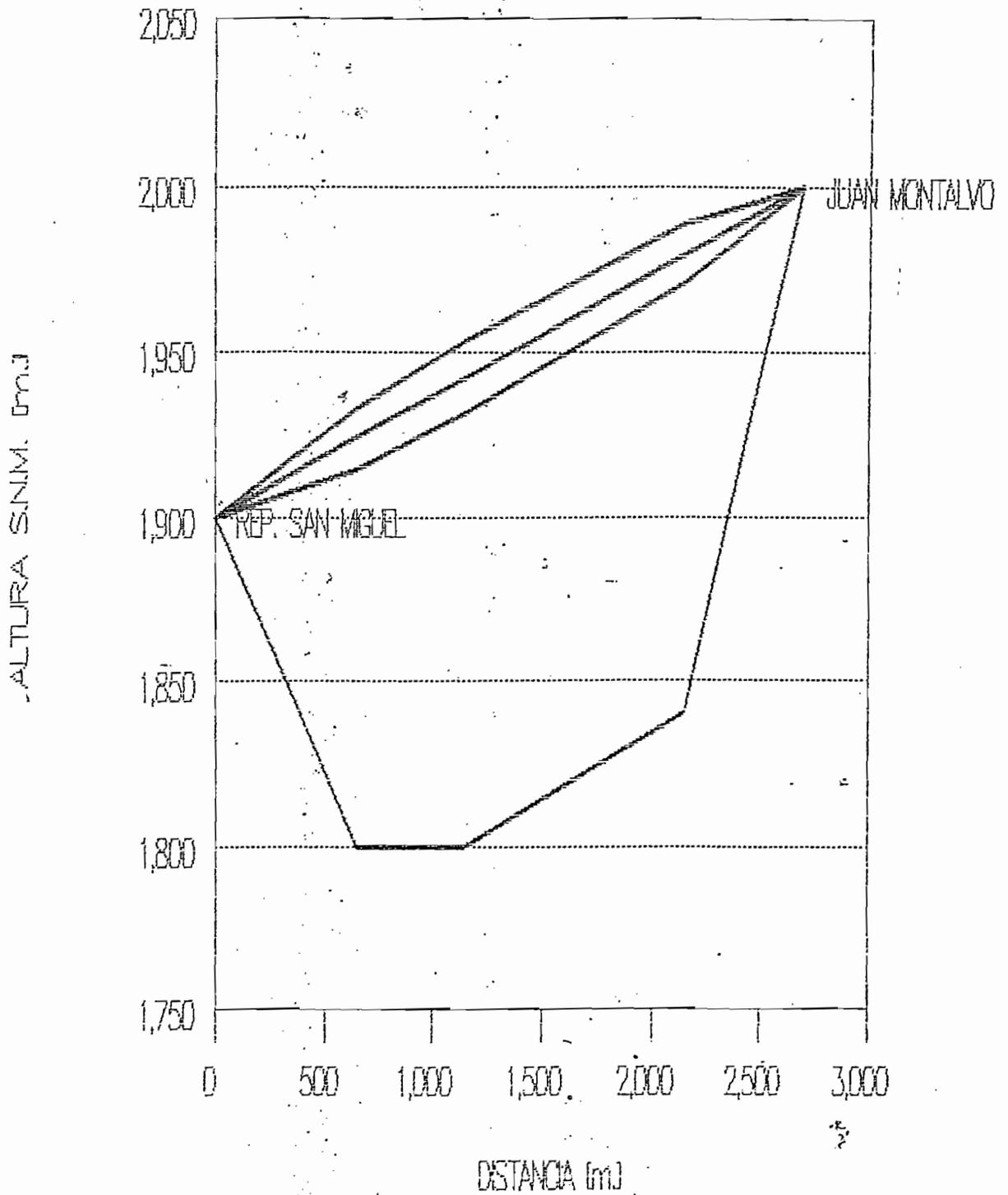
DISTANCIA DEL ENLACE: 2,700 m.

FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	1,900	2,700		1,900	1,900		1,900	1,900
	1,900	2,700		1,900	1,900		1,900	1,900
650	1,800	2,050	0.08	1,800	1,924	9.3200	1,933	1,915
1,150	1,800	1,550	0.10	1,800	1,943	10.7794	1,953	1,932
2,150	1,840	550	0.07	1,840	1,980	8.7797	1,988	1,971
2,700	2,000			2,000	2,000		2,000	2,000
2,700	2,000			2,000	2,000		2,000	2,000

REP. SAN  
 JUAN MONT

# ENLACE REP. SAN MIGUEL - J. MONTALVO



DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - REPETIDORA CABRAS

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 50,500 m.

FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL ri	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,520	50,500		3,520	3,520		3,520	3,520
	3,520	50,500		3,520	3,520		3,520	3,520
250	3,400	50,250	0.74	3,401	3,517	6.6169	3,524	3,510
500	3,200	50,000	1.47	3,201	3,514	9.3344	3,523	3,504
850	3,000	49,650	2.48	3,002	3,509	12.1279	3,522	3,497
1,250	3,000	49,250	3.62	3,004	3,504	14.6479	3,519	3,490
2,000	3,000	47,700	7.86	3,008	3,485	21.5752	3,507	3,464
4,150	2,800	46,350	11.31	2,811	3,468	25.8920	3,494	3,443
6,000	2,600	44,500	15.71	2,616	3,446	30.5051	3,476	3,415
8,400	2,480	42,100	20.80	2,501	3,416	35.1073	3,451	3,381
10,000	2,560	40,500	23.82	2,584	3,396	37.5703	3,433	3,358
10,300	2,600	40,200	24.36	2,624	3,392	37.9882	3,430	3,354
14,500	2,600	36,000	30.71	2,631	3,340	42.6533	3,383	3,297
19,650	2,600	30,850	35.66	2,636	3,276	45.9649	3,322	3,230
22,550	2,400	27,950	37.07	2,437	3,240	46.8685	3,287	3,193
25,100	2,200	25,400	37.50	2,238	3,208	47.1380	3,256	3,161
25,850	2,200	24,650	37.48	2,237	3,199	47.1255	3,246	3,152
26,600	2,200	23,900	37.40	2,237	3,190	47.0714	3,237	3,143
27,500	2,217	23,000	37.21	2,254	3,179	46.9513	3,226	3,132
29,150	2,212	21,350	36.61	2,249	3,158	46.5731	3,205	3,112
30,000	2,200	20,500	36.18	2,236	3,148	46.2972	3,194	3,101
30,500	2,200	20,000	35.82	2,236	3,141	46.1086	3,187	3,095
30,850	2,283	19,650	35.66	2,319	3,137	45.9649	3,183	3,091
33,200	2,200	17,300	33.79	2,234	3,108	44.7414	3,153	3,063
33,900	2,400	16,600	33.10	2,433	3,099	44.2665	3,143	3,055
34,300	2,513	16,200	32.69	2,546	3,094	44.0070	3,138	3,050
34,550	2,400	15,950	32.42	2,432	3,091	43.8250	3,135	3,047
36,300	2,200	14,200	30.32	2,230	3,069	42.3852	3,112	3,027
37,100	2,200	13,400	29.24	2,229	3,059	41.6252	3,101	3,018
37,400	2,400	13,100	28.82	2,429	3,056	41.3227	3,097	3,014
37,750	2,480	12,750	28.31	2,509	3,051	40.9572	3,092	3,010
38,050	2,400	12,450	27.87	2,428	3,048	40.6330	3,088	3,007
38,500	2,200	12,000	27.18	2,227	3,042	40.1271	3,082	3,002
38,600	2,240	11,900	27.02	2,267	3,041	40.0115	3,081	3,001
38,700	2,200	11,800	26.85	2,227	3,040	39.8946	3,079	3,000

CERRO BLANCO

DATOS DE RADIODENLACE CERRO BLANCO - REPETIDORA CARRAS

PUNTO A: Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: 78° 20' 10"  
 Latitud: 00° 12' 45" N  
 Altura: 3,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

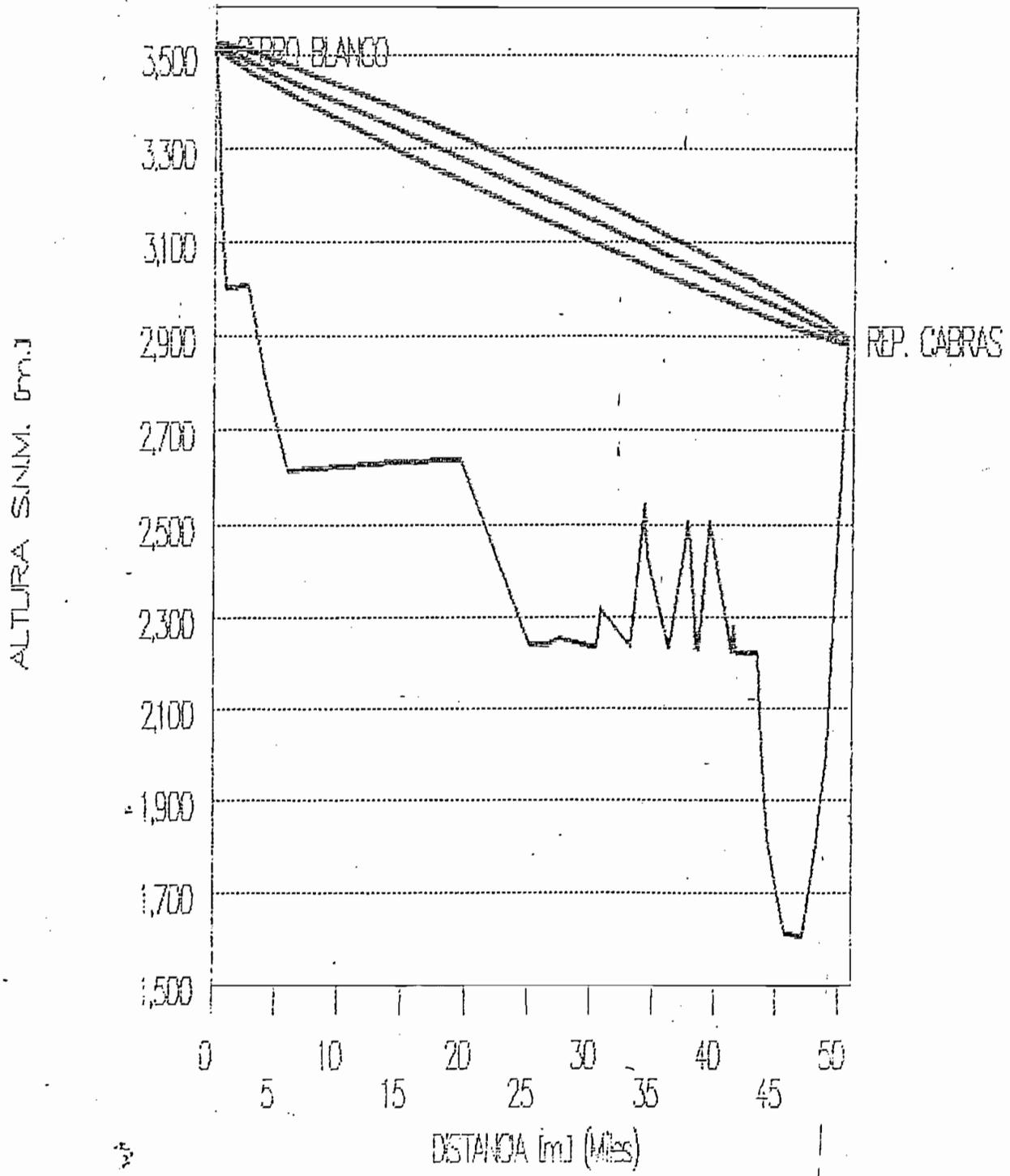
PUNTO B: Nombre: CARRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 50,500 m.

FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
39,550	2,480	10,950	25.47	2,505	3,029	38.8506	3,068	2,990
39,900	2,400	10,600	24.88	2,425	3,025	38.3934	3,063	2,986
40,150	2,200	10,350	24.44	2,224	3,022	38.0566	3,060	2,983
41,350	2,200	9,150	22.26	2,222	3,007	36.3133	3,043	2,970
41,500	2,260	9,000	21.97	2,282	3,005	36.0797	3,041	2,969
41,700	2,200	8,800	21.59	2,222	3,002	35.7624	3,038	2,966
42,650	2,200	7,850	19.69	2,220	2,990	34.1595	3,025	2,956
43,400	2,200	7,100	18.13	2,218	2,981	32.7711	3,014	2,948
43,700	2,000	6,800	17.48	2,017	2,977	32.1819	3,010	2,945
44,250	1,800	6,250	16.27	1,816	2,971	31.0466	3,002	2,940
45,700	1,600	4,800	12.90	1,613	2,953	27.6500	2,980	2,925
46,000	1,596	4,500	12.18	1,608	2,949	26.8598	2,976	2,922
47,200	1,600	3,300	9.16	1,609	2,934	23.2994	2,957	2,911
48,200	1,800	2,300	6.52	1,807	2,922	19.6564	2,941	2,902
49,000	2,000	1,500	4.32	2,004	2,912	16.0052	2,928	2,896
49,300	2,200	1,200	3.48	2,203	2,908	14.3592	2,922	2,894
49,650	2,400	850	2.48	2,402	2,904	12.1279	2,916	2,891
50,100	2,600	400	1.18	2,601	2,898	8.3573	2,906	2,890
50,350	2,800	150	0.44	2,800	2,895	5.1305	2,900	2,890
50,500	2,893			2,893	2,893		2,893	2,893

# RADIOENLACE CERRO BLANCO - REP. CABRAS



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA CABRAS - CARPUELA

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 23' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CARPUELA  
 Longitud: 77° 59' 39"  
 Latitud: 00° 26' 34" N  
 Altura: 1,640 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 5,000 m.

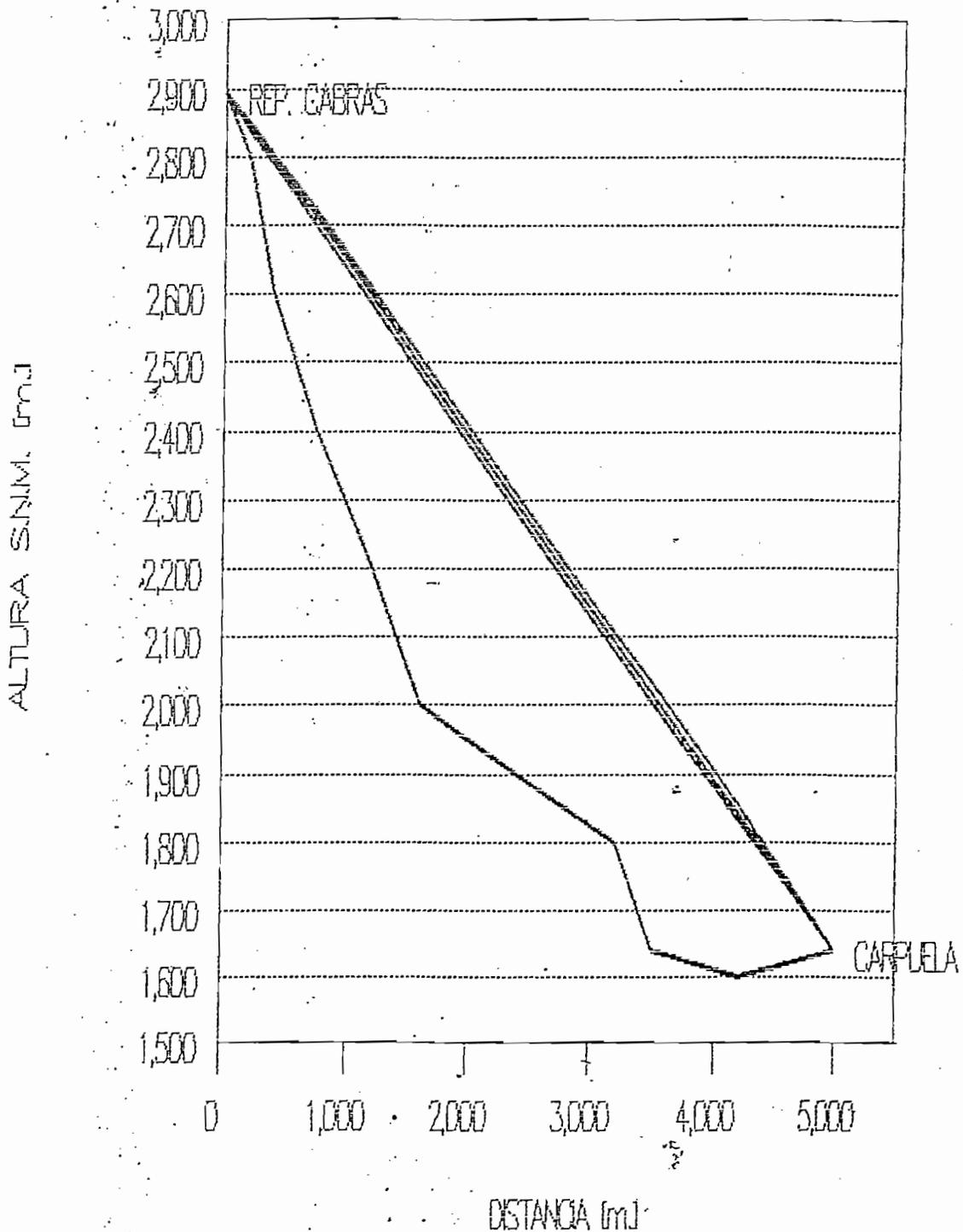
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	5,000		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	5,000		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	4,800	0.06	2,800	2,843	5.8132	2,849	2,837
400	2,600	4,600	0.11	2,600	2,793	8.0480	2,801	2,785
750	2,400	4,250	0.19	2,400	2,705	10.5926	2,716	2,694
1,200	2,200	3,800	0.27	2,200	2,592	12.6695	2,605	2,580
1,600	2,000	3,400	0.32	2,000	2,492	13.8381	2,506	2,478
3,200	1,800	1,800	0.34	1,800	2,091	14.2393	2,105	2,077
3,500	1,640	1,500	0.31	1,640	2,016	13.5943	2,029	2,002
4,200	1,600	800	0.20	1,600	1,840	10.8755	1,851	1,830
5,000	1,640			1,640	1,640		1,640	1,640
5,000	1,640							

REP. CABR

CARPUELA

# RADIOENLACE CABRAS - CARPUELA



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA REP. CABRAS - LA PAZ

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: LA PAZ  
 Longitud: 77° 51' 48"  
 Latitud: 00° 30' 42" N  
 Altura: 2,680 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 11,800 m.

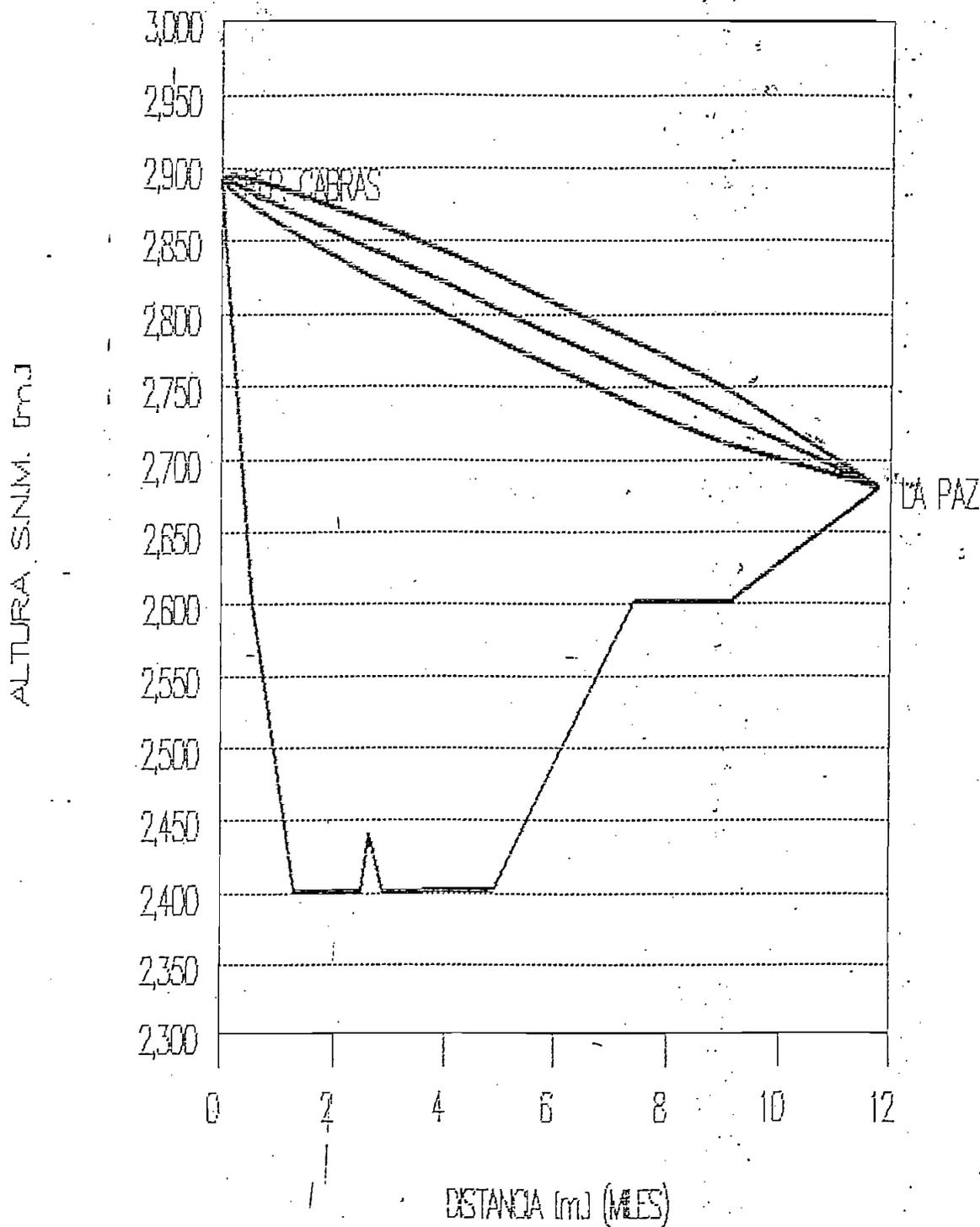
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	11,800		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	11,800		2,893	2,893		2,893	2,893
150	2,800	11,650	0.10	2,800	2,890	5.1054	2,895	2,885
550	2,600	11,250	0.36	2,600	2,883	9.6068	2,893	2,873
1,300	2,400	10,500	0.80	2,401	2,870	14.2688	2,884	2,855
2,500	2,400	9,300	1.37	2,401	2,848	18.6223	2,866	2,829
2,650	2,440	9,150	1.43	2,441	2,845	19.0176	2,864	2,826
2,900	2,400	8,900	1.52	2,402	2,841	19.6208	2,860	2,821
3,200	2,400	8,600	1.62	2,402	2,835	20.2603	2,855	2,815
4,000	2,400	7,800	1.84	2,402	2,821	21.5724	2,842	2,799
4,900	2,400	6,900	1.99	2,402	2,805	22.4566	2,827	2,782
7,400	2,600	4,400	1.92	2,602	2,759	22.0376	2,781	2,737
7,800	2,600	4,000	1.84	2,602	2,752	21.5724	2,774	2,731
8,100	2,600	3,700	1.76	2,602	2,747	21.1429	2,758	2,726
8,650	2,600	3,150	1.60	2,602	2,737	20.1598	2,757	2,717
9,100	2,600	2,700	1.45	2,601	2,729	19.1436	2,748	2,710
11,800	2,680			2,680	2,680		2,680	2,680
11,800	2,680							

REP. CABRAS

LA PAZ

# RADIOENLACE REP. CABRAS - LA PAZ



DATOS DE RADIODIFUSIÓN REPETIDORA CABRAS - P. NUEVO (CARCHI)

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 22' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: PUEBLO NUEVO (CARCHI)  
 Longitud: 77° 54' 32"  
 Latitud: 00° 24' 36" N  
 Altura: 2,160 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 9,900 m.

