

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE
MICROONDAS DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA LA
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CENTRO
NORTE – ETECEN”**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

ADRIÁN RICHARD BUSTOS SÁNCHEZ

PROMOCIÓN 1994 – I

LIMA – PERÚ
2003

Un agradecimiento a Dios por permitir la realización de mis grande anhelos, a mis padres por su apoyo, a Lisbet por su paciencia y a mis hijos Favio y Paolo por su ternura y cariño.

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS
DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA LA EMPRESA DE TRANSMISIÓN
ELÉCTRICA CENTRO NORTE - ETECEN**

SUMARIO

El presente informe tiene por objeto presentar el diseño e implementación del Backbone de Microondas para el afianzamiento de los canales de Comunicación requeridos por ETECEN para la operación, mantenimiento y administración de su sistema de transmisión en 220 kv.

En el presente informe detallare el principio de funcionamiento del Sistema de Microondas, criterio de diseño, estudio de campo, implementación y principio de funcionamiento del Sistema de Supervisión de la Red de Microondas la cual consiste de una Workstation sobre una plataforma UNIX.

También haré una descripción del Sistema de Telecomunicaciones de ETECEN, comprendiendo a: Equipos de Onda Portadora, Telefonía, Radio VHF (servicio de radio móvil)

ÍNDICE

PROLOGO

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	4
1.2	Ámbito geográfico	5
1.3	Requerimientos Operativos	5
1.3.1	Generalidades	5
1.3.2	Selección del Sistema de Telecomunicaciones	6
1.3.3	Requerimientos de Operación del Sistema de Radio Digital	8

CAPITULO II DESCRIPCIÓN GENÉRICA DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE ETECEN

2.1	Generalidades	10
2.2	Sistema de Radio Digital de Microondas	11
2.2.1	Terminal de Radio Digital	11
2.2.2	Multiplexor de Acceso Flexible - FAM	11
2.2.3	Sistema de Supervisión de Radio	12
2.3	Onda Portadora	12
2.4	Teleprotección	13

2.5	Centrales Telefónicas	15
2.6	Sistema Party Line	15
2.7	Radio Móvil VHF	15

CAPITULO III

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS

3.1	Generalidades	17
3.2	Diseño del Sistema	17
3.2.1	Criterios de Diseño	17
3.2.2	Plan de Ruta	21
3.2.3	Cálculos de Radio propagación, Disponibilidad e Interferencias	22
3.2.4	Probabilidad de Interrupción General	24
3.2.5	Procedimiento de Cálculo	25
3.2.6	Configuración	28
3.2.7	Plan de Frecuencias	31
3.2.8	Consumo de Energía	32
3.2.9	Torres, casetas y Bastidores	32
3.2.10	Seguridad de Estaciones	34
3.3	Descripción del Equipamiento	34
3.3.1	Generalidades	34
3.3.2	Equipo de Radio Digital RT22B	35
3.3.3	Procesamiento Digital de la Señal	40
3.3.4	Estructura del flujo de agregados	40
3.3.5	Tráfico del flujo de tributarios de 2 Mbps código HDB3	43
3.3.6	Canal de servicio para voz	45

3.3.7	Canal de servicio para datos	45
3.3.8	Transferencia de señales de alarma (Telemedida)	46
3.3.9	Palabra de alineación de trama y multitrama	46
3.3.10	Detección de “BER”	46
3.4	Antena	50
3.5	Cable coaxial	50

CAPITULO IV
SISTEMA MÚLTIPLEX DIGITAL DE ACCESO FLEXIBLE - FAM

4.1	Generalidades	51
4.2	Configuración	51
4.3	Funcionamiento	53
4.4	Capacidad	54
4.5	Puertos Tributarios	54
4.6	Puertos Agregados	55
4.7	Función de Multiplexación	57
4.8	Señalización	57
4.9	Arquitectura	57
4.10	Sistema de Control	58
4.11	Controlador Principal	60
4.12	Alarmas	60

CAPITULO V
SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE RADIO

5.1	Generalidades	63
5.2	Interface con los elementos de la Red	64
5.3	Terminales de Radio	66

5.4	Interconexión de equipos	66
5.5	Niveles de Supervisión	67
5.6	Requerimientos de Software	68
5.7	Funcionalidad del Sistema de Gestión	69
5.7.1	Gestión de Alarmas y Eventos	69
5.7.2	Configuración de la Gestión	71
5.7.3	Gestión de la Seguridad	71
5.7.4	Gestión de Prestaciones	72
5.8	Facilidades de Pruebas y Diagnósticos	73

CAPITULO VI SISTEMA DE ENERGÍA

6.1	Generalidades	74
6.2	Paneles Solares	74
6.3	Banco de Baterías	75
6.4	Controlador de Carga	76
6.5	Operación del Sistema	76

CAPITULO VII SISTEMA DE SEGURIDAD

7.1	Generalidades	78
7.2	Cerco Perimetral	78
7.3	Dispositivos Electrónicos de Detección	78

CAPITULO VIII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DETALLADAS

8.1	Generalidades	80
8.2	Equipo de radio Digital 4x2 Mbit/s	80

8.3	Equipo Multiplexor Digital de Acceso PCM Primario	84
8.4	Sistema Radiante	86
8.5	Sistema de Energía	87
8.6	Sistema de Protección y Seguridad	89
8.7	Torres de Telecomunicaciones	90
8.8	Casetas	91
8.9	Sistema de Supervisión de Radio	92

CONCLUSIONES

PLANOS

Plano N° 001	Diagrama Unifilar del Sistema Interconectado Centro Norte
Plano N° 002 :	Ubicación Geográfica de las Instalaciones de ETECEN
Plano N° 003:	Esquema de Principio de la red Troncal de Microondas de ETECEN
Plano N° 004:	Configuración de equipos de radio de la Red Troncal de Microondas – Zona Norte
Plano N° 005:	Configuración de equipos de radio de la Red Troncal de Microondas – Zona Sur
Plano N° 006:	Plan de Frecuencias
Plano N° 007:	Plan de Ruta de la Red Troncal de Microondas
Plano N° 008:	Plan de Ruta de la Red Troncal de Microondas – Estaciones con derivación
Plano N° 009:	Altura de Torres y Antenas
Plano N° 010:	Plan de Canalización

ANEXOS

Anexo N° 001: Documentación Técnica

Anexo N° 002: Perfiles Topográficos de los enlaces de radio de Microondas

Anexo N° 003: Cálculos de radio propagación, disponibilidad e interferencia

Anexo N° 004: Sistema de Energía

BIBLIOGRAFÍA

PROLOGO

La innegable importancia de la coordinación de labores con miras a conseguir un bien o ejecutar un servicio ha conducido a la implementación de un sistema de telecomunicaciones que a través de equipos de alta confiabilidad permiten establecer un tráfico de información seguro y oportuno.

ETECEN, con el propósito de asegurar la operatividad de su sistema de telecomunicaciones a fin de garantizar la eficiencia y la seguridad de las operaciones de su sistema de transmisión, ha emprendido el Proyecto de la construcción de su Centro de Control de la Transmisión, para lo cual se requiere afianzar los canales de comunicaciones, orientados a la transmisión de datos de la red SCADA, los de teleprotección y los dedicados a la telefonía de operación.

En el Proyecto Sistema de Telecomunicaciones de ETECEN, fue necesario la implementación de una red privada de microondas por ser un sistema digital confiable de alta capacidad como medio principal de comunicaciones.

Luego de un estudio de gabinete y de campo, se definió la estructura de la Red Troncal de Comunicación Digital, la cual ha tomado en consideración las actuales ubicaciones de la red de radiomóvil a cargo de ETECEN, habiéndose optimizado la selección de las mismas, de modo de reducir la inversión inicial en su construcción, conservando los servicios a los cuales fue destinada la red.

Este informe ha sido elaborado con la finalidad de presentar una metodología de trabajo destinada al desarrollo de proyectos de infraestructura eléctrica, cuyo diseño e implementación brinda el soporte necesario en la operación de redes eléctricas.

El Capítulo I, se hace una introducción del Sistema de Telecomunicaciones de ETECEN, ámbito geográfico que abarca la Red de Microondas, así como, los requerimientos operativos y la selección del Sistema de Telecomunicaciones.

El Capítulo II, se describe brevemente el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas de telecomunicaciones con que cuenta ETECEN y la integración entre los mismos.

El Capítulo III, describiré el procedimiento empleado en el diseño del Sistema de Microondas, los diferentes componentes conformantes de esta red. Asimismo, una descripción de las características del equipamiento empleado.

El Capítulo IV, describiré el principio de funcionamiento y características del Sistema Múltiple Digital, la interconexión con el Sistema de Radio y los equipos de usuarios.

El Capítulo V, Se describe el principio de funcionamiento del Sistema de Supervisión de Radio, la interconexión con los terminales de radio y multiplexores, niveles de supervisión y el Sistema de Gestión.

El Capítulo VI, describe el principio de funcionamiento del Sistema de Energía Solar para alimentar a los equipos de Radio en las repetidoras de telecomunicaciones, también el criterio de diseño e implementación.

El Capitulo VII, describe el Sistema de Seguridad en estaciones repetidoras desatendidas, para garantizar la integridad del equipamiento ante el vandalismo y robo.

El Capitulo VIII, se describe las características técnicas del equipamiento correspondiente al Sistema de Microondas Digital.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los equipos de telecomunicaciones de ETECEN se han venido instalando en diversas épocas, de acuerdo al desarrollo del Sistema Interconectado Centro - Norte (SICN), habiendo sido ejecutados todos los proyectos bajo la administración de la empresa ELECTROPERU S.A. Los primeros equipos de telecomunicaciones del SICN, se empezaron a instalar desde 1979.

ETECEN, empresa de reciente creación, ha tomado a su cargo las líneas de transmisión del Sistema Interconectado Centro - Norte, con los límites de su responsabilidad señalados en plano N° 001.

ETECEN ha llevado a cabo la construcción de su Centro de Control de la Transmisión, para la cual se necesita asegurar la confiabilidad de los canales de comunicaciones, así como ampliar la capacidad de los mismos, por lo que se ha decidido la construcción de una red privada de radio enlaces digital, que servirá como medio principal de comunicación y la onda portadora será un medio alternativo, para llevar datos al Centro de Control, desde las subestaciones eléctricas en 220 kV. Asimismo, podrá ofrecer canales adicionales a la teleprotección y el tráfico telefónico de operación.

1.2 Ámbito Geográfico de ETECEN

Las instalaciones mostradas en el plano N° 001, y que están bajo la responsabilidad de ETECEN comprenden el área costera de la Región Centro - Norte del Perú, incluyendo a las líneas en alta tensión que interconectan a las subestaciones que entregan la potencia generada por las centrales ubicadas mayoritariamente en las estribaciones andinas, a las cargas urbanas e industriales del ámbito del SICN.

El área geográfica abarca a los departamentos de Ica, Lima, Ancash, Trujillo, Lambayeque y Piura. La ubicación geográfica de las instalaciones de ETECEN (Zona costa), se muestra en el plano N° 002.

1.3 Requerimientos Operativos

1.3.1 Generalidades

La operación del Sistema Eléctrico interconectado exige una disponibilidad estricta de los canales de comunicación actualmente usados por ETECEN, ellos son esenciales para la provisión de las funciones básicas de supervisión y control de las instalaciones, Como son:

Control y Supervisión a través del Sistema SCADA

Protección de las instalaciones de potencia, mediante la transmisión de comandos a distancia, que hacen posible la actuación automática de los dispositivos de protección.

Coordinación entre el personal operativo que labora en las distintas subestaciones, a través de conexiones telefónicas

Soporte a la vigilancia y seguridad de las instalaciones, así como a los trabajos de mantenimiento de las líneas de alta tensión, mediante comunicaciones móviles de amplia cobertura geográfica.

La puesta al día de los equipos de telecomunicaciones resulta así necesaria, comprendiendo tanto su actualización tecnológica, como el replanteo de sus modalidades de funcionamiento y de su capacidad de comunicación.

Coincidentemente, con el proceso de definición del Reemplazo de equipos, se presenta la necesidad de implantar medios confiables de transmisión de datos, que sirvan de soporte al Centro de Control de la Transmisión de ETECEN (CCE), para su interconexión con los terminales remotos de datos RTU, que funcionarán en todas las subestaciones de ETECEN.

El funcionamiento del CCE propicia la automatización progresiva de la Red de Transmisión Eléctrica a cargo de ETECEN, agregando nuevas funciones básicas que deberán también ser soportadas por los equipos de comunicación y configurando una nueva infraestructura de equipos de comunicaciones.

Las funciones básicas que asume el CCE, entre otras son:

Lectura a distancia de parámetros fundamentales incluyendo valores analógicos y digitales

Telemando de dispositivos de maniobra

Interacción del personal operador a través del procesamiento de datos, para la selección de alternativas en la atención de situaciones de contingencias y en la optimización operativa de la red eléctrica de 220 kV.

1.3.2 Selección del Sistema de Telecomunicaciones

El nuevo ambiente operacional del CCE, en armonía con sus objetivos genéricos de mejora de seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico, impone la necesidad de soportarse en dos vías de comunicación de alta calidad, en forma redundante, para la transmisión de datos.

Una vía de comunicación de datos, está constituida por circuitos de onda portadora, que fue habilitado consecutivamente entre todas las subestaciones de ETECEN.

La otra vía de comunicación para la operación del CCE, se ha definido como la Red Troncal de Comunicación Digital. Esta red de radio transmisión en UHF provee conectividad de datos entre subestaciones contiguas de ETECEN o entre ellos y la S.E. Lima, en topología ramificada.

La implantación del Sistema Integrado de Radiomóvil de ETECEN implicó, consecuentemente, la reestructuración del Sistema de Onda Portadora, para constituir respaldo efectivo a la transmisión de datos. Por otro lado, implica que la infraestructura de transmisión punto a punto del Sistema de Radiomóvil, se transforme en la Red Troncal de Comunicación Digital, para propiciar conjuntamente, la transmisión de datos. En tercer lugar, y como consecuencia de que es técnica y económicamente rentable la transmisión de mayor cantidad de canales de voz y datos, a través de la misma infraestructura transformada de Radiomóvil, la implantación del Sistema Integrado implica la habilitación de nuevos enlaces de interconexión telefónica acorde con los niveles de tráfico que se demandan entre las diferentes subestaciones de ETECEN.

La Red Troncal De Comunicación Digital Interconecta a todas las subestaciones de ETECEN, mediante canales de voz y datos, para transmitir las señales correspondientes a los servicios:

Supervisión y Control SCADA

Teleprotección de las líneas de Alta Tensión

Telefonía de línea compartida (PARTY-LINE)

Telefonía de operación y administrativa

Radiomóvil

La implantación de la Red Troncal surge de la necesidad de disponer de otro medio de comunicación diferente para el funcionamiento de la red SCADA, de modo de otorgar, adecuada confiabilidad al funcionamiento del sistema de transmisión eléctrica en 220 kV.

Los demás servicios indicados, se agregan como necesidades para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad multicanal inherente a los equipos de radio transmisión digital, implicando la mejora en la rentabilidad económica del Proyecto.

Con el mismo propósito de rentabilidad, y adicionalmente de eficiencia técnica del proyecto, se ha identificado la necesidad de que la Red Troncal curse también señales de audio entre las estaciones repetidoras en VHF que dan cobertura radiodifundida al servicio de radiomóvil, de modo de efectivizar sus modalidades de operación.

1.3.3 Requerimientos de Operación del Sistema de Radio Digital

Los requerimientos operativos, se han logrado definir como resultado del análisis de las necesidades planteadas, en el entorno de facilidades de comunicación existentes o disponibles para ETECEN. Se ha adoptado a su vez, soluciones de compromiso respecto de la eficiencia económica de las facilidades por instalar y de la eliminación de riesgos que puedan afectar la atención de las necesidades planteadas.

Por lo señalado, se ha requerido lo siguiente:

- Ubicación óptima de las estaciones repetidoras de la Red Troncal, en los sitios reconocidos como más convenientes para el funcionamiento de los equipos VHF, que son utilizados en la transmisión para radiomóvil.
- Las estaciones conformantes de la Red Troncal de microondas, constituyen la infraestructura propia de ETECEN, independiente de cualquier otra infraestructura que pueda existir en el sitio seleccionado.
- Las torres tienen una altura máxima de 80 m.
- El suministro de energía para los equipos instalados en los sitios remotos de la Red, es a través de paneles fotovoltaicos.
- Para cada subestación ubicada fuera de la Unidad de Transmisión Lima, el sistema de comunicaciones provee dos accesos de la red de datos SCADA, hacia la terminal maestra ubicada en Lima: Uno vía Onda Portadora modulada analógicamente, a la velocidad de 1.2 kbps y otra vía la Red Troncal Digital, a la velocidad de 1.2 kbps.
- Las señales de voz aplicadas en la interconexión de Centrales Telefónicas de las subestaciones, son cursadas mayoritariamente vía canales de voz de la Red Troncal.
- Las señales de teleprotección entre subestaciones contiguas, son también asignados en la Red Troncal de Radio a una velocidad de 64 kbps.
- Un canal de voz, para el servicio telefónico PARTY-LINE, es cursado a través de la Red Troncal de Radio, con acceso a todas las subestaciones.
- La Red Troncal tiene configuración 1+0, no redundante a lo largo de su recorrido Costa Peruana.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN GENÉRICA DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE ETECEN

2.1 Generalidades

Las telecomunicaciones en redes eléctricas surgieron como una necesidad de establecer una red de comunicaciones y para tráfico de información (voz, datos, video, telesupervisión), de gran confiabilidad y seguridad. El Sistema de Telecomunicaciones de ETECEN, se constituye en el sistema nervioso que permite la operación, mantenimiento y administración de éstas en una forma más eficiente y asegurando sobre todo una gran calidad de servicio con el mínimo de interrupciones del suministro de energía.

El Sistema de Telecomunicaciones de ETECEN esta constituido de lo siguiente:

- Equipos de radio digital de microondas
- Equipos de Onda Portadora
- Equipos de Teleprotección
- Centrales Telefónicas
- Sistema Party Line
- Radio Móvil VHF

2.2 Sistema de Radio Digital de Microondas

2.2.1 Terminal de Radio Digital

El sistema de radio de microondas para la red troncal de comunicación digital se ha basado especialmente en los requerimientos de disponibilidad que tienen como objetivo permitir a ETECEN disponer de una red de alta confiabilidad.

El equipamiento consistió en equipos transreceptores de radio, los receptores para diversidad de espacio con conmutación en banda base, el sistema radiante, los equipos multiplexores PCM y DCS, el Network Management System - NMS5UX. También incluyó cable coaxial, torres de antenas, y obras civiles.

El equipo de radio instalado es de la marca SIAE de ITALIA del tipo RT22B que opera en la banda 2.3-2.5 GHz según la Rec. N° 746 Anexo 2 del CCIR.

La capacidad es de 8 Mbit/s con 4 tramas E1 y la configuración en 1+0. En los tramos con diversidad de espacio se ha previsto el receptor respectivo con conmutación en banda base. En los planos N° 004 y 005 se ven la configuración en cada estación.

Cada terminal radio es equipado con una tarjeta para la transmisión de dos canales de voz, uno para canal servicio entre todas las estaciones de radio y la otra para la interconexión con los equipos de radio VHF, y un canal de datos de baja capacidad para el envío de señales hacia el Sistema de Supervisión de radio NMS5UX.

2.2.2 Multiplexor de Acceso Flexible - FAM

Los multiplexores son el tipo FAM (Flexible Access Múltiplex) Dicho equipo opera sea como PCM en las subestaciones y como DCS en las estaciones repetidoras con mas de dos direcciones.

El equipo FAM esta ubicado en el mismo bastidor 19" que contiene el equipo de radio. Se incluyó un software L.O.M. (Local Operation Manager) que sirve para la configuración inicial del FAM. En operación el FAM es manejado con el mismo Sistema de Supervisión de Radio NMS5UX.

2.2.3 Sistema de Supervisión de Radio

El sistema de supervisión NMS5UX se compone de una parte Hardware y una parte Software. La parte Hardware comprende la "Workstation" tradicional y una unidad SCADA en los radios. El software esta comprendido de un sistema operativo UNIX y de un software propietario del fabricante SIAE.

Este sistema permite la supervisión integrada tanto de los equipos de radio como de los multiplexores FAM (PCM y DCS) y su respectiva administración. El sistema incluye el hardware y el software siguiente:

Workstation Hewlett Packard modelo 712, con memoria RAM de 64 kbit/seg, disco duro de 1.4 Gbtis/s. Monitor de 20" modelo 712N, impresora láser.

Elementos de control (unidad SCADA) para los equipos de radio.

Software para la base de datos "Ingres" basado en la plataforma Open View de HP.

Software para el Sistema NMS5UX, así como la licencia correspondiente.

2.3 Onda Portadora

Las líneas de alta tensión han sido usadas desde hace muchos años para transmitir información por onda portadora a través de las redes de electricidad, la línea de alta tensión constituye el medio de comunicación, el equipo asociado a la transmisión por onda portadora es requerido únicamente en las estaciones terminales.

La característica particular de propagación a través de las líneas de alta tensión hace posible la transmisión a distancias de varios cientos de kilómetros sin necesidad de amplificadores intermedios (repetidores) Esto permite reducir todo tipo de problemas de accesos y reducir los costos.

A través de la técnica de Onda Portadora se inyectan señales de radiofrecuencia a las líneas de energía de alta tensión para utilizarlas como medio de transmisión.

El acoplamiento de la señal de Onda Portadora hacia una o más fases de la línea se realiza por medio de equipos de acoplamiento que comprenden básicamente de:

Condensadores de acoplamiento.

Filtros de acoplamiento y dispositivos de protección.

Transformador diferencia (opcional)

Trampa de onda.

El sistema de onda portadora de ETECEN brinda los canales de voz para la telefonía de operación, datos para el envío de señales SCADA a 1.2 kbps y señales de teleprotección.

2.4 Teleprotección

Los equipos de teleprotección se emplean para la transmisión de comandos de protección dentro de las redes de energía. En caso de una falla en el sistema, estos comandos juegan un papel de primera importancia con el fin de aislar la falla rápida y de forma segura.

La teleprotección es un termino aplicado a la técnica por medio de la cual se comanda la apertura, cierre o bloqueo de apertura de interruptores a distancia. Los

equipos de teleprotección están normalmente asociados a relés de distancia, los cuales operan a partir de una medida de impedancia (ohmica resistiva o reactancia)

Los criterios más importantes para los equipos de teleprotección son:

- **Seguridad**, se define a la capacidad de los equipos de teleprotección de reconocer una señal verdadera de una falsa generada por ruidos, emisiones espúreas u otras formas de interferencia.
- **Confiabilidad**, es la capacidad de los equipos de teleprotección de ejecutar una transferencia exitosa al primer intento.
- **Tiempo de transmisión**, Se traduce como el tiempo que demora el equipo de teleprotección en transferir una señal de extremo transmisor al extremo receptor.

A fin de aclarar un tanto el marco de operación de los equipos de teleprotección, estableceremos algunos requerimientos de los sistemas de Protección, ellas son:

- Sensibilidad
- Confiabilidad
- Selectividad

La **sensibilidad**, se refiere a la capacidad del sistema de protección, a través del relé, de reaccionar al tipo de falla para el cual ha sido programado, por ejemplo, detección de fallas a tierra, sobre corriente, sobre tensión, variaciones de impedancia, etc.

La **confiabilidad**, es propiedad del relé de distinguir una falla verdadera de una señal falsa a consecuencia de emisiones espúreas cercanas.

La **selectividad**, en un relé se cumple cuando ha sido capaz de aislar solamente el elemento o sistema fallado permitiendo el funcionamiento de los otros sistemas asociados al conjunto.

2.5 Centrales Telefónicas

Para asegurar y facilitar las coordinaciones entre los operadores de las subestaciones, así como el tráfico administrativo telefónico, se ha implementado con Centrales telefónicas tipo PAX en todas las subestaciones de ETECEN, salvo aquellas en donde el equipamiento existente es compatible con los nuevos equipos.

Las troncales de las centrales telefónicas son soportadas por los enlaces de radio Digital y en menor cantidad, por los enlaces por onda portadora.

Las Centrales Telefónicas son de la Marca PHILIPS modelo DCS 255 y ofrecen una capacidad de hasta 288 puertos y es capaz de manejar hasta 128 extensiones y 32 "tie-lines". Son de tipo modular y han sido implementadas de acuerdo a las necesidades de cada subestación.