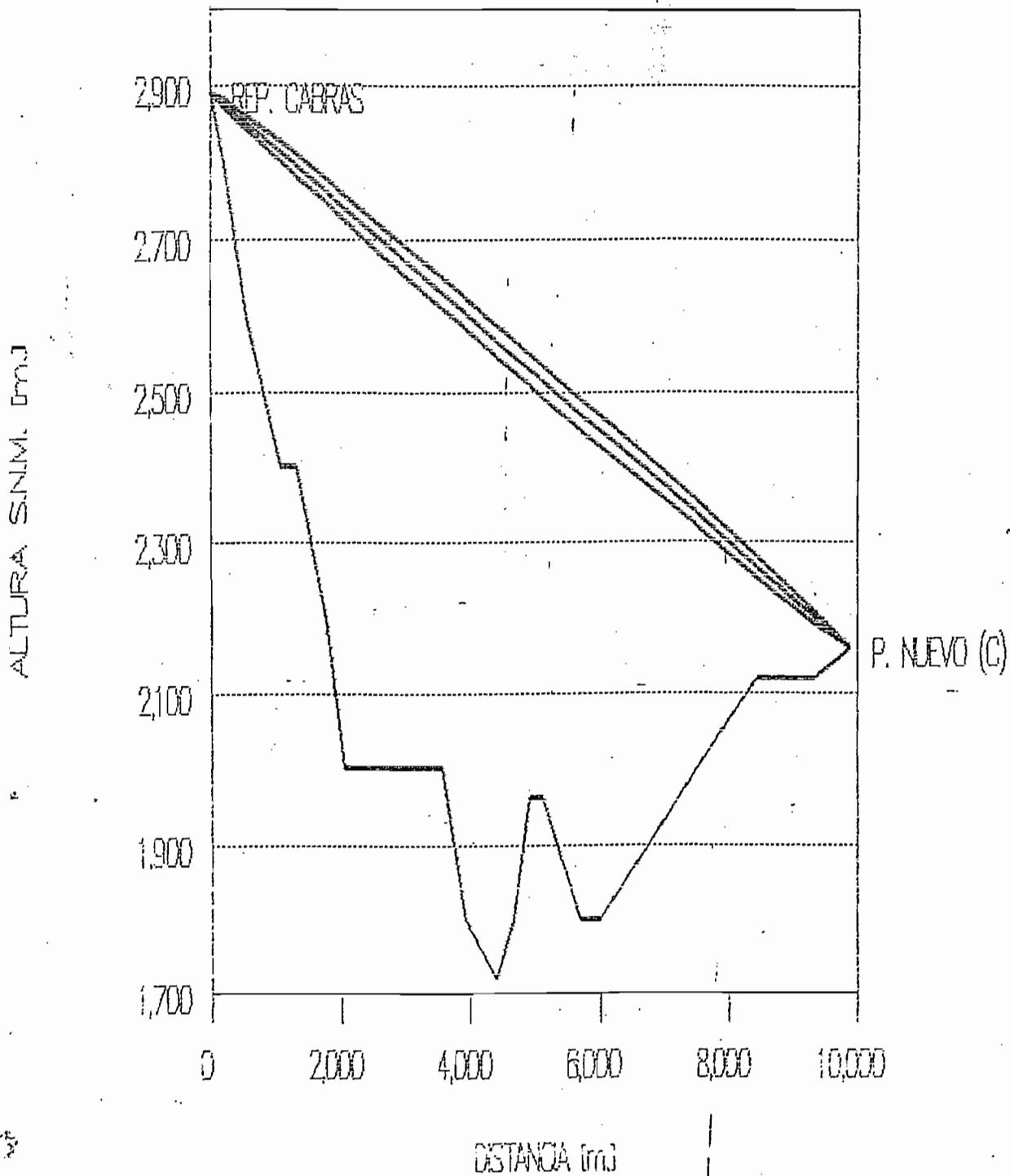
FRECUENCIA: 1760 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h1 (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA h (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	9,900		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	9,900		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	9,700	0.11	2,800	2,878	5.8728	2,884	2,872
550	2,600	9,350	0.30	2,600	2,852	9.5616	2,862	2,843
1,050	2,400	8,850	0.55	2,401	2,815	12.8532	2,828	2,802
1,300	2,400	8,600	0.66	2,401	2,797	14.0983	2,811	2,783
1,750	2,200	8,150	0.84	2,201	2,763	15.9237	2,779	2,748
2,050	2,000	7,850	0.95	2,001	2,741	16.9144	2,758	2,724
2,550	2,000	7,350	1.10	2,001	2,704	18.2540	2,722	2,686
2,900	2,000	7,000	1.19	2,001	2,678	18.9974	2,697	2,659
3,550	2,000	6,350	1.33	2,001	2,630	20.0192	2,650	2,610
3,900	1,800	6,000	1.38	1,801	2,604	20.3964	2,625	2,584
4,400	1,720	5,500	1.42	1,721	2,567	20.7421	2,588	2,546
4,650	1,800	5,250	1.44	1,801	2,549	20.8330	2,570	2,528
4,900	1,960	5,000	1.44	1,961	2,530	20.8703	2,551	2,509
5,100	1,960	4,800	1.44	1,961	2,515	20.8618	2,536	2,495
5,700	1,800	4,200	1.41	1,801	2,471	20.6304	2,492	2,450
6,000	1,800	3,900	1.38	1,801	2,449	20.3964	2,469	2,428
7,500	2,000	2,400	1.06	2,001	2,338	17.8988	2,356	2,320
8,450	2,120	1,450	0.72	2,121	2,267	14.7590	2,282	2,253
9,350	2,120	550	0.30	2,120	2,201	9.5616	2,210	2,191
9,900	2,160			2,160	2,160		2,160	2,160

REP. CABRAS

P. NUEVO

# RADIOENLACE REP. CABRAS - P. NUEVO (C)



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA CABRAS - EL TAMBO

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: EL TAMBO  
 Longitud: 77° 59' 21"  
 Latitud: 00° 30' 11" N  
 Altura: 2,080 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 4,350 m.

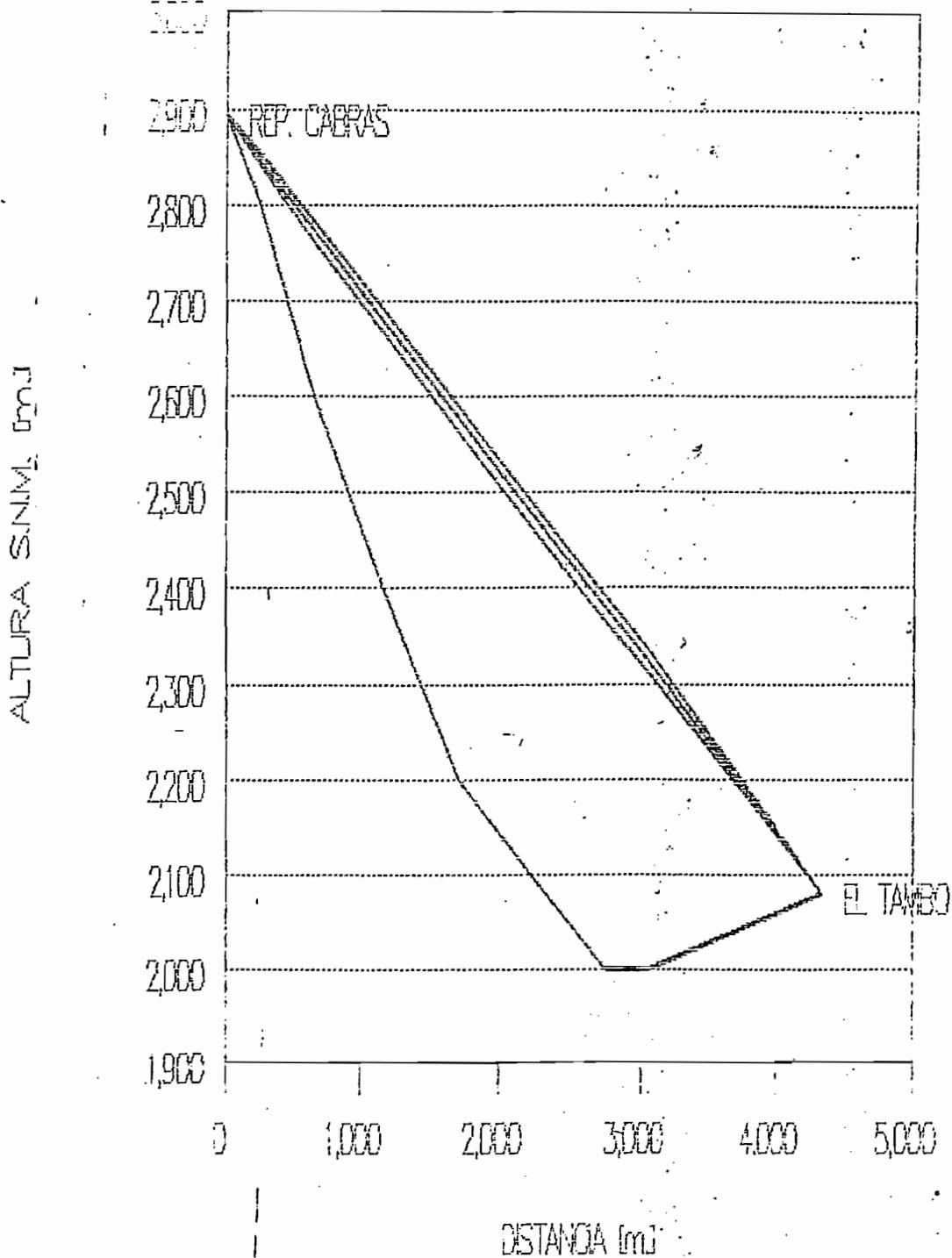
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h <sub>x</sub> (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA h <sub>c</sub>	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r <sub>1</sub>	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	4,350		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	4,350		2,893	2,893		2,893	2,893
250	2,800	4,100	0.06	2,800	2,846	6.4399	2,853	2,840
650	2,600	3,700	0.14	2,600	2,772	9.8645	2,781	2,762
1,150	2,400	3,200	0.22	2,400	2,678	12.2023	2,690	2,666
1,700	2,200	2,650	0.27	2,200	2,575	13.5010	2,589	2,562
2,750	2,000	1,600	0.26	2,000	2,379	13.3427	2,392	2,366
3,050	2,000	1,300	0.23	2,000	2,323	12.6660	2,336	2,310
4,350	2,080			2,080	2,080		2,080	2,080
4,350	2,080							

REP. CABRAS

EL TAMBO

# RADIOENLACE REP. CABRAS - EL TAMBO



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA REP. CABRAS - VILLACIS

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: VILLACIS  
 Longitud: 77° 56' 45"  
 Latitud: 00° 28' 42" N  
 Altura: 2,320 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 2,900 m.

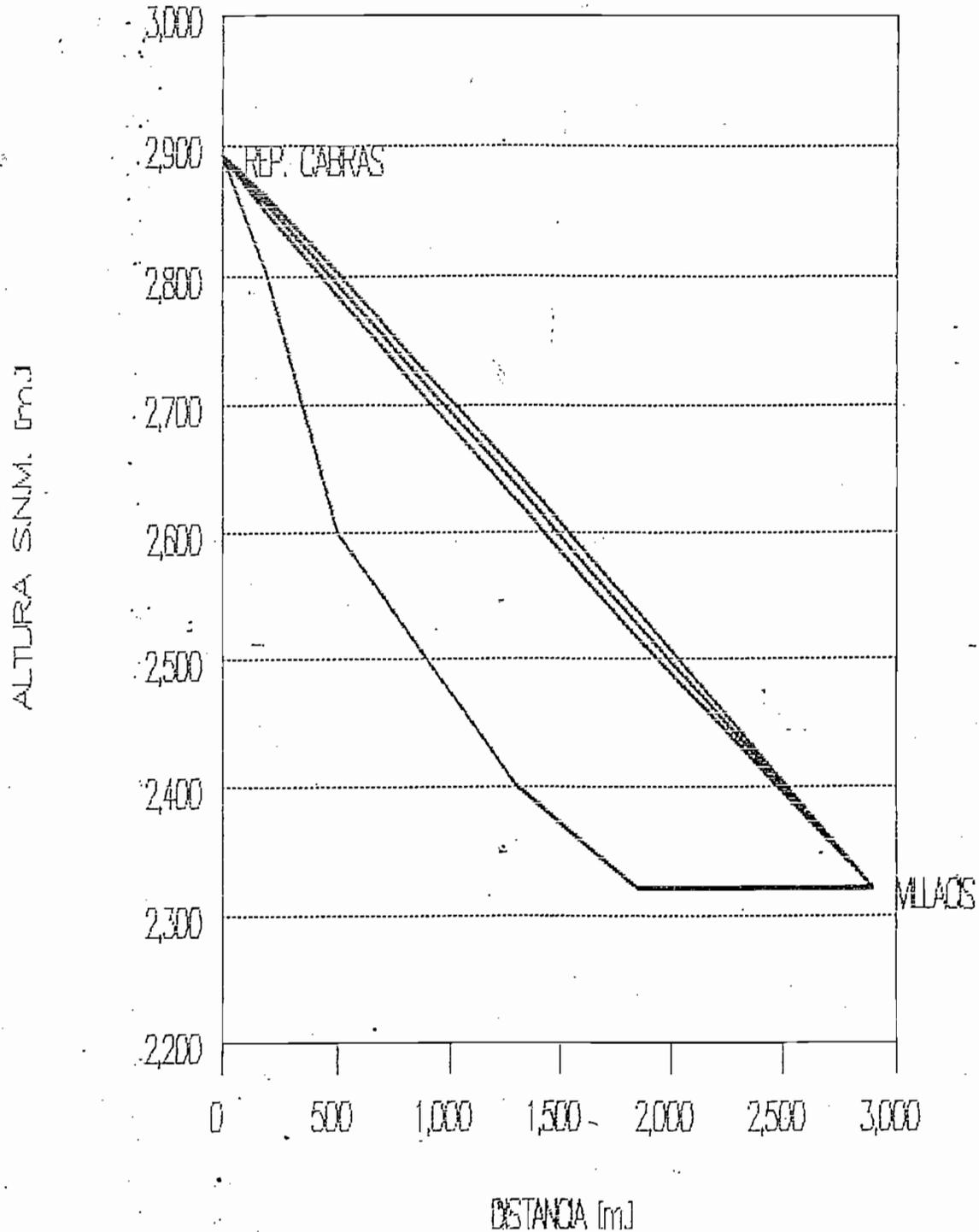
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h <sub>x</sub> (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA h <sub>c</sub>	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r <sub>f</sub>	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	2,900		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	2,900		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	2,700	0.03	2,800	2,853	5.7248	2,859	2,848
500	2,600	2,400	0.07	2,600	2,794	8.5340	2,803	2,786
1,300	2,400	1,600	0.12	2,400	2,636	11.2356	2,647	2,625
1,850	2,320	1,050	0.11	2,320	2,527	10.8579	2,538	2,517
2,900	2,320			2,320	2,320		2,320	2,320
2,900	2,320							

REP. CABRAS

VILLACIS

# RADIOENLACE REP. CABRAS - VILLACIS



DATOS DE RADICENLADE REPETIDORA CABRAS - PUEBLO NUEVO (IMBAEMURA)

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: a.

PUNTO B: Nombre: PUEBLO NUEVO (I)  
 Longitud: 77° 55' 21"  
 Latitud: 00° 29' 03" N  
 Altura: 2,440 m. S.N.M.  
 Torre: a.

DISTANCIA DEL ENLADE: 16,000 m.

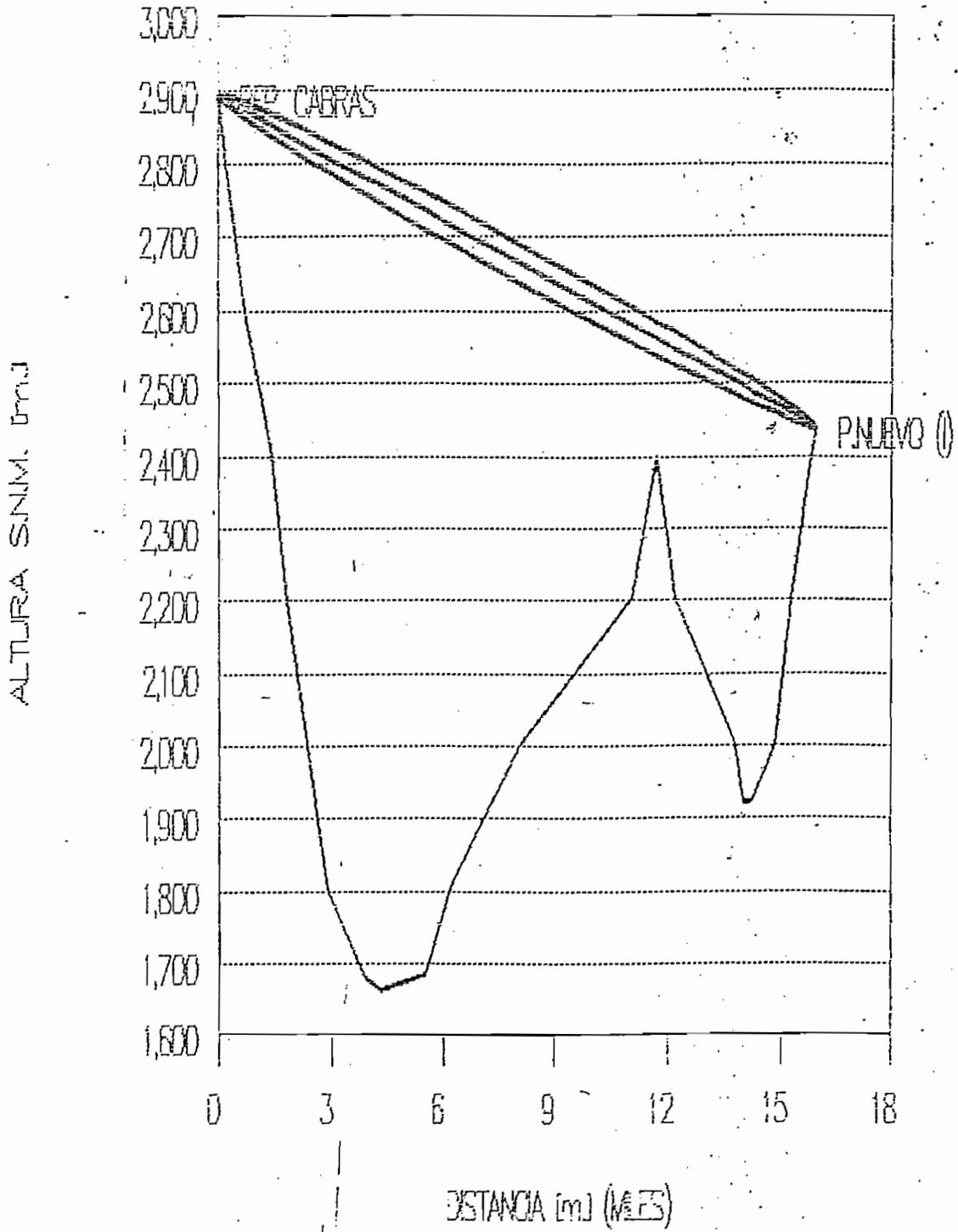
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h1 (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA h2	ALTURA CORREGIDA P (m.)	ALTURA DEL SANO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	16,000		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	16,000		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	15,800	-0.19	2,800	2,897	5.5958	2,897	2,881
700	2,600	15,300	0.63	2,601	2,873	10.8542	2,884	2,862
1,400	2,400	14,600	1.20	2,401	2,853	14.9949	2,848	2,838
1,800	2,200	14,200	1.50	2,202	2,842	16.7621	2,859	2,825
2,750	2,000	13,650	1.89	2,002	2,826	18.7847	2,845	2,809
3,900	1,800	13,100	2.23	1,802	2,811	20.4427	2,831	2,790
5,300	1,600	12,400	2.78	1,603	2,783	22.7639	2,808	2,760
7,000	1,400	11,700	2.96	1,403	2,771	23.5250	2,795	2,745
9,000	1,200	10,800	3.40	1,203	2,757	25.2045	2,782	2,712
11,200	1,000	9,800	3.57	1,004	2,717	26.9870	2,743	2,692
13,600	800	7,900	3.76	804	2,664	28.8713	2,690	2,677
16,000	600	4,950	3.80	603	2,680	29.5294	2,685	2,684
18,500	400	4,300	3.84	403	2,662	30.5250	2,685	2,676
21,000	200	3,600	3.73	203	2,648	32.5508	2,671	2,628
23,500	200	2,200	3.79	202	2,600	35.2748	2,621	2,484
26,000	1,500	2,000	3.85	1,922	2,497	37.9500	2,514	2,475
28,500	1,000	1,750	3.87	1,521	2,490	39.9608	2,501	2,477
31,000	800	1,550	3.80	801	2,473	41.7031	2,481	2,459
33,500	600	700	3.83	601	2,440	43.5840	2,471	2,447
36,000	400	150	3.84	400	2,444	5.1140	2,445	2,439
38,500	2,440			2,440	2,440		2,440	2,440

REF. CA

P. 12/10

# RADIOENLACE REP. CABRAS - P. NUEVO



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA CABRAS - CHUGA

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CHUGA  
 Longitud: 77° 54' 38"  
 Latitud: 00° 22' 42" N  
 Altura: 2,680 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 12,500 m.