2.6 Sistema Party Line

Se basa en terminales telefónicos programables de línea compartida y permite operar con señalización E&M. Este sistema fue empleado para uso exclusivo de los operadores en cada subestación se ha considerado este sistema para ser utilizado en la región costera únicamente por la disponibilidad de canales de la Red troncal Digital de Radio.

2.7 Radio Móvil VHF

El sistema de radio en VHF se basa en la configuración de repetidoras de zona que son interconectados empleando el sistema de radio de microondas en UHF.

La red de radio permite lo siguiente:

- Comunicaciones entre móviles/portátiles que se encuentran en la misma zona de cobertura de una estación repetidora.
- Comunicaciones entre móviles/portátiles que se encuentran en la zona de cobertura de repetidores del mismo segmento.
- Comunicaciones entre móviles/portátiles que se encuentran en el límite de un segmento con móviles/portátiles de otro segmento colateral, Norte o Sur. El móvil/portátil puede elegir la dirección de la llamada.
- Las estaciones bases (subestaciones), operan en comunicaciones de una forma similar a las estaciones móviles y portátiles, disponiendo además de consolas de control y equipos Autopatch, que permiten entonces la integración de móviles y portátiles hacia anexos del Sistema Telefónico de ETECEN y viceversa.

Dado que las anteriores comunicaciones son las posibles, se logra con esto mantener en curso varias llamadas simultáneas en diferentes segmentos sin ningún tipo de restricción.

CAPITULO III

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS

3.1 Generalidades

En esta sección se tratará el diseño, cálculos de radio propagación y comportamiento del Sistema de Radio de Microondas y una breve descripción del principio de funcionamiento y las etapas que conforman EL Sistema de radio Digital de Microondas (ver figura N° 1)

3.2 Diseño del Sistema

3.2.1 Criterios de Diseño

El diseño de la Red Troncal Digital de Comunicaciones se ha basado en los criterios enunciados a continuación:

Claridad

La claridad sobre obstrucciones de la línea de vista en los enlaces radioeléctricos, que atraviesan tierra en 50% o más de su recorrido, será mayor o igual. que el 60% del radio de la primera zona de Fresnel ($0.6 F$) más 3 metros, considerando una curvatura relativa del haz radioeléctrico de grado $K=1$, y

Para condiciones promedio de propagación la claridad sobre obstrucciones será igual al 100% de la primera zona de Fresnel ($1F$).

Para el trazado de perfiles topográficos, la elección del factor “K” está influenciada por su mínimo valor esperado en el recorrido del radio enlace y por el requerimiento de confiabilidad del salto. Con valores bajos de K, se obtiene

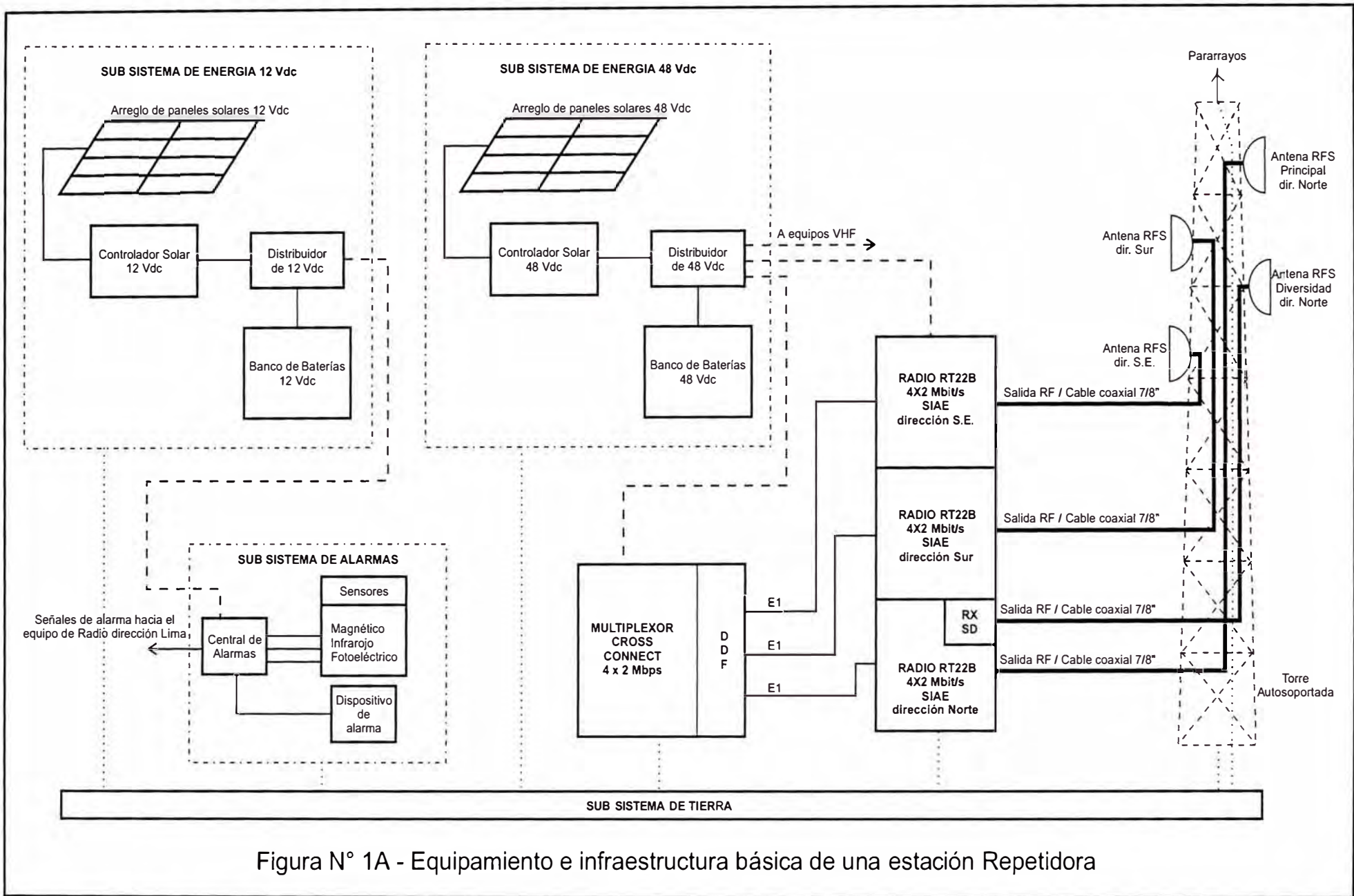


Figura N° 1A - Equipamiento e infraestructura básica de una estación Repetidora

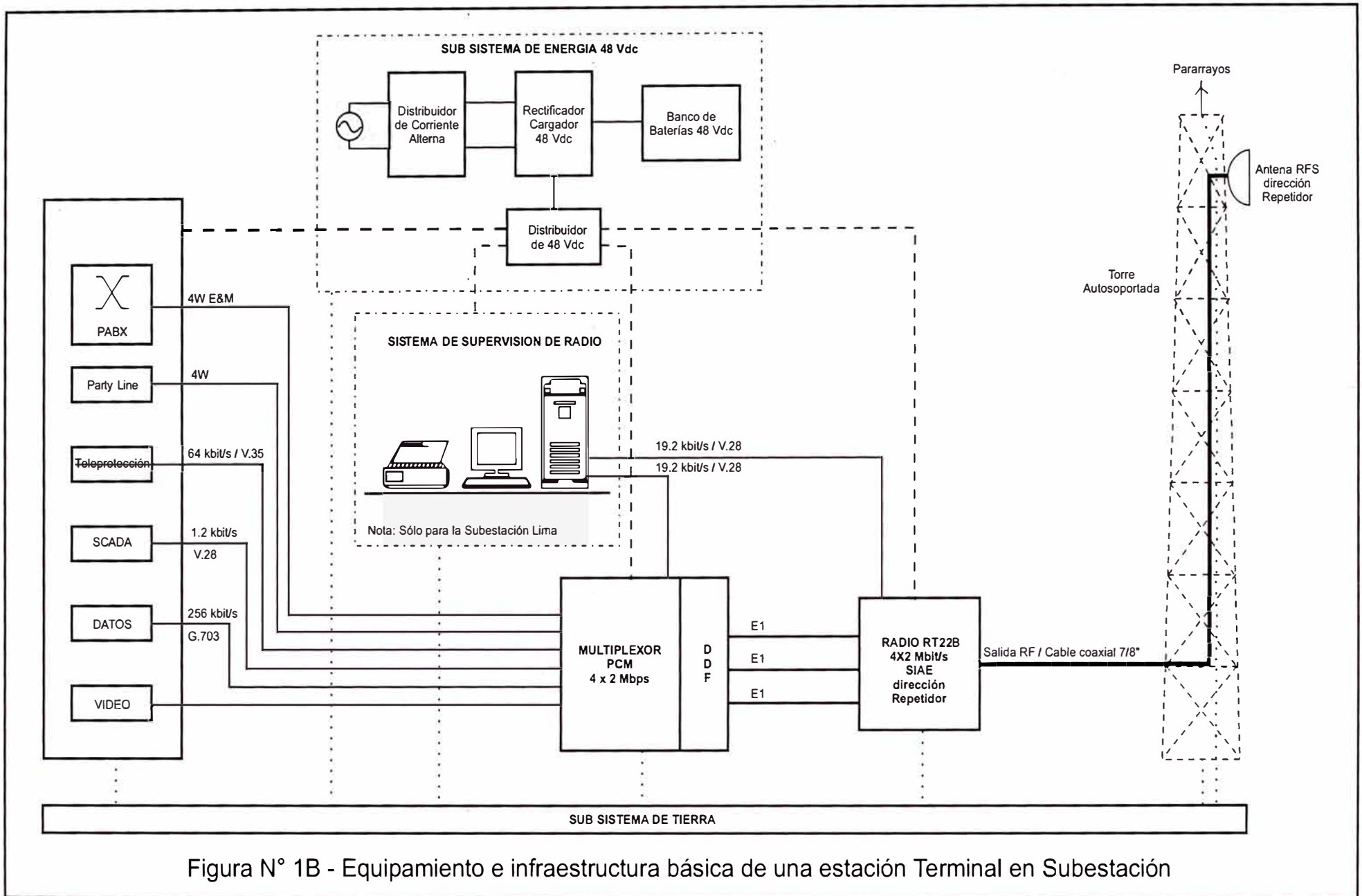


Figura N° 1B - Equipamiento e infraestructura básica de una estación Terminal en Subestación

pronunciado abultamiento del terreno, y por lo tanto la altura de antenas debe incrementarse para asegurar la claridad. Para determinar el requerimiento de calidad, debe conocerse la distribución estadística de valores de K, a partir de mediciones meteorológicas (o de los niveles de recepción durante largos períodos en radio enlaces existentes). Tal distribución de Valores de K se puede, relacionar a la confiabilidad del salto, al seleccionar un valor de K cuyo valor sea excedido con una probabilidad de ocurrencia igual a la confiabilidad requerida.

Por otro lado, la experiencia acumulada en radio enlaces que han operado en la costa peruana, durante los últimos 40 años, indican que K se mantiene en valores superiores a 1 y que el valor $K=2/3$ no se manifiesta, en cualquier época del año en saltos que atraviesan predominantemente tierra.

Se ha descartado la aplicación del criterio de claridad 0.3 Fl para $K=2/3$, porque corresponde a sistemas de máxima confiabilidad "Heavy Route", no es el caso de la Red Troncal de ETECEN.

Tasa de bitios errados

La tasa de bitios errados (BER) entre Piura y Lima de 934 Km de longitud o entre Marcona y Lima, no excederá del valor de 10^{-6} , con una confiabilidad de 99.985% en cualquier mes.

La elección de $BER= 10^{-6}$ como máximo valor tolerable (umbral) para establecer la confiabilidad del sistema, guarda relación con los niveles de BER requeridos para la operación eficaz de los procesadores de datos o equipos digitales que establecerán canales de transmisión a través de la Red Troncal. En particular, se asegura así, la operación normal del Centro de Control, haciendo más exigente la

condición de definición de sistema inoperado, respecto del valor de $BER=10^{-3}$ establecido en las recomendaciones G.821 del CCITT y N° 557 del CCIR.

Tal recomendación establece, para circuitos hipotéticos de referencia de 2,500 Km que la tasa de bitios errados será mayor a 10^{-6} en no mas de 0.4% de cualquier mes promediado en intervalos de 1 minuto; y será mayor que 10^{-3} en no mas que 0.054% de cualquier mes, promediado en intervalos de 1 minuto.

3.2.2 Plan de Ruta

De acuerdo con lo enunciado en el Criterio de Diseño, hubo la necesidad de cambiar el Plan de Ruta en estaciones de comunicación entre Trujillo Norte y Piura Oeste, se practicó el estudio de gabinete para varios enlaces alternativos

Posteriormente, en el estudio de campo, se comprobó que algunos sitios proyectados no tenían acceso factible, tal es el caso de las cumbres más altas identificadas como:

Bayovar, en cota 480 m

Reque, en cota 584 m

Campana, en cota 650 m

En el proceso de verificación de los lugares se opto entonces por seleccionar sitios, identificados como alternos cercanos a los anteriores, pero de menores cotas, que permitan la factibilidad de los enlaces.

En los Planos N° 007 y 008 "Plan de Ruta de la Red Troncal Digital", se designan las estaciones conformantes finales, que incluyen a los sitios de Bayovar 335, Reque 300 y Campana 550, variantes de los originales mencionados. También, como producto de estas variantes resulto incluido el sitio Torre 172, en la zona baja del desierto de Olmos.

El Plan de Ruta finalmente tuvo que ser modificado con la incorporación de las estaciones Salinas y Cuzcuz intermedias a los Enlaces Campana -Tambo Real y Las Lomas – Colorado con una distancia de salto de 129.7 Km. Y 102 Km respectivamente.

En resumen el Plan de Ruta comprende, 33 estaciones, sin considerar a las existentes S.E. Zapallal, S.E. Ventanilla y S.E. Chavarría. La longitud de la ruta principal Norte - Sur, sin tomar en cuenta las derivaciones hacia las subestaciones, es de 1,327.9 km. La cantidad de enlaces en la ruta principal es de 20 enlaces.

En el Anexo N° 2, se presentan 29 perfiles topográficos correspondientes a 29 enlaces nuevos de la Red.

Los únicos saltos sobre el mar, con mas del 50% de su distancia, son Redondo – La Milla y Lima – Chipa, los cuales fueron analizados para una curvatura del haz radioeléctrico de grado $K=1/2$, donde se puede observar que en ambos casos, la trayectoria del haz tendida mediante línea recta, cruza por los puntos señalados para $K=1/2$, cumpliéndose, con el criterio de pase, rasante "grazing".

El diseño del Plan de ruta ha comprendido el análisis de, las cartas geográficas del Instituto Geográfico Nacional en escalas 1:250,000 y 1:100,000, en cada tramo de la ruta. Adicionalmente, se han analizado cartas en escala 1:50,000 y 1:10,000 para los enlaces a través de las ciudades con el objeto de identificar las edificaciones urbanas que podrían obstaculizar la línea de vista.

3.2.3 Cálculo de Radio propagación, Disponibilidad e Interferencias

La factibilidad de los radioenlaces que conforman la Red troncal Digital, ha sido evaluada mediante procedimientos de cálculo de amplia aceptación en la

Ingeniería de Radiocomunicación, y que están expuesto en el textos como "Digital Transmission Systems", por- David R. Smith, Van Nostrand Reinhold Co, 1985.

El análisis de reflexiones y de diversidad de espacio se ha basado en el texto "Engineering Considerations for Microwave Communications Systems" Tal análisis se ha suplementado además con la aplicación del ábaco "Point of Reflection over water Microwave Path" usado por los ingenieros de la BELL CANADA, y presentada en el artículo "Reflection Point Calculations on over- water- Paths", cuya copia se adjunta en el Anexo N° 1.

La elaboración de perfiles topográficos y la ejecución de los cálculos se ha procesado en una PC, utilizando una hoja de cálculo, programada para los procedimientos aplicados.

En el Anexo N°3, se presentan los Cálculos de Comportamiento del Sistema de Radio Digital de Microondas de ETECEN, así como los parámetros que conducen a obtener probabilidades de corte para las rutas Lima - Piura y Lima - Marcona respectivamente. Estas probabilidades están referidas a los casos en que la tasa de bitios errados (BER) excede el valor 10^{-6} , de conformidad con el criterio enunciado en el ítem 3.2.1, y determinan probabilidades de corte de 0.021416 % y de 0.0428974 % para las rutas Lima – Piura y Lima - Marcona respectivamente. De manera que se aseguran confiabilidades de 99.978 % y de 99.957 %, en las rutas mencionadas.

Los cálculos de tramos se han computados considerando un solo canal RF, sin protección y considerando tramos con diversidad de espacio.

3.2.4 Probabilidad de Interrupción General

Los factores que causan interrupción de circuito debido a condiciones de trayecto de propagación pueden clasificarse rudamente en los tres factores siguientes que se describen a continuación:

1. Aumento de ruido (ruido térmico y ruido de interferencia) causado por caída del nivel de señal recibida debido a desvanecimiento plano
2. aumento de interferencia entre símbolos causada por distorsión de amplitud / fase (distorsión de forma de onda) en la banda de transmisión debido a desvanecimiento de trayectoria múltiple
3. aumento de ruido de interferencia producido por degradación de XPD debido a desvanecimiento de trayectoria múltiple.

La interrupción total se calcula por la probabilidad de ocurrencia de los tres factores. Los factores (1) y (3) arriba descritos son fenómenos que generan los mismos problemas para circuitos digitales y analógicos, y se han establecido las ecuaciones a base de los datos de medición considerables para circuitos analógicos.

Por lo tanto, los factores (1) y (3) que afectan trayectos digitales, se han calculado con el mismo método que aquél para circuitos de radio analógicos.

En la otra parte, ya que la modulación digital difiere de la modulación analógica (FM) y señales se difunden sobre una banda ancha, la interrupción de un trayecto digital ocurre frecuentemente debido a factor (2) aun cuando la potencia recibida total no se disminuya mucho por desvanecimiento.

El concepto de margen de desvanecimiento "neto" o "efectivo" se ha usado ampliamente entre diseñadores de sistema. El margen de desvanecimiento "neto" se

define como el fondo de desvanecimiento excedido para el mismo número de los segundos que una tasa de error de bitios de umbral (por ejemplo 10^{-3}).

3.2.5 Procedimiento de Cálculo

Cálculo de pérdida por espacio libre

$$A_0 = 92.4 + 20 \log (f_0) + 20 \log (d)$$

donde:

f_0 Frecuencia de operación (GHz)

d Distancia del enlace (km)

Cálculo de pérdida de alimentadores

$$L_{fd} = (L_A + L_B) \times \text{Atenuación del cable coaxial}$$

donde:

L_A Longitud del alimentador de la estación "A"

L_B Longitud del alimentador de la estación "B"

Cálculo de Perdidas Totales

$$L_T = A_0 + L_{fd} + L_{BK} + A_t$$

donde:

L_{BK} Pérdida por circuito de derivación

A_t Atenuación por Obstáculo

Cálculo del nivel de Recepción del Enlace

$$P_{RX} = P_{TX} + G_A + G_B - L_T$$

donde :

P_{TX} Potencia de salida del transmisor

G_A Ganancia de antena de la estación "A"

G_B Ganancia de antena de la estación "B"

Cálculo del Margen de desvanecimiento

$$M = P_{RX} - \text{Nivel Umbral de Recepción para BER} = 10^{-6}$$

Cálculo del nivel de Ruido térmico

$$N_{TH} = K \times T \times B \times F$$

N_{TH} : Nivel de ruido térmico

K : Constante de Boltzman = 1.38×10^{-23} (J/K)

T : 273 °K + Temperatura ambiente (°K)

B : Ancho equivalente de ruido (MHz)

F : Figura de Ruido del Receptor

Cálculo del Nivel Umbral

$$C/N_{TH} = N_{TH} + C/N$$

Donde:

C/N : Relación de Portadora a Ruido (BER= 10^{-6})

Cálculo del Margen de desvanecimiento plano

$$MF = P_{RX} - C/N_{TH}$$

Cálculo de la Probabilidad del tiempo de interrupción por desvanecimiento

La calidad del tramo es el resultado de la suma de los dos contribuidores de indisponibilidad:

- desvanecimiento plano
- desvanecimiento selectivo

El desvanecimiento plano es calculado con la formula de Rayleigh

$$P_F = P_0 \times 10^{-MF/10}$$

$$P_0 = K \cdot Q \cdot f^B \cdot d^C$$

En donde:

Pr	:	Probabilidad de desvanecimiento plano
Po	:	Factor de ocurrencia de desvanecimiento
MF	:	Margen de desvanecimiento plano
d	:	longitud del trayecto (km)
K	:	Factor dependiente de las condiciones climáticas
Q	:	Factor dependiente de las condiciones topográficas

Po es fijado por la formula CCIR indicada en el Rep. 338 es decir:

$$P_o = K \cdot Q \cdot f \cdot d^3$$

en el cual B= 1 y C=3

KQ es indicado en base a la función de la rugosidad:

$$P_o = a \times \frac{1}{S_1^{1.3}} \times f \times d^3$$

En donde:

$$6m \leq S_1 \leq 42 m$$

$$10^{-5} \leq a \leq 5 \times 10^{-5}$$

El desvanecimiento selectivo según Rep. 784 – CCIR es calculado de la siguiente formula:

$$P_s = \eta \times 4,3 \times kn \times (\tau / \tau_s)^2$$

donde:

P_s	:	Probabilidad de ocurrencia de Desvanecimiento Selectivo
η	:	Factor de ocurrencia de desvanecimiento multitrayecto
τ	:	Retardo promedio del rayo reflejado (ns)
τ_s	:	tiempo Simbólico depende del tipo de modulación (ns)
kn	:	Área de signatura normalizada

La contribución del desvanecimiento selectivo se ha calculado con el método de la firma, medida en forma experimental al retardo de grupo de 6,3 nseg.

El retardo medio por tramo se ha considerado proporcional a la longitud del tramo con un factor exponencial superior a 1.

La indisponibilidad total del enlace es obtenida sumando la contribución del desvanecimiento plano y selectivo, considerando cada uno independiente, desde el punto de vista estático.

El calculo del sistema se ha realizado considerando un buen margen de disponibilidad. Sin embargo, también dicha disponibilidad resulta muy penalizada por el empleo de una configuración en 1+0.

Mejoras por diversidad de espacio

$$I_{nSD} = S^2 \times \frac{f}{d} \times 10^{(MF-\Delta G)} \times 1.2 \times 10^{-3}$$

donde:

- I_{nSD} : Factor de mejora por diversidad (no mayor de 200)
- S : Separación vertical de la antena principal y la antena de diversidad (m)
- f : Frecuencia (GHz)
- d : Longitud del enlace (km)
- MF : Margen de desvanecimiento plano (dB)
- ΔG : Diferencia de ganancia entre la antena Principal y antena de diversidad

3.2.6 Configuración

La Red Troncal de Comunicación Digital provee los siguientes servicios básicos entre todas las subestaciones de ETECEN:

- Canales de datos a 1.2 kbps para transmisión de señales SCADA, como soporte del Centro de Control de ETECEN (CCE).
- Canales de datos a 64 kbps para la transmisión de señales de Teleprotección de las líneas de alta tensión.
- Canales de voz para la transmisión de tonos de audio aplicados a los dispositivos de teleprotección de las líneas de alta tensión.
- Canales de voz de uso compartido “Party Line”, para establecer la coordinación de operación de ETECEN.
- Canales de voz para la interconexión de las centrales telefónicas privadas que funcionarán en las subestaciones de ETECEN.
- Canales de servicio “order wire”, para transmisión de señales de audio entre estaciones repetidoras contiguas, para el soporte al funcionamiento del Sistema de Radiomóvil de VHF de ETECEN.
- Línea de control remoto externa a los equipos transmisores-receptores de microondas constituyentes de la Red, para la activación a distancia de dispositivos de conmutación.
- Canales de datos de 64 kbps para proveer la expansión (WAN) de las redes de computadoras de ETECEN, hacia todas sus subestaciones.
- Canales de datos a 128 kbps para la transmisión de videoconferencia entre las subestaciones de ETECEN (uso futuro).
- Supervisión remota de todas las estaciones constituyentes de la Red, para tomar conocimiento del estado de funcionamiento de los equipos instalados, efectuar rutinas de diagnóstico, y alertar oportunamente ante la detección de alarmas de seguridad.

La Red Troncal de comunicación Digital tiene una capacidad de 8 Mbps, con cuatro (04) tramas E1, según recomendación CCITT G703. Opera en la banda de frecuencia de 2.3 – 2.5 GHz.

Para proveer de canales de voz y datos, se ha implementado la utilización de multiplexores digitales con capacidad 8 x 2 Mbps.

Estos equipos ofrecen las facilidades “Drop-Insert” en las subestaciones, y en estaciones remotas tridireccionales, operan multiplexores DCS (Digital Cross-connect System) aptos para realizar derivación ”branching” de canales a nivel de tramas E1 correspondientes a las tres direcciones de transmisión por conexión cruzada. Esta facilidad permite direccionar los canales entre las subestaciones, utilizando eficientemente las ranuras de tiempo de las tramas digitales sin necesidad de operar varios multiplexores espalda a espalda, y sin tener que equipar puertos de voz o datos en los puntos de derivación.

El direccionamiento de los canales de voz y datos de los multiplexores se realiza remotamente desde Lima a través del Sistema de Supervisión de radio NMS5UX el cual incluye el software de Administración de Multiplexores.

En el plano N° 003, “Esquema de principio de la Red Troncal Digital de microondas” y Planos N° 004 y 005 “Configuración de Equipos de la Red Troncal Digital” se describe el equipamiento en cada estación conformante de la Red y su conexionado.

En las subestaciones de Chavarría, Ventanilla y Zapallal existe una red de radioenlaces en UHF con equipos marca NOKIA en la banda de frecuencia de 1.5 GHz y con capacidad de 2x2 Mbps, los cuales están interconectados a la nueva red troncal de radio Digital a través de la repetidora C° La Milla (ver Plano N° 003).

Los equipos transmisores-receptores cuentan con dos canales de servicio para voz y uno para datos. Un canal de servicio para voz será usado como medio de interconexión entre las estaciones base-repetidoras del sistema de radio móvil y el otro canal de voz es usado para cursar comunicación entre todas las estaciones de radio con fines de mantenimiento. El canal de servicio para datos interconecta las unidades recolectoras de alarmas y de diagnóstico de los equipos instalados en cada estación de la red troncal y envía las alarmas al Sistema de Supervisión de radio NMS5UX.

3.2.7 Plan de Frecuencias

En el Plano N° 006, se presenta el Plan de Frecuencias diseñado para la Red Troncal de Comunicación Digital. Para la elaboración de este Plan se efectuaron averiguaciones ante la División de Frecuencias del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTCVC). La banda de 2,300 MHz a 2,500 MHz, fue asignada por el MTCVC según la REC 746 – Anexo-2 del ITU-R cuyas características son:

BANDA DE 2,300 MHz A 2,500 MHz	
REC. ITU-R N° 746 – Anexo 2	
Sub banda inferior (fn)	$f_0 - 87 + n(\text{MHz})$
Sub banda superior (fn')	$f_0 + 87 + n(\text{MHz})$
n =	1, 5, 9, 13,
Frecuencia Central	2394 MHz (2300–2500)
Separación de canal adyacente	Mas de 4 MHz
Separación de canales de transmisión y recepción	94 MHz
Número de canales de transmisión y recepción	20

Como resultado el Plan propuesto arroja una cantidad de 33 estación-frecuencias, que incluye a las estación-frecuencias usadas en la actualidad para los enlaces que confluyen en el cerro La Milla.

3.2.8 Consumo de Energía

La alimentación de energía para los equipos de la Red Troncal que se instalaron en las subestaciones de ETECEN, provienen del sistema de alimentación de 48 Vcc disponible.

En las estaciones remotas la alimentación es a través de Plantas de energía solar.

El cálculo del número de paneles solares se basa en los registros de niveles de radiación en zonas de latitud y longitud similar al del proyecto así como las cargas que se tiene que alimentar. Para información se incluye la Tabla N° 1 “Media anual de radiación solar diaria en el Perú”, que ha servido de base donde se toman como lugares a los departamentos de la costa peruana.

Así mismo, se ha considerado la separación del número de paneles solares y baterías independiente para alimentar a los equipos de comunicaciones y servicios auxiliares como son: luz de balizaje, equipos de seguridad, etc.

También se ha considerado un nivel de autonomía de seis (06) días, para cubrir los déficit de energía en los meses de baja radiación como son los meses de Junio, Julio y Agosto.

3.2.9 Torres, Casetas y Bastidores

Torres

Con el fin de asegurar la línea de vista de los enlaces de radio digital, se ha procedido mediante programa de cálculo al dimensionamiento de las torres de

antena. Para este propósito, se ha establecido como criterio de diseño y por razones de orden práctico, no exceder de, alturas mayores a los 80 m. Asimismo, para garantizar apropiada estabilidad de las mismas, se ha elegido mayoritariamente, torres auto soportadas.

En el Plano N° 009 "Altura de Torres y Antenas de la Red Troncal Digital" Se describe la distribución de cada tipo de torre entre los sitios de instalación.

Casetas

Para las nuevas Estaciones, se ha previsto casetas de material noble, las mismas que junto con las torres de antena, están protegidas por un cerco perimetral, que incluye dispositivos de seguridad.

Las dimensiones de las casetas fueron elegidas considerando el área interior necesaria para alojar los equipos de comunicaciones y bancos de baterías, así mismo se ha considerado la construcción de voladizos en el techo con área suficiente para albergar los paneles solares.

También cuenta con ventanas de bloquetas de vidrio para permitir el paso de la luz en el interior de la caseta, las puertas fueron fabricados en material de fierro con rejillas de ventilación y cerraduras especiales.

El diseño de la caseta permite el ingreso apropiado de cables de antena, así como ductos para el ingreso de cables provenientes de los paneles solares.

Bastidores

Los equipos suministrados, se especificaron para ser montados en bastidores normalizados de 19" de ancho, esto ayuda a posibilitar la mejor distribución de los equipos, con el menor espacio requerido a la vez que facilita y ahorra el cableado entre las diferentes unidades.

Los bastidores destinados a las estaciones remotas, no requieren de ventiladores en razón que los equipos instalados están previstos para trabajar con ventilación natural.

3.2.10 Seguridad de Estaciones

Con el fin de dotar de máxima seguridad a las estaciones remotas de la red digital de radio de ETECEN, así como a los equipos de radio VHF del servicio de radio móvil, se ha previsto un sistema de seguridad que comprende a lo siguiente:

Cerco perimetral de material noble con concertina de seguridad

Dispositivos electrónicos de detección.

3.3 Descripción del Equipamiento

3.3.1 Generalidades

El terminal de radio RT22B opera en la banda de frecuencias de 2.308 a 2.434 GHz, en configuración 1+0, disponiendo de la modulación QPSK. Esta diseñado para ser empleado en redes digitales PCM de 4x2 Mbits/s de capacidad.

La modulación se realiza en Frecuencia Intermedia, logrando una mayor estabilidad y por lo tanto una mejor operación del sistema, ofreciendo grandes facilidades para su operación, pruebas y supervisión de las cuales podemos mencionar:

Realización de loops en banda base, FI, locales y remotos.

Indicaciones luminosas al frente respecto a alarmas

Disponibilidad de interfaces para conexión a un sistema de supervisión remoto.

Disponibilidad de elementos de control para conexión a sistemas NMS.

El terminal de Radio RT22B, tiene entre sus principales características:

Espectro reducido en RF

- Gran estabilidad de la señal transmitida
- Transmisor sintetizado con opción de salida de alta potencia
- Canales de servicio digitales
- Circuitos para control y supervisión remota
- Gran flexibilidad y modularidad
- Elevada confiabilidad
- Configuración 1+ 0 y diversidad de espacio.

Para el sistema de diversidad de espacio, se dispone de un conmutador tipo "hitless", la selección de la ruta se efectúa tanto por calidad como por disponibilidad de la misma, la conmutación no produce errores y mantiene la integridad de la señal

Se dispone de canales de servicio, cada canal soporta de las siguientes interfaces:

- Interfase analógica, de acuerdo a CCITT G.712 para la transmisión de voz de servicio.
- Canal digital 64 kbits/s para la transmisión de datos de alta velocidad
- Canal de datos asincrónico según CCITT V.28 para supervisión y control.

La modulación y demodulación, es portada a la frecuencia intermedia FI de 70 MHz, tipo QPSK con filtrado digital en Banda Base.

3.3.2 Equipo de Radio Digital RT22B

Esta conformado por tres secciones:

- Transmisor
- Receptor
- Banda Base

Transmisor

Esta constituido de las siguientes etapas:

UP CONVERTER, La señal de entrada FI del modulador ingresa a una etapa de pre-conversión, que consiste en convertir la señal FI en RF la cual es enviada a la salida del amplificador de potencia. Para compensar la no-linealidad introducida a la salida del amplificador de potencia, el circuito de pre-distorsión de esta etapa, se conecta a un conversor de frecuencia a través de un amplificador variable, este último, controlado por un circuito de AGC el cual varía el nivel de entrada para compensar una posible variación del nivel RF de salida del transmisor.

En la etapa de conversión se mezcla la señal FI con el oscilador local de transmisión a través de un circuito de Oscilador Controlado por Voltaje (VCO). El VCO genera una fase y una señal de frecuencia caracterizada por una muy alta precisión.

El sintetizador de frecuencia que ofrece el oscilador local se realiza por medio de un divisor programable y es prefijado por “straps”, y permite generar cualquier frecuencia del portador dentro de la canalización utilizada.

AMPLIFICADOR DE POTENCIA, localizado a la salida del filtro del post-conversión, se encarga de amplificar la señal de la entrada para entregar el nivel de potencia nominal requerida. El circuito de AGC, controlado por un voltaje DC tomado de un diodo detector, asegura un nivel constante compensando las variaciones de ganancia del amplificador a la salida.

Receptor

Esta constituido de las siguientes etapas:

EL MEZCLADOR, la señal RF que es llegada al circuito de derivación “branching”, ingresa al mezclador el cual consiste de un pre-amplificador de RF

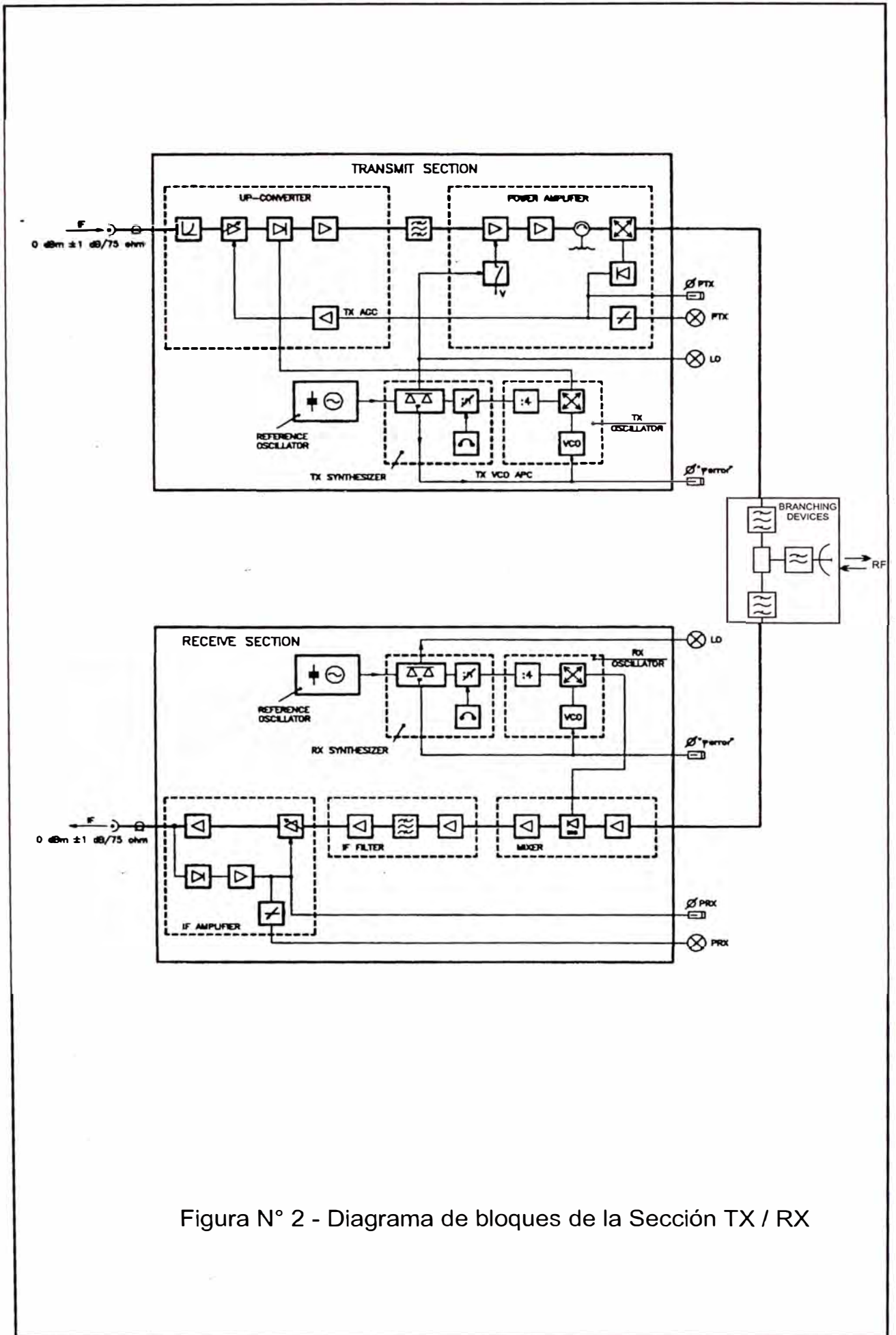


Figura N° 2 - Diagrama de bloques de la Sección TX / RX

- que reduce la figura de ruido del receptor. La conversión de la señal RF a FI, se realiza a través de la inserción de la señal del oscilador local, entregado por un VCO idéntico al utilizado en la sección del transmisor.
- FILTRO, esta localizado a la salida del mezclador, se encarga de filtrar y entregar una señal selectiva requerida al receptor. Los dos amplificadores interpuestos entre la etapa de filtrado, actúan como desacopladores de impedancia.
- AMPLIFICADOR FI, comprende una serie de fases de amplificación de ganancia constante y variable. El circuito de AGC permite controlar las fases de ganancia variables para que a 0 dBm, se mantenga constante el nivel de salida de la señal FI que ingresará al demodulador.

Banda base

Esta sección permite el ingreso de la señal HDB3 a través de 4 tributarios de 2 Mbps cada uno, los cuales son multiplexados y enviados a la frecuencia intermedia en el caso de transmisión de la señal y reciben la señal de FI proveniente del receptor y es demultiplexado a una señal HDB3 y enviada a uno de los tributarios de 2 Mbps.

A continuación haré una explicación del funcionamiento de esta etapa, para lo cual se presenta la Figura N°3, la cual indica las etapas de esta sección:

- Triple tributario
- Multiplexación/Demultiplexación
- Canal de Servicio EOW
- Procesamiento de Alarmas
- Interfase de alarmas
- Control Loop

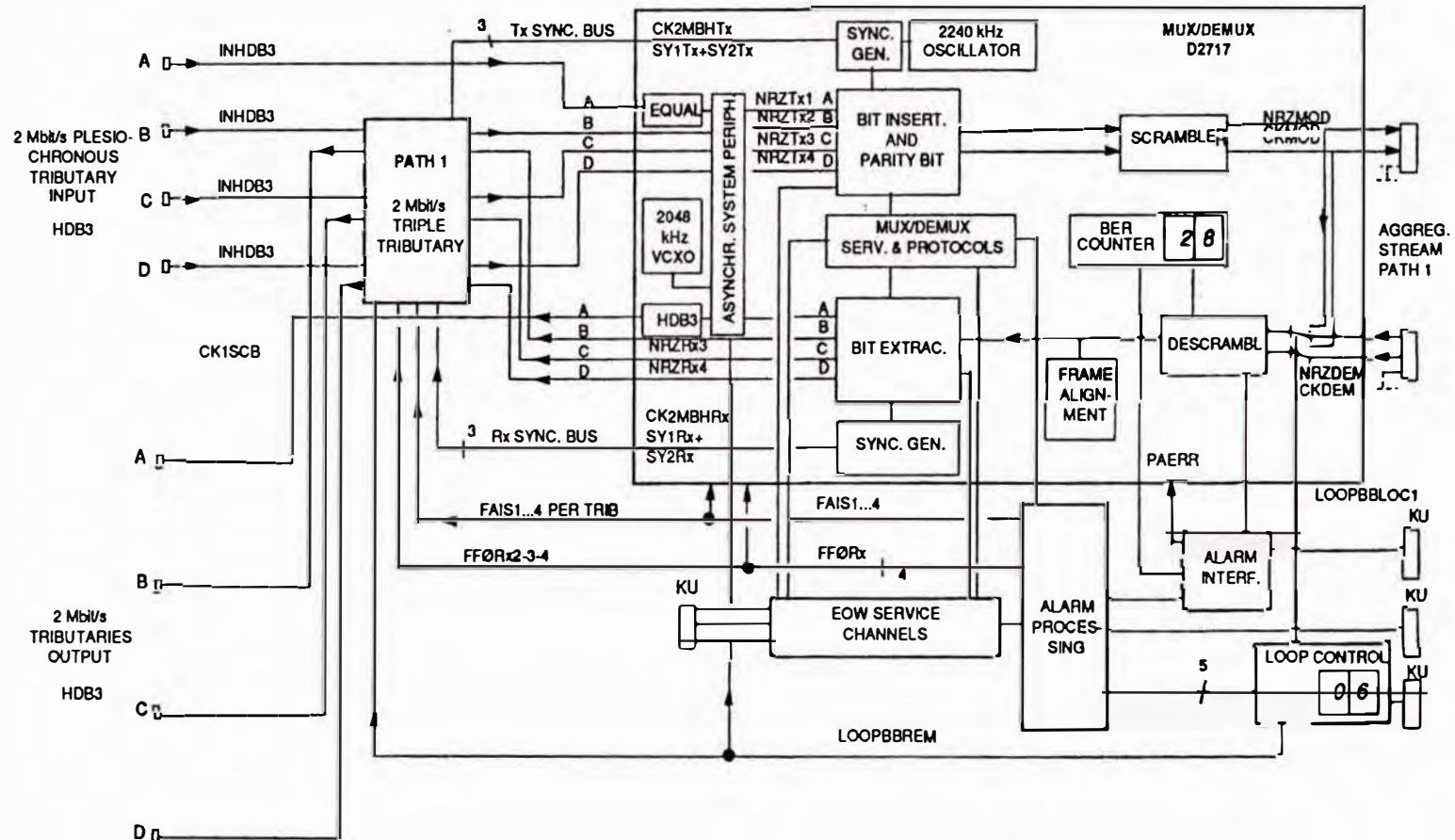


Figura N° 3 - Diagrama de Bloques de la Sección Banda Base

- Modulación
- Demodulación

3.3.3 Procesamiento digital de la señal

Las informaciones del flujo de agregado son principalmente producidas por la entrega del usuario (fuente externa) y es debido a:

- Entrada de tributarios de 2 Mbit/s código HDB3
- Canal telefónico de servicio
- Canal serial de datos
- Envío de señales de alarma (telemedida).

La transmisión del flujo de agregados, generación y separación de los componentes durante la recepción es desarrollada por la unidad multiplex/demultiplex.

3.3.4 Estructura del flujo de agregados

La estructura del flujo de agregados para la transmisión de ráfagas de bits se muestran en la Figura N° 4, el flujo de agregados esta jerárquicamente organizado en los niveles siguientes:

- | | |
|------------------------------|----------|
| - Sub-trama (time slot) | 64 bit |
| - Trama (20 time slots) | 1280 bit |
| - Multi-trama (7 time slots) | 8960 bit |

La multitrama es rellenado, con intervalos vacíos entre tramas y sub-tramas, también el flujo de agregados tiene intervalos vacíos entre la multi-trama.

La multi-trama empieza con la palabra de alineación de trama, el cual puede seleccionarse y programarse entre cuatro de 13 bits consecutivos:

A 1110101100000

B 0000011010111

C 0001010011111

D 1111100101000

La palabra de alineación de multi-trama (MFAW) es distribuida a lo largo de la trama. La palabra incluye 7 bits (1000000) transmitido uno por cada trama; en la sub-trama #3.

La repetición de la MFAW es 1 ms, también para los bits PB1 y PB2 usados para control de BER respecto de la información del tributario, adyacentes a la MFAW.

Las informaciones siguientes son distribuidas en las sub-tramas:

SCI y SC2: bits para Canal telefónico de servicio 1 y 2

SA1, SA2, SA3, bits auxiliares para supervisión, teledada, etc.

SER bits para la transmisión de datos serial.

La información de los tributarios incluidos dentro de la multi-trama tienen 7 bits: 5 bits (JM) para mensajes de justificación, 1 bit (JB) para justificación, 1 bit (SB) para servicio por cada 292 bits del tributario ingresados por canal de 2 Mbps.

3.3.5 Trafico del flujo tributario de 2 Mbps código HDB3

a) Proceso de Transmisión

El tráfico las informaciones del flujo tributario (plesiocrono) alimentado a la entrada de la banda base esta codificado a HDB3 con una frecuencia de 2048 kbit/s conforme a la norma CCITT. La señal de información a la entrada de la banda base, es afectada por el ruido y deformada por las características de la línea de transmisión, la fase relativa del tributario es casual y la frecuencia puede ser aceptable con tolerancia extrema.

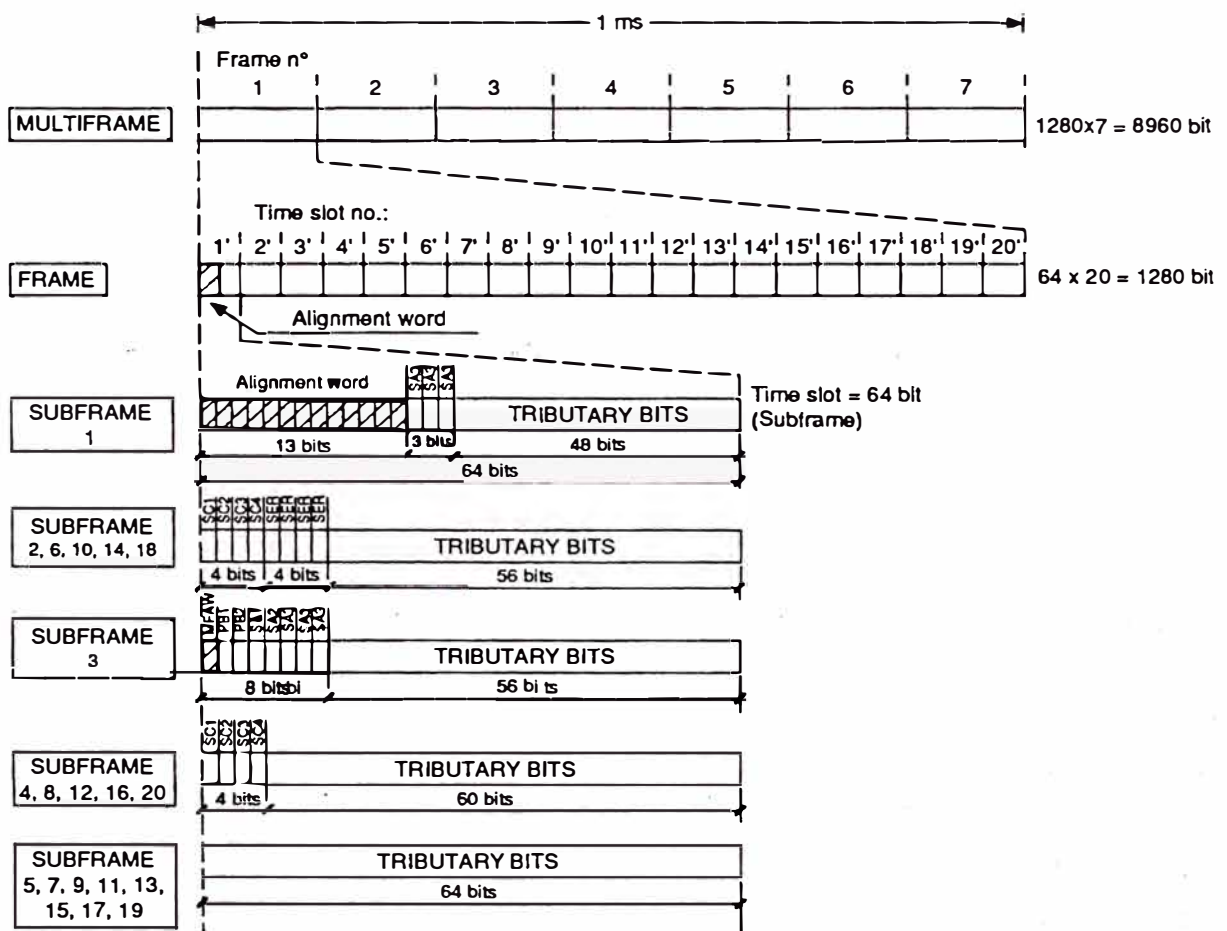


Figura N° 4 - Estructura de Trama del Flujo de Agregados del Terminal de Radio RT22B

Cada flujo tributario sufre una ecualización, supresión del “jitter” y una conversión de señal codificada HDB3 en una señal unipolar sin retorno a cero (NRZ) recuperando la señal del reloj de la señal entrante.