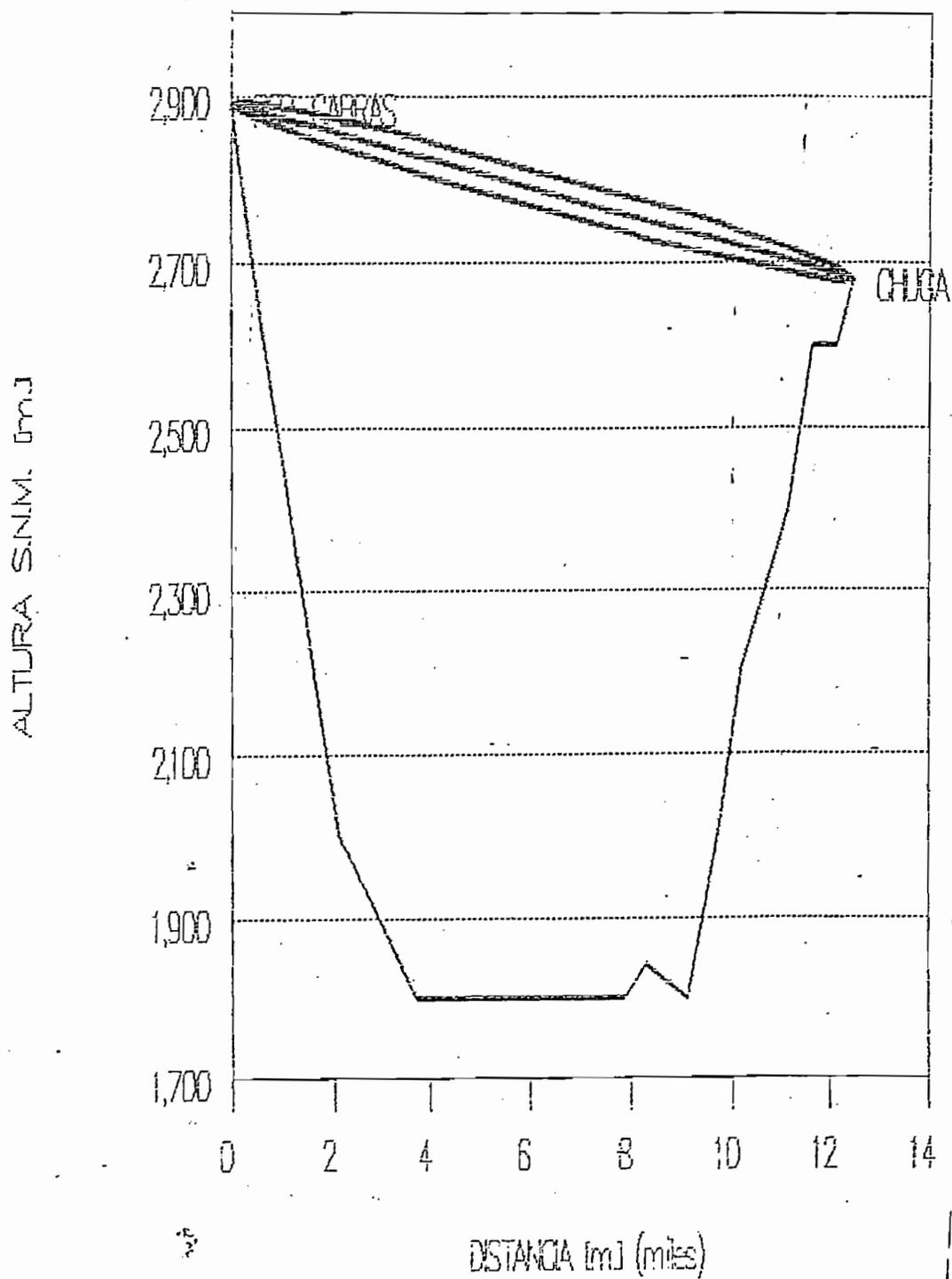
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA	ALTURA	DISTANCIA	FACTOR DE CORRECCION	ALTURA CORREGIDA	ALTURA DEL	RADIO DE PRIMERA ZONA	ALTURA SUPERIOR	ALTURA INFERIOR
D1 (m.)	h <sub>a</sub> (m.)	D2 (m.)	ALTURA h <sub>c</sub>	H (m.)	RAYO (m.)	DE FRESNEL r <sub>f</sub>	FRESNEL (m.)	FRESNEL (m.)
	2,893	12,500		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	12,500		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	12,300	0.14	2,800	2,890	5.8854	2,895	2,884
650	2,600	11,850	0.45	2,600	2,882	10.4141	2,892	2,872
1,150	2,400	11,350	0.77	2,401	2,873	13.5567	2,887	2,860
1,600	2,200	10,900	1.03	2,201	2,866	15.6704	2,881	2,850
2,100	2,000	10,400	1.28	2,001	2,857	17.5361	2,875	2,840
3,700	1,800	8,800	1.92	1,802	2,830	21.4116	2,851	2,809
4,000	1,800	8,500	2.00	1,802	2,825	21.8800	2,847	2,803
7,900	1,800	4,600	2.14	1,802	2,758	22.6204	2,781	2,736
8,300	1,840	4,200	2.05	1,842	2,752	22.1550	2,774	2,729
9,100	1,800	3,400	1.82	1,802	2,738	20.6722	2,759	2,717
9,700	2,000	2,800	1.60	2,002	2,728	19.5557	2,747	2,708
10,150	2,200	2,350	1.40	2,201	2,720	18.3263	2,738	2,702
11,150	2,400	1,350	0.89	2,401	2,703	14.5584	2,718	2,688
11,650	2,600	850	0.58	2,601	2,694	11.8081	2,706	2,683
12,150	2,600	350	0.25	2,600	2,686	7.7380	2,694	2,678
12,500	2,680			2,680	2,680		2,680	2,680

REP. CABRAS

CHUGA

# RADIOENLACE REP. CABRAS - CHUGA



DATOS DE RADICENLACE REPETIDORA CABRAS - CALDERA

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 29' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CALDERA  
 Longitud: 77° 55' 53"  
 Latitud: 00° 25' 58" N  
 Altura: 1,760 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 5,450 m.

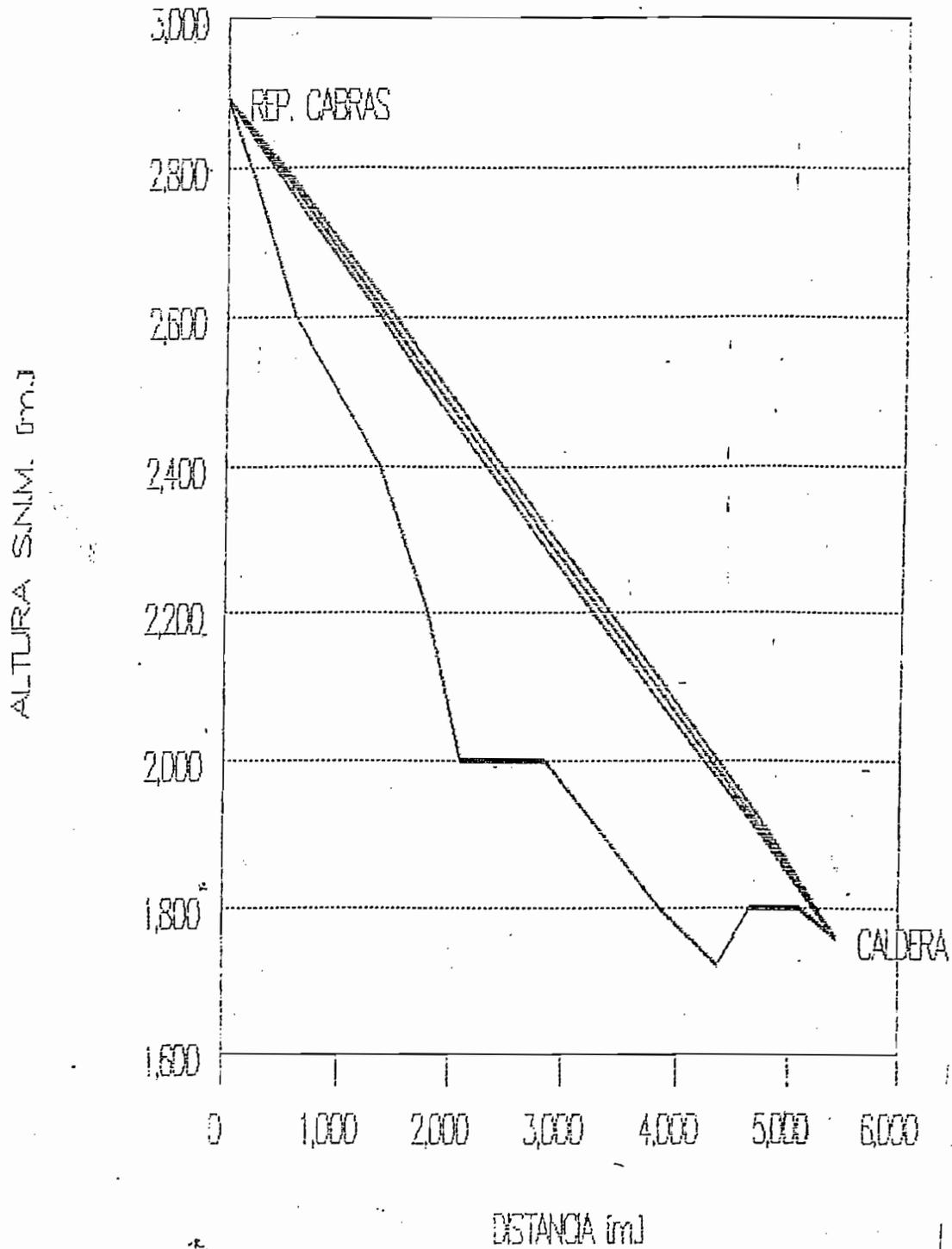
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	5,450		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	5,450		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	5,250	0.06	2,800	2,851	5.8232	2,857	2,846
600	2,600	4,850	0.17	2,600	2,768	9.6942	2,778	2,759
1,350	2,400	4,100	0.33	2,400	2,612	13.3698	2,626	2,599
1,800	2,200	3,650	0.39	2,200	2,519	14.5662	2,533	2,504
2,100	2,000	3,350	0.41	2,000	2,456	15.0729	2,472	2,441
2,650	2,000	2,800	0.44	2,000	2,342	15.4798	2,358	2,327
2,850	2,000	2,600	0.44	2,000	2,301	15.4694	2,316	2,285
3,850	1,800	1,600	0.36	1,800	2,093	14.1044	2,107	2,079
4,350	1,720	1,100	0.28	1,720	1,989	12.4310	2,001	1,976
4,650	1,800	800	0.22	1,800	1,926	10.9606	1,937	1,915
5,100	1,800	350	0.10	1,800	1,833	7.5925	1,840	1,825
5,450	1,760			1,760	1,760		1,760	1,760
5,450	1,760							

REP. CABRAS

CALDERA

# RADIOENLACE REP. CABRAS - CALDERA



DATOS DE RADICENLACE REPETIDORA CABRAS - SAN RAFAEL

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 35" N  
 Altura: 2,993 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: SAN RAFAEL  
 Longitud: 77° 54' 35"  
 Latitud: 00° 24' 45" N  
 Altura: 2,100 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 8,800 m.

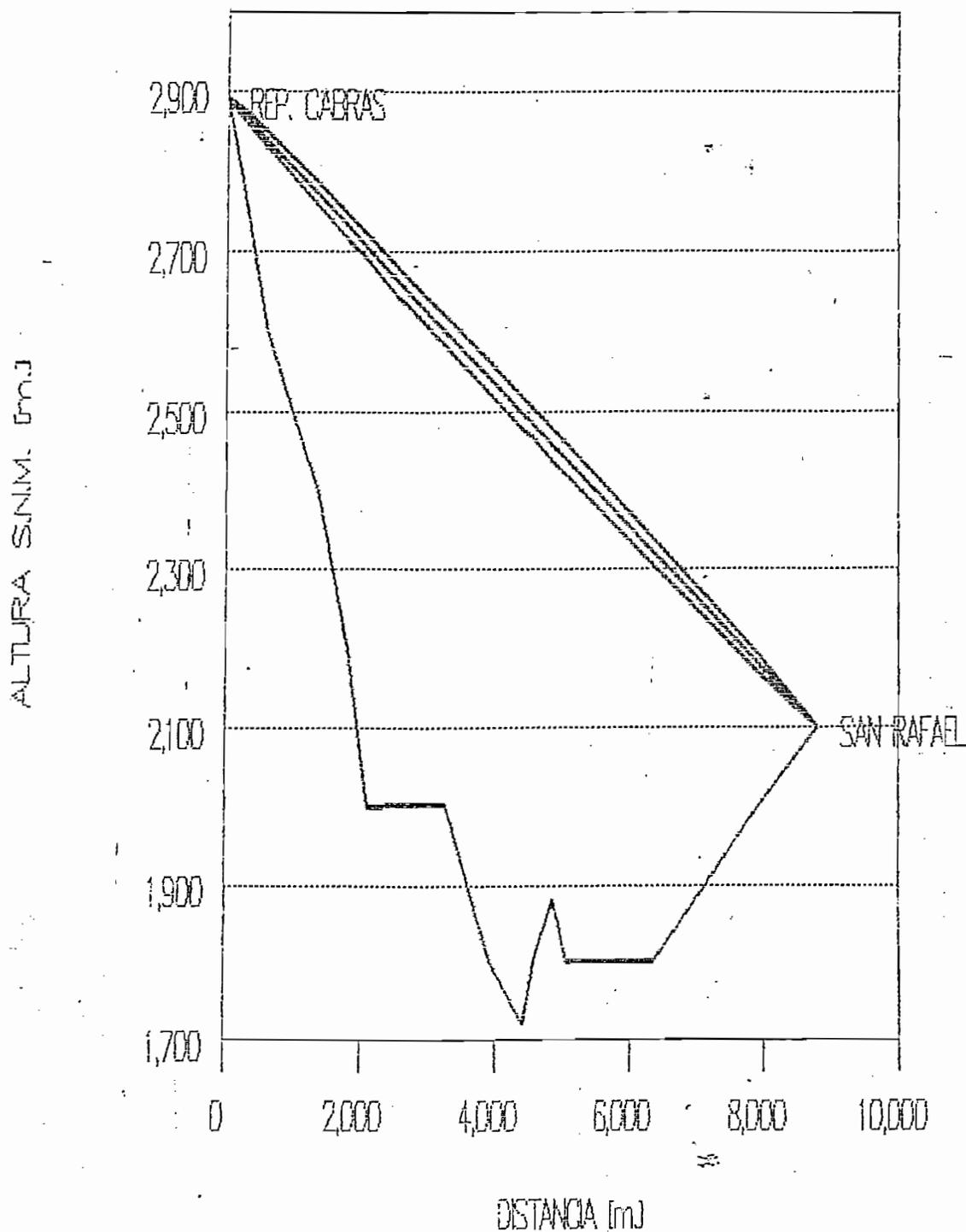
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	8,800		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	8,800		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	8,600	0.10	2,800	2,875	5.8652	2,881	2,869
600	2,600	8,200	0.29	2,600	2,839	9.9198	2,849	2,829
1,350	2,400	7,450	0.59	2,401	2,771	14.1829	2,786	2,757
1,800	2,200	7,000	0.74	2,201	2,731	15.8747	2,747	2,715
2,100	2,000	6,700	0.83	2,001	2,704	16.7752	2,721	2,687
2,600	2,000	6,200	0.95	2,001	2,659	17.9558	2,677	2,641
2,750	2,000	6,050	0.98	2,001	2,645	18.2417	2,663	2,627
3,250	2,000	5,550	1.06	2,001	2,600	18.9937	2,619	2,581
3,900	1,800	4,900	1.12	1,801	2,542	19.5502	2,561	2,522
4,400	1,720	4,400	1.14	1,721	2,497	19.6777	2,516	2,477
4,550	1,800	4,250	1.14	1,801	2,483	19.6663	2,503	2,463
4,850	1,880	3,950	1.13	1,881	2,456	19.5745	2,476	2,436
5,050	1,800	3,750	1.11	1,801	2,438	19.4618	2,457	2,418
6,350	1,800	2,450	0.92	1,801	2,321	17.6397	2,338	2,303
7,900	2,000	900	0.42	2,000	2,181	11.9249	2,193	2,169
8,800	2,100			2,100	2,100		2,100	2,100
8,800	2,100							

REP. CABRAS

SAN RAFAEL

# RADIOENLACE REP. CABRAS - SAN RAFAEL



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA CABRAS - EL JUNCAL

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: EL JUNCAL  
 Longitud: 77° 57' 39"  
 Latitud: 00° 26' 13" N  
 Altura: 1,640 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 4,100 m.

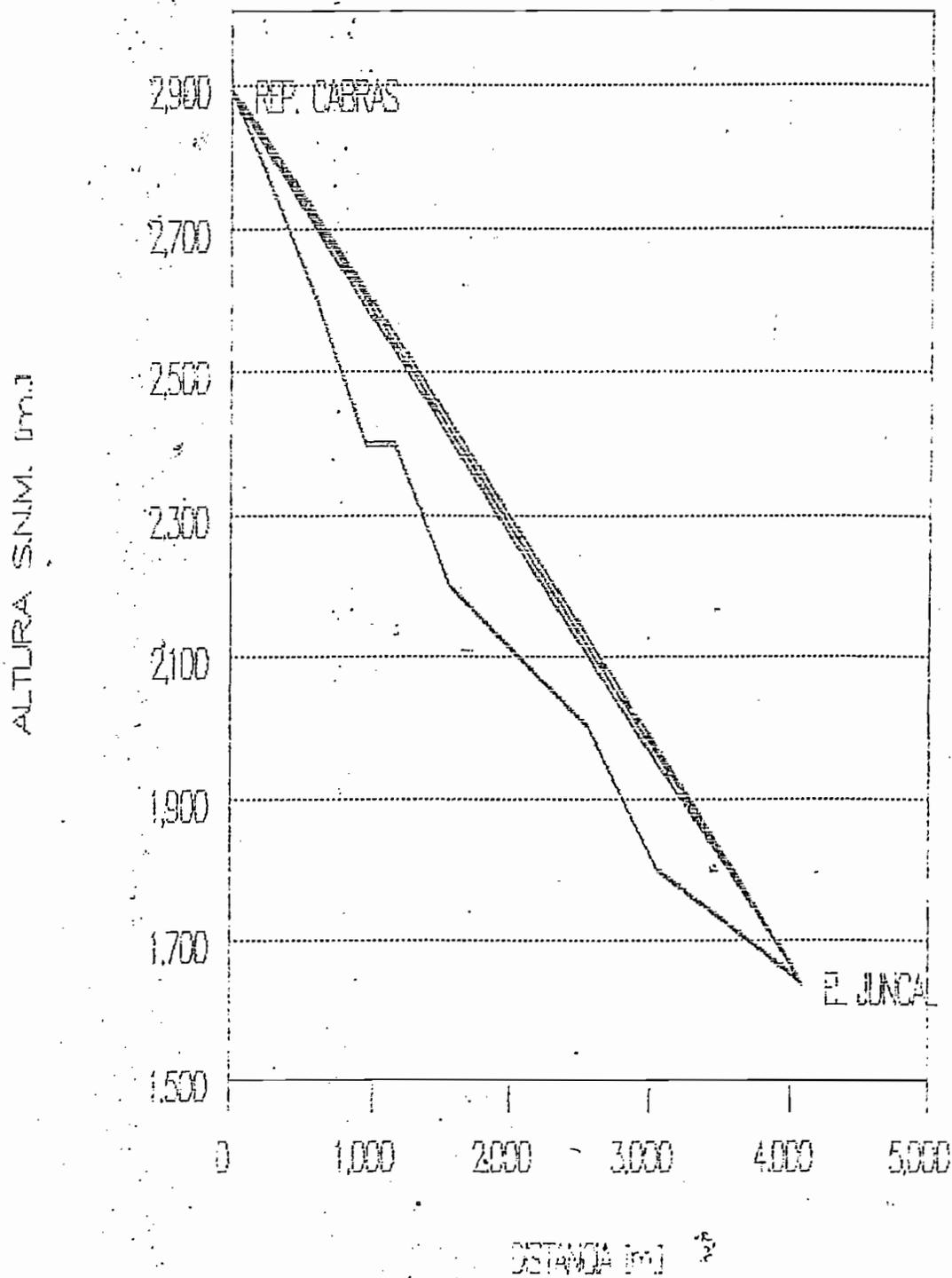
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r <sub>f</sub>	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	4,100		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	4,100		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	3,900	0.05	2,800	2,832	5.7865	2,838	2,826
600	2,600	3,500	0.12	2,600	2,710	9.4947	2,719	2,700
950	2,400	3,150	0.18	2,400	2,603	11.3341	2,614	2,591
1,150	2,400	2,950	0.20	2,400	2,542	12.0679	2,554	2,529
1,550	2,200	2,550	0.23	2,200	2,419	13.0259	2,432	2,406
2,550	2,000	1,550	0.23	2,000	2,114	13.0259	2,127	2,101
3,050	1,800	1,050	0.19	1,800	1,961	11.7251	1,973	1,949
4,100	1,640			1,640	1,640		1,640	1,640
4,100	1,640							

REP. CABRAS

EL JUNCAL

# RADIOENLACE REP. CABRAS - EL JUNCA



50

DATOS DE RADICENLACE REPETIDORA CABRAS - LOS ANDES

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 26" N  
 Altura: 2.893 m. S.N.M.  
 Torre: m:

PUNTO B: Nombre: LOS ANDES  
 Longitud: 77° 56' 11"  
 Latitud: 00° 30' 00" N  
 Altura: 2.560 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 4,200 m.

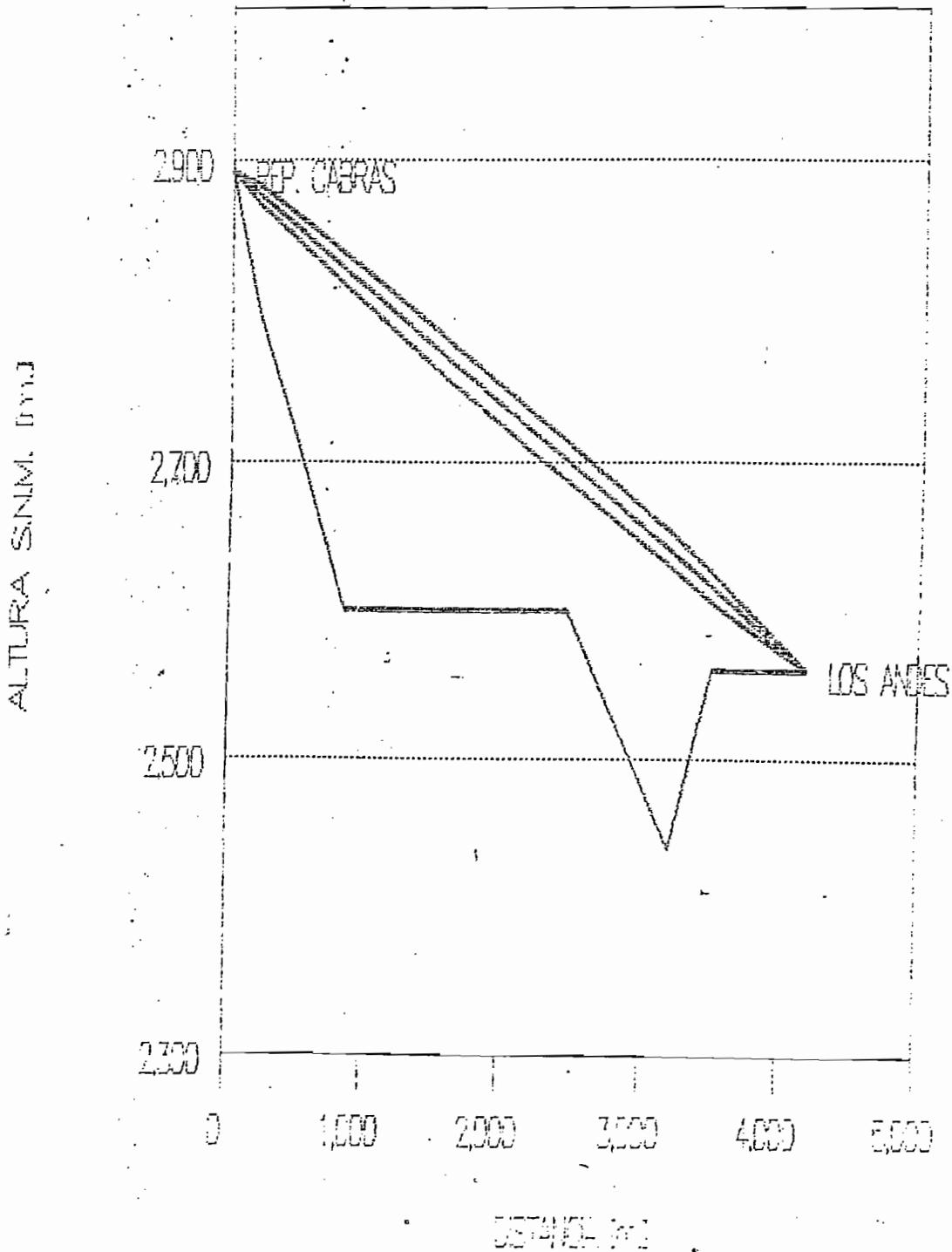
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	4,200	-	2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	4,200		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	4,000	0.05	2,800	2,877	5.7901	2,883	2,871
850	2,600	3,350	0.17	2,600	2,826	10.9237	2,837	2,815
1,550	2,600	2,550	0.24	2,600	2,770	13.1198	2,783	2,757
2,100	2,600	2,100	0.26	2,600	2,727	13.5943	2,740	2,713
2,450	2,600	1,750	0.25	2,600	2,699	13.4042	2,712	2,685
3,200	2,440	1,000	0.19	2,440	2,639	11.5601	2,651	2,628
3,500	2,560	700	0.14	2,560	2,616	10.1326	2,626	2,605
4,200	2,560			2,560	2,560		2,560	2,560
4,200	2,560							

REP. CABRAS

LOS ANDES

# RADIOENLACE REP. CABRAS - LOS ANDES



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA CABRAS - SALINAS

PUNTO A: Nombre: CABRAS -  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: SALINAS  
 Longitud: 78° 02' 45"  
 Latitud: 00° 22' 53" N  
 Altura: 1,600 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 18,600 m.

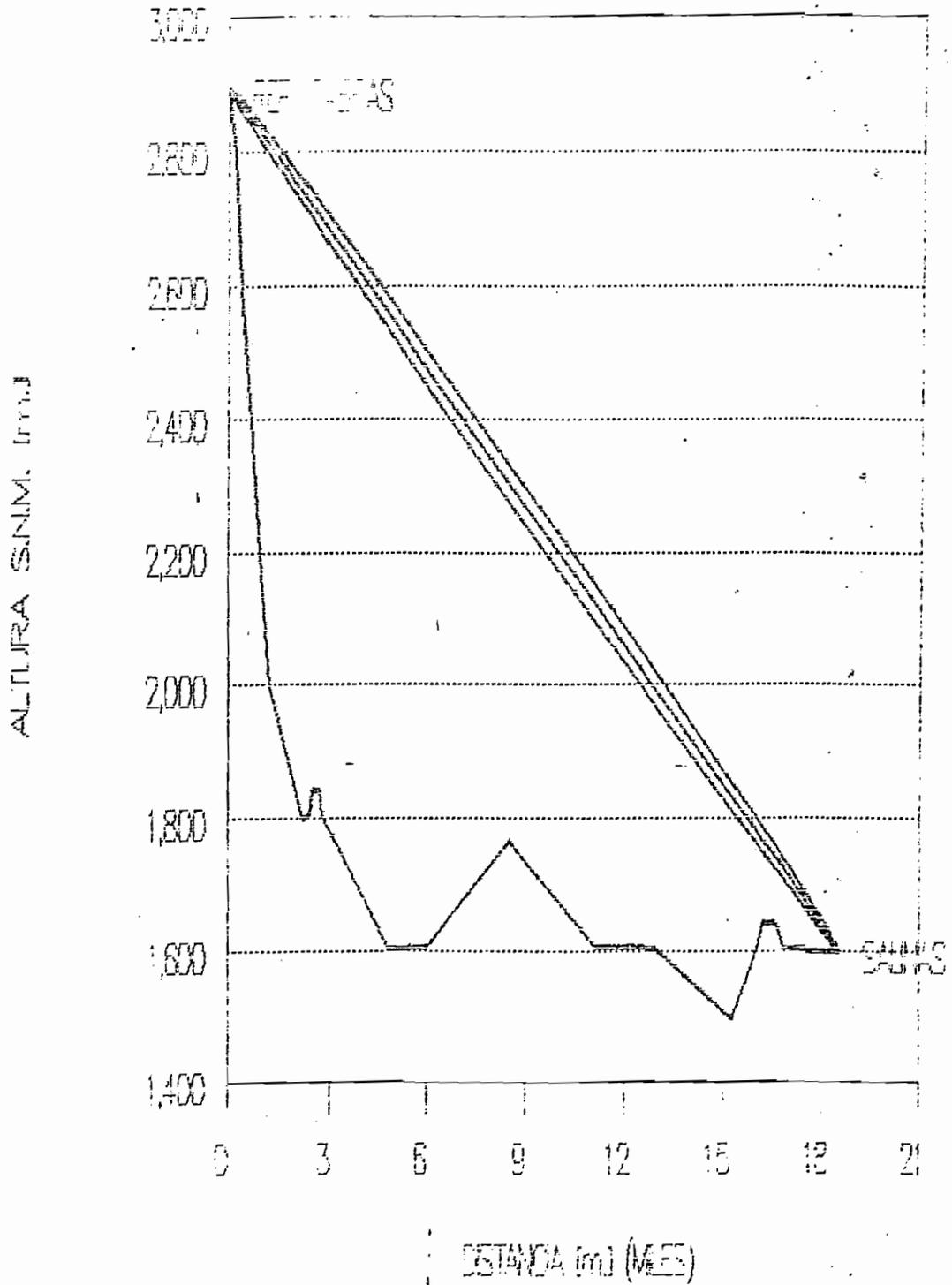
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (c.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (b.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (a1)
	2,893	18,600		2,893	2,893		2,893	2,693
	2,893	18,600		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	18,400	0.22	2,800	2,879	5.9011	2,885	2,873
350	2,600	18,250	0.38	2,600	2,869	7.7745	2,876	2,861
650	2,400	17,950	0.69	2,401	2,848	10.5074	2,858	2,837
900	2,200	17,700	0.94	2,201	2,830	12.2776	2,843	2,818
1,200	2,000	17,400	1.23	2,001	2,810	14.0563	2,824	2,796
2,200	1,800	16,400	2.12	1,802	2,740	18.4773	2,759	2,722
2,400	1,800	16,200	2.29	1,802	2,726	19.1809	2,745	2,707
2,500	1,840	16,100	2.37	1,842	2,719	19.5159	2,739	2,700
2,700	1,840	15,900	2.53	1,843	2,705	20.1552	2,725	2,685
2,800	1,800	15,800	2.60	1,803	2,698	20.4604	2,719	2,678
4,800	1,600	13,800	3.90	1,604	2,559	25.0361	2,584	2,534
6,050	1,600	12,550	4.47	1,604	2,472	26.8044	2,499	2,446
8,500	1,760	10,100	5.05	1,765	2,302	28.5021	2,331	2,274
11,100	1,600	7,500	4.90	1,605	2,121	28.0672	2,149	2,093
12,300	1,600	6,300	4.56	1,605	2,038	27.0788	2,065	2,011
12,950	1,600	5,650	4.30	1,604	1,993	26.3127	2,019	1,966
15,250	1,492	3,350	3.01	1,495	1,833	21.9849	1,855	1,811
16,000	1,600	2,600	2.45	1,602	1,781	19.8405	1,801	1,761
16,200	1,640	2,400	2.29	1,642	1,767	19.1809	1,786	1,748
16,600	1,640	2,000	1.95	1,642	1,739	17.7246	1,757	1,721
16,800	1,600	1,800	1.78	1,602	1,725	16.9160	1,742	1,708
17,200	1,600	1,400	1.42	1,601	1,697	15.0951	1,712	1,682
17,850	1,600	750	0.79	1,601	1,652	11.2553	1,663	1,641
18,150	1,600	450	0.48	1,600	1,631	8.7513	1,640	1,622
18,450	1,600	150	0.16	1,600	1,610	5.1174	1,616	1,605
18,600	1,600			1,600	1,600		1,600	1,600

REP. CABRAS

SALINAS

# RADIOENLACE REP. CABRAS - SALINA



DATOS DE RADIODIFUSION REPETICION CABRAS - CAHUASQUI

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 26' 30" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CAHUASQUI  
 Longitud: 77° 10' 37"  
 Latitud: 00° 31' 00" N  
 Altura: 2,400 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 28,250 m.

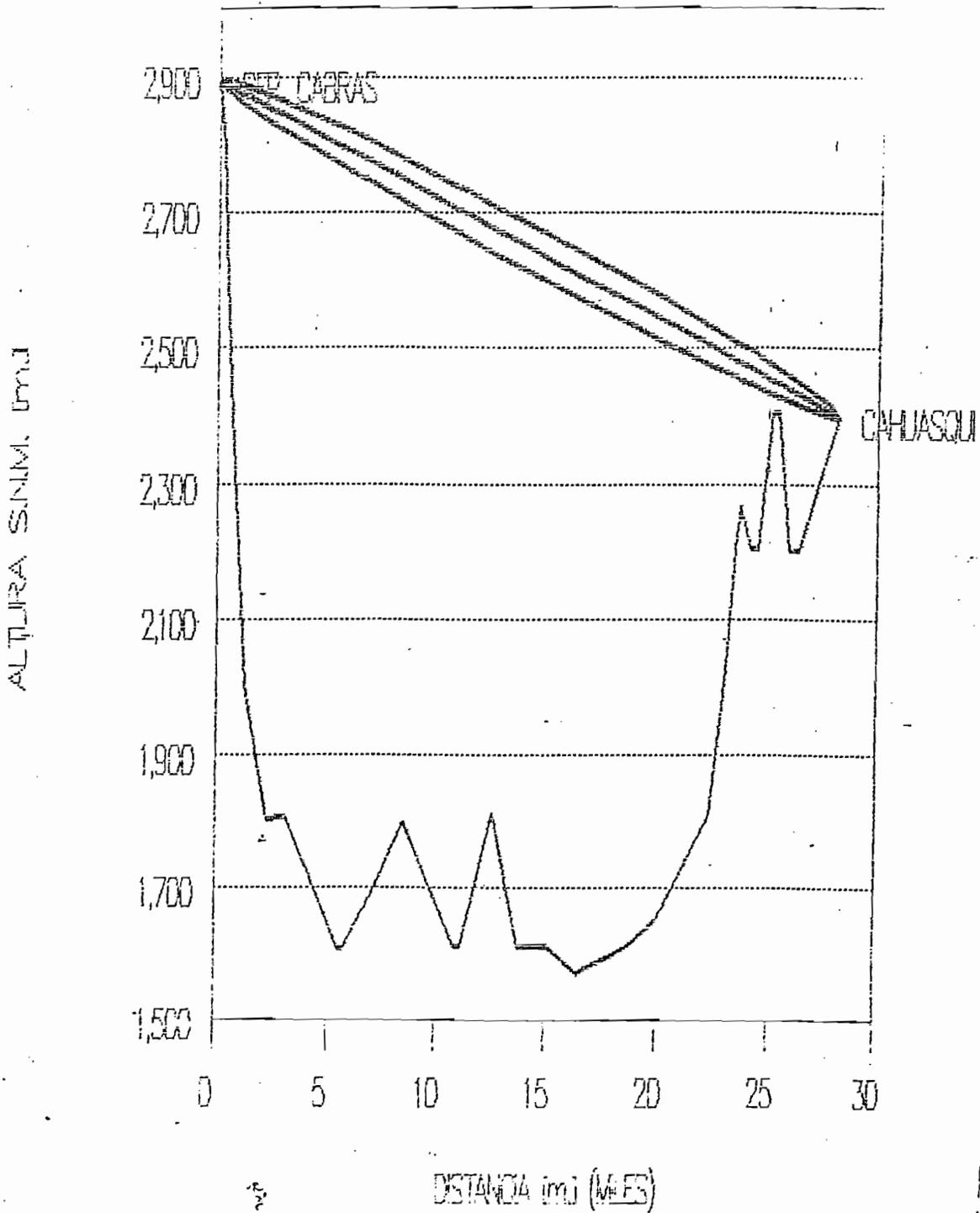
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA D1 (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	28,250		2,893	2,893		2,893	2,593
	2,893	28,250		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	26,050	0.33	2,800	2,896	5.9120	2,895	2,684
400	2,600	27,850	0.66	2,601	2,884	8.3310	2,894	2,878
600	2,400	27,600	1.06	2,401	2,882	10.5722	2,892	2,871
800	2,200	27,300	1.53	2,202	2,876	12.7115	2,889	2,864
1,000	1,800	25,950	2.51	1,804	2,852	19.2875	2,872	2,854
1,200	1,800	25,300	4.39	1,804	2,842	21.5638	2,865	2,820
1,400	1,800	25,100	4.65	1,805	2,838	22.14-8	2,861	2,816
1,600	1,600	22,750	7.36	1,607	2,797	25.0147	2,838	2,789
1,750	1,600	22,500	7.61	1,608	2,792	26.3909	2,831	2,764
1,850	1,676	21,300	8.71	1,687	2,772	30.3694	2,822	2,741
1,900	1,788	19,750	9.88	1,798	2,745	32.3405	2,817	2,732
19,800	1,600	17,350	11.12	1,611	2,703	34.3255	2,797	2,688
11,150	1,600	17,100	11.22	1,611	2,699	34.4659	2,792	2,684
12,600	1,800	15,650	11.60	1,812	2,673	35.0507	2,708	2,638
13,800	1,600	14,450	11.73	1,612	2,652	35.2474	2,687	2,617
15,150	1,600	13,100	11.67	1,612	2,629	35.1638	2,664	2,593
16,500	1,560	11,750	11.40	1,571	2,605	34.7548	2,640	2,570
18,700	1,600	9,550	10.51	1,611	2,567	33.3562	2,600	2,533
20,000	1,640	8,250	9.71	1,650	2,544	32.0624	2,576	2,512
22,350	1,800	5,900	7.76	1,808	2,503	28.6628	2,532	2,474
23,600	2,000	5,250	7.10	2,007	2,492	27.4262	2,519	2,464
23,500	2,200	4,750	6.57	2,207	2,483	26.3715	2,509	2,457
23,750	2,264	4,500	6.29	2,270	2,475	25.5043	2,504	2,453
24,150	2,200	4,100	5.82	2,206	2,472	24.8373	2,492	2,447
24,500	2,266	3,750	5.40	2,205	2,465	23.9250	2,489	2,442
25,200	2,400	3,050	4.82	2,405	2,452	21.8828	2,475	2,431
25,500	2,400	2,750	4.13	2,404	2,448	20.5021	2,469	2,427
26,000	2,200	2,250	3.44	2,203	2,438	19.0511	2,456	2,420
27,900	2,360	350	0.57	2,361	2,436	7.7799	2,414	2,398
28,250	2,400			2,400	2,400		2,400	2,400
28,250	2,400							

REP. CABRAS

CAHUASQUI

# RADIOENLACE REP. CABRAS - CAHUASQUI



DATOS DE RADICENLACE REPETIDORA CABRAS - GARCIA MORENO

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: S.

PUNTO B: Nombre: GARCIA MORENO  
 Longitud: 77° 56' 50"  
 Latitud: 00° 33' 25" N  
 Altura: 3,080 m. S.N.M.  
 Torre: S.

DISTANCIA DEL ENLACE: 10,000 m.

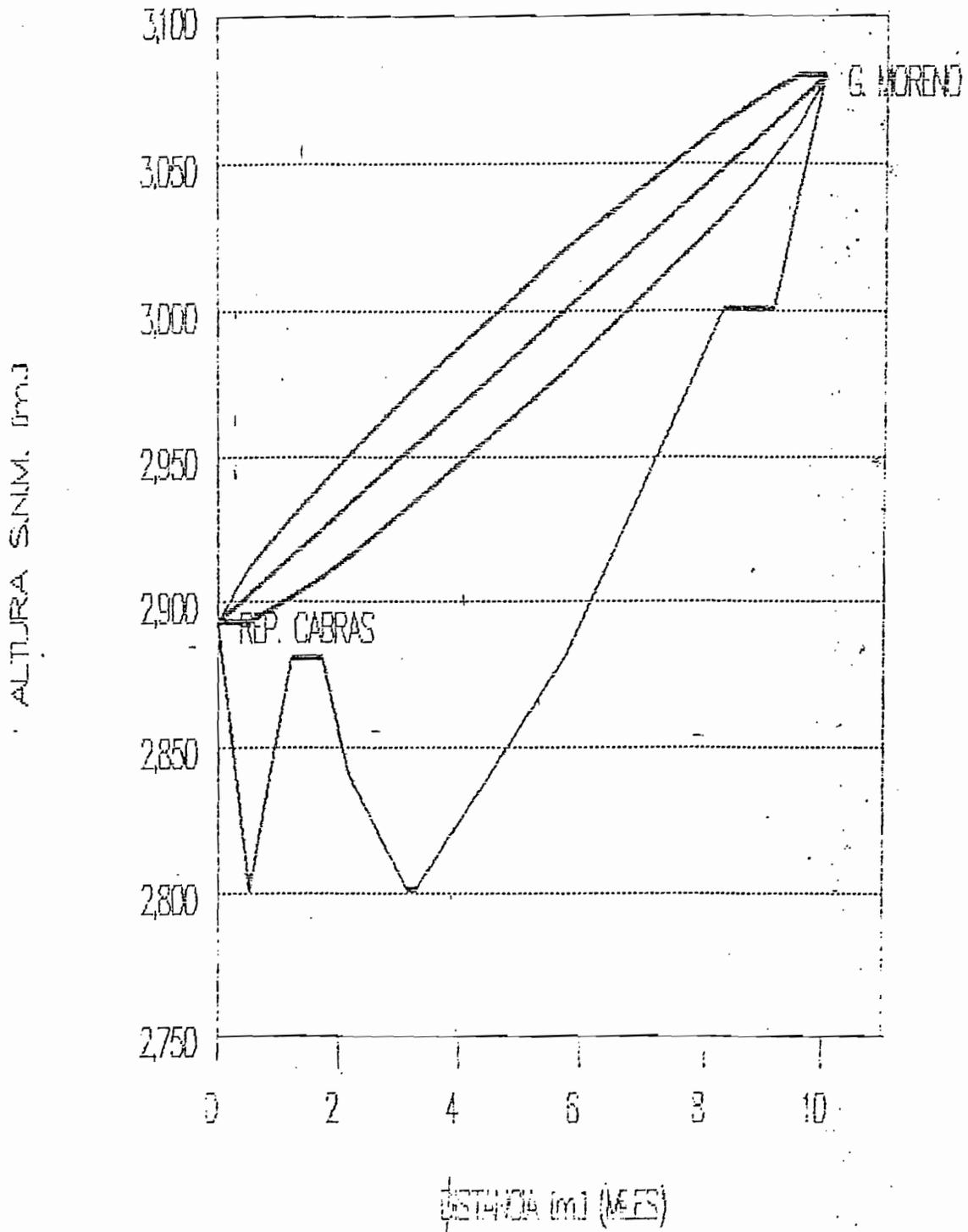
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL i (m.)
	2,893	10,000		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	10,000		2,893	2,893		2,893	2,893
500	2,800	9,500	0.28	2,800	2,902	9.1434	2,911	2,893
1,200	2,880	8,800	0.52	2,881	2,915	13.6331	2,929	2,902
1,700	2,880	8,300	0.83	2,881	2,925	15.7589	2,941	2,909
2,150	2,840	7,850	0.99	2,841	2,933	17.2352	2,950	2,916
3,150	2,800	6,850	1.27	2,801	2,952	19.4878	2,971	2,932
3,300	2,800	6,700	1.30	2,801	2,955	19.7268	2,974	2,935
5,750	2,880	4,250	1.44	2,881	3,001	20.7392	3,021	2,980
8,300	3,000	1,700	0.83	3,001	3,048	15.7589	3,064	3,032
8,850	3,000	1,150	0.60	3,001	3,058	13.3839	3,072	3,045
9,150	3,000	850	0.46	3,000	3,064	11.6999	3,076	3,052
9,550	3,040	450	0.25	3,040	3,072	8.6970	3,080	3,063
10,000	3,080			3,080	3,080		3,080	3,080
10,000	3,080			3,080	3,080		3,080	3,080

REP. CAB

S. MORENO

# RADIOENLACE REP. CABRAS - G. MORENO



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA CABRAS - CHIRIACU

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CHIRIACU  
 Longitud: 78° 11' 52"  
 Latitud: 00° 26' 37" N  
 Altura: 2,240 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 26,300 m.

FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA	ALTURA	DISTANCIA	FACTOR DE CORRECCION	ALTURA CORREGIDA	ALTURA DEL	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL	ALTURA SUPERIOR FRESNEL	ALTURA INFERIOR FRESNEL
D1 (m.)	h <sub>x</sub> (m.)	D2 (m.)	ALTURA h <sub>c</sub>	H (m.)	RAYO (m.)	RT	(m.)	(m.)
	2,893	26,300		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	26,300		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	26,100	0.31	2,800	2,888	5.9104	2,894	2,882
400	2,600	25,900	0.61	2,601	2,883	8.3265	2,891	2,875
700	2,400	25,600	1.05	2,401	2,876	10.9510	2,887	2,865
950	2,200	25,350	1.42	2,201	2,869	12.6951	2,882	2,857
1,300	2,000	25,000	1.91	2,002	2,861	14.7478	2,875	2,846
1,950	1,800	24,350	2.79	1,803	2,845	17.8259	2,862	2,827
3,600	1,600	22,700	4.81	1,605	2,804	23.3856	2,827	2,780
4,400	1,600	21,900	5.67	1,606	2,784	25.3941	2,809	2,758
4,750	1,680	21,550	6.02	1,686	2,775	26.1731	2,801	2,749
5,600	1,600	20,700	6.82	1,607	2,754	27.8525	2,782	2,726
5,750	1,600	20,550	6.95	1,607	2,750	28.1206	2,778	2,722
5,850	1,680	20,450	7.04	1,687	2,748	28.2950	2,776	2,719
6,150	1,680	20,150	7.29	1,687	2,740	28.7979	2,769	2,712
6,300	1,600	20,000	7.41	1,607	2,737	29.0382	2,766	2,708
7,050	1,600	19,250	7.98	1,608	2,718	30.1366	2,748	2,688
7,300	1,640	19,000	8.16	1,648	2,712	30.4665	2,742	2,681
7,500	1,640	18,800	8.29	1,648	2,707	30.7181	2,738	2,676
7,700	1,600	18,600	8.42	1,608	2,702	30.9590	2,733	2,671
8,100	1,600	18,200	8.67	1,609	2,692	31.4097	2,723	2,660
8,450	1,600	17,850	8.87	1,609	2,683	31.7711	2,715	2,651
9,300	1,716	17,000	9.30	1,725	2,662	32.5275	2,695	2,630
12,300	1,800	14,000	10.13	1,810	2,588	33.9470	2,622	2,554
12,750	2,000	13,550	10.16	2,010	2,576	34.0024	2,610	2,542
13,000	2,200	13,300	10.17	2,210	2,570	34.0159	2,604	2,536
13,300	2,200	13,000	10.17	2,210	2,563	34.0159	2,597	2,529
13,700	2,000	12,600	10.15	2,010	2,553	33.9884	2,587	2,519
14,000	2,000	12,300	10.13	2,010	2,545	33.9470	2,579	2,511
14,450	1,800	11,850	10.07	1,810	2,534	33.8515	2,568	2,500
14,600	1,800	11,700	10.05	1,810	2,530	33.8107	2,564	2,497
15,150	2,000	11,150	9.94	2,010	2,517	33.6224	2,550	2,483
15,350	2,080	10,950	9.89	2,090	2,512	33.5387	2,545	2,478
15,550	2,000	10,750	9.83	2,010	2,507	33.4468	2,540	2,473
16,200	2,160	10,100	9.62	2,170	2,491	33.0995	2,524	2,458

REP. CABR

DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA CABRAS - CHIRIACU

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: CHIRIACU  
 Longitud: 78° 11' 52"  
 Latitud: 00° 26' 37" N  
 Altura: 2,240 m. S.N.M.  
 Torre: m.

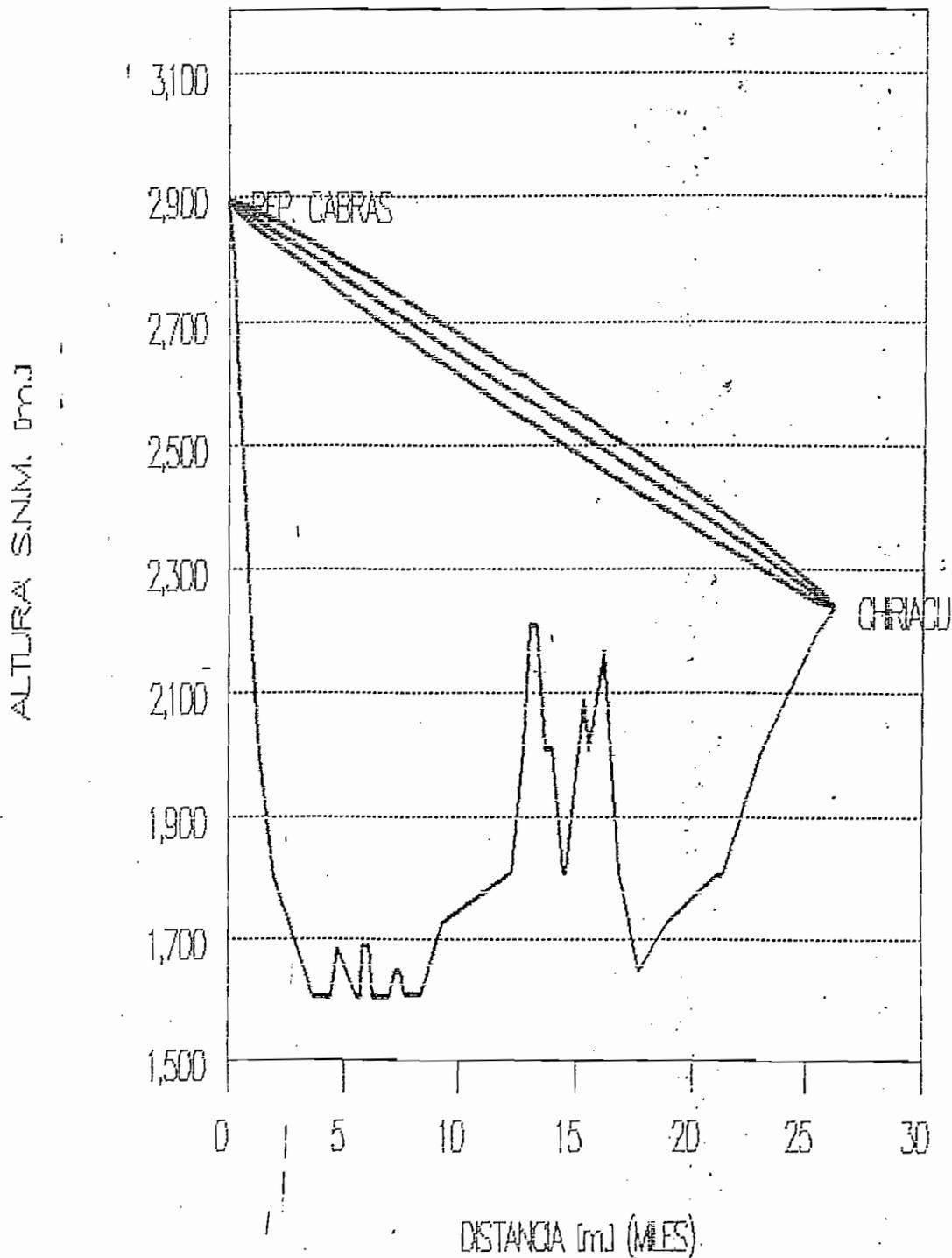
DISTANCIA DEL ENLACE: 26,300 m.

FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECIÓN ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
16,500	2,000	9,800	9.51	2,010	2,483	32.8958	2,516	2,450
16,850	1,800	9,450	9.37	1,809	2,475	32.6438	2,507	2,442
17,700	1,640	8,600	8.95	1,649	2,454	31.9169	2,485	2,422
18,900	1,720	7,400	8.23	1,728	2,424	30.5937	2,454	2,393
21,050	1,800	5,250	6.50	1,807	2,370	27.1951	2,398	2,343
21,300	1,800	5,000	6.26	1,806	2,364	26.6968	2,391	2,337
23,000	2,000	3,300	4.46	2,004	2,322	22.5375	2,344	2,299
25,500	2,200	800	1.20	2,201	2,260	11.6842	2,272	2,248
26,300	2,240			2,240	2,240		2,240	2,240

CHIRIACU

# RADIOENLACE REP. CABRAS - CHIRIACU



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA CABRAS - EL CHOTA

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: 30 m.

PUNTO B: Nombre: EL CHOTA  
 Longitud: 76° 04' 49"  
 Latitud: 00° 28' 31" N  
 Altura: 1,560 m. S.N.M.  
 Torre: 20 m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 11,250 m.

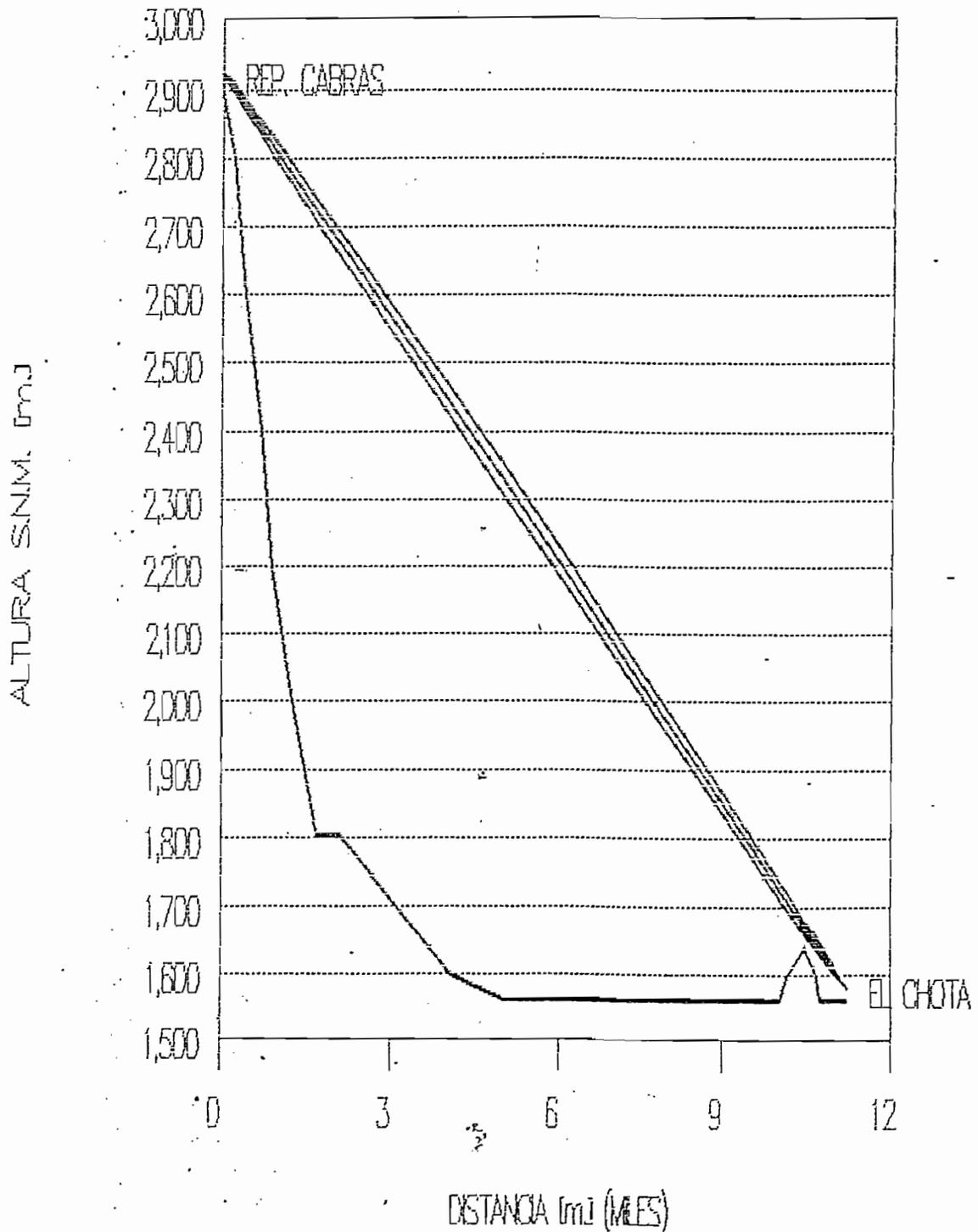
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,923	11,250		2,923	2,923		2,923	2,923
	2,893	11,250		2,893	2,923		2,923	2,923
200	2,800	11,050	0.13	2,800	2,899	5.8801	2,905	2,893
400	2,600	10,850	0.26	2,600	2,875	8.2401	2,883	2,867
700	2,400	10,550	0.43	2,400	2,839	10.7488	2,850	2,829
900	2,200	10,350	0.55	2,201	2,816	12.0720	2,828	2,803
1,250	2,000	10,000	0.74	2,001	2,774	13.9843	2,788	2,760
1,700	1,800	9,550	0.95	1,801	2,720	15.9372	2,736	2,704
2,100	1,800	9,150	1.13	1,801	2,672	17.3383	2,690	2,655
4,050	1,600	7,200	1.72	1,602	2,440	21.3590	2,461	2,418
5,000	1,560	6,250	1.84	1,562	2,326	22.1112	2,348	2,304
6,100	1,560	5,150	1.85	1,562	2,195	22.1695	2,217	2,173
10,000	1,560	1,250	0.74	1,561	1,729	13.9843	1,743	1,715
10,050	1,560	1,200	0.71	1,561	1,723	13.7360	1,737	1,710
10,200	1,600	1,050	0.63	1,601	1,705	12.9444	1,718	1,692
10,500	1,640	750	0.46	1,640	1,670	11.0997	1,681	1,658
10,700	1,600	550	0.35	1,600	1,646	9.5953	1,655	1,636
10,750	1,560	500	0.32	1,560	1,640	9.1701	1,649	1,631
11,250	1,560			1,560	1,580		1,580	1,580
11,250	1,580							

REP. CABRAS

EL CHOTA

# RADIOENLACE REP. CABRAS - EL CHOTA



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA CABRAS - S.V. DE PUSIR

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: S.V. DE PUSIR  
 Longitud: 77° 02' 37"  
 Latitud: 00° 29' 52" N  
 Altura: 1,820 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 9,300 m.

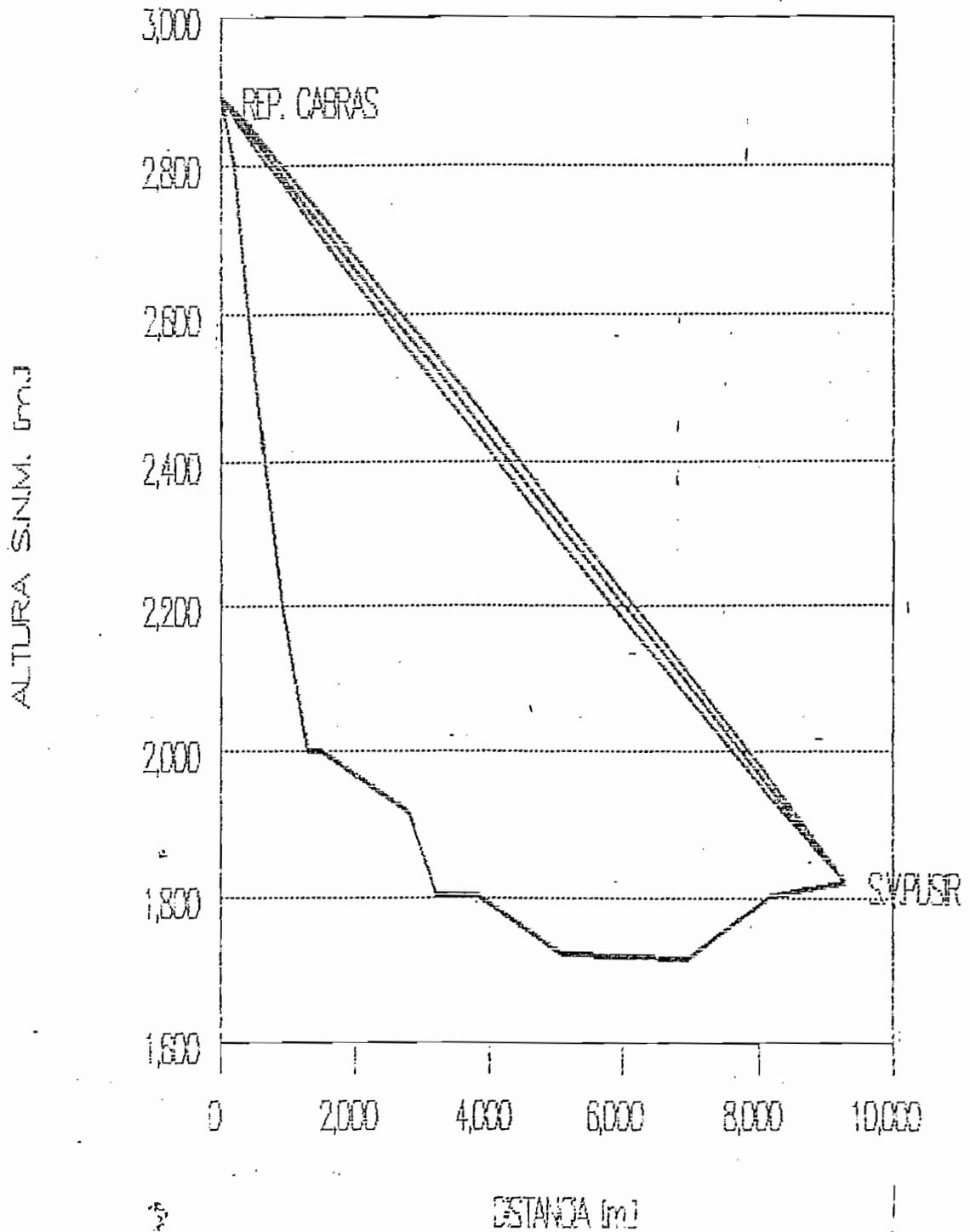
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h <sub>x</sub> (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA h <sub>c</sub>	ALTURA CORREGIDA H' (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r <sub>1</sub>	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	9,300		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	9,300		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	9,100	0.11	2,800	2,870	5.8689	2,876	2,864
400	2,600	8,900	0.21	2,600	2,847	8.2082	2,855	2,839
650	2,400	8,650	0.33	2,400	2,818	10.3154	2,828	2,808
900	2,200	8,400	0.44	2,200	2,789	11.9614	2,801	2,777
1,300	2,000	8,000	0.61	2,001	2,743	14.0294	2,757	2,729
1,500	2,000	7,800	0.69	2,001	2,720	14.8804	2,735	2,705
2,800	1,916	6,500	1.07	1,917	2,570	18.5591	2,589	2,551
3,200	1,800	6,100	1.15	1,801	2,524	19.2204	2,543	2,505
3,800	1,800	5,500	1.23	1,801	2,455	19.8882	2,474	2,435
5,100	1,720	4,200	1.26	1,721	2,305	20.1340	2,325	2,284
6,950	1,715	2,350	0.96	1,716	2,091	17.5812	2,109	2,074
8,200	1,800	1,100	0.53	1,801	1,947	13.0655	1,960	1,934
9,300	1,820			1,820	1,820		1,820	1,820
9,300	1,820			1,820	1,820		1,820	1,820

REP. CABRAS

S.V. PUSIR

# RADIOENLACE REP. CABRAS - S. V. PUSIR



DATOS DE RADIOENLACE, REPETIDORA REP. CABRAS - ALOR

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: ALOR  
 Longitud: 77° 54' 21"  
 Latitud: 00° 27' 19" N  
 Altura: 2,240 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 6,600 m.