Para compensar las diferencias de fase y transmisión de porcentajes de bit entre los flujos tributarios, es requerido una positiva operación de relleno.

La señal del reloj es usada con una alta frecuencia producida en la unidad de transmisión del MUX y agrega a la entrada del flujo 7 bits por cada 292 bits tributarios.

La realización de la operación de entrada de la señal IN HDB3 del primer tributario “A” hacia la unidad Mux/Demux es directa y pasa por un equalizador y el modulo de los sistemas periféricos asíncronos, mientras los tres flujos tributarios B, C y D, se tratan individualmente en la unidad Triple Tributario.

La entrada de información por cada tributario, es almacenada en un buffer de memoria. La descarga serial del buffer de memoria que sostiene las informaciones de cada tributario es realizada en la sección de MUX temporizando y sincronizando hasta llegar a la porción del flujo agregado de 8960 kbit/s para 4x2 Mbit/s.

El reloj de transmisión y la señal de sincronización son distribuidos en tres pistas (CK2MBHTX - SY12MBTX - SY22MBHTX) que involucra la unidad Triple Tributario. La señal del reloj no es continuo como el flujo de agregados que debe contener las posiciones bien definidas, (ver Figura N°4).

La señal saliente de la porción de bits de agregados de la unidad Triple Tributario, se llama NRZTX2, NRZTX3 y NRZTX4 para el B, C, D respectivamente.

La unidad de inserción de bits que pertenece la unidad de Mux/Demux agrega las informaciones de varios tributarios a otros componentes del flujo de agregado referente a:

Canal de servicio telefónico de (SC1... SC4)

Canal serie de datos (SCI... SC4)

Bits de transferencia de señalización (telemida)

Trama (FAW) y multi-trama (MFAW) palabra de alineamiento

Los bits de paridad para el cómputo de BER (PB1, PB2)

Bits auxiliares de supervisión, loops (SA1 SA2) y otros usos (SA3).

El flujo de agregados saliente, ingresa a la etapa de aleatorización, el cual consiste en proceso de balancear el espectro de señal modulada de acuerdo a la relación de marca de los flujos de datos, y para facilitar la recuperación del reloj del receptor opuesto cuando los impulsos “0” y “1” se transmitan continuamente. Cada flujo de datos se aleatoriza con un patrón pseudo aleatorio generado por un generador de sincronización.

La unidad de Mux/Demux entrega el flujo de datos NRZMOD y la señal del reloj CKMOD a la Unidad de Modulación.

b) Proceso de Recepción

La entrada de señal NRZDEM y el reloj CKDEM provenientes del Demodulador, ingresan a la unidad MUX/DEMUX y es desaleatorizada e ingresada al módulo de extracción de bit encargado de separar la información del flujo tributario de la información adicional (canal de servicio, etc.).

La detección de la palabra de alineación de trama y multitrama, proporciona la señal de sincronización que se encarga de recuperar el flujo de tributarios principal y la información de los canales de servicio.

3.3.6 Canal de servicio para voz

La información de voz originada por el operador local o remoto, es modulada a 64 kbit/s y codificación PCM por medio de un codificador normal (COMBO) contenido en la unidad “Engineer Order Wire” (EOW).

La señal de temporización es generada en la unidad Mux/Demux que inserta y extrae las informaciones en el flujo de agregados.

El terminal de radio RT22B utiliza dos unidades de teléfono de servicio, uno uso con fines de mantenimiento y el otro para tránsito de señales provenientes de los equipos de radio VHF.

La misma unidad de EOW también proporciona el tránsito o drop/insert del servicio de voz y comunicación a cuatro hilos con la adición de dos hilos para señalización E&M.

3.3.7 Canal de servicio para datos

Dentro del flujo de agregados puede también ser insertado datos de baja velocidad, asíncronos entrantes desde una fuente de datos digital.

La unidad EOW presenta entradas independientes A, B y 4 canales a 1200 Baudios o un canal a 4800 baudios y puede insertarse en cada camino.

La muestra de datos de la porción de bits de agregados, son adicionados o extraídos del flujo que contiene también las señales de voz del canal de servicio.

3.3.8 Transferencia de señales de alarma (telemedida)

La información de alarmas, es agrupada en un mensaje y consecutivamente enviada a la unidad remota (SCADA), encarga de enviar estas señales hacia el Sistema de Supervisión de Radio NMS5UX.

3.3.9 Palabra de alineación de trama y multitrama

La palabra de alineación de trama (13 bits consecutivos), es producido en la Unidad Mux/Demux e insertada al comienzo de cada trama para permitir una apropiada operación del contador de tiempo de la trama en la recepción.

La palabra de alineación de multitrama consiste en 7 bits 1000000 distribuidos a lo largo de la multitrama, una por trama es enviado.

La detección de pérdida de la palabra de alineación de trama, genera una alarma visual en el equipo y adicionalmente es enviada a través de la unidad SCADA, hacia el Sistema de Supervisión de Radio NMS5UX.

3.3.10 Detección de BER

La tasa de bitios errados del flujo tributario, es evaluada y utiliza dos bits de paridad “PB1” y “PB2”.

La evaluación del flujo de datos de los tributarios es realizada en cada multitrama, la detección de los bits de paridad es realizado durante la transmisión por la Unidad Mux/Demux, y repetido en la etapa de recepción, si ambos bits no coinciden, la Unidad Demux produce una señal de error de paridad (PAERR), usada por la Interfase de alarma y Unidad de Procesamiento de Alarma.

En cada señal PAERR, un valor de bajo BER equivale a $BER \leq 10^{-5}$, como no todos los errores son regularmente detectados, para alto BER equivale a $BER > 10^{-3}$, en donde mas de un error puede producirse por multitrama.

Modulador

Comprende un circuito que procesa la señal de banda base BB y que genera una señal portadora a 70 MHz. El flujo de agregado NRZ + CK, se conecta a la entrada del conversor serial/paralelo, convirtiendo la señal en dos flujos separados con media proporción de bits cada una con respecto a la proporción entrante. Estos dos flujos son codificados diferencialmente para eliminar la ambigüedad de la fase inherente al proceso de demodulación coherente. Los filtros digitales siguientes forman los pulsos que reducen el espectro de frecuencia de la portadora FI transmitida.

La respuesta del filtro amplitud / frecuencia es del tipo coseno levantado cuya función es hacer nulo la interferencia ínter simbólica. Los filtros pasa bajo que siguen, eliminan los residuos periódicos introducidos por los filtros digitales.

Las señales a la salida de los filtros pasa bajo son enviadas a la entrada de dos mezcladores junto con dos señales de 70 MHz en cuadratura, generadas por un oscilador de cristal de 70 MHz.

Las dos señales bifásas moduladas a la salida del mezclador son sumadas para producir la modulación 4QPSK requerida.

Demodulador

La entrada de la portadora 4QPSK es dividida en dos caminos para alcanzar las entradas de dos mezcladores junto con dos señales desfasadas 90° una de la otra a 70 MHz, generadas localmente por un VCO (recuperación de portadora).

El proceso de multiplicación lineal de las dos señales, aplicada a la entrada de cada mezclador, permite la demodulación de las dos señales analógicas que son convertidas a digital a través de un "Slicer" y un regenerador.

Desde las señales analógicas se consigue recuperar la información de la portadora de 70 MHz y el VCO, para la generación del reloj simbólico y reloj para la porción de bits.

Los dos flujos digitales se envían al decodificador diferencial, complementario al modulador, que restaura el flujo de bits original a la entrada del modulador.

La unidad proporciona lo siguiente:

Verificación del patrón del ojo (I y Q)

Verificación de la salida de datos

Verificación del reloj

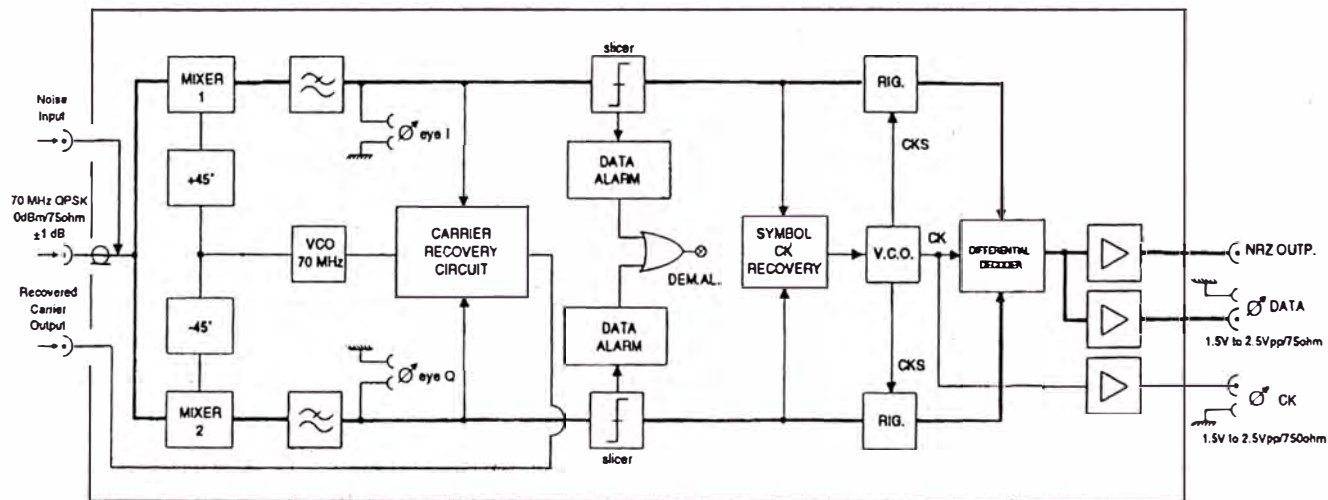
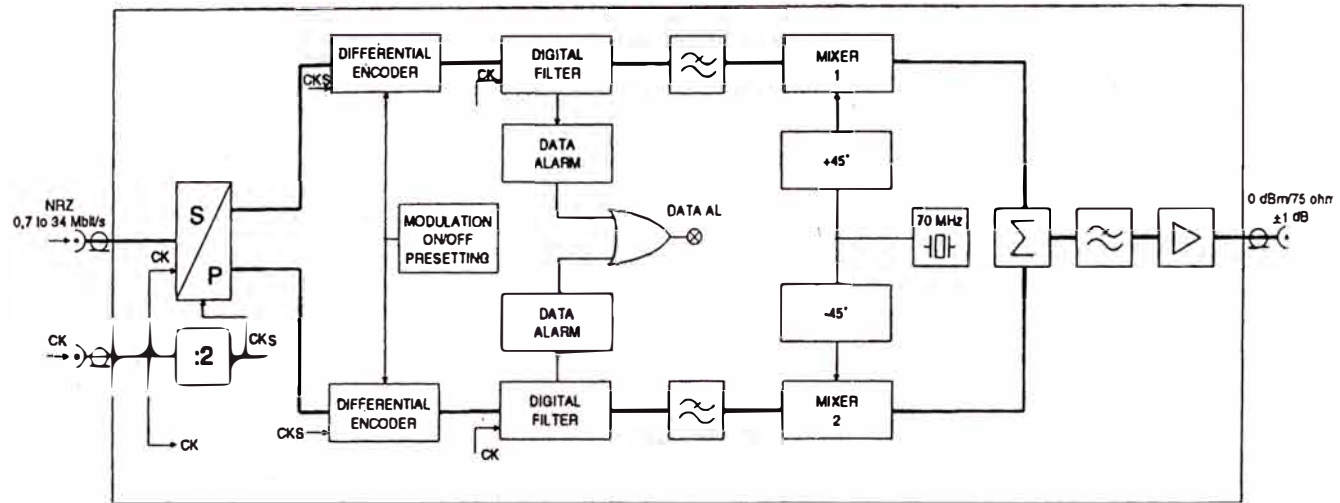


Figura N° 5 - Diagrama de Bloques de las Etapas de Modulación y Demodulación

3.4 Antena

Las antenas instaladas son de la marca RFS, que se caracterizan por su elevado rendimiento en comparación con otras, sus ganancias y diámetros en especial han sido suministradas con los cálculos de enlace realizados. Las antenas de grilla son fabricadas en aluminio de alta calidad, y el elemento radiante es protegido con Plexiglass, son de bajo peso, con lo cual se facilita su instalación.

3.5 Cable coaxial

Los cables coaxiales son de la marca CELL FLEX de 7/8" con pérdidas por longitud de 0.066 dB/m a la frecuencia de operación de 2.4 GHz. La longitud del cable desde el equipo de radio hasta la antena está de acuerdo al cálculo de radio propagación realizado para cada enlace.

CAPITULO IV

SISTEMA MULTIPLEX DIGITAL DE ACCESO FLEXIBLE (FAM)

4.1 Generalidades

El multiplexor FAM (Flexible access multiplexer) es empleado para voz, datos y canales tributarios ISDN, permitiendo su operación en diferentes tipos de redes, empleándose además, la configuración de Cross-connection, así como su administración remota.

4.2 Configuración

Los Multiplexores FAM han sido diseñados para trabajar tanto en modo Terminal PCM en las subestaciones y como DCS en las estaciones repetidoras con mas de dos direcciones.

Multiplexor Terminal (PCM)

En esta operación, el FAM multiplexa 30 canales de voz o 31 canales de datos dentro de una trama de 2048 kbits/s que es conectado a los tributarios del equipo de radio RT22B ó vía interfaz de fibra óptica de 4x2 Mbits/s.

Esta configuración se aplica en todas las subestaciones a excepción de la subestación Lima la cual esta configurada como “Drop Insert”, (ver figura N° 6).

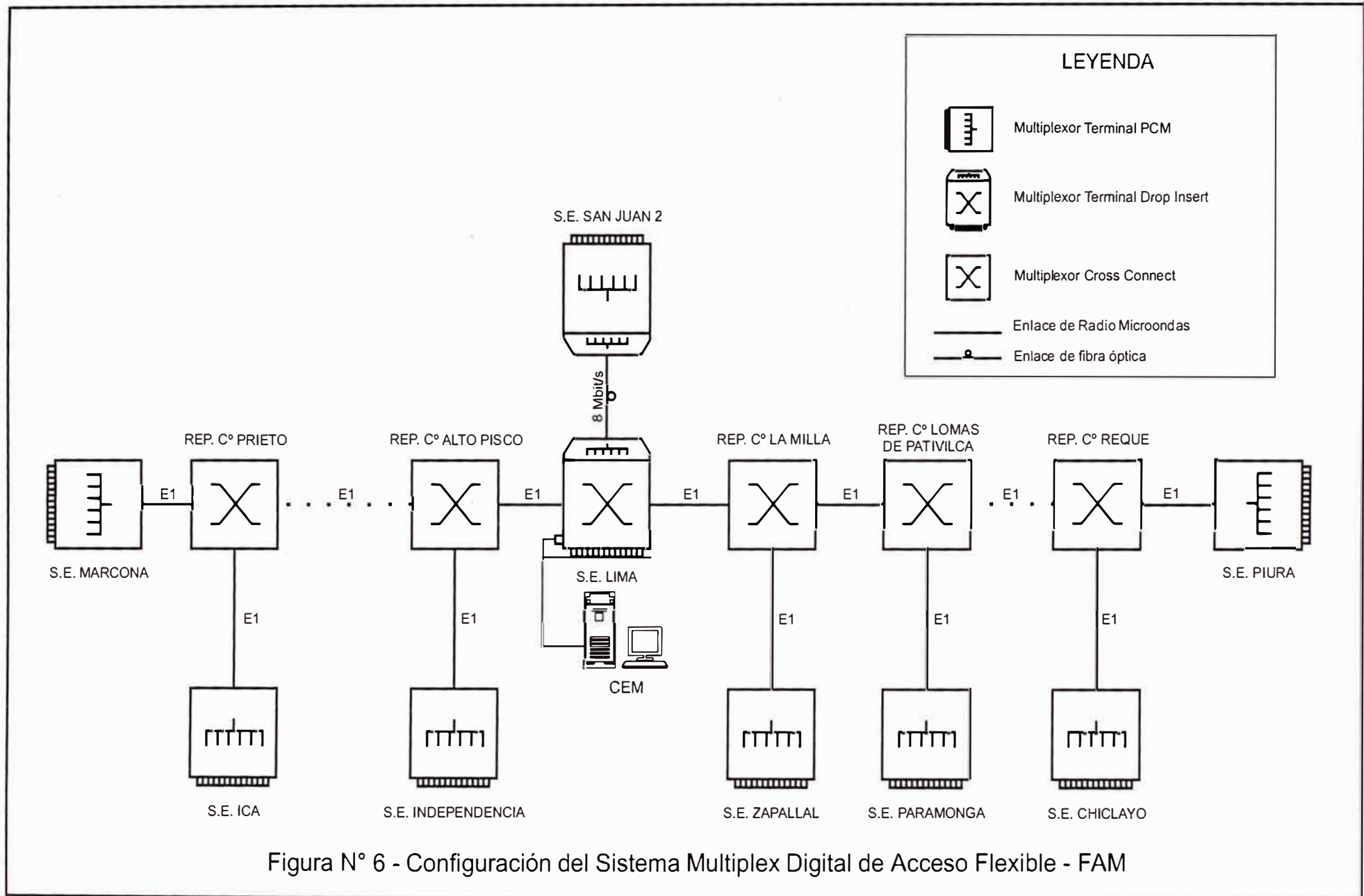


Figura N° 6 - Configuración del Sistema Multiplex Digital de Acceso Flexible - FAM

Multiplexor Cross-connect (DCS)

En esta aplicación, el equipo realiza la conexión cruzada de canales a 64 kbits/s mas la respectiva señalización en las 8 tramas de los agregados de 2048 kbit/s. Es decir, esta operación afecta el intervalo de tiempo en la trama y su respectiva señalización del canal asociado.

La configuración de conexión cruzada puede obtenerse insertando, además de la unidad “Main Controller” y unidad de “Agregado” en las posiciones normales del Chasis Básico, una unidad “Cross-connect” (ver figura N° 8).

4.3 Funcionamiento

La figura N° 7, muestra el diagrama de bloques del equipo MUX FAM, y esta constituida de lo siguiente:

Fuente DC/DC, Consiste de un convertidor DC/DC de 48 Vdc a 5 Vdc. Esta unidad puede ser duplicada para garantizar la disponibilidad del equipo por falla.

Generador de Voltaje de Timbrado, el cual es empleado para el timbrado cuando se utiliza canales de voz a 2 hilos para abonados remotos, esta alternativa se emplea solo en las subestaciones de Marcona e Independencia para llevar la telefonía pública a estos lugares alejados.

Main Controller, esta unidad además de verificar la operación del equipo, sirve de interfaz entre el Terminal de operación Local (LOM) o el Centro de Supervisión (C.E.M) y almacena todos los parámetros de configuración.

Unidad de Agregados, consiste en transmitir y recibir unidades que también llevan la medida del tiempo y sincronización del equipo.

Cross Connect, todos los MUX FAM con conexión cruzada son implementados a través de esta unidad.

Generador de Señalización, si se requiere de un canal común de señalización, es necesario este bloque para la generación, terminación y direccionamiento de los mensajes de señalización.

Unidad de Alarmas, todas las alarmas son enviadas en forma paralela o serial a través de esta unidad, la cual también puede combinarse con alarmas externas provenientes de otros equipos.

4.4 Capacidad

La máxima capacidad de puertos agregados es equivalente a 8 tramas de 2048 kbits/s y la máxima capacidad de puertos tributarios es equivalente a cuatro tramas de 2048 kbp/s.

4.5 Puertos Tributarios

La interconexión de posibles usuarios locales (datos o voz) con los agregados, se obtiene equipando el equipo con unidades complementarias. El número máximo de interfaces de canales locales es 120.

Se dispone de diferentes tipos de tarjetas tributarias para:

Canales telefónicos a 2 hilos, para abonado remoto o conexión a la central telefónica, diez canales por tarjeta.

Canales telefónicos a 2/4 hilos con señalización E&M, diez canales por tarjeta.

Canales telefónicos 2/4 hilos con señalización E&M en codificación ADCPM según UIT-T Rec. G.726, diez canales por tarjeta.

Canales de datos con los siguientes tipos de interfaces:

- Interfaz X.21 bis/V.28, La velocidad de los datos puede configurarse a 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 y 19.2 kbit/s (síncrono o asíncrono). Los datos Asíncronos pueden transmitirse a 300 baudios transparentemente.

- Canales de datos con interfaz X.21 a 48, 56, ó 64 kbit/s.
- Canales de datos interfaz X.21 bis/V.35 a 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 14.4, 19.2, 48, 56 ó 64 kbit/s.
- Canales de datos con interfaz X.21 bis/V.36 a 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 14.4, 19.2, 48, 56 o 64 kbit/s.

La adaptación y sub-multiplexación de las interfaces de datos arriba mencionados, están de acuerdo a los procedimientos descritos en la UIT-T Rec.s V.110 y I460. Se dispone de 5 canales por tarjeta.

Canales de 2048 Mbit/s con Interfaz UIT-T G.703/G.704, Pudiendo transmitir datos a Nx64 kbit/s ($N = 1$ a 31), se dispone de cuatro canales por tarjeta.

Canales de datos con interfaz ITU-T X.21 a 48, 56 kbit/s ó Nx64 ($N = 1$ a 31). La adaptación de la velocidad se ha realizado según los procedimientos de ITU-T Rec. V.110. Cuatro canales por tarjeta.

4.6 Puertos Agregados

El Multiplexor FAM tiene los siguientes tipos de interfaces de Agregados:

Flujo de agregados de 2048 kbit/s con interfaz UIT-T G.703/G.704, con posibilidad de uso del intervalo de tiempo 16 para señalización del canal asociado, señalización del canal común o como canal de datos. Cada unidad tiene cuatro interfaces.

Flujo de agregados de 4X2 Mbit/s con interfaz para fibra óptica monomodo o multimodo de 1310 nm. Esta unidad después de multiplexar cuatro canales internos o externos de 2048 kbit/s, convierte la trama de 8448 kbit/s obtenida en una trama de 8960 kbit/s con la adición de bits de inserción, adicionando así, canales de servicio de datos y un código de corrección de error.