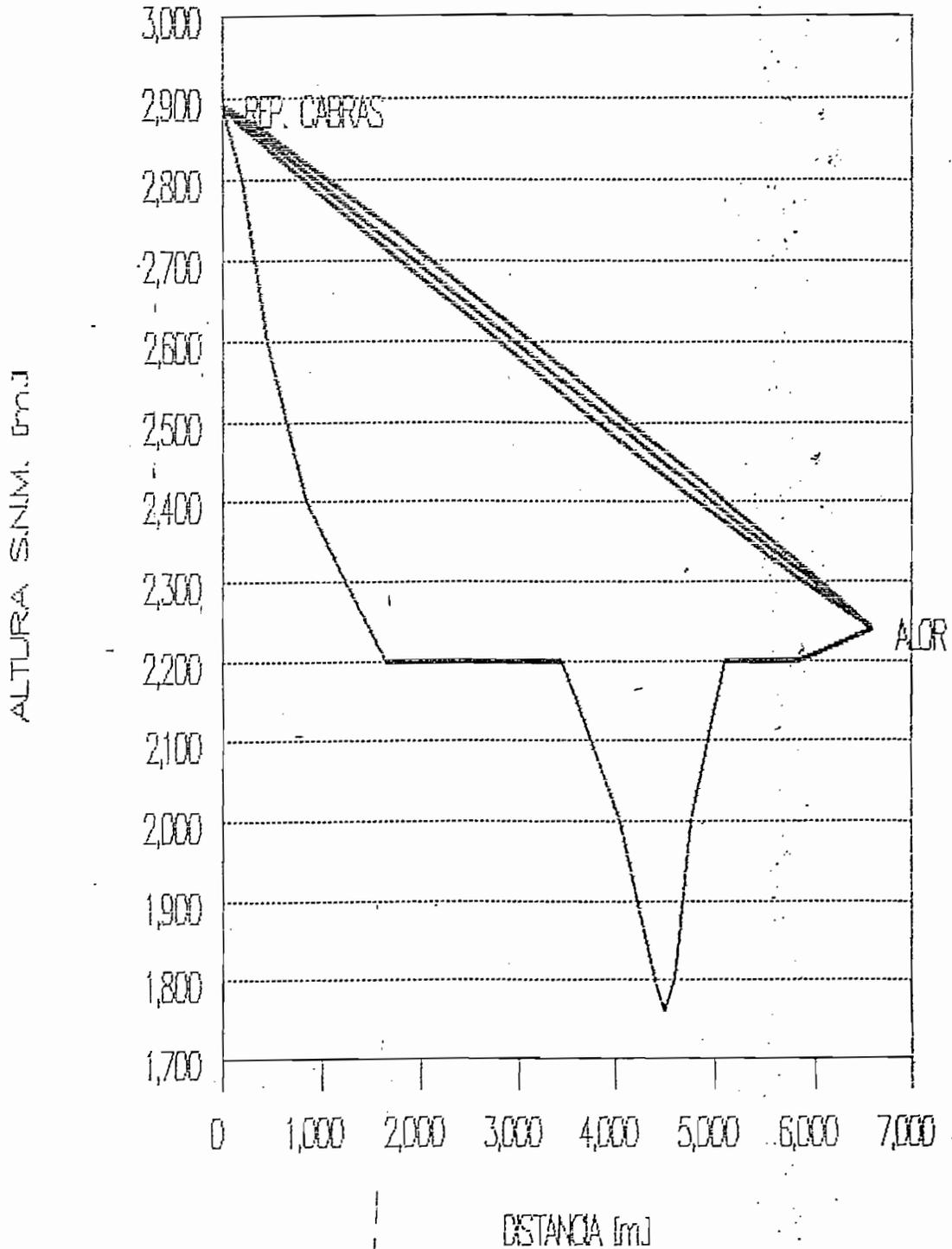
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	6,600		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	6,600		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	6,400	0.08	2,800	2,873	5.8425	2,879	2,867
450	2,600	6,150	0.16	2,600	2,848	8.5908	2,857	2,840
850	2,400	5,750	0.29	2,400	2,809	11.4165	2,820	2,797
1,650	2,200	4,950	0.48	2,200	2,730	14.7583	2,745	2,715
2,200	2,200	4,400	0.57	2,201	2,675	16.0668	2,691	2,659
3,450	2,200	3,150	0.64	2,201	2,552	17.0238	2,569	2,535
4,050	2,000	2,550	0.61	2,001	2,492	16.5954	2,509	2,476
4,400	1,800	2,200	0.57	1,801	2,458	16.0668	2,474	2,442
4,500	1,760	2,100	0.56	1,761	2,448	15.8747	2,464	2,432
4,600	1,800	2,000	0.54	1,801	2,438	15.6634	2,454	2,422
4,750	2,000	1,850	0.52	2,001	2,423	15.3082	2,438	2,408
5,100	2,200	1,500	0.45	2,200	2,388	14.2831	2,403	2,374
5,850	2,200	750	0.26	2,200	2,314	10.8168	2,325	2,303
6,600	2,240			2,240	2,240		2,240	2,240
6,600	2,240							

REP. CABRAS

ALOR

# RADIOENLACE REP. CABRAS - ALOR



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA REP. CABRAS - IMPUERAN

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: IMPUERAN  
 Longitud: 77° 52' 03"  
 Latitud: 00° 27' 27" N  
 Altura: 2,960 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 10,700 m.

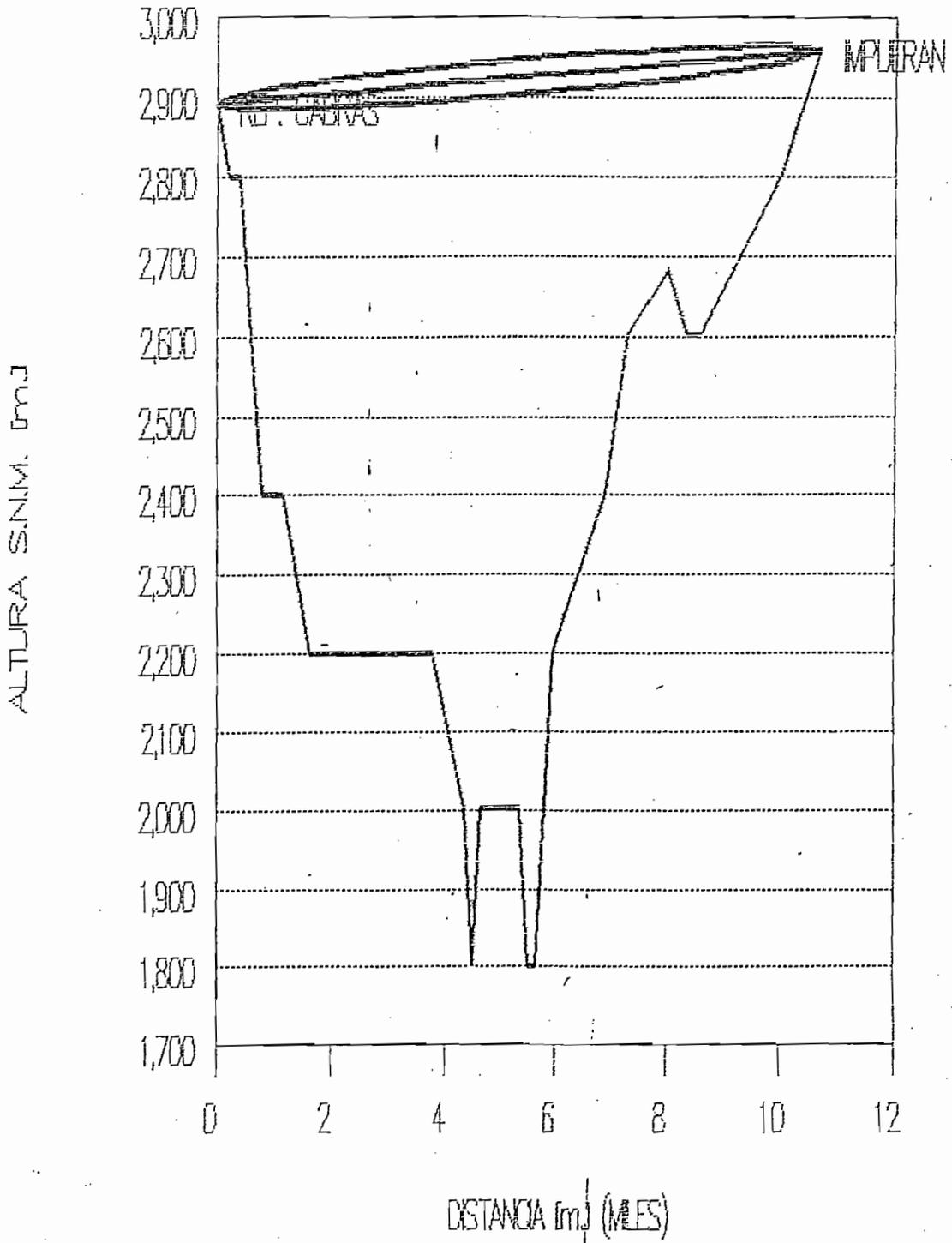
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	10,700		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	10,700		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	10,500	0.12	2,800	2,894	5.8773	2,900	2,888
400	2,800	10,300	0.24	2,800	2,896	8.2323	2,904	2,887
800	2,400	9,900	0.47	2,400	2,898	11.4139	2,909	2,887
1,150	2,400	9,550	0.65	2,401	2,900	13.4407	2,914	2,887
1,650	2,200	9,050	0.88	2,201	2,903	15.6725	2,919	2,888
2,300	2,200	8,400	1.14	2,201	2,907	17.8268	2,925	2,890
2,750	2,200	7,950	1.29	2,201	2,910	18.9636	2,929	2,891
3,100	2,200	7,600	1.39	2,201	2,912	19.6861	2,932	2,893
3,800	2,200	6,900	1.54	2,202	2,917	20.7676	2,938	2,896
4,350	2,000	6,350	1.62	2,002	2,920	21.3158	2,942	2,899
4,500	1,800	6,200	1.64	1,802	2,921	21.4226	2,943	2,900
4,650	2,000	6,050	1.65	2,002	2,922	21.5117	2,944	2,901
4,800	2,000	5,900	1.67	2,002	2,923	21.5833	2,945	2,901
5,350	2,000	5,350	1.68	2,002	2,927	21.6983	2,948	2,905
5,500	1,800	5,200	1.68	1,802	2,927	21.6897	2,949	2,906
5,650	1,800	5,050	1.68	1,802	2,928	21.6641	2,950	2,907
5,800	2,000	4,900	1.67	2,002	2,929	21.6214	2,951	2,908
5,950	2,200	4,750	1.66	2,202	2,930	21.5614	2,952	2,909
6,900	2,400	3,800	1.54	2,402	2,936	20.7676	2,957	2,915
7,300	2,600	3,400	1.46	2,601	2,939	20.2056	2,959	2,919
8,000	2,600	2,700	1.27	2,681	2,943	18.8494	2,962	2,924
8,350	2,600	2,350	1.15	2,601	2,945	17.9659	2,963	2,927
8,600	2,600	2,100	1.06	2,601	2,947	17.2357	2,964	2,930
10,000	2,800	700	0.41	2,800	2,956	10.7305	2,966	2,945
10,700	2,960			2,960	2,960		2,960	2,960
10,700	2,960							

REP. CAB

IMPUERAN

# RADIOENLACE REP. CABRAS - IMPUERAI



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA REP. CABRAS - PUSIR

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: PUSIR  
 Longitud: 77° 59' 30"  
 Latitud: 00° 27' 48" N  
 Altura: 1,600 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 3,400 m.

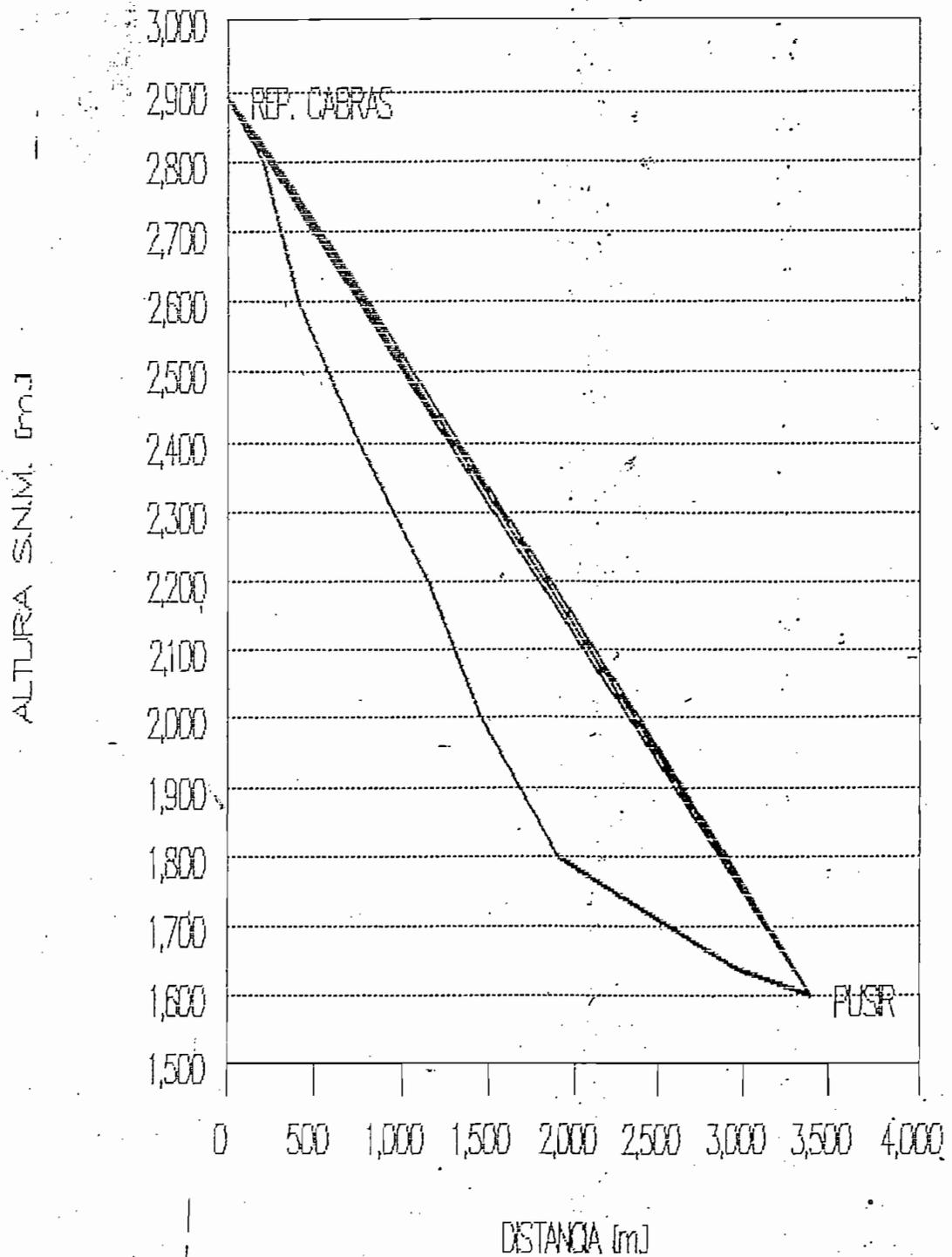
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	3,400		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	3,400		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	3,200	0.04	2,800	2,817	5.7559	2,823	2,811
400	2,600	3,000	0.07	2,600	2,741	7.8816	2,749	2,733
750	2,400	2,650	0.12	2,400	2,608	10.1432	2,618	2,598
1,150	2,200	2,250	0.15	2,200	2,456	11.5735	2,467	2,444
1,450	2,000	1,950	0.17	2,000	2,342	12.0983	2,354	2,329
1,900	1,800	1,500	0.17	1,800	2,170	12.1464	2,183	2,158
2,950	1,640	450	0.08	1,640	1,771	8.2897	1,779	1,763
3,400	1,600			1,600	1,600		1,600	1,600
3,400	1,600							

REP. CABRAS

PUSIR

# RADIOENLACE REP. CABRAS - PUSIR



DATOS DE RADIGENLACE REPETIDORA CABRAS - GUANOPAMBA (MARIANO ACOSTA)

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2.893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: GUANOPAMBA  
 Longitud: 77° 57' 39"  
 Latitud: 00° 18' 40" N  
 Altura: 2.860 m. S.N.M.  
 Torre: 20 m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 18.000 m.

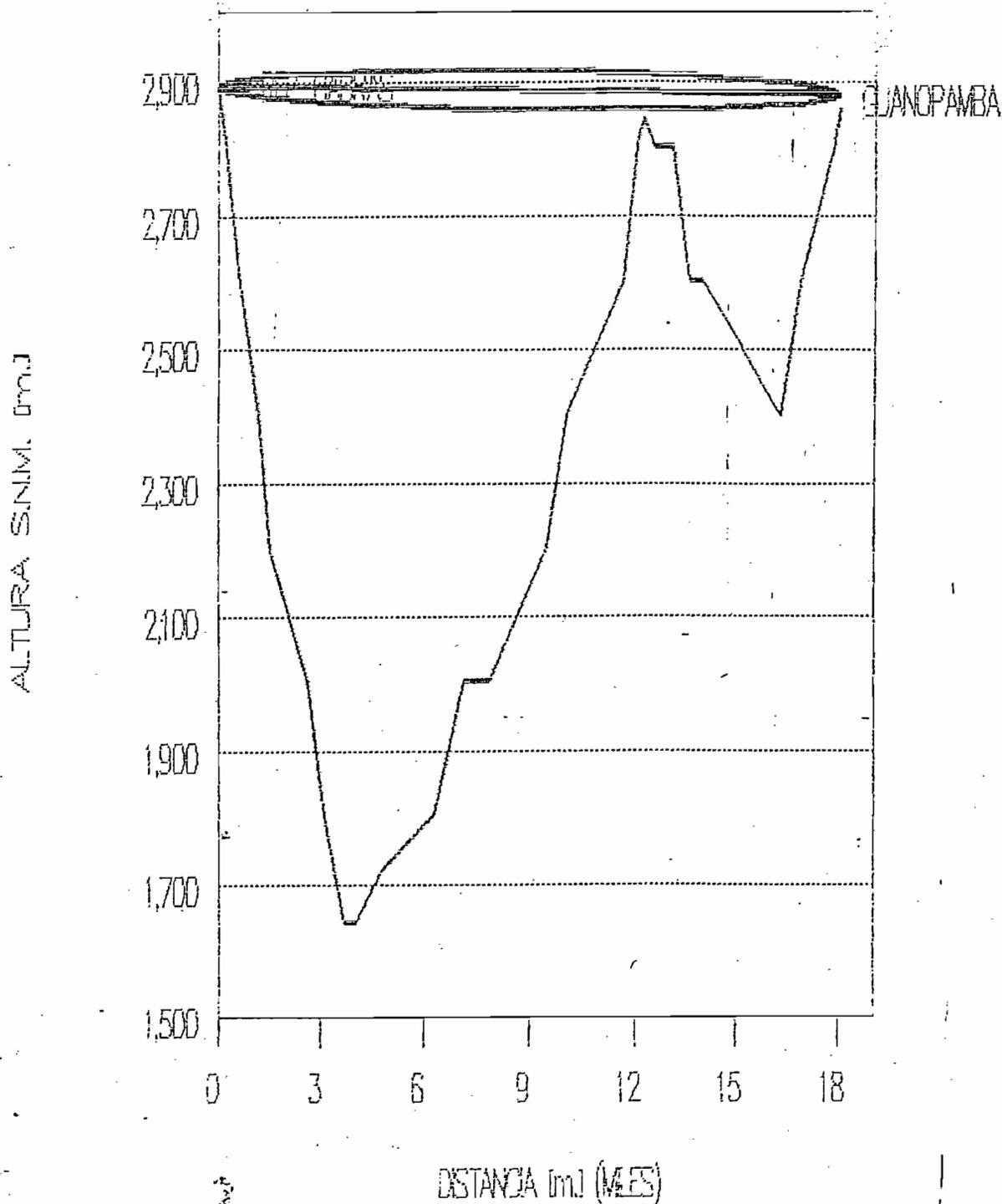
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	18,000		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	18,000		2,893	2,893		2,893	2,893
1200	2,800	17,800	0.21	2,800	2,893	5.9000	2,899	2,887
600	2,600	17,400	0.61	2,601	2,893	10.1036	2,903	2,882
1,150	2,400	16,850	1.14	2,401	2,892	13.7550	2,906	2,878
1,500	2,200	16,500	1.46	2,201	2,892	15.5566	2,907	2,876
2,600	2,000	15,400	2.36	2,002	2,891	19.7867	2,911	2,871
3,100	1,800	14,960	2.72	1,803	2,891	21.2520	2,912	2,870
3,700	1,640	14,300	3.11	1,643	2,890	22.7455	2,913	2,868
4,050	1,640	13,950	3.32	1,643	2,890	23.5040	2,914	2,867
4,800	1,720	13,200	3.73	1,724	2,890	24.8905	2,914	2,865
6,300	1,800	11,700	4.34	1,804	2,888	26.8466	2,915	2,862
7,150	2,000	10,850	4.56	2,005	2,888	27.5419	2,915	2,860
7,900	2,000	10,100	4.69	2,005	2,887	27.9319	2,915	2,859
9,500	2,200	8,500	4.75	2,205	2,886	28.0995	2,914	2,858
10,100	2,400	7,900	4.69	2,405	2,886	27.9319	2,914	2,858
11,700	2,600	6,300	4.34	2,604	2,885	26.8466	2,911	2,858
12,100	2,800	5,900	4.20	2,804	2,884	26.4208	2,911	2,856
12,300	2,840	5,700	4.12	2,844	2,884	26.1828	2,910	2,856
12,600	2,200	5,400	4.00	2,804	2,884	25.7934	2,910	2,856
12,950	2,800	5,050	3.85	2,804	2,884	25.2676	2,909	2,858
13,150	2,800	4,850	3.75	2,804	2,884	24.9724	2,908	2,859
13,600	2,600	4,400	3.52	2,604	2,883	24.1873	2,907	2,859
14,000	2,600	4,000	3.29	2,603	2,882	23.4003	2,906	2,859
15,300	2,400	1,700	1.63	2,402	2,881	16.4606	2,892	2,865
16,850	2,600	1,150	1.14	2,601	2,881	13.7650	2,895	2,867
17,800	2,800	200	0.21	2,800	2,880	5.9000	2,886	2,874
18,000	2,860			2,860	2,880		2,880	2,880
18,000	2,860			2,860	2,880		2,880	2,880

REP. CABRAS

GUANOPAMBA

# RADIOENLACE REP. CABRAS - GUANOPAMBA



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA GUANOPAMBA - MARIANO ACOSTA

PUNTO A: Nombre: GUANOPAMBA  
 Longitud: 77° 57' 39"  
 Latitud: 00° 18' 40" N  
 Altura: 2,860 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: MARIANO ACOSTA  
 Longitud: 77° 58' 47"  
 Latitud: 00° 22' 02" N  
 Altura: 2,960 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 2,500 m.