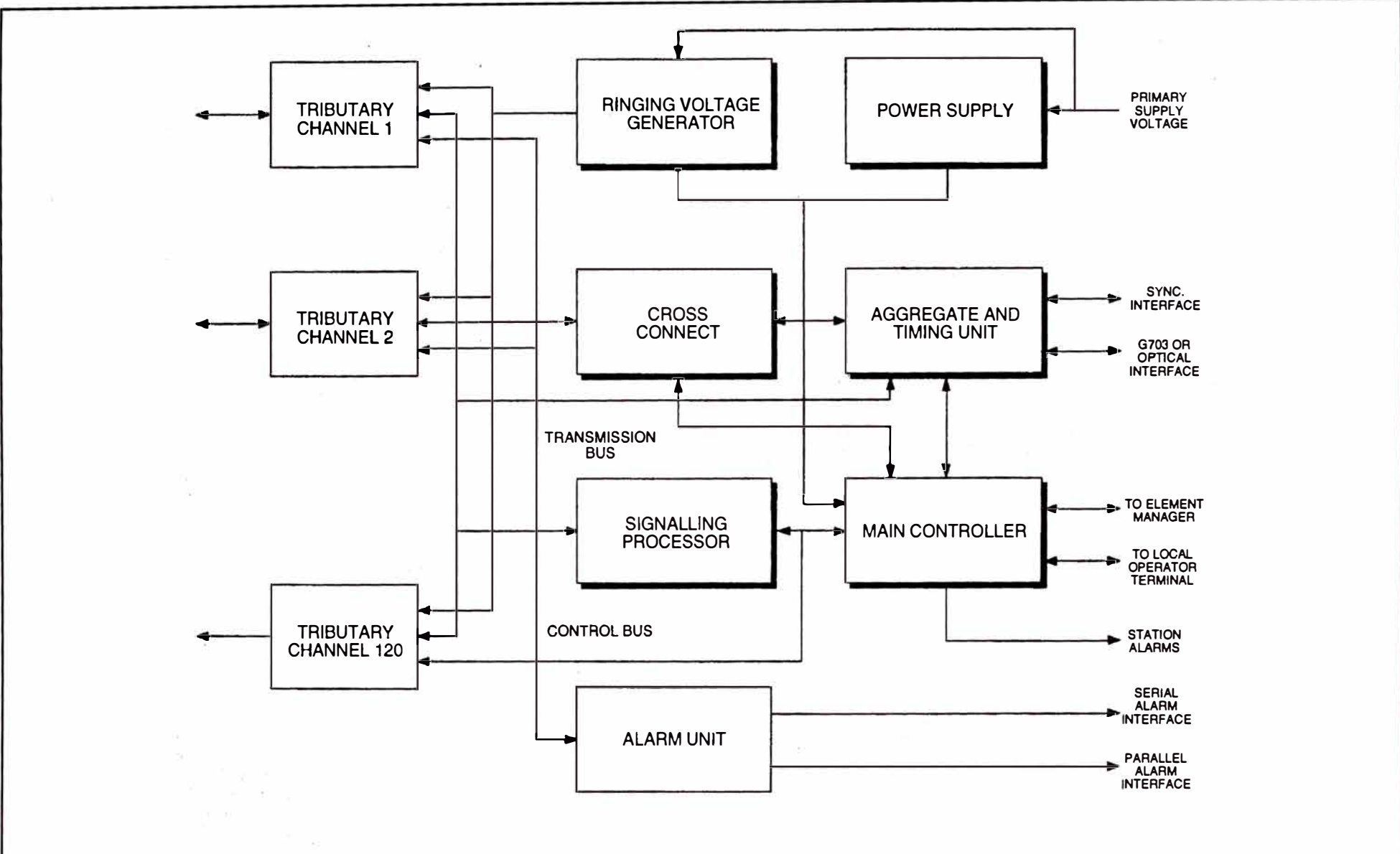


Figura N° 7 - Diagrama de Bloques de Funcionamiento del Multiplexor FAM

4.7 Función de Multiplexación

Cada canal tiene total acceso a todos los flujos agregados. Los flujos agregados y los intervalos de tiempo asignados, son programados por el controlador principal.

Cada canal telefónico es asignado a un intervalo de tiempo de 64 kbit/s en un flujo de agregados en el formato de trama G.704.

Los canales de datos con velocidades encima de 19.2 kbits/s pueden ser submultiplexados de acuerdo al formato de trama UIT-T I460/V.110.

Velocidades de datos superiores son asignados a uno o más canales de 64 kbit/s de acuerdo con nuestros requerimientos. El intervalo de tiempo 16 en cada trama de 2048 kbit/s puede ser usado para multiplexar información de señalización o transmitir un canal de datos adicional.

4.8 Señalización

Los puertos tributarios para telefonía proporcionan señalización con señal a tierra o señal de retorno.

Para la señalización de canal asociado (CAS), la información de señalización es enviada en el intervalo de tiempo 16 en un flujo de agregados.

4.9 Arquitectura

El multiplexor FAM se compone de un chasis básico y de un chasis de expansión opcional.

El chasis básico contiene equipamiento común, puertos agregados y puertos tributarios. Cuando la capacidad del equipamiento excede del armario básico, una unidad de tributario adicional puede ser instalada utilizando un armario de expansión.

4.10 Sistema de Control

El multiplexor FAM fue proveído con un sistema de Control el cual cumple las siguientes funciones:

- Administración y configuración del equipamiento, cada parte del sistema (puertos agregados, puertos tributarios y equipamiento común) esta programado y sus estados activado/stand-by/fuera de servicio es detectado.
- Implementación de conexión cruzada.
- Recolección, procesamiento y estado de alarmas, las alarmas son clasificadas de la siguiente manera:
 - Alarmas del equipamiento o red
 - Alarma permanente o constante.
 - Alarma mayor o menor (urgente o no urgente)
- Comunicación con el Terminal de operación Local (LOM)
- Comunicación con el elemento administrador Remoto NMS5U-X
- Monitoreo de la performance de los enlaces agregados, Los siguientes parámetros son monitoreados (UIT-T Rec. G.821):
 - Segundos errados (ES)
 - Segundos errados severos (SES)
 - Minutos degradados (DM)
 - Segundos indispuestos (US)

La configuración de los parámetros del equipamiento se realiza por software y es almacenada en una memoria no volátil en una tarjeta llamada “Main Controller”.

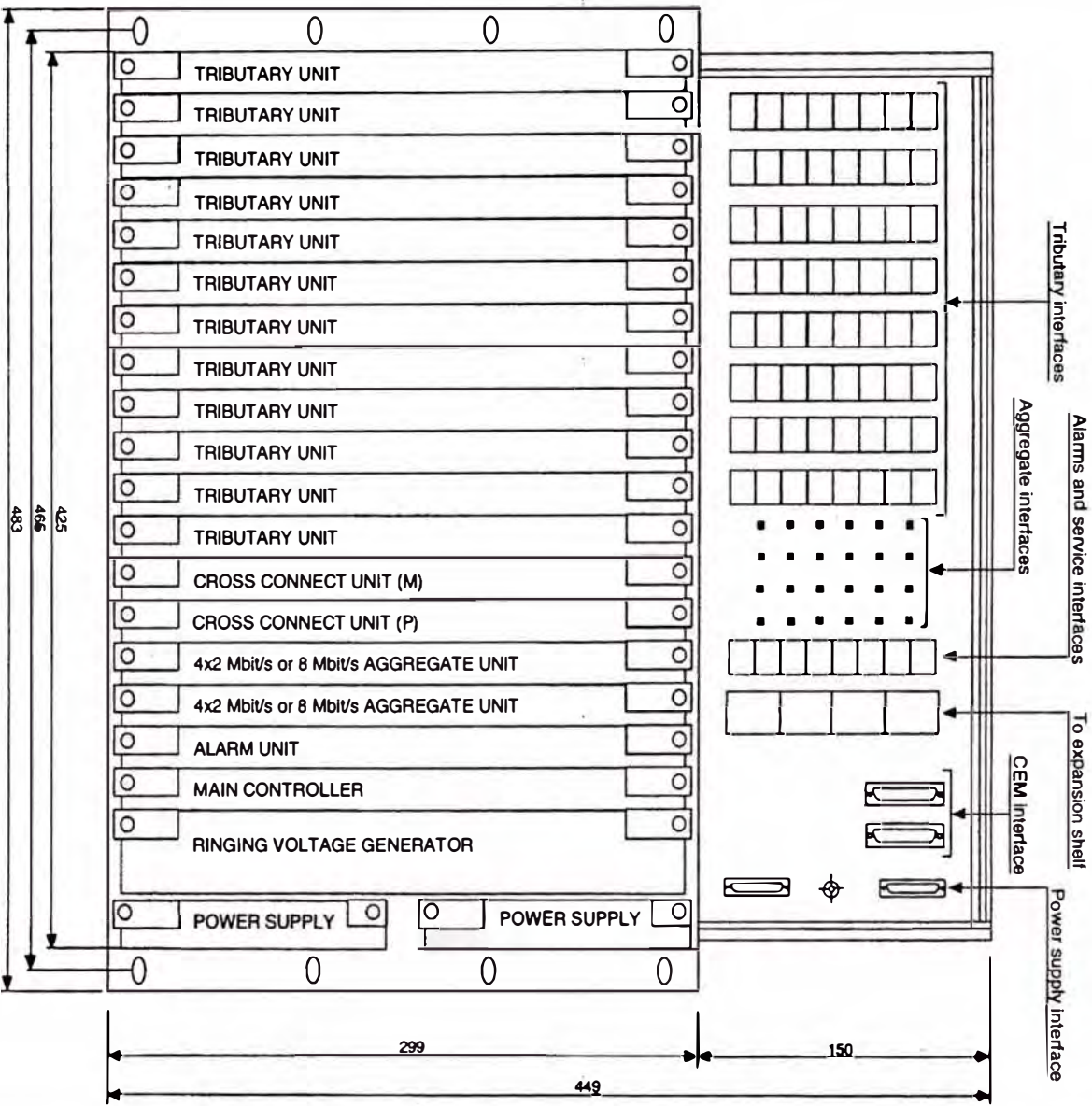


Figura N° 8 - Chasis Básico del Multiplexor FAM

4.11 Controlador Principal

El controlador principal (Main Controller) tiene la función de configuración del equipamiento, supervisión, recolección de alarmas y almacenamiento.

Todo propósito para la configuración, operación y mantenimiento de los multiplexores FAM se realiza a través de software.

El microprocesador de la unidad “Main Controller”, además de incrementar las funciones y operar automáticamente, verifica la consistencia y previene las malas configuraciones.

EL FAM es programado por:

LOM (Local Operation Manager)

Consiste de un computador personal con un software propietario, el cual es conectado al MUX a través de una interfaz RS-232.

CEM (Control Element Manager)

Consiste en una “Workstation” (Sistema de Supervisión NMS5U-X) interconectado al MUX a través de un conector dedicado en el panel posterior con interface Q, de acuerdo con la UIT-T Rec. G.771. El protocolo es el tipo HDLC con interfaz eléctrica RS-485.

4.12 Alarmas

El Multiplexor FAM tiene un Sistema de Procesamiento de alarmas que permite identificar fallas internas o externas del equipo y llevar a cabo un trabajo fácil de mantenimiento.

Dos tipos de indicación de alarmas son posibles en el Multiplexor FAM:

Por indicaciones luminosas en el panel frontal del equipo

- Por indicaciones luminosas a través del Sistema de Supervisión NMS5UX o vía LOM.

Existe tres diferentes tipos alarmas luminosas según el color:

- Rojo, indica una señal de alarma local seria, el cual requiere una pronta atención
- Amarillo, indica que se trata de una señal de alarma no local, el cual afecta la operación del sistema y requiere ser atendida por el operador en el punto donde se origina.
- Verde, indica que el equipo esta operando correctamente.

Las alarmas pueden ser de dos clases:

- Alarmas de Red, los cuales probablemente pueden ser causadas por un mal funcionamiento de la red externa (ejemplo, perdida de alineamiento de trama en un puerto agregado).
- Alarmas de equipo, debido a un mal funcionamiento propio.

Los siguientes tipos de condiciones de alarmas de Red son detectados por enlaces de los agregados y puertos tributario:

- Perdida de señal
- Perdidas de alineamiento de trama de 2048 kbit/s
- Perdida de alineamiento de multi-trama
- Error de palabra de alineamiento de trama de 2.048 Mbit/s
- Indicación de alarma de señal de 2.048 Mbit/s
- Indicación de alarma remota (RAI) para una trama de 2.048 Mbit/s
- Perdida de alineamiento de trama de 8.448 Mbit/s
- Alarma remota de 2.048 Mbit/s
- Perdida de fuente de reloj externo

- Pérdida de señal entrante en 64 kbit/s o puerto tributario de $N \times 64$ kbit/s

Las condiciones de alarma de equipo, son detectados como mal funcionamiento de una de las siguientes unidades:

- Fuente de alimentación DC/DC
- Main Controller
- Tarjeta de agregados
- Tarjetas de los tributarios
- Unidad Cross connect
- Unidad de señalización de canal común
- Unidad de alarmas

CAPITULO V SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE RADIO

5.1 Generalidades

El sistema de Gestión de Red se conoce como NMS5UX, el sistema esta diseñado para ser usado como un Elemento de Gestión de red para la supervisión y control del Sistema de Radio Digital de Microondas. También el sistema puede conectarse a un sistema de categoría superior mediante el interfaz Estándar tipo Q.

El sistema NMS5UX esta basado en el Sistema Operativo UNIX y en la plataforma de Software de Gestión de Red Open View de Hewlett: Packard. El entorno software Open View da al usuario la posibilidad de gestionar equipos de forma estándar y proporciona gran flexibilidad, permitiendo su expansión modular. Los operadores pueden acceden al sistema a través de X-Terminales conectados a la misma red local LAN del tipo Ethernet (ver figura 9).

En este Proyecto se cuenta con una Workstation como estación principal y se tiene acceso al sistema vía la red LAN de ETECEN, permitiendo el ingreso a través de emuladores gráficos para UNIX.

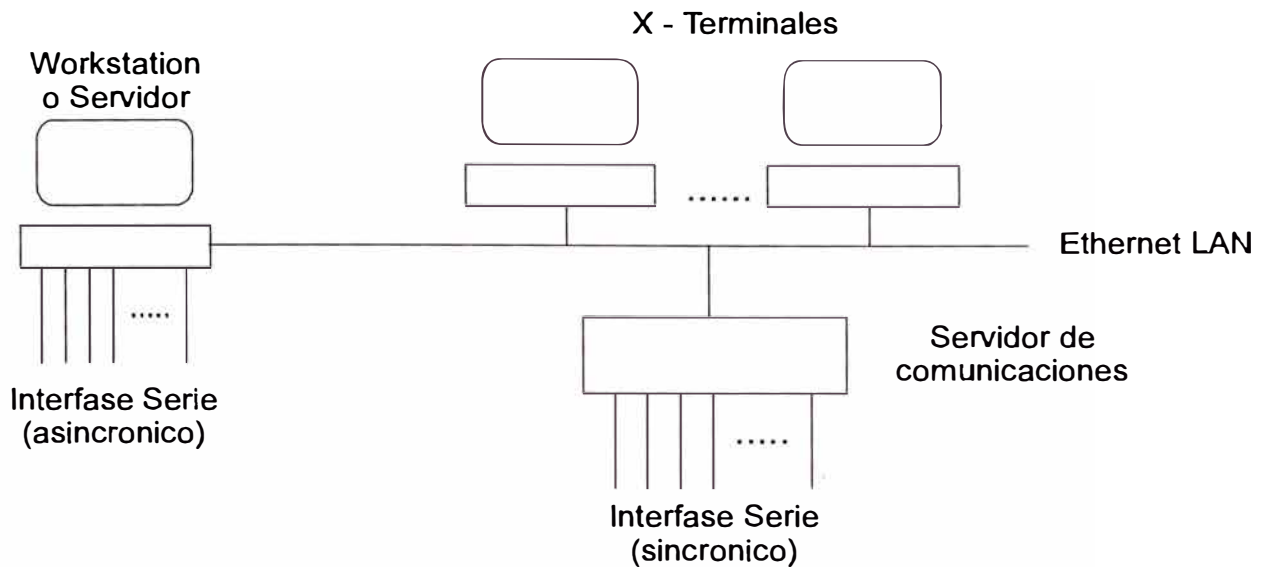


Figura 9

De acuerdo a los estándares de gestión de las redes de telecomunicaciones (TMN), la parte lógica del sistema encargado de la gestión de los equipos se llama “Manager” (Gestor). El Gestor envía preguntas y obtiene de un “Agente” que se conecta directamente con los objetos gestionados. Gestor y Agente intercambian información a través de una interfaz estándar Q (CMIP) accediendo a estos en una vía orientada a objetos. Ambos Gestor y Agente están presentes en la plataforma Open View y por lo tanto en el sistema NMS5UX. Estos son módulos de software funcionando sobre la misma maquina (workstation o servidor), pero pueden separarse en caso necesario. Los recursos del Elemento de Red siguen el modelo definido por las organizaciones internacionales de estandarización (GDMO).

5.2 Interfase con Elementos de la Red

Los elementos de la red pueden conectarse al sistema NMS a través de workstation/servidor por una interfase serie RS232 asíncrona incorporada o vía interfase serie RS232/RS485 sincrona por medio de un Servidor de comunicaciones

adicional. Ambos interfaces, síncrono y asíncrono, pueden coexistir en el mismo sistema.

En ambos casos las interfaces serie son completamente independientes, cada uno lleva su propio procedimiento de muestreo sin ninguna interferencia sobre los demás, por consiguiente es muy fácil definir "Islas de Gestión". El número de interfaces serie puede incrementarse de forma modular. Se pueden agregar y configurar puertos adicionales en cualquier momento, sin ningún tipo de impacto sobre los que están en funcionamiento.

La velocidad de la interfase se puede seleccionar entre 1200 y 19.200 bits/s.

El servidor de comunicaciones no es necesario para la Gestión de la red de radio-enlaces de ETECEN, pero para información comentamos al respecto lo siguiente.

Los servidores de comunicaciones pueden conectarse a la misma LAN Ethernet, y usarse por el NMS5UX cuando es necesario tener enlaces sincronicos RS232/RS485 a través de equipos, o el cliente necesite conectar equipos a través de bus multipunto en lugar de conectarse punto a punto en forma asincrona RS232 (ver figura 10).

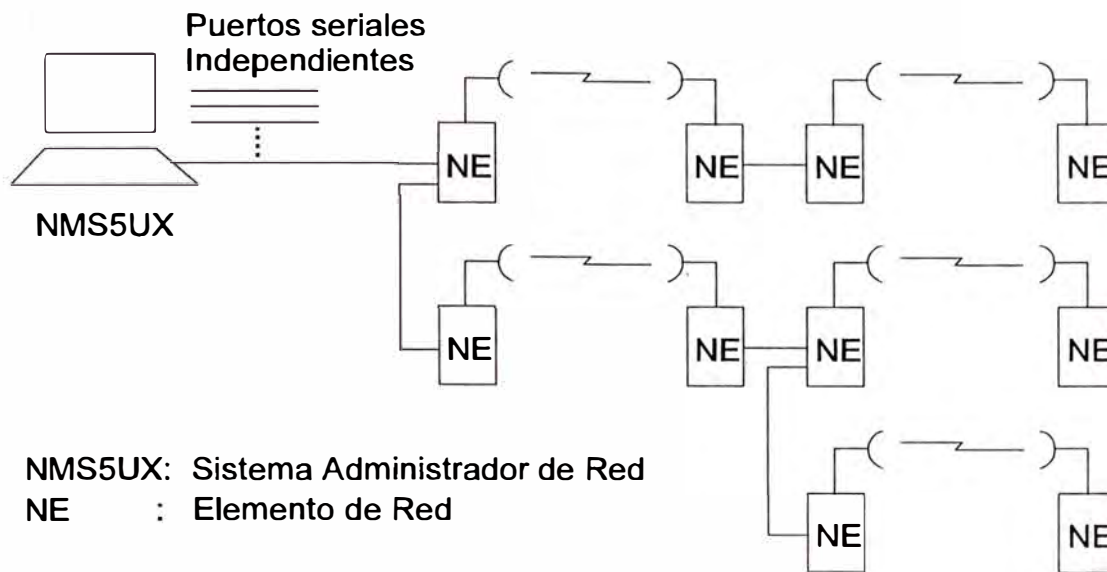


Figura 10

5.3 Terminales de Radio

Los terminales de radio están equipados con una unidad de control cuya función es la recolección de las alarmas locales, así como permitir los cambios de configuración en forma remota, calcular los parámetros de control de funcionamiento y adquirir las medidas de potencia recibida. Cada unidad de control está equipada con interfaces serie para la interconexión con otros equipos de radio próximos a través de RS232 o RS485. Para los multiplex FAM existen elementos equivalentes.

El NMS5UX es capaz de supervisar hasta 60.000 terminales de radio incluso si están localizados en diferentes áreas de gestión. Dado que las interfaces serie en el servidor/workstation son completamente independientes, y cada uno lleva su propio procedimiento de muestreo, pueden usarse para gestionar grupos de equipos terminales de radio en diferentes áreas de gestión.

5.4 Interconexión de Equipos

Los equipos existentes en una misma estación se conectan por RS232 con cables de 3 hilos. Los terminales de radio en los extremos de los enlaces están

conectados a través de los bits de reserva en la trama de radio, creando un canal adicional cuya velocidad es 32 kbits/s.

En caso de equipos de otros fabricantes, los mensajes de datos de supervisión pueden circular a través del canal de servicio o de canales auxiliares, la velocidad de transmisión de los interfaces serie en la unidad de control de radio puede seleccionarse entre 1.200 y 19.200 bits/s. La unidad de control se encarga de las adaptaciones de velocidad necesarias.

No debería coincidir la dirección de los mensajes entrantes con la del equipo de recepción. El mismo mensaje se transmite a todos los puertos posibles del mismo equipo, esto permite al sistema de supervisión moverse a cualquier punto de la red sin necesidad de reconfigurar el equipo. Además esta característica permite tener caminos duplicados entre la central de gestión del sistema y el equipo remoto. En caso de falla no se requiere ninguna reconfiguración de los campos del equipo.

Cuando un equipo es inaccesible (por ejemplo por una falla en el enlace), el sistema automáticamente intenta reconectarlo. Cuando un elemento de la red no contesta al muestreo, es interrogado de nuevo al menos N veces antes de considerarlo inaccesible. El valor de N es seleccionado por el usuario (por defecto es de 2).

5.5 Niveles de Supervisión

Una estación es un sitio geográfico donde están instalados equipos de radio. Las estaciones están agrupadas en sub-redes, de forma que en general:

El mas alto nivel es la red completa

La red contiene sub-redes

Las sub-redes contienen estaciones

Las estaciones contienen equipos

El sistema NMS permite múltiples operadores conectados simultáneamente al sistema, gracias a las facilidades multitarea y multiusuario del UNIX soportadas por Open View. El NMS obtiene el máximo posible de ventajas de las características de operación del sistema para proporcionar a los operadores herramientas gráficas potentes y confortables para la gestión de los equipos desplegados por la red.

La conexión antes descrita puede ejecutarse también desde lugares geográficamente remotos a través de Routers (ver figura 11).

Los operadores remotos tienen los mismos derechos y facilidades que los locales. El número de operadores conectables al sistema depende de la licencia Software acordada, así como de la potencia y capacidad del computador. En principio no existe límite en el número de operadores simultáneos.

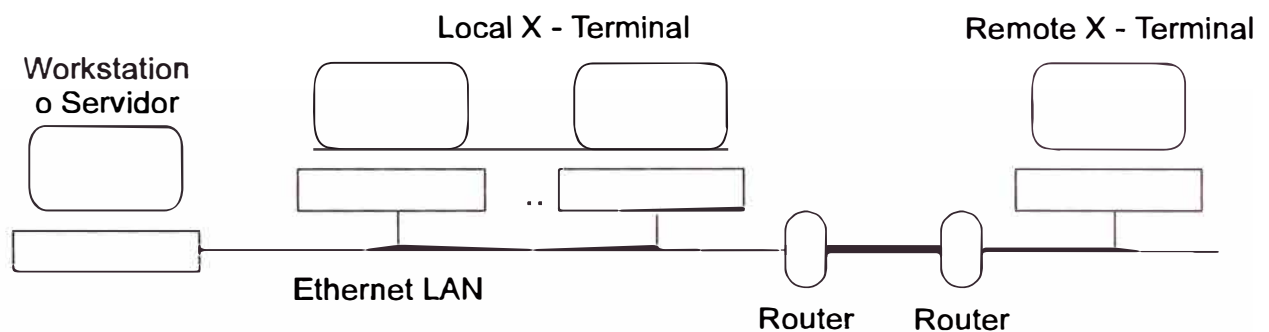


Figura 11

5.6 Requerimientos de Software

El sistema de gestión NMS5UX está basado en el sistema operativo UNIX HP-UX y en la plataforma software Open View, ambos de Hewlett Packard. La base de datos de gestión de máquinas es Ingres de Computer Associates. No se requieren otros módulos de Software excepto el mismo NMS5UX. Se sugiere, pero no es estrictamente necesario, tener instalado el VUE en la Workstation/servidor para

mejorar las prestaciones gráficas normalmente VUE esta pre-instalado en las estaciones de trabajo de HP.

El GDMO (Guía para la definición de objetos gestionables) estándar se usa para la descripción de objetos que constituyen una red general y elementos de la red en particular.

5.7 Funcionalidad del Sistema de Gestión

El sistema permite la gestión de:

Alarmas

Configuración

Prestaciones

Seguridad

5.7.1 Gestión de Alarmas y Eventos

Las alarmas se notifican por los equipos terminales de radio cuando reconocen algún error o falla, originados bien en ellos mismos o en otros equipos.

Los Eventos normalmente no se refieren a errores o fallas, sino a situaciones que pueden ser de interés para el operador.

Ambos, eventos y alarmas, son registrados localmente y notificados al NMS tan pronto como sea posible, por medio de "mensajes de notificación de eventos".

Todas las alarmas se presentan al usuario tanto de forma gráfica como de texto.

Los históricos de alarmas se almacenan junto con toda la información que pudiera ser de interés para el usuario, como:

Suceso ocurrido, fecha y hora

Tipo de equipo y dirección

Información de identificación de la unidad

Atributos relacionados y sus valores

Nivel de severidad del suceso

El NMS gestiona los seis niveles de severidad de alarmas estándar: indefinido, normal, aviso, menor, mayor, crítica.

Las alarmas se asignan a nivel de severidad, cuyos valores pueden ser notificados accediendo a la base de datos, pero una vez definidos, no pueden ser modificados.

El sistema mantiene dos archivos:

Archivo de alarmas: lista de todas las notificaciones de alarma recibidos por el sistema.

Archivo de alarmas actual: lista de todas las alarmas que existen en el momento, el contenido de este archivo es actualizado dinámicamente. El operador tiene la posibilidad de acceder (e incluso borrar) los históricos de alarmas, de acuerdo con el criterio definido para cada usuario (filtro) como son:

- Suceso ocurrido, fecha y hora
- Históricos correspondientes a un periodo especificado
- Severidad del suceso
- Tipo de suceso
- Tipo de equipo y dirección
- Unidad específica
- Suceso específico

Los históricos de alarmas pueden ser conocidos selectivamente. Los informes producidos de acuerdo con el criterio definido anteriormente, pueden ser impresos y/o salvados en un archivo para su posterior proceso.

Los diferentes usuarios pueden tener sus propios filtros activos y tener permitida la visión de múltiples archivos de alarmas.

5.7.2 Gestión de Configuración

Las características de la configuración de todos los equipos están a disposición de los usuarios del NMS5UX. Los parámetros de configuración están almacenados en un equipo remoto en memoria no volátil. Esta información puede ser leída/modificada por los operadores del NMS, pero algunas están protegidas por lo que solo pueden acceder a ellas determinadas personas.

Todos los cambios de configuración son informados al sistema central que siempre tiene la configuración real y los valores de atributos de alarma de los equipos remotos. La configuración de los parámetros, cargados esta totalmente soportada por el sistema.

5.7.3 Gestión de la Seguridad

Cuando un usuario quiere abrir una sesión en el sistema, se pregunta su nombre y su password y el sistema define sus derechos de acceso. Solo se permiten dos intentos al dar el nombre y password, el tercer intento fallido se considera un intento ilegal de acceder al sistema, y el suceso archivará junto los nombres y passwords empleados.

Los atributos que describen los elementos de la red están divididos en tres clases (1, 2 y 3) cada uno de los cuales requiere un mínimo de autoridad para acceso y cambio de valores.

5.8 Facilidades de pruebas y diagnóstico

No hay puntos principales en los equipos terminales de radio para la comprobación de componentes anterior a su uso. Cuando ocurre una alarma su indicación es suficiente para identificar claramente la fuente de alarma.

CAPITULO VI SISTEMA DE ENERGÍA

6.1 Generalidades

En las Subestaciones, los equipos de radio digital son alimentados desde los servicios auxiliares de 48 Vcc. Para las estaciones repetidoras de Telecomunicaciones se han previsto sistemas de energía solar con autonomía mínima de 6 días.

Estos sistemas consisten de paneles solares, controladores de carga y banco de baterías de libre mantenimiento. Se ha utilizado un sistema de 48 Vcc para proporcionar energía a los equipos de radio, y se utiliza un sistema de 12 Vcc para proveer energía a los dispositivos de seguridad y servicios auxiliares.

La cantidad de paneles así como, la capacidad de banco de baterías se presentan en el Anexo N° 4.

Los paneles solares están montados en el techo de las casetas, el soporte de los paneles tienen un voladizo respecto del techo de la caseta con una orientación óptima y una inclinación angular que corrige su desviación del eje ecuatorial.

6.2 Paneles Solares

La cantidad de paneles solares se determinará en función del nivel de radiación en el sitio, considerándose las siguientes situaciones:

Horas de sol diarias (promedio anual)

Horas de sol diarias (promedio peor mes)

Días de radiación solar nula al año

El panel contiene células fotovoltaicas amoldadas en resina transparente y montadas entre dos paños de vidrio, sostenidas por marco de aluminio.

La estructura de soporte de los paneles solares consiste en una armadura de acero galvanizado, diseñada para soportar el peso de los paneles y las cargas de presión causadas por el viento, así como las cargas adicionales que se presentan en el montaje y mantenimiento.

Los paneles solares son resistentes al agua, abrasión, impacto y otros factores ambientales, garantizando su operación hasta con 100% de humedad relativa y en las temperaturas y vientos existentes en la zona costera.

6.3 Banco de Baterías

Las baterías son de alto rendimiento, selladas, del tipo plomo-antimonio. Sus placas positivas están formadas por paredes dobles, de fibra de vidrio tramado y material activo de aleación de plomo, contenido en plástico perforado, mientras que las placas negativas son empastadas con plomo duro.

Cada batería esta montada en hileras, simples, se ha utilizado pedestales y marcos de madera tratada, dispuestos para permitir un fácil acceso a cada nivel.

Las baterías están conectadas entre ellas con cable revestido de aislamiento PVC. Las juntas de conexión fueron previstos de metal brillante y están protegidas con una capa de vaselina. La conexión de las celdas a la barra de alimentación es hecha a través de fusibles.

6.4 Controlador de Carga

Este dispositivo provee la tensión y corriente adecuadas para el banco de baterías, a partir de la tensión y corrientes generados en los paneles solares. Además realiza la conexión y desconexión de la carga de los equipos de la estación, de acuerdo con las condiciones de operación de los equipos y el nivel de carga del banco de baterías, a fin de proteger a éstas de corto circuito. Provee además, la protección de los circuitos mediante fusibles y dispone de medidores para las tensiones de entrada y salida, así como, transferir alarmas hacia el equipo de supervisión del radioenlace digital.

6.5 Operación del Sistema

El equipo de comunicaciones (carga) funciona día y noche con la electricidad generada por el sistema de energía solar, almacenando parte de la electricidad en el banco de baterías. Durante los días soleados los paneles solares generan electricidad, cuanto más intensa la luz solar y más tiempo incida en los paneles, más electricidad generará. La electricidad se almacena en el banco de baterías que se puede cargar y descargar repetidamente. Cuando las baterías están totalmente cargadas, el dispositivo de control que monitorea constantemente la tensión del banco de baterías, desconecta los módulos solares para no perjudicar las baterías. Cuando los equipos (carga) usan mas electricidad, la tensión de las baterías disminuye y el dispositivo de control conecta nuevamente los módulos para recargar las baterías, esto es repetitivo cuando las baterías están bien cargadas.

El Sistema posee diodos de bloqueo para evitar descarga de las baterías por los paneles solares, sobre todo por las noches. El dispositivo de control continua monitoreando la tensión de las baterías por las noches y permite el paso de

electricidad a los equipos siempre que la tensión de las baterías sea apropiada. El dispositivo de control interrumpe el paso de la corriente eléctrica solo cuando el nivel de tensión de las baterías es inferior a un nivel pre establecido. Cuando la tensión del banco de baterías aumenta nuevamente, el dispositivo de control reconecta nuevamente la carga automáticamente.

Durante los periodos en el que el cielo esta nublado, el arreglo de paneles solares produce muy poca electricidad. En esos casos, el banco de baterías proporciona casi toda la electricidad a los equipos y se descarga hasta que vuelva a salir el sol.

El sistema de energía solar, esta dimensionado para suministrar electricidad durante un periodo mínimo de seis días nublados consecutivos. Si las condiciones meteorológicas adversas persisten mas tiempo, la tensión del banco de baterías continua hasta que el dispositivo de control desconecta automáticamente la carga a fin de proteger las baterías contra fallas, esta protección aumenta considerablemente la vida útil de las mismas. Cuando comienza un nuevo periodo soleado, los paneles solares recargan las baterías y el dispositivo de control al detectar la recarga, conecta automáticamente los equipos.

CAPITULO VII SISTEMA DE SEGURIDAD

7.1 Generalidades

Se ha previsto un sistema de seguridad que comprende lo siguiente:

Cerco perimetral de material noble con concertina de seguridad

Dispositivos electrónicos de detección.

7.2 Cerco Perimetral

Las estaciones de radio cuentan con un cerco perimétrico que cierra a la caseta de los equipos, así como a la torre de antenas respectiva, el cerco consta en una pared de material noble de 3.0 m de altura con una concertina metálica en la parte superior que bordea el cerco, incluyendo la puerta correspondiente, construida de plancha metálica de fierro y cerradura especial.

7.3 Dispositivos Electrónicos de Detección

Los dispositivos de seguridad para alarma y disuación considerados son los siguientes:

Sensores fotoeléctricos, ubicados en las paredes interiores del cerco perimétrico conformado 4 barreras. Se detecta la presencia de intrusos por el corte de la barrera de haces infrarojos. Los sensores proveen energía infrarroja pulsada de doble haz para evitar falsas alarmas a causa de excesos de lluvia, arena o niebla. Asimismo el tiempo de interrupción del haz esta ajustado a las particularidades

de cada estación. Los sensores están diseñados para operación en ambiente intemperie incluso con presencia de escarcha en su superficie frontal.

Sensor volumétrico con haz infrarrojo pasivo (PIR), para la detección de intrusos en la caseta por cambio de temperatura a su interior.

Sensor magnético, para la detección de ingreso por la puerta de la caseta.

Alarmas de disuasión, por medio de una sirena temporizada (15 Watts de potencia) y luz estroboscópica con fotocelda para activación nocturna.

Unidad central de alarmas, para la identificación de la zona donde se detectó la intromisión y la emisión de señales de alarma. Dispone de un teclado para programación de parámetros tales como tiempo de activación de alarmas y activación/desactivación de alarmas vía “password”.

Todos los dispositivos operan con 12 Vcc proveniente del sistema de energía solar previsto para este fin.

Las señales de los sensores y los estados de la central de alarmas también son enviadas al Centro de Control de Red por el sistema de supervisión de la red de radioenlaces.

CAPITULO VIII

ESPECIFICACIONES TECNICAS DETALLADAS

8.1 Generalidades

A continuación se describen las características técnicas de los equipos de radio digital, equipo multiplexor, sistema radiante, Torres, Casetas y Sistema de Supervisión de radio.

El Terminal de Radio Microondas se diseño considerando los siguientes requerimientos:

- Las distancias entre saltos de los enlaces requeria un buen nivel de potencia de salida del Tramsmisor (33 dBm), un mayor nivel de sensibilidad (-89 dBm @ BER= 10^{-3}) y mínimas perdidas en el circuito de derivación (Branching).
- El equipo se diseño para trabajar en la banda de Frecuencia de 2300 MHz a 2500 MHz que fue autorizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Rec. ITU-R 746 Anexo 2).
- Canales tributarios de 2 Mbit/seg según recomendación Rec. ITU-T G.703, estos canales son compatibles con los canales de los Multiplexores FAM.
- Para las facilidades de supervisión remota y mantenimiento se dispuso la implementación en el equipo de 04 canales de servicio para:

- 01 canal de datos asincrono de 4.8 Kbits/seg para supervisión remota (Unidad SCADA)
 - 01 canal voz a 4 hilos para comunicación telefónica entre terminales de radio para mantenimiento a lo largo de toda la Red Troncal.
 - 01 canal de voz a 4 hilos para interconexión entre terminales de radio móvil (Repetidoras de Radio VHF).
 - 01 canal de datos de reserva para uso futuro.
- Para el envío de alarmas al Sistema de Supervisión de Radio NMS5UX, las alarmas son procesadas y enviadas a una unidad remota (SCADA) la cual fue implementada en este terminal de radio.
 - Se dispuso la alimentación de los equipos de Radio con nivel de tensión de 48 Vcc para uniformizar con la alimentación de 48 vcc de los equipos de comunicaciones existentes en las subestaciones.
 - La ubicación geográfica de las estaciones repetidoras de radio determino que los equipos adquiridos trabajen bajos condiciones ambientales de temperatura y humedad de la zona.

Considerando los requerimientos de canales de comunicación para Telefonía, Datos y Teleprotección, se considero la implementación de equipos Multiplexores que cumplan las siguientes características:

- Canales tributarios de 2 Mbit/seg según recomendación Rec. ITU-T G.703, para conexión con la etapa de bandad base de los terminales de radio.
- 03 puertos E1 como mínimo para repetidoras con derivación.
- Tarjetas con canales de voz a 02 y 04 hilos con señalización E&M para telefonía.

Tarjetas de Datos con interfaces V.28 para comunicaciones del Sistema SCADA, interface X.21 a 64 kbit/s para señales de Teleprotección.

8.2 Equipo de Radio Digital 4 X 2 Mbit/s

a) Características Generales

Configuración	:	1+0
Modo de Operación	:	100% continuo.
Banda de Frecuencia	:	2,3 a 2,5 GHz.
Canalización	:	Rec. ITU-R 746 Anexo 2
Espaciamiento de Canal	:	7 MHz.
Capacidad	:	4x2 Mbit/s.
Técnica de modulación	:	QPSK.
Tipo de demodulación	:	Detección Coherente.
Ganancia del Sistema (BER = 10^{-3})		
- Sistema Hot Standby	:	108 dB.
- Sistema sin Redundancia	:	108 dB.
Agilidad de Frecuencia	:	Oscilador Sintetizado.

b) Transmisor

Potencia de Salida (En salida de transmisor)	:	33 dBm.
Estabilidad de Frecuencia	:	± 5 ppm.

c) Receptor

Umbral del receptor (excluyendo pérdidas del filtro de derivación)		
Para BER = 10^{-3}	:	-89 dBm.
Para BER = 10^{-6}	:	-86 dBm.

Figura de ruido del receptor (Excluyendo pérdidas del filtro de derivación)	:	3 dB.
Estabilidad de Frecuencia	:	± 5 ppm.
Máximo nivel de señal recibida	:	-15 dBm.

d) Duplexor

Pérdida del circuito de derivación (Tx+Rx) en Hot Standby	:	4 dB
Pérdida de Retorno	:	26 dB.
Impedancia RF	:	50 Ohm desbalanceados.

e) Características del Multiplexor Incorporado al Equipo de Radio

Interface tributaria

Velocidad de bits	:	4 x 2048 kbit/s ± 50 ppm.
Código de Línea	:	HDB3
Impedancia	:	75 ohmios.
Interface	:	Rec. ITU-T G.703.
Jitter	:	Rec. ITU-T G.823.
Conmutación	:	Hitless.
Canales de servicio	:	4 canales.

Interfaz de voz

Circuito	:	4 hilos E&M.
Banda útil de frecuencia	:	0.3 a 3.4 KHz.
Impedancia	:	600 Ohm balanceado.
Nivel de entrada	:	-14 a +1 dBr.
Nivel de salida	:	-11 a +4 dBr.

Interfaz de datos

Velocidad de bits	:	hasta 4,8 Kbit/s
Modo de transmisión	:	Asincrónico
Interface	:	CCITT V.28

f) Requerimientos de Energía

Alimentación	:	-48 Vdc.
Consumo de Potencia	:	50 W, (1+0) 65 W, (1+0, SD)

g) Características Ambientales para

Rango de Temperatura	:	De -10 °C a + 50 °C.
Humedad Relativa	:	Hasta 95% sin condensar.

8.3 Equipo Multiplexor Digital de Acceso PCM Primario

a) Características Generales

Estándar	:	ITU-T Rec G.704
Tasa de muestreo	:	8 KHz \pm 50 ppm
Ley de codificación	:	A = 87.6
Nº Tramas en una multitrama	:	16

Interface Digital

Velocidad de Bits	:	2048 Kbit/s, \pm 50 ppm
Código de Línea	:	HDB-3.
Impedancia	:	75 Ω
Voltaje	:	2.37 Vop
Pérdida en la interface	:	\leq 6 dB a 1024 KHz.
Nº de puertos E1	:	4

Alimentación : -48 Vdc.

Consumo de potencia : 15 W

Interface Tributaria

a) Interface de Voz

Circuito : 2 ó 4 hilos E&M
(ITU-T G.712 y G.713).

Banda útil de frecuencia : 0.3 a 3.4 KHz.

Nivel de Entrada : -16 a 0 dBr.

Nivel de Salida : -14 a +7 dBr.

Impedancia : 600 Ω balanceado.

Codificación de voz : PCM ley A (Rec ITU-T G.711).

Alimentación : -48 Vdc.

b) Interface de Datos a baja velocidad V.28 (SCADA)

Velocidad de datos : De 0 a 19200 bps

Número de canales : 5 canales por tarjeta.

Nivel de entrada/salida : Rec ITU-T V.28 /EIA RS232 C.

Alimentación : -48 Vdc.

c) Interface de Datos de alta velocidad

Velocidad de Datos : De 0 a 64 Kbit/s.

Nivel de entrada/salida : Rec ITU-T V.35.

Número de Canales : 5 canales por tarjeta

Alimentación : -48 Vdc.

b) Características Ambientales

Rango de temperatura	:	De -10 a +50 °C.
Humedad Relativa	:	Hasta 95 %.

8.4 Sistema Radiante

El sistema radiante está constituido por la antena y cable coaxial, los requerimientos para la adquisición de las antenas fueron el ser de construcción en regilla parabólica por su bajo costo, fácil montaje y minimizar las cargas producidas por el paso del viento.

El cable coaxial requerido fue de 7/8" por presentar menores pérdidas por metro y fácil montaje, a continuación se describen sus características:

a) Antenas

Banda de Frecuencia	:	2,3 a 2,5 GHz.
Tipo	:	Estándar.

Diámetro (m)	Ganancia (a media banda)	Relación F/B
Para 1.2 m ϕ	27.6 dBi	31 dB
Para 1.8 m ϕ	31.4 dBi	38 dB
Para 2.4 m ϕ	33.0 dBi	41 dB
Para 3.0 m ϕ	34.9 dBi	45 dB

Discriminación de Polarización Cruzada	:	30 dB
Polarización	:	Lineal (Vertical u Horizontal).

b) Cable Coaxial

Tipo	:	Foam Heliax.
Impedancia	:	50 Ohmios
Diámetro nominal	:	7/8"
Banda de Frecuencia	:	2,3 a 2,5 GHz.
Conector lado antena	:	N hembra.

Conector lado radio : N hembra.

8.5 Sistema de Energía

Módulos Fotovoltaicos

a) Características Eléctricas

Voltaje Nominal : 12 VDC.

Corriente para máxima potencia : 1.3 Amp.

Rendimiento de Conversión : 10% para intensidad de radiación solar de 1 KW/m² a una temperatura de la célula de 50 °C.

Aislamiento : No menor de 40,000 Megaohmios entre los bornes de salida puestos en corto y el marco exterior para una tensión de 500 VDC.

Pérdida de Eficiencia del Módulo : No mayor del 10% al cabo de 5 años.

b) Características Mecánicas

Temperatura de Funcionamiento : -40 °C a +60 °C.

Humedad Relativa : De 0 a 85%.

Baterías

a) Características Eléctricas

Tipo : Libre de mantenimiento.

Voltaje Nominal : 12 VDC.

Capacidad : 105 AH

Ciclaje Diario de descarga : Aproximadamente 20%.

Autodescarga : Máxima 80% anual.

Eficiencia de carga : Mayor que 90%.

b) Características Ambientales

Temperatura de Operación : De $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Humedad Relativa : Hasta 85%.

Altitud de operación : Hasta 5000 m.s.n.m.

Unidad de Control (Regulador de carga)

a) Características Eléctricas

Corriente Nominal : 60 A, 120 A

Voltaje Nominal : -12 VDC ó -48 VDC

b) Características Ambientales

Temperatura de Operación : De $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Humedad Relativa : 95 %

c) Otros

Cuenta con circuitos reguladores de voltaje.

Desconexión automática de la carga (equipos), en caso que la tensión de lado de ésta sea anormal; (por encima de $\pm 2\%$ de variación con respecto al voltaje nominal).

Regulación de voltaje por compensación de temperatura.

Diodos de bloqueo para prevenir que el acumulador se descargue a través del panel solar.

Protección contra descargas profundas de la batería.

Circuitos protectores de sobrecarga para proteger la batería.

Protección del banco de baterías de ser cargado con altas corrientes que puedan afectar su tiempo de vida, esta en relación a la velocidad de carga de las baterías.

Controles independientes para la conexión y desconexión de los paneles solares, baterías y de la carga.

8.6 Sistema de Protección y Seguridad

El Sub Sistema de Protección está formado por el Sub Sistema de Tierra y los Pararrayos que sirven de protección para los Equipos de Telecomunicaciones y para el personal de operación y mantenimiento del Sistema de Telecomunicaciones.

Sub Sistema de Tierra

El Sub Sistema de Tierra forma parte de la protección que se debe brindar a los equipos de telecomunicaciones para asegurar su buen funcionamiento y prolongar su tiempo de vida.

Los equipos de telecomunicaciones cuentan con un Sub Sistema de Tierra cuyo valor de ohmiaje es menor o igual a 5 ohmios.

Para el presente Proyecto se ha determinado 1 tipo de Sub Sistema de Tierra y un tipo de Pararrayos.

Número de Pozos	:	1
Tipo de Pozo	:	Circular
Dimensiones del Pozo	:	Diámetro 1.0 m. Profundad 2.2m.
Electrodo	:	Varilla vertical de cobre.
Dimensiones del Electrodo	:	Longitud 1.5 m. Diámetro 5/8".
Cable de interconexión	:	De cobre N° 10 AWG, forrado para los equipos y masas metálicas. De cobre desnudo N° 2/0 AWG para la bajada del pararrayos.
Conector para cables	:	De cobre.
Material de relleno	:	Tierra de cultivo cernida.
Tratamiento químico (GEL), de preferencia.	:	Electrolítica e hidrocópica

Aplicación : En terrenos cultivables, pedregosos desnudos, suelos arenosos y rocosos.

Pararrayos

Forma : Tetrapuntal (1 estilete central y 3 laterales).

Material : De bronce cromado.

Dimensiones : Estilete central 26x2.2 cm
Estiletos laterales 16x1.6 cm.

Peso : Aprox.. 1.3 Kg.

Campo de Protección : Cónico, con vértice en el dispositivo captor. El ángulo entre la generatriz y el eje es de 45° para una seguridad del 98.5%.

Ubicación : En soporte y a un nivel adecuado en función a la cobertura.

Soporte : Mástil de fierro galvanizado situado en el punto mas alto predominante de la estructura de sustentación de antena VHF.

Conector del Pararrayos : De bronce cromado o cobre cromado.

Cable de Bajada : De cobre desnudo, con calibre AWG 2/0, con separación mínima de la estructura de 20 cm mediante soportes separadores.

Aisladores del cable : Tipo carrete, incorporada en los soportes separadores.

8.7 Torre de Telecomunicaciones

Tipo : Autosoportada.

Altura : Variable, según estación.

Estructura	:	Metálica angular.
Sección Transversal	:	Cuadrada.
Carga	:	Pesada.
Conexiones	:	Cada cuerpo se acopla con pernos de acero, arandelas de presión, tuercas galvanizadas y bridas.
Tipo de Pintura	:	Aplicación de una capa de pintura anticorrosiva con base epóxica y dos capas de pintura y acabado.
Color	:	Bandas alternadas cada 5 m; de color naranja y blanco, pintando la punta de color naranja.
Aditamentos	:	Pisos de escalera de ½” de tubo galvanizado para acceder a la antena.
Accesorios	:	Escalera de cables vertical y horizontal según altura y distancia a la ventana de ingreso del cable coaxial. Plataformas de descanso según altura de torre.
Balizaje	:	De acuerdo a las normas de OACI.

8.8 Casetas

Teniendo en cuenta el equipamiento de telecomunicaciones albergado, así como la localización de la torre de transmisión, se ha previsto casetas cuyas dimensiones varían de acuerdo a la geometría del terreno.

Dimensiones	:	Según Estación repetidora
Material de construcción	:	Noble.

Techo	:	6.4% de inclinación, 3 capas de impermeabilizante Chema Elas negro entre techo y cobertura. Acabado de ladrillo pastelero, con franjas acabadas en concreto pulido. Tubería de PVC Ø.
Acabado de piso	:	Loseta veneciana.
Puertas y Ventanas	:	A prueba de intemperie, construcción sólida. Las superficies de acero están pintadas con dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura de acabado.
Filtros de Aire	:	Los filtros de aire se encuentran en la parte inferior de la puerta de ingreso a la caseta, también se cuenta con tubos de PVC en el techo que permite el ingreso de aire.