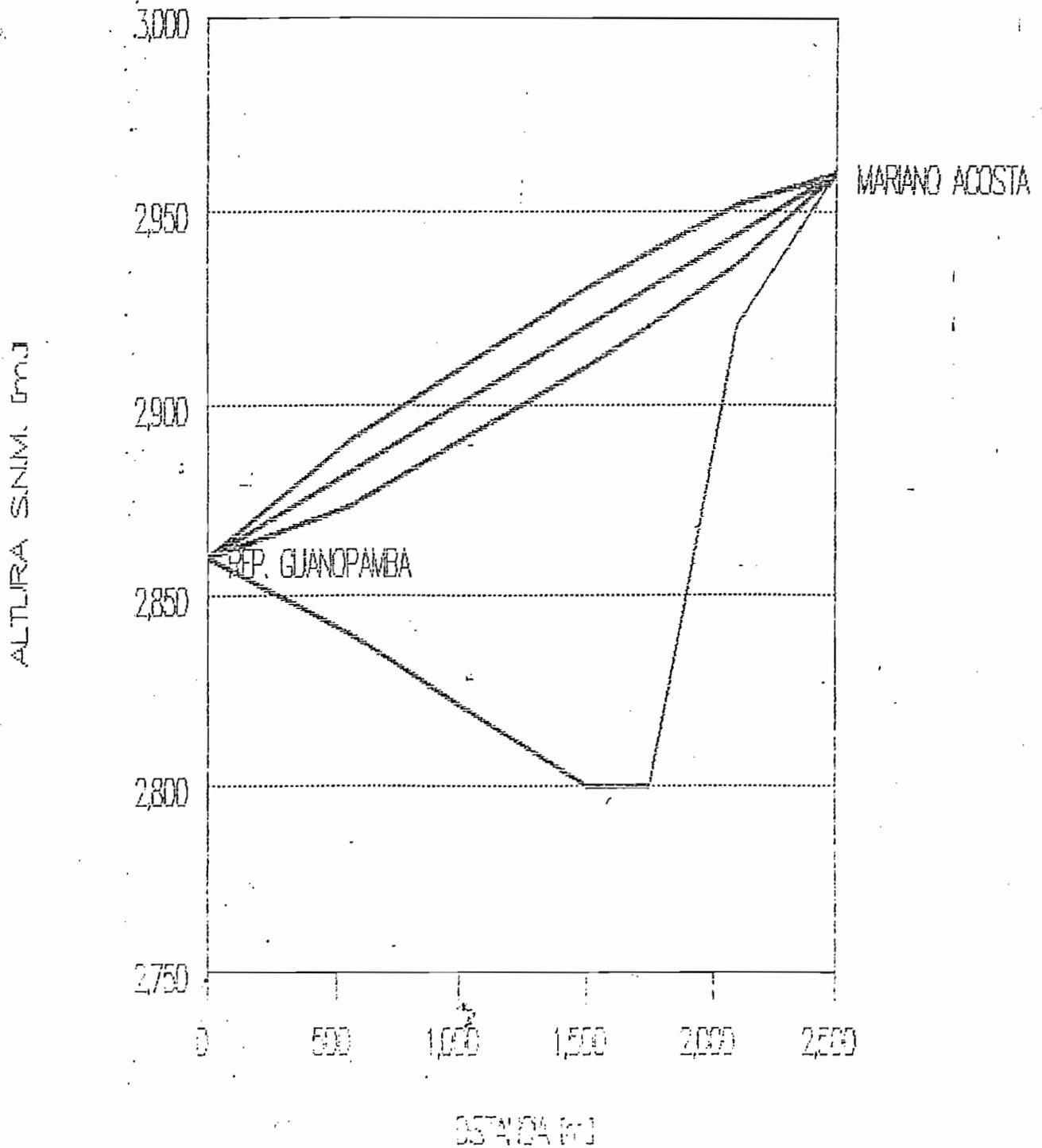
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,860	2,500		2,860	2,860		2,860	2,860
	2,860	2,500		2,860	2,860		2,860	2,860
550	2,840	1,950	0.06	2,840	2,882	8.6894	2,891	2,873
1,500	2,800	1,000	0.09	2,800	2,920	10.2763	2,930	2,910
1,750	2,800	750	0.08	2,800	2,930	9.6126	2,940	2,920
2,100	2,920	400	0.05	2,920	2,944	7.6901	2,952	2,936
2,500	2,960			2,960	2,960		2,960	2,960
2,500	2,960							

REP. GUAN

MARIANO AC

# RADIOENLACE REP. GUANOPAMBA - M. ACOSTA



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA REP. CABRAS - REP. CHUGA

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2,893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: REP. CHUGA  
 Longitud: 77° 53' 50"  
 Latitud: 00° 22' 31" N  
 Altura: 2,840 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 13,100 m.

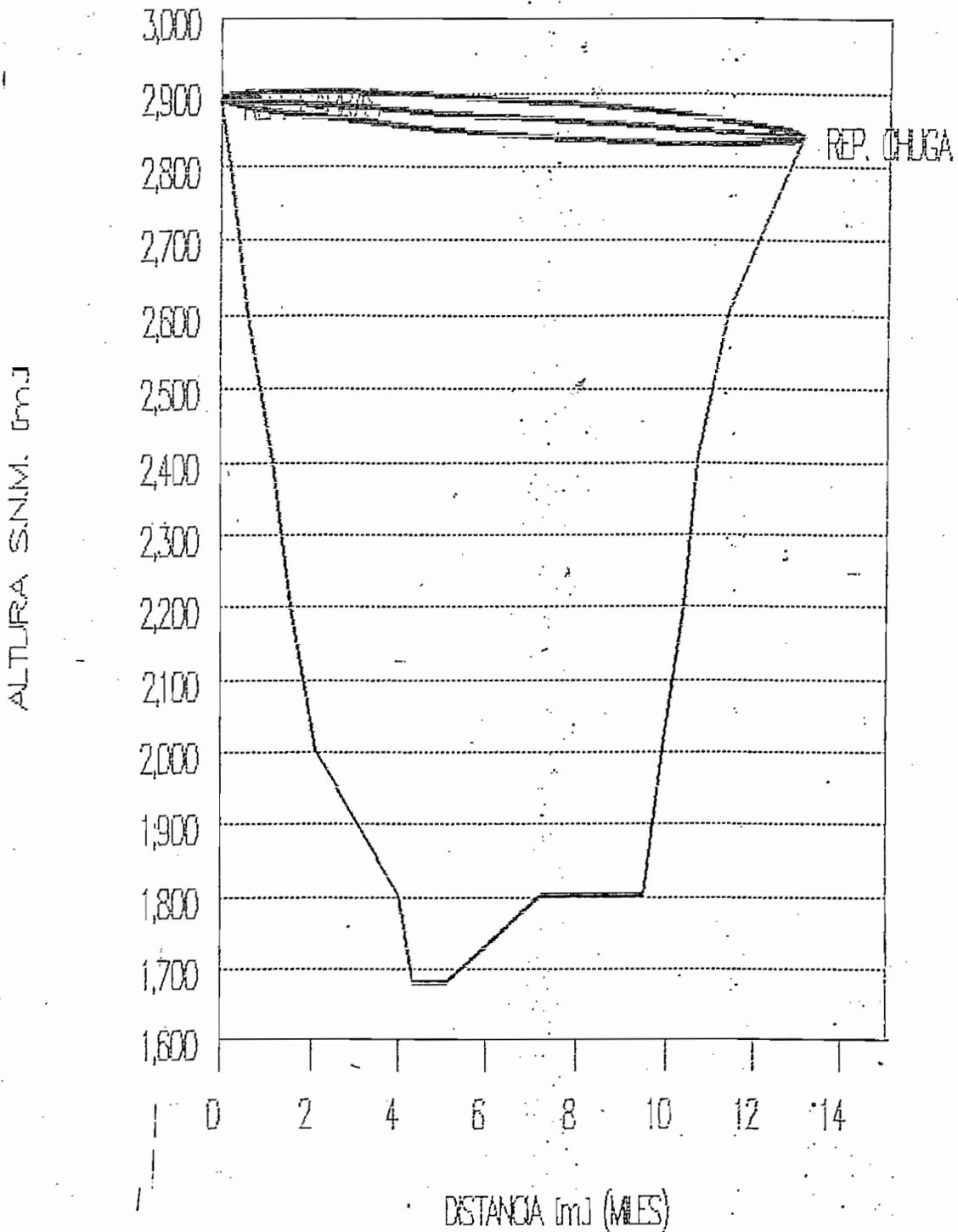
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	13,100		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	13,100		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	12,900	0.15	2,800	2,892	5.8876	2,898	2,886
600	2,600	12,500	0.44	2,600	2,891	10.0382	2,901	2,881
1,150	2,400	11,950	0.81	2,401	2,888	13.5881	2,902	2,875
1,550	2,200	11,550	1.05	2,201	2,887	15.5090	2,902	2,871
2,100	2,000	11,000	1.36	2,001	2,885	17.6171	2,902	2,867
4,000	1,800	9,100	2.14	1,802	2,877	22.1145	2,899	2,855
4,350	1,680	8,750	2.24	1,682	2,875	22.6139	2,898	2,853
5,100	1,680	8,000	2.40	1,682	2,872	23.4130	2,896	2,849
7,200	1,800	5,900	2.50	1,802	2,864	23.8902	2,888	2,840
7,650	1,800	5,450	2.45	1,802	2,862	23.6677	2,886	2,838
9,500	1,800	3,600	2.01	1,802	2,855	21.4358	2,876	2,833
9,900	2,000	3,200	1.86	2,002	2,853	20.6310	2,874	2,832
10,400	2,200	2,700	1.65	2,202	2,851	19.4234	2,870	2,832
10,700	2,400	2,400	1.51	2,402	2,850	18.5748	2,868	2,831
11,400	2,600	1,700	1.14	2,601	2,847	16.1363	2,863	2,831
12,800	2,800	300	0.23	2,800	2,841	7.1828	2,848	2,834
13,100	2,840			2,840	2,840		2,840	2,840

REP. CABRAS

REP. CHUGA

# RADIOENLACE REP. CABRAS - REP. CHUGA



DATOS DE RADIOENLACE REPETIDORA REP. CHUGA - MONTE OLIVO

PUNTO A: Nombre: REP. CHUGA  
 Longitud: 77° 53' 50"  
 Latitud: 00° 22' 31" N  
 Altura: 2,840 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: MONTE OLIVO  
 Longitud: 77° 51' 37"  
 Latitud: 00° 23' 27" N  
 Altura: 2,280 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 4,500 m.

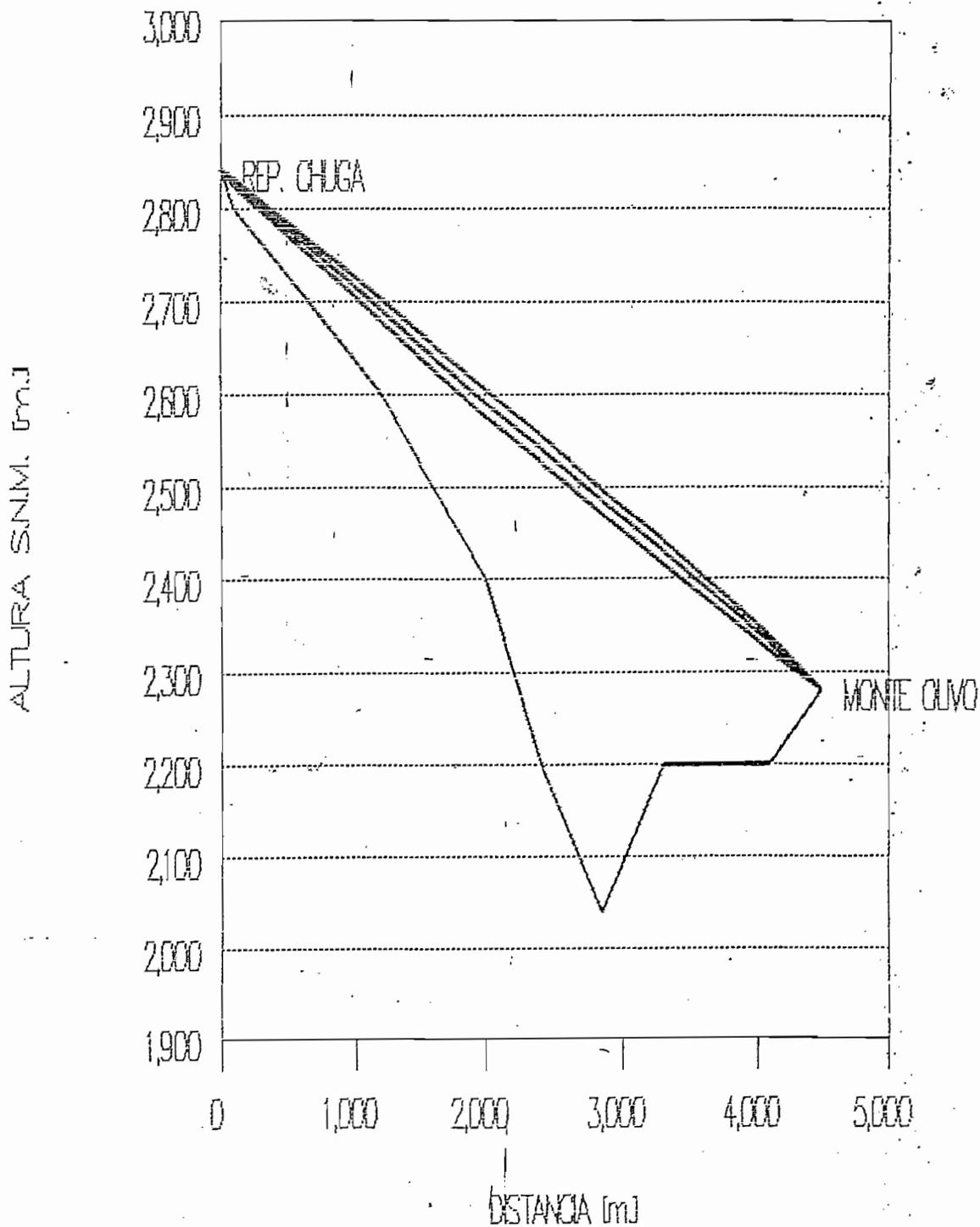
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,840	4,500		2,840	2,840		2,840	2,840
	2,840	4,500		2,840	2,840		2,840	2,840
100	2,800	4,400	0.03	2,800	2,828	4.1484	2,832	2,823
1,200	2,600	3,300	0.23	2,600	2,691	12.4453	2,703	2,678
2,000	2,400	2,500	0.29	2,400	2,591	13.9843	2,605	2,577
2,400	2,200	2,100	0.30	2,200	2,541	14.0402	2,555	2,527
2,850	2,040	1,650	0.28	2,040	2,485	13.5619	2,499	2,472
3,300	2,200	1,200	0.23	2,200	2,429	12.4453	2,442	2,417
4,100	2,200	400	0.10	2,200	2,330	8.0090	2,338	2,322
4,500	2,280			2,280	2,280		2,280	2,280
4,500	2,280							

REP. CHUGA

MONTE OLIVO

# RADIOENLACE REP. CHUGA - MONTE OLIVO



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA CABRAS - REP. EL CARMELO

PUNTO A: Nombre: CABRAS  
 Longitud: 77° 57' 45"  
 Latitud: 00° 28' 36" N  
 Altura: 2.893 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: REP. EL CARMELO  
 Longitud: 77° 55' 16"  
 Latitud: 00° 18' 34" N  
 Altura: 2.520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 18,900 m.

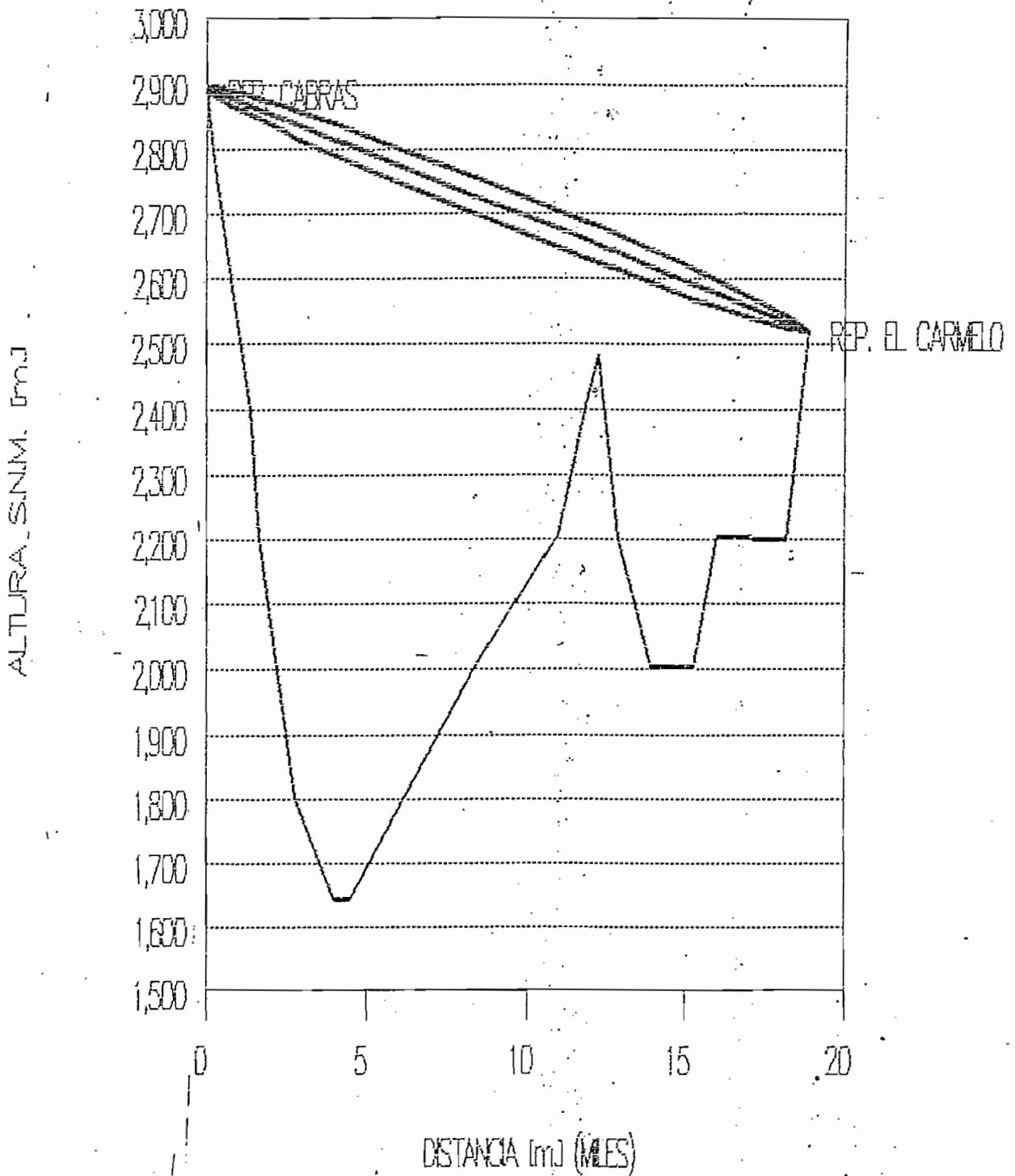
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA h1 (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA h (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,893	18,900		2,893	2,893		2,893	2,893
	2,893	18,900		2,893	2,893		2,893	2,893
200	2,800	18,700	0.22	2,800	2,889	5.9016	2,893	2,883
750	2,600	18,150	0.80	2,601	2,878	11.2590	2,887	2,867
1,350	2,400	17,550	1.39	2,401	2,866	14.8538	2,881	2,852
1,650	2,200	17,250	1.67	2,202	2,860	16.2805	2,877	2,844
2,200	2,000	16,700	2.16	2,002	2,850	18.4970	2,868	2,831
2,800	1,800	16,100	2.65	1,803	2,838	20.4891	2,858	2,817
4,000	1,640	14,900	3.51	1,644	2,814	23.5589	2,838	2,790
4,500	1,640	14,400	3.81	1,644	2,804	24.5652	2,829	2,780
6,250	1,800	12,650	4.65	1,805	2,770	27.1342	2,797	2,743
8,400	2,000	10,500	5.19	2,005	2,727	28.6593	2,758	2,699
11,000	2,200	7,900	5.11	2,205	2,676	28.4474	2,704	2,647
11,850	2,400	7,050	4.91	2,405	2,659	27.8924	2,687	2,631
12,250	2,480	6,650	4.79	2,485	2,651	27.5430	2,679	2,624
12,400	2,400	6,500	4.74	2,405	2,648	27.3968	2,676	2,621
12,850	2,200	6,050	4.57	2,205	2,639	26.9067	2,666	2,612
13,900	2,000	5,000	4.09	2,004	2,619	25.4404	2,644	2,593
14,600	2,000	4,300	3.69	2,004	2,605	24.1792	2,629	2,581
15,300	2,000	3,600	3.24	2,003	2,591	22.6480	2,614	2,568
16,000	2,200	2,900	2.73	2,203	2,577	20.7870	2,598	2,556
18,200	2,200	700	0.75	2,201	2,534	10.8922	2,545	2,523
18,900	2,520			2,520	2,520		2,520	2,520
18,900	2,520			2,520	2,520		2,520	2,520

REP. CABRAS

REP. EL CARMELO

# RADIOENLACE CABRAS - REP. EL CARMELO



DATOS DE RADIODENLACE REPETIDORA REP. CARMELO - SAN MIGUEL

PUNTO A: Nombre: REP. EL CARMELO  
 Longitud: 77° 55' 16"  
 Latitud: 00° 18' 34" N  
 Altura: 2,520 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: SAN MIGUEL  
 Longitud: 77° 54' 30"  
 Latitud: 00° 18' 14" N  
 Altura: 2,280 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 1,300 m.