8.9 Sistema de Supervisión de Radio

Características Generales

El sistema de administración de red permite una gestión centralizada de los recursos en dos niveles:

Nivel de elementos de red. Incluyendo los equipos de radio, multiplexores y otros componentes del sistema.

Nivel de enlaces y circuitos. Incluyendo los distintos circuitos tributarios de baja/media/alta velocidad, troncales, dispositivos cross-connect, etc.

La interfaz de usuario es de tipo gráfico y en tiempo real implementada sobre plataformas de hardware tipo Workstation.

Funcionalidades requeridas en el nivel de elementos de red

Proporciona las funcionalidades definidas en la Rec. ITU-T X.700:

- Gestión de fallas. Para la detección, localización y diagnóstico de operaciones anormales en los elementos de la red.
- Gestión de configuración. Para controlar, identificar, enviar y recibir información de los elementos de la red
- Gestión de performance. Para evaluar la calidad de servicio ofrecido por los elementos de la red a través de contadores y niveles de umbral definibles por el usuario.
- Gestión de seguridad. Para categorizar y restringir los accesos a las bases de datos de los operadores de la red.

Funcionalidades requeridas en el nivel de enlaces y circuitos

Cumple las funciones definidas en la Rec. ITU-T X.700 aplicables a este nivel:

- Gestión de fallas. Para la notificación de ocurrencia de alarmas en los enlaces, rutas y circuitos.
- Gestión de configuración. Para la construcción y modificación de la red de transmisión, mediante la definición de subredes, enlaces, puertos, etc.
- Gestión de performance. Para evaluar la calidad de servicio ofrecido por los enlaces y circuitos de la red a través de contadores y niveles de umbral definibles por el usuario.

- Gestión de seguridad. Para categorizar y restringir los accesos a las bases de datos de los operadores de la red.

Plataforma de hardware

- Estación de administración central del tipo Workstation.
- Controlado mediante el sistema de gestión de red.

Plataforma de software

- Software en tiempo real, interactivo, con interfaz gráfica, con bases de datos apropiadas para la gestión del sistema.

CONCLUSIONES

La necesidad de mantener la operatividad de los equipos de telecomunicaciones la impone los requerimientos de operación del sistema eléctrico, el cual exige una disponibilidad estricta de los canales de comunicación, al verse comprometidos los dispositivos de protección de las instalaciones de potencia que utilizan a los equipos de teleprotección para coordinar su operación.

La construcción del Centro de Control de la Transmisión de ETECEN, requiere de canales de comunicación confiables para Soportar la transmisión de datos SCADA así como de otros servicios (Telefonía, Radios móviles, etc.).

El Sistema de Microondas que cuenta ETECEN fue diseñado considerando una confiabilidad acorde con los servicios requeridos por sus instalaciones, la cual ha resultado conformada por 30 estaciones de las cuales 12 se encuentran instaladas en las subestaciones y Unidades de Transmisión y las restantes son estaciones remotas.

La Red de Microondas ha resultado con enlaces que trabajan en la banda de 2.3 – 2.5 GHz, con terminales de Radio Digitales con capacidad de 4 x 2 Mbit/s apta para cursar 120 canales nominales de 64 kbit/s.

La Red de Microondas en la actualidad soporta la transmisión de datos de la Red SCADA, Teleprotección, canales troncales para Telefonía, canales de datos a 256 kbit/s para la extensión de la Red LAN en las Unidades de Transmisión, así

como medio de enlace entre las estaciones repetidoras del servicio de Radio Móvil VHF, compartiendo con esta última la infraestructura correspondiente de las estaciones repetidoras.

LA UIT en su recomendación UIT-R F.557-4, señala para un circuito equivalente al tramo Lima – Piura, una confiabilidad de 99.7. La confiabilidad total calculada para la Red de Microondas de ETECEN tiene un valor de 99.978% y 99.957% para Lima – Piura y Lima – Marcona Respectivamente, para el caso de los circuitos vía radio enlaces digital una tasa de bitios errados de 10^{-6} en lugar de 10^{-3} , este último, menos exigente.

En la actualidad estoy realizando estudios para mejorar la performance de la Red en los siguientes puntos:

- a) Equipos de Radio, probabilidad de cambiar la configuración de los terminales de radio 1+0 en 1+1 HOT STANDBY. Esta implementación evitará realizar cortes del Sistema durante el Mantenimiento.
- b) Sistema de Energía, durante la operación del Sistema de radio de Microondas se ha podido apreciar alarmas de bajo nivel de tensión de -48 Vdc debido principalmente al déficit de radiación solar en los días nublados durante los meses de Invierno (Junio, Julio y Agosto). Se ha analizado el incremento del número de paneles solares y banco de baterías a fin de garantizar la alimentación permanente en aquellos lugares donde se presentan estas alarmas. En las estaciones de Reque, y Tambo Real, se implementará alimentación de 220 Vac, a través de una línea de 10 kV, debido principalmente que son estaciones ubicadas en las sedes de las Unidades de transmisión Norte Medio y Norte

respectivamente, haciendo mayor uso del Sistema de radio VHF los cuales consumen mayor energía.

- c) Desvanecimiento FADING, durante el periodo de garantía del sistema de Microondas de ETECEN, se ha podido observar desvanecimiento en los enlaces de:

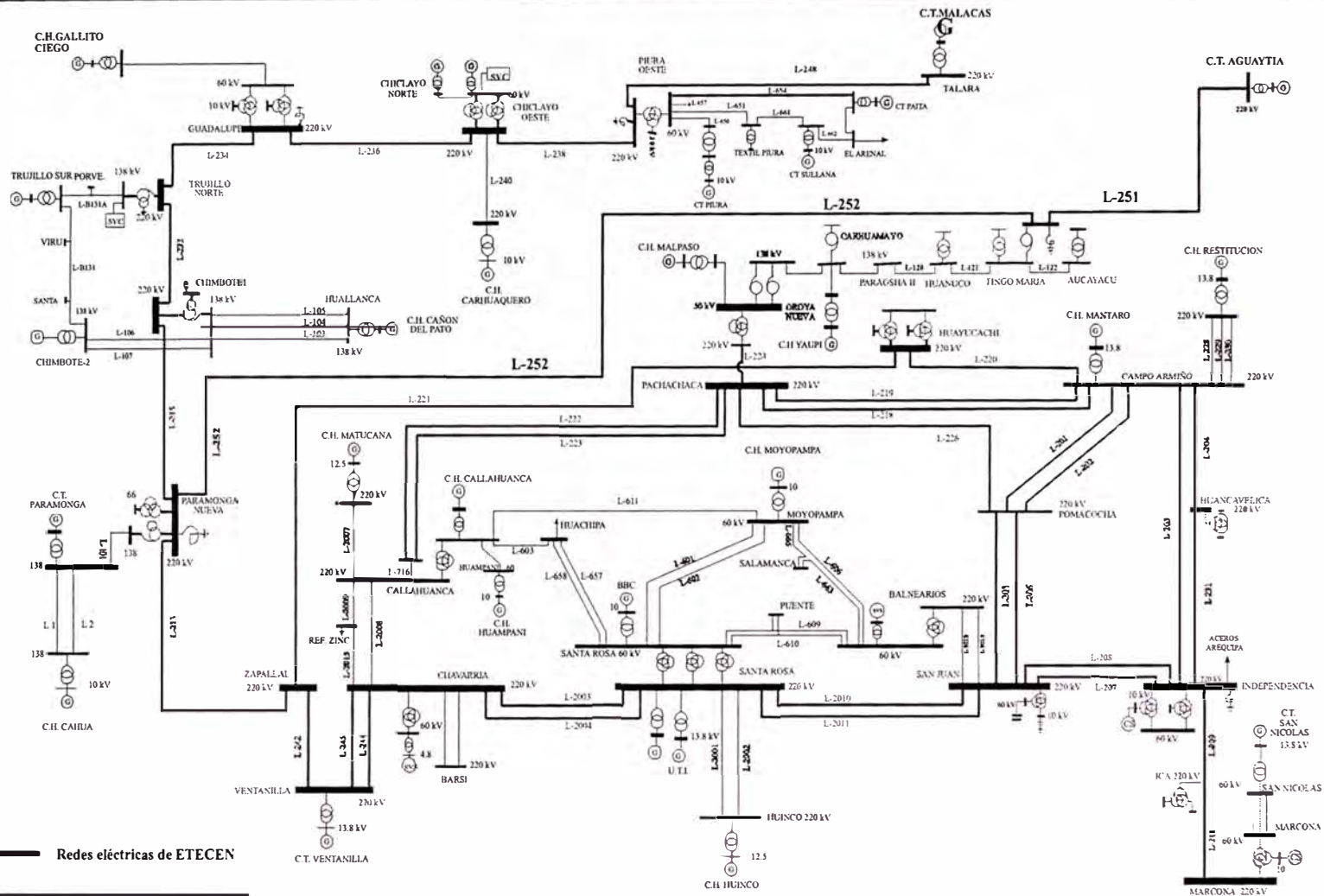
Reque – Pinturas, este fenómeno se presenta en los meses de verano y se debe principalmente a que no se ha considerado un sistema de diversidad de espacio por no requerirse según los cálculos de diseño. Este fenómeno ocasiona cortes del enlace y compromete la performance de la Red de Radio.

Campana – Salinas, al igual que el anterior, este enlace presenta además, interferencia de una señal “spread spectrum” en la banda de 2.4 GHz, la cual ocasiona corte de la señal de recepción a -70 dBm, siendo el valor nominal -92 dBm.

Prieto – Huaricangana, este enlace es mas largo de todos y presenta un sistema de diversidad de espacio el cual cumple su cometido sin cortar la señal.

Para los enlaces Campana - Salinas y Reque - Pinturas se implementará un Sistema de diversidad de Espacio.

PLANOS



Redes eléctricas de ETECEN

GERENCIA DE OPERACIONES
ETECCN
 CENTRO DE CONTROL
 Julio '91
 SISTEMA INTERCONECTADO
 CENTRO NORTE - SICN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA ETECCN

TÍTULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

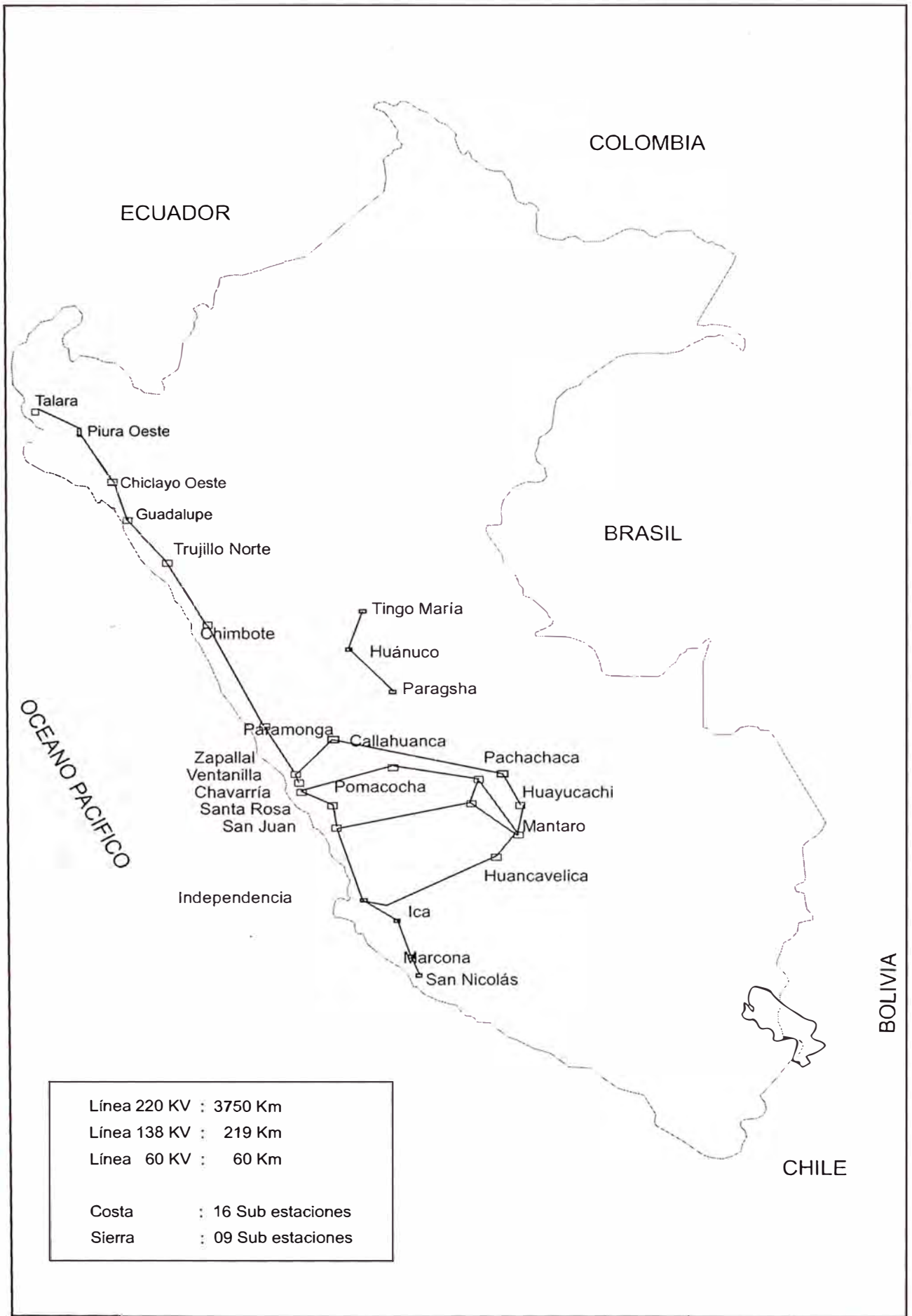
DIS :

DIB :

FECHA: SET - 01

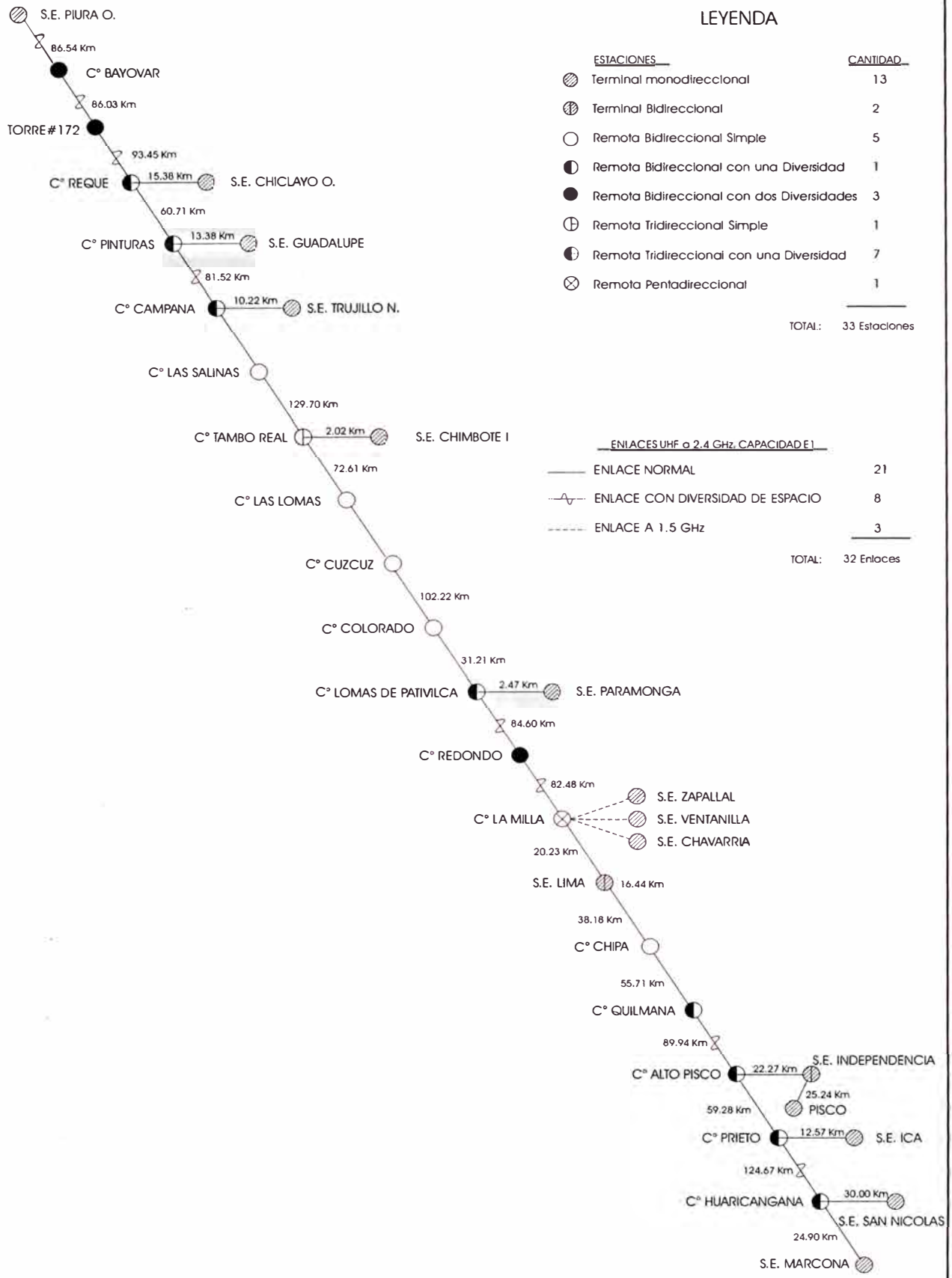
ESCALA : S/E

PLANO N° 001



Línea 220 KV :	3750 Km
Línea 138 KV :	219 Km
Línea 60 KV :	60 Km
Costa :	16 Sub estaciones
Sierra :	09 Sub estaciones

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		DIS :	DIB :
	TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA ETECEN		FECHA: SET - 01	ESCALA : S/E
	TITULO: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS INSTALACIONES DE ETECEN		PLANO N° 002	



LEYENDA

ESTACIONES	CANTIDAD
Terminal monodireccional	13
Terminal Bidireccional	2
Remota Bidireccional Simple	5
Remota Bidireccional con una Diversidad	1
Remota Bidireccional con dos Diversidades	3
Remota Tridireccional Simple	1
Remota Tridireccional con una Diversidad	7
Remota Pentadireccional	1

TOTAL: 33 Estaciones

ENLACES UHF a 2.4 GHz, CAPACIDAD E1

ENLACE NORMAL	21
ENLACE CON DIVERSIDAD DE ESPACIO	8
ENLACE A 1.5 GHz	3

TOTAL: 32 Enlaces



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DIS : A. Bustos DIB : A. Bustos

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA ETECEN

FECHA: SET - 01 ESCALA : S/E

TITULO: ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA RED TRONCAL DIGITAL

PLANO N° 003

ESTACION	FRECUENCIAS									
	2308 MHz	2316 MHz	2324 MHz	2332 MHz	2340 MHz	2402 MHz	2410 MHz	2418 MHz	2426 MHz	2434 MHz
S.E. PIURA										
C° BAYOVAR	↑					↓				
TORRE 172					↓					↑
C° REQUE		↑						↓		
S.E. CHICLAYO	↓				↓	↑				↑
C° PINTURAS					↓					↑
S.E. GUADALUPE	↑	↑				↓		↓		
C° CAMPANA								↓		
S.E. TRUJILLO	↓				↓	↑				↑
C° SALINAS					↓					↑
C° TAMBO REAL		↑						↓		
S.E. CHIMBOTE	↓				↓	↑				↑
C° LAS LOMAS	↓					↑				
C° CUZCUZ		↑						↓		
C° COLORADO					↓					↑
C° LOMAS DE PATIVILCA	↑					↓				
S.E. PARAMONGA		↓			↓			↑		↑
C° REDONDO		↓						↑		
C° LA MILLA					↑					↓
S.E. ZAPALLAL	↓					↑				
S.E. VENTANILLA	↓					↑				
S.E. CHAVARRIA	↓					↑				
S.E. LIMA	↓					↑				
C° CHIPA		↑						↓		
C° QUILMANA	↓					↑				
C° ALTO PISCO		↑						↓		
S.E. INDEPENDENCIA	↓				↓	↑				↑
SEDE PISCO		↑				↑		↓		
C° PRIETO	↓					↑				
S.E. ICA		↑			↑			↓		↓
C° HUARICANGANA					↑					↓
S.E. MARCONA	↓	↓				↑		↑		
S.E. SAN NICOLAS	↓					↑				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DIS : A. Bustos DIB : A. Bustos

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL 1+0 DE 8 Mbps PARA ETECEN

FECHA: SET - 01 ESCALA : S/E

TITULO: PLAN DE FRECUENCIAS

PLANO N° 006

ANEXOS

ANEXO N° 1

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

REFLECTION POINT CALCULATIONS

ON OVER-WATER PATHS

Microwave radio systems operating on paths over sizeable bodies of water or smooth level ground may be influenced by reflection of the signals from the surface. In engineering microwave paths, it is necessary to know the reflection point location in order to determine the probable effect on signal strength.

The reflection is governed by familiar optical principles, i.e., the angle of reflection equals the angle of incidence. When these principles are applied to reflection from the water surface on long paths, the curvature of the earth must be taken into account. The reflection point can be determined mathematically but the calculations involve the solution of rather unwieldy cubic equations.

A nomograph has been prepared to simplify the calculation of the reflection point. A copy of this chart is attached. By means of the chart, reflection points can be determined for various values of K . In addition, the limiting condition of path grazing when K becomes small can also be found.

An example will be given to illustrate the method of using the nomograph. See Figure 1. Assume a path 30 miles long with $h_1 = 108$ ft. and $h_2 = 285$ ft. Note that h_1 and h_2 are antenna centerline heights above the reflecting surface and not height above ground at the transmitter and receiver stations. Using the equations for A and B on the chart compute:

$$A = \frac{h_1}{D^2} = \frac{108}{900} = 0.120 \qquad B = \frac{h_2}{D^2} = \frac{285}{900} = 0.317$$

Now draw a straight line from 0.120 on the A scale to 0.317 on the B scale. This line will be referred to later as the AB line. Determine the value of n as read from the upper (reflection point) scale corresponding to the points where the AB line intersects the curves for the various values of K . In this

example,

when $K = \infty$,	$n = 0.28,$	$nD = 8.4$ Miles
$K = 1/3,$	$n = 0.35,$	$nD = 10.5$ Miles
$K = 1,$	$n = 0.37,$	$nD = 11.1$ Miles
$K = 2/3,$	$n = 0.39,$	$nD = 11.7$ Miles

Multiplying $n \times d$, as above, gives the distance from the lower end of the path to the point of reflection.

In some cases, especially where one or both antennas are relatively low, a physically impossible result can be read from the chart. In our example, the earth bulge would block the direct path at $K = 1/2$ because h_1 is so small. The point at which grazing occurs (where the clearance is zero) can be found by reading the lower (grazing point) scale at the intersection of the AB line. In this case grazing occurs at $n = 0.38$ and $nD = 11.4$ miles. This means that the reflection point can not move closer to the center of the path than 11.4 miles. If K reduces beyond the grazing point, the path is blocked and no reflection will exist. Note that the grazing point is the point where the earth bulge is tangent to the path center line, and the signal will be reduced 6 to 10 db or even more, depending on the reflection coefficient. The signal starts to be reduced below the free space value when the clearance is reduced below 0.6 of first Fresnel zone.

The value of K required to make the reflection fall at any given point may be found from the chart or from the reflection point equation. Each vertical line in the reflection point portion of the chart intersects the curves corresponding to the various values of K at intervals which are inversely proportional to K . To find the value of K necessary to make the reflection occur at a given value of n it is usually necessary to interpolate between the various K curves. Since the values of K are not distributed in a linear manner, the K scale has been added to make the interpolation easier.

To illustrate the use of the K scale, suppose it is desired to find the value of K in our example at which grazing occurs. This point was previously found to be 11.4 miles, or $n = 0.38$. First draw a line from the top of the K scale ($K = 1/2$), through the point of intersection of the $K = 1/2$ curve and $n = 0.38$. Extend this line to intersect the $K = \infty$ line. Next, draw another line from the point of intersection with the $K = \infty$ line through the point of intersection of the original AB line and $n = 0.38$. This line extended intersects the K scale near $K = 0.8$.