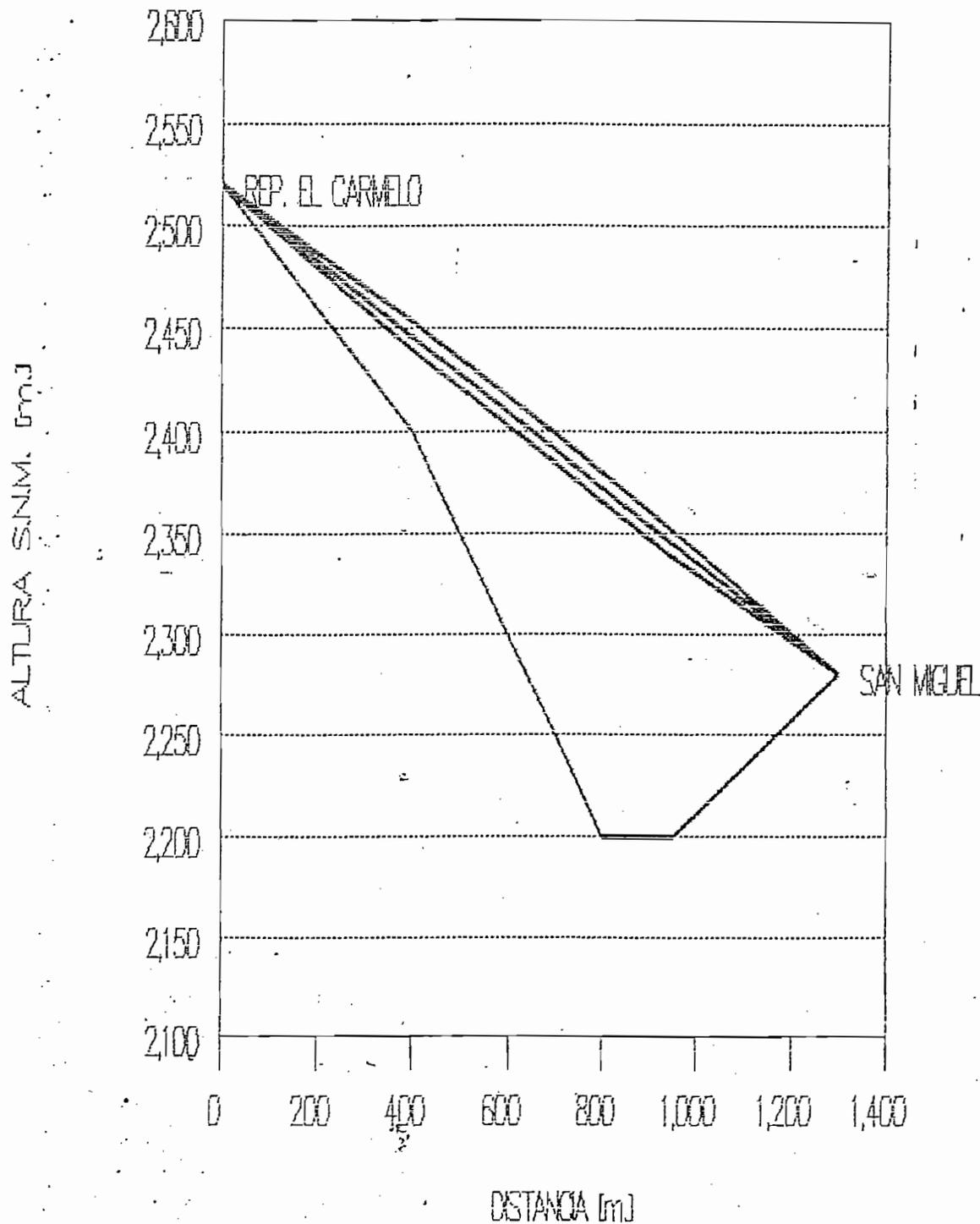
FRECUENCIA: 1700 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	2,520	1,300		2,520	2,520		2,520	2,520
	2,520	1,300		2,520	2,520		2,520	2,520
400	2,400	900	0.02	2,400	2,446	6.9814	2,453	2,439
800	2,200	500	0.02	2,200	2,372	7.3590	2,380	2,365
950	2,200	350	0.02	2,200	2,345	6.7095	2,351	2,338
1,300	2,280			2,280	2,280		2,280	2,280
1,300	2,280							

REP. EL CARMELO

SAN MIGUEL

# RADIOENLACE REP. EL CARMELO - S. MIGUEL



DATOS DE RADIOENLACE CERRO TROYA - FERNANDEZ SALVADOR

PUNTO A: Nombre: CERRO TROYA  
 Longitud: 77° 41' 40" O  
 Latitud: 00° 44' 37" N  
 Altura: 3,512 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: F. SALVADOR  
 Longitud: 77° 45' 07" O  
 Latitud: 00° 36' 15" S  
 Altura: 2,800 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 16,665 m.

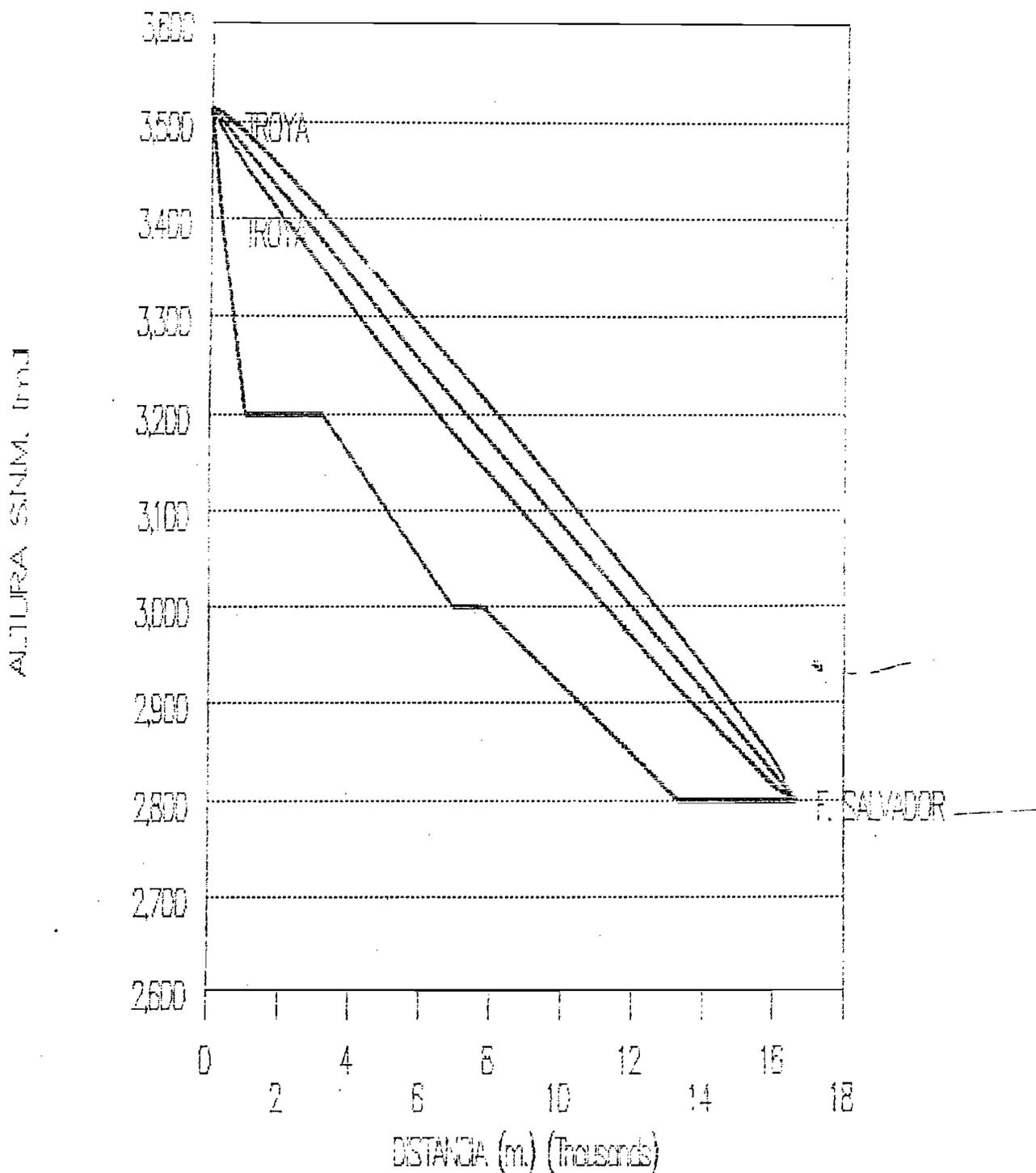
FRECUENCIA: 960.000 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
300	3,512	16,665		3,512	3,512		3,512	3,512
1,020	3,392	16,365	0.29	3,392	3,499	9.5823	3,509	3,490
1,520	3,200	15,645	0.94	3,201	3,468	17.2758	3,486	3,451
2,570	3,200	15,145	1.35	3,201	3,447	20.7494	3,468	3,426
3,190	3,200	14,095	2.13	3,202	3,402	26.0284	3,428	3,376
6,940	3,000	13,475	2.53	3,203	3,376	28.3536	3,404	3,347
7,770	3,000	9,725	3.97	3,004	3,215	35.5282	3,251	3,180
13,320	3,000	8,895	4.07	3,004	3,180	35.9528	3,216	3,144
15,945	2,800	3,345	2.62	2,803	2,943	28.8668	2,972	2,914
16,665	2,800	720	0.68	2,801	2,831	14.6530	2,845	2,816
	2,800			2,800	2,800		2,800	2,800

TROYA

F. SALVADOR

# ENLACE CERRO TROYA - F. SALVADOR



DATOS DE RADIOENLACE: TROYA - TUFINO

PUNTO A: Nombre: CERRO TROYA  
 Longitud: 77° 41' 40" O  
 Latitud: 00° 44' 37" N  
 Altura: 3,512 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: TUFINO  
 Longitud: 77° 51' 06" O  
 Latitud: 00° 48' 14" N  
 Altura: 3,200 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 18,700 m.

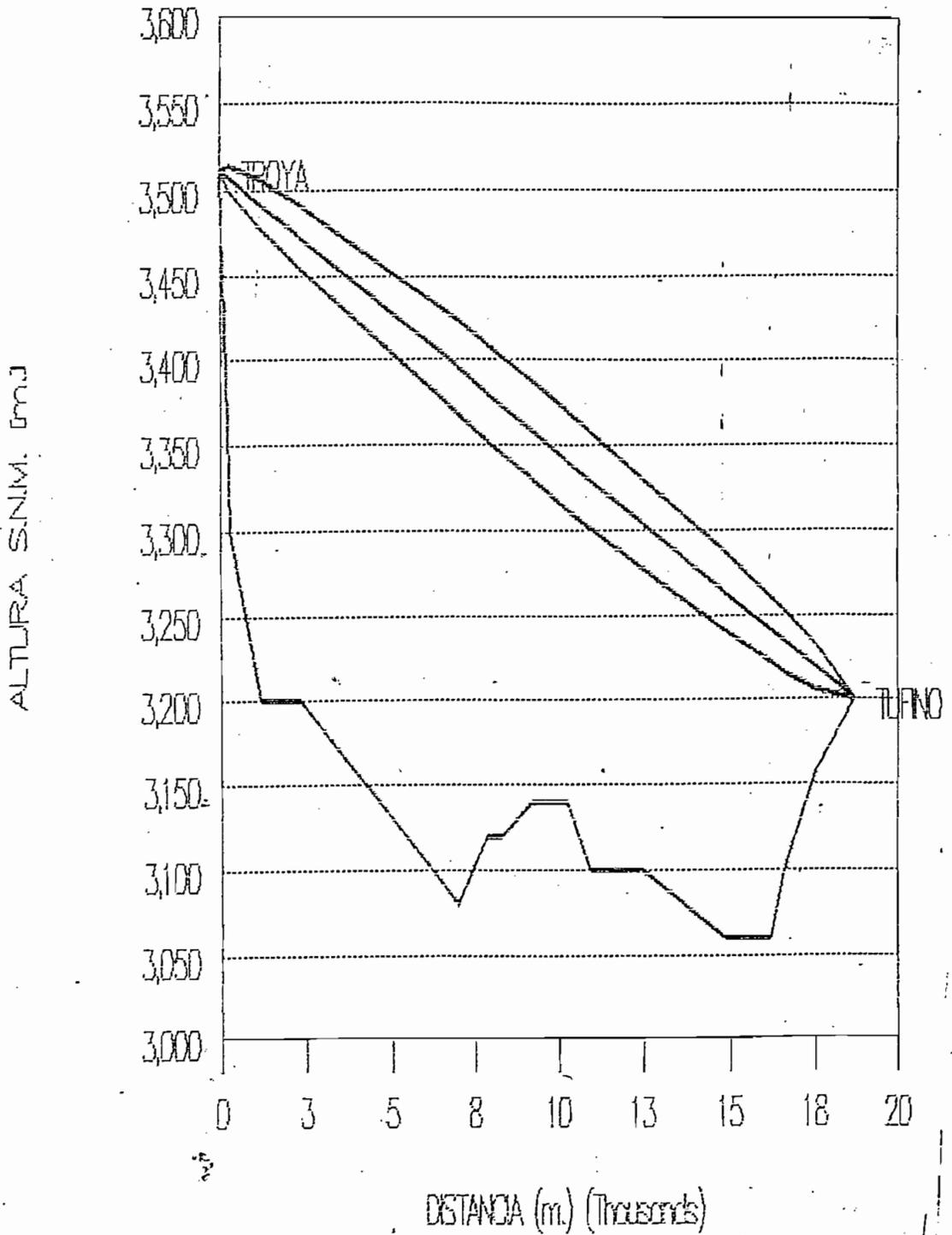
FRECUENCIA: 1,700.000 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,512	18,700		3,512	3,512		3,512	3,512
	3,512	18,700		3,512	3,512		3,512	3,512
280	3,300	18,420	0.30	3,300	3,507	6.9673	3,514	3,500
1,180	3,200	17,520	1.22	3,201	3,492	13.9492	3,506	3,478
1,280	3,200	17,420	1.31	3,201	3,491	14.4868	3,505	3,476
1,500	3,200	17,200	1.52	3,202	3,487	15.5830	3,503	3,471
1,670	3,200	17,030	1.67	3,202	3,484	16.3609	3,500	3,468
2,320	3,200	16,380	2.24	3,202	3,473	18.9122	3,492	3,454
6,950	3,080	11,750	4.80	3,085	3,396	27.7238	3,424	3,368
7,840	3,120	10,860	5.01	3,125	3,381	28.3084	3,410	3,353
8,320	3,120	10,380	5.08	3,125	3,373	28.5103	3,402	3,345
9,190	3,140	9,510	5.14	3,145	3,359	28.6807	3,387	3,330
10,250	3,140	8,450	5.09	3,145	3,341	28.5517	3,370	3,312
10,950	3,100	7,750	4.99	3,105	3,329	28.2618	3,358	3,301
12,470	3,100	6,230	4.57	3,105	3,304	27.0408	3,331	3,277
14,830	3,060	3,870	3.38	3,063	3,265	23.2417	3,288	3,241
16,170	3,060	2,530	2.41	3,062	3,242	19.6226	3,262	3,223
16,600	3,100	2,100	2.05	3,102	3,235	18.1136	3,253	3,217
17,560	3,160	1,140	1.18	3,161	3,219	13.7264	3,233	3,205
18,700	3,200			3,200	3,200		3,200	3,200
18,700	3,200			3,200	3,200		3,200	3,200

TROYA

TUFINO

# ENLACE TROYA - TUFINO



DATOS DE RADIOENLACE: TROYA - COLONIA HUAQUENA

PUNTO A: Nombre: CERRO TROYA  
 Longitud: 77° 41' 40" O  
 Latitud: 00° 44' 37" N  
 Altura: 3,512 m. S.N.M.  
 Torre: m.

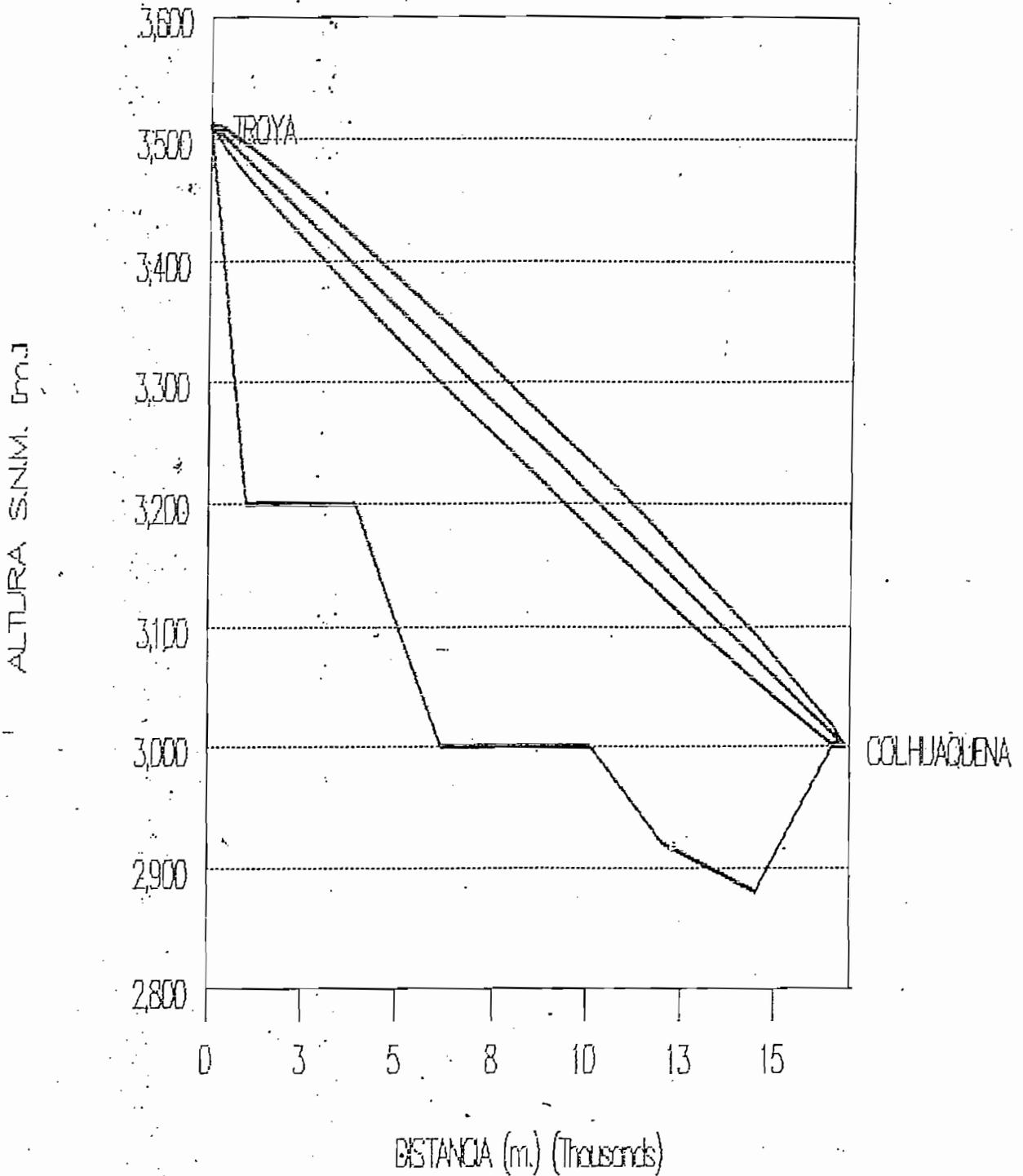
PUNTO B: Nombre: COLONIA HUAQUENA  
 Longitud: 77° 52' 43" O  
 Latitud: 00° 35' 45" N  
 Altura: 3,000 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 16,900 m.

FRECUENCIA: 1,700,000 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,512	16,900		3,512	3,512		3,512	3,512
	3,512	16,900		3,512	3,512		3,512	3,512
350	3,400	16,550	0.34	3,400	3,501	7.7670	3,509	3,494
1,000	3,200	15,900	0.94	3,201	3,482	12.8682	3,495	3,469
1,500	3,200	15,400	1.36	3,201	3,467	15.5105	3,482	3,451
3,150	3,200	13,750	2.55	3,203	3,417	21.2386	3,438	3,395
3,900	3,200	13,000	2.98	3,203	3,394	22.9786	3,417	3,371
6,150	3,000	10,750	3.89	3,004	3,326	26.2398	3,352	3,299
6,900	3,000	10,000	4.06	3,004	3,303	26.8067	3,330	3,276
9,100	3,000	7,800	4.18	3,004	3,236	27.1886	3,263	3,209
10,100	3,000	6,800	4.04	3,004	3,206	26.7445	3,233	3,179
12,000	2,920	4,900	3.46	2,923	3,148	24.7462	3,173	3,124
14,500	2,880	2,400	2.05	2,882	3,073	19.0375	3,092	3,054
16,550	3,000	350	0.34	3,000	3,011	7.7670	3,018	3,003
16,900	3,000			3,000	3,000		3,000	3,000
16,900	3,000							

# ENLACE TROYA - COL HUAQUENA



DATOS DE RADIOENLACE: TROYA - URBINA

PUNTO A: Nombre: CERRO TROYA  
 Longitud: 77° 41' 40" O  
 Latitud: 00° 44' 37" N  
 Altura: 3,512 m. S.N.M.  
 Torre: m.

PUNTO B: Nombre: URBINA  
 Longitud: 77° 41' 46" O  
 Latitud: 00° 42' 13" N  
 Altura: 2,900 m. S.N.M.  
 Torre: m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 7,500 m.

FRECUENCIA: 1,700.000 MHz.

DISTANCIA D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORRESIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r1	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
	3,512	7,500		3,512	3,512		3,512	3,512
	3,512	7,500		3,512	3,512		3,512	3,512
250	3,300	7,250	0.11	3,300	3,492	6.5219	3,498	3,485
1,250	3,300	6,250	0.46	3,300	3,410	13.5403	3,424	3,356
1,750	3,200	5,750	0.59	3,201	3,369	15.3669	3,385	3,354
2,950	2,880	4,550	0.79	2,881	3,271	17.7480	3,289	3,254
3,650	3,000	3,850	0.83	3,001	3,214	18.1597	3,232	3,196
5,050	3,000	2,450	0.73	3,001	3,100	17.0397	3,117	3,083
5,400	3,000	2,100	0.67	3,001	3,071	16.3132	3,088	3,055
6,250	2,960	1,250	0.46	2,960	3,002	13.5403	3,016	2,988
7,200	2,920	300	0.13	2,920	2,924	7.1197	2,932	2,917
7,500	2,900			2,900	2,900		2,900	2,900
7,500	2,900							

# ENLACE TROYA - URBINA