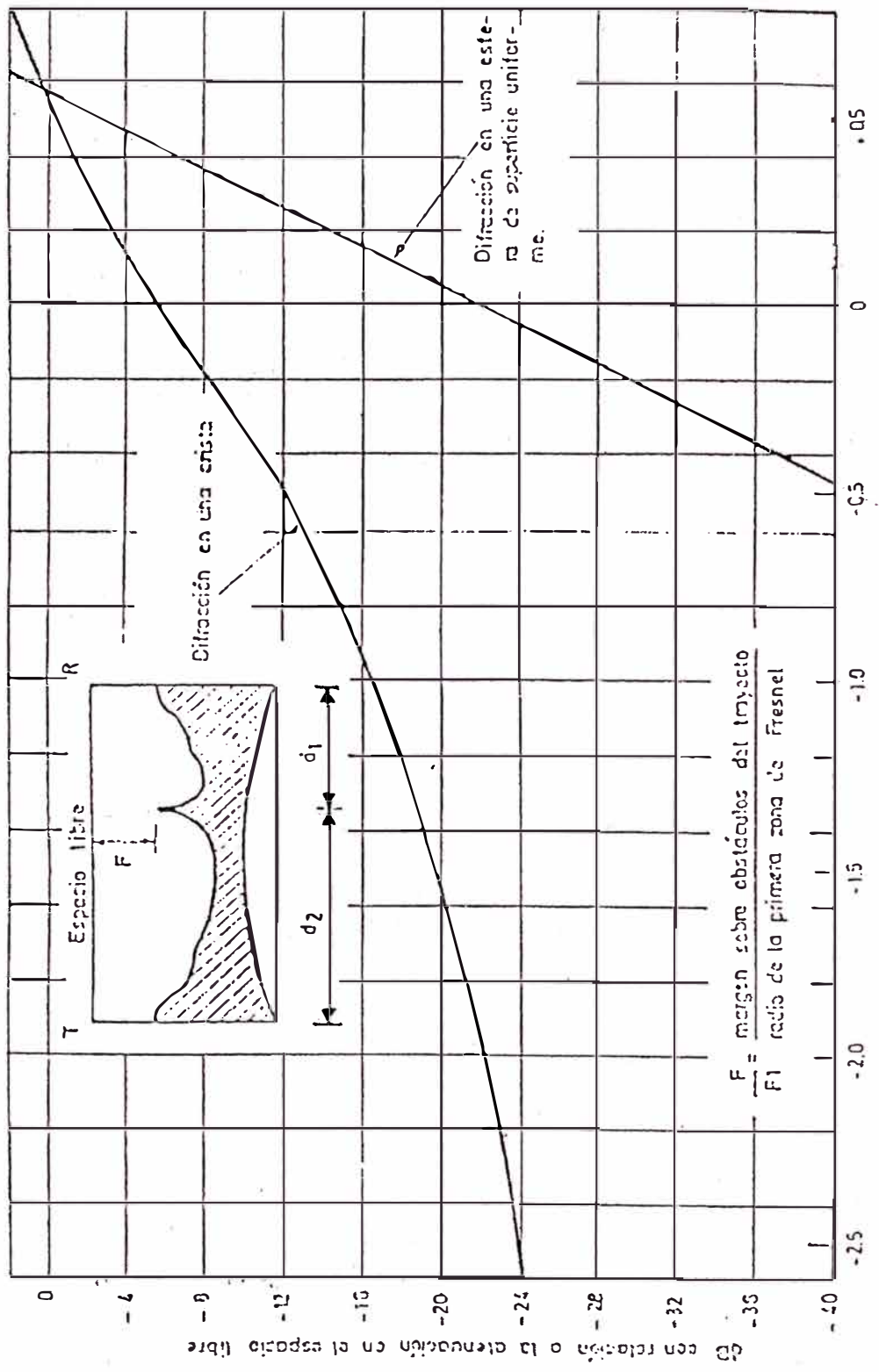
The accuracy of this method is not very good. Small errors in drawing the lines will produce larger errors in the result but if carefully done, an approximate answer can be obtained.

If desired, the value of K can be computed by means of the reflection point equation. Rearranged, this equation is,

$$K = \frac{2n(1-n)(1-2n)}{3[nB - (1-n)A]}$$

Substituting in $n = 0.38$, $A = 0.120$ and $B = 0.317$, we find $K = 0.82$. This method is somewhat more accurate than the graphical method given above but should be used with care, especially where K is large and the difference between the two terms in the denominator becomes small. Either of these methods will give an answer that is sufficiently accurate for most purposes.

A large scale copy of the nomograph is attached. Better accuracy can be obtained on the larger chart.



DIFRACCIÓN EN UN ARISTA Y EN UNA ESFERA UNIFORME CON MARGEN NEGATIVO SOBRE OBSTACULOS

POINT OF REFLECTION
ON
OVER-WATER MICROWAVE PATH

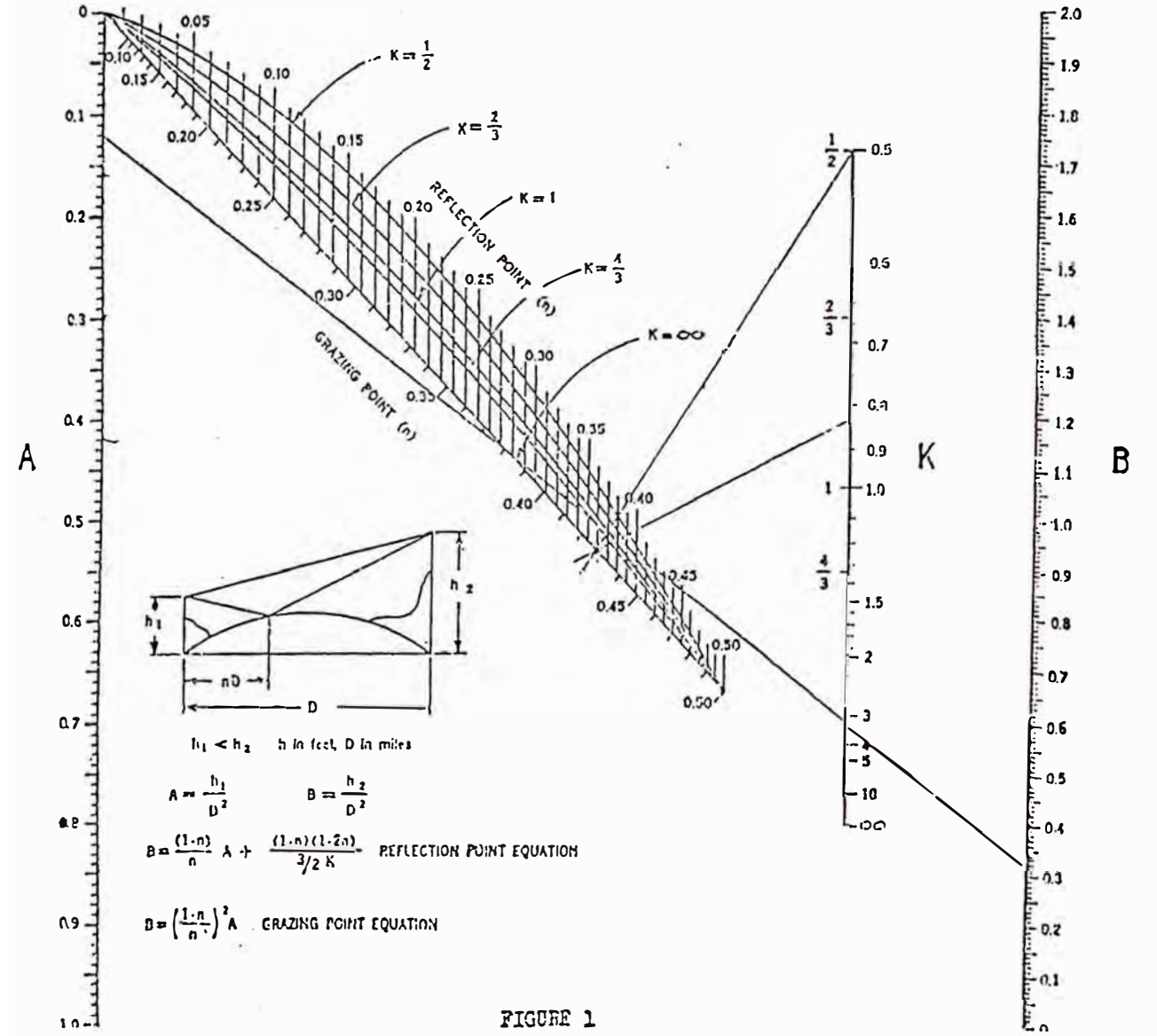


FIGURE 1

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF RADIO EQUIPMENT

CONTENTS:

1. GENERAL
2. POWER SUPPLY CHARACTERISTICS
3. ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS
4. RADIO SET CHARACTERISTICS

1 GENERAL

The here below listed characteristic values are guaranteed in the temperature range -10°C through +50°C.

2. POWER SUPPLY CHARACTERISTICS

Battery supply voltage (grounded positive pole)	20...60 V
Line input voltage (optional)	110/120 Vac or 220/240 Vac
- Consumption from battery:	
• 1+0 configuration	50 W approx.
• 1+1 configuration	120 W approx.



Tx/Rx frequency spacing

119 MHz standardized value
(according to CCIR Rec. 283-4);
213 MHz (acc. to CCIR Rec. 382-3);
94 MHz (acc. to CCIR Rec. 933)

Transmitted RF power
(referred to antenna connection):

ANTENNA CONFIGURATION	MODULATION/CAPACITY		
	QPSK from 0.7 to 16x2 Mbit/s	QPSK only 34 Mbit/s	16QAM from 0.7 to 34 Mbit/s
1+0	+31 dBm	+31.5 dBm	+27 dBm
1+1 heterofrequency 1 antenna	+30.5 dBm	+31 dBm	+26.5 dBm
1+1 isofrequency 1 antenna	+30.5 dBm	+31 dBm	+26.5 dBm
1+1 isofrequency 2 antennas	+30.5 dBm	+31 dBm	+26.5 dBm

Carrier frequency accuracy

±5 ppm

Emitted spectrum mask

see fig.1 and 2

Transmission capacity:

- Main signal
 - 704 kbit/s
 - 2048 kbit/s
 - 2x2048 kbit/s
 - 8448 kbit/s or 4x2048 kbit/s
 - 8x2048 kbit/s
 - 34368 kbit/s or 16x2048 kbit/s
- Auxiliary signal
 - 704 kbit/s for capacity of 34 Mbit/s and 16x2 Mbit/s
- Service signal
 - 2 channels at 64 kbit/s (for capacity 0.7-2 and 2x2 Mbit/s)
 - 4 channels at 64 kbit/s (for capacity 8 Mbit/s)
 - 6 channels at 64 kbit/s (for capacity 4x2 Mbit/s)
 - 8 channels at 64 kbit/s (for capacity 8x2 Mbit/s)
 - 4 channels at 64 kbit/s (for capacity 34 Mbit/s)
 - 8 channels at 64 kbit/s (for capacity 16x2 Mbit/s)

3. ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

Temperature range	-10°C + +50°C
Relative humidity	93% up to 40°C, decreasing with lineal trend to 65% between 40 and 50°C
Altitude	4000 m a.s.l.

4. EQUIPMENT CHARACTERISTICS

Frequency band	1.7 - 1.9 GHz 1.9 - 2.1 GHz 2.1 - 2.3 GHz 2.3 - 2.5 GHz 2.5 - 2.7 GHz
CCIR Rec.	283-4 - 283-3 - 933
Minimum Tx/Tx or Rx/Rx frequency spacing on single antenna and same polarization:	
• for capacity up to 8x2 Mbit/s, QPSK modulation, and 34 Mbit/s, 16QAM modulation	28 MHz
• 34 Mbit/s with QPSK modulation	58 MHz
Minimum Tx/Tx or Rx/Rx frequency spacing on separate antennas and same polarization:	QPSK Modulation 16QAM Modulation
• 704 kbit/s	1 MHz 0.5 MHz
• 2048 kbit/s	1.75 MHz 0.875 MHz
• 2x2048 kbit/s	3.5 MHz 1.75 MHz
• 8448 kbit/s	7 MHz 3.5 MHz
• 8x2048 kbit/s	14 MHz 7 MHz
• 34368 kbit/s	28 MHz 14 MHz



- Modulation QPSK or 16QAM
- Demodulation coherent
- IF frequency 70 MHz
- Input/output IF level 0 dBm ± 1 dB
- Receiver threshold for BER = 10⁻³
(referred to antenna connection):

ANTENNA CONFIG.	CAPACITY (Mbit/s)											
	0.7		2		2x2		4x2		8x2		16x2 or 34	
	PSK	16QAM	PSK	16QAM	PSK	16QAM	PSK	16QAM	PSK	16QAM	PSK	16QAM
1+0	-99	-94	-96	-91	-93	-88	-90	-85	-87	-82	-84	-79
1+1 freq. diversity 1 antenna	-99	-94	-96	-91	-93	-88	-90	-85	-87	-82	-84	-79
1+1 freq. stand-by 1 antenna	-96	-91	-93	-88	-90	-85	-87	-82	-84	-79	-81	-76
1+1 freq. stand-by 2 anten.	-99.5	-94.5	-96.5	-91.5	-93.5	-88.5	-90.5	-85.5	-87.5	-82.5	-84.5	-79.5

- Max. RF input level without performance degradation ≤ -30 dBm

Maximum overall dimensions:

- Width 482 mm
- Height 688 mm
- Depth 240 mm



QPSK MODULATION

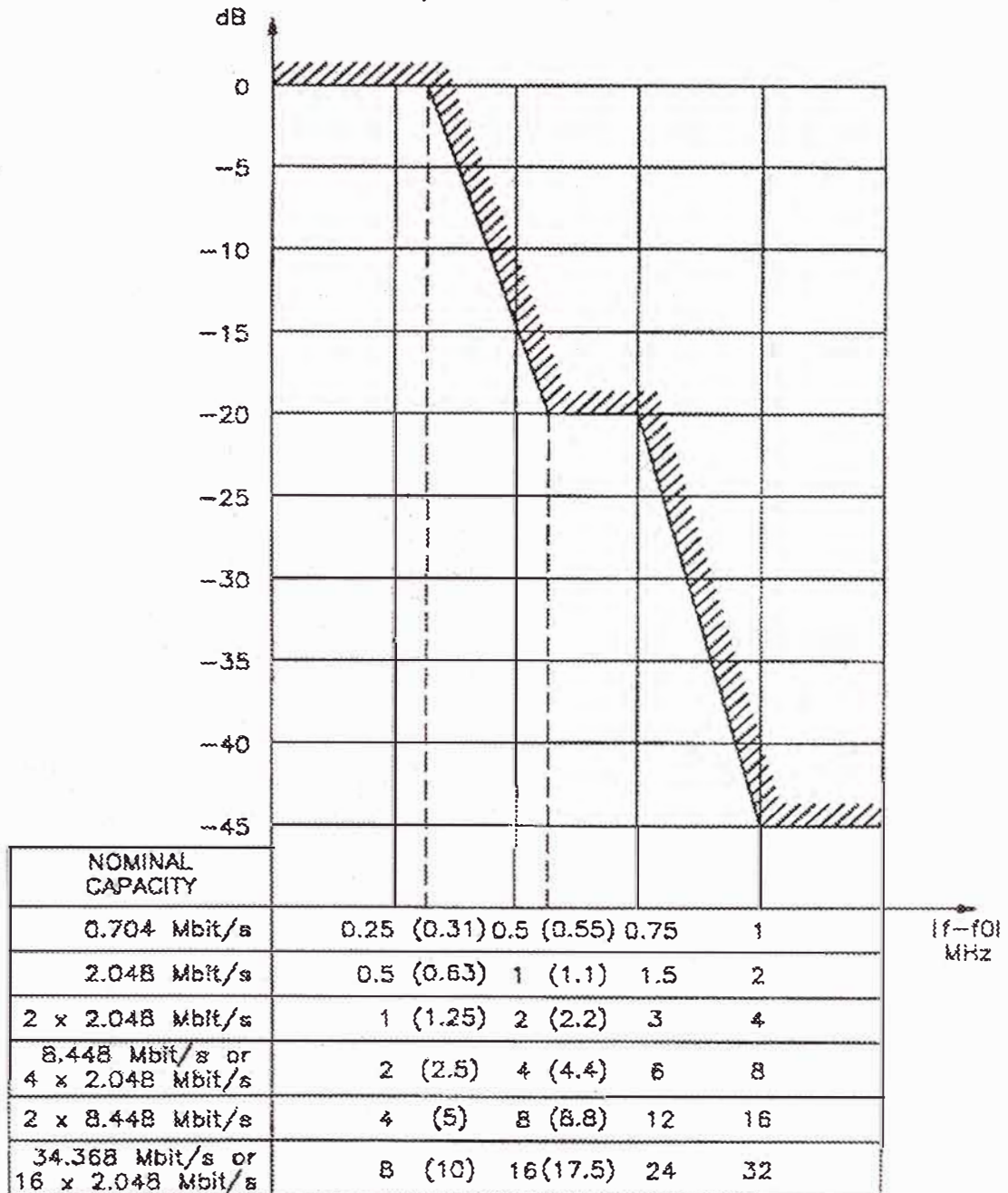


Fig. 1 - RF output emitted spectrum mask

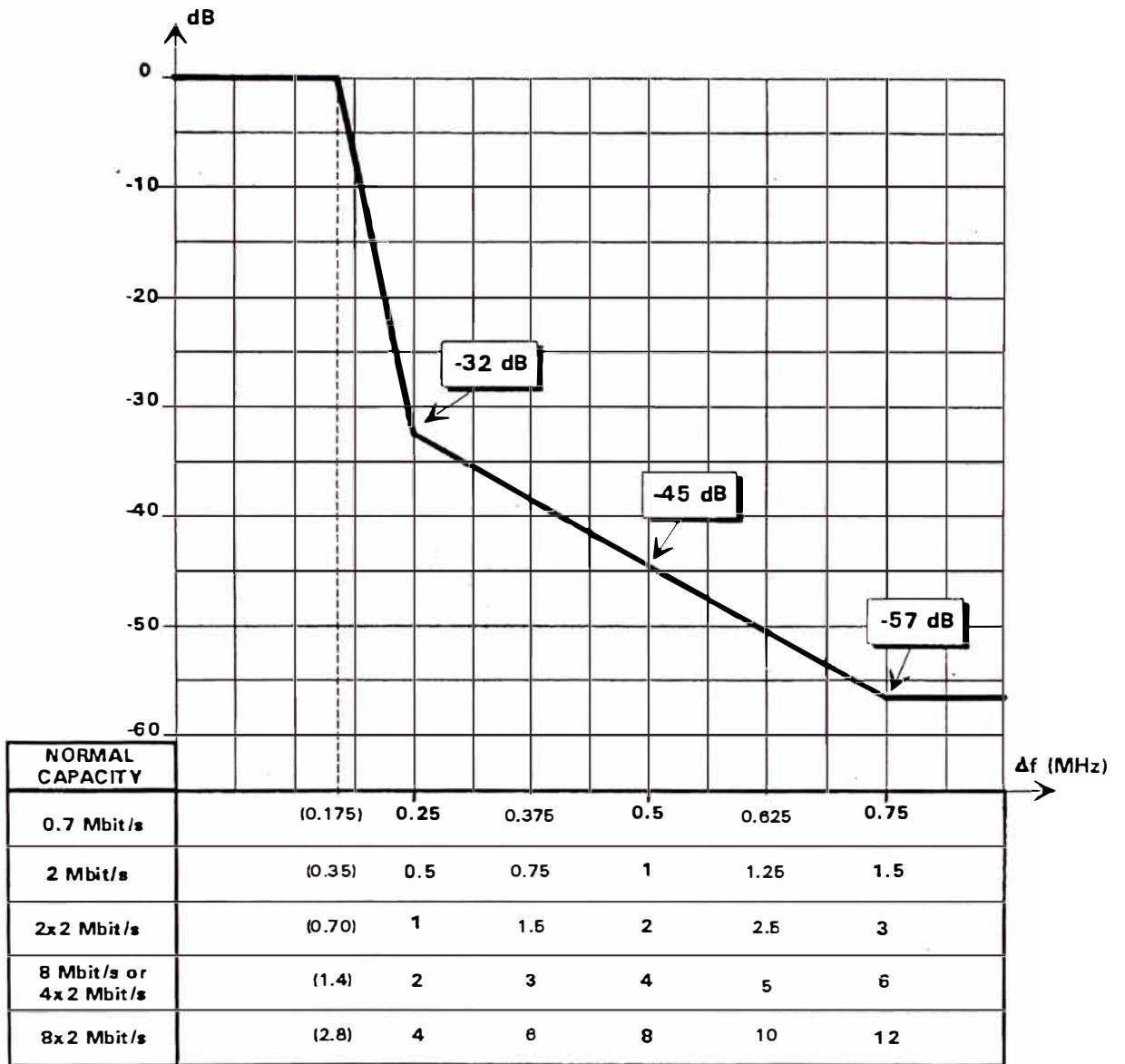


Fig. 2 - RF output emitted spectrum mask

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF TRANSCEIVER ASSEMBLY

CONTENTS:

1. GENERAL
2. BRANCHING DEVICE CHARACTERISTICS
3. TRANSMITTER CHARACTERISTICS
4. RECEIVER CHARACTERISTICS

1. GENERAL

The characteristics of the parts the transceiver consists of are here below listed. The indicated values are guaranteed in the temperature range -10°C through $+50^{\circ}\text{C}$.

**2. BRANCHING DEVICE CHARACTERISTICS**

ANTENNA CONFIGURATION	MODULATION/CAPACITY					
	QPSK from 0.7 to 16x2 Mbit/s 16QAM from 0.7 to 34 Mbit/s			QPSK only 34 Mbit/s		
	Tx Insertion Loss	Rx Insertion Loss	Tx/Rx Pass Band	Tx Insertion Loss	Rx Insertion Loss	Tx/Rx Pass Band
1+0 frequency stand-by	≤ 2 dB	≤ 2 dB	14 MHz (return loss = 26 dB)	≤ 1.5 dB	≤ 1.5 dB	28 MHz (return loss = 26 dB)
1+1 frequency stand-by 1 antenna	≤ 2.5 dB	≤ 5.5 dB	14 MHz (return loss = 26 dB)	≤ 2 dB	≤ 5 dB	28 MHz (return loss = 26 dB)
1+1 frequency stand-by 2 antennas	≤ 2.5 dB	≤ 2 dB	14 MHz (return loss = 26 dB)	≤ 2 dB	≤ 1.5 dB	28 MHz (return loss = 26 dB)
1+1 frequency diversity 1 antenna	≤ 2.5 dB	≤ 2.5 dB	14 MHz (return loss = 26 dB)	≤ 2 dB	≤ 2 dB	28 MHz (return loss = 26 dB)

3. TRANSMITTER CHARACTERISTICS

Operating band	1.7...2.7 GHz in band steps of 200 MHz
Transmitted power	+33 dBm QSPK; +29 dBm (16QAM)
LO frequency stability	$\leq \pm 2 \times 10^{-6}$
Synthesis step	50 kHz
Input IF level	0 dBm \pm 1 dB
Test points on front panel:	
<ul style="list-style-type: none"> • " \emptyset PTx" 	transmitted power indication
<ul style="list-style-type: none"> • " \emptyset φ error" 	LO locking voltage indication
Alarm signalings:	
<ul style="list-style-type: none"> • "PTx" 	insufficient or failed transmit power
<ul style="list-style-type: none"> • "LO" 	LO unlocking

4. RECEIVER CHARACTERISTICS

Operation band	1.7...2.7 GHz in band steps of 200 MHz
Receiver unit noise figure	≤ 3 dB
Image frequency attenuation	≥ 90 dB
- LO frequency stability	≤ ±2x10 ⁻⁶
Synthesis step	50 kHz
Output IF level	0 dBm ± 0.5 dB
AGC dynamics for ±0.5 dB output IF level variation	from -35 to -100 dBm
Maximum applicable power without irreversible deteriorations	Pin = -15 dBm
Test points on front panel:	
• "∅ PRx"	received RF power indication from -40 to -90 dBm with ±3 dB accuracy from -50 to -85 dBm
• "∅ φ error"	LO locking voltage indication
Alarm signalings:	
• "PRx"	received power lower than a pre-established value
"LO"	LO unlocking

Parabolic Grid Antennas

Antennes Grid - Kit

HPL **Series**

Microwave Antennas for low
to medium capacity Radio links.
Rural Telephony applications.

Faisceaux hertziens faibles
et moyenne capacité.
Téléphonie rurale.

According to class 2 ETSI standard Conforme à la norme ETSI classe 2

HPL 6 2500 antenna employs a low-windload grid reflector which is shipped totally disassembled in a lightweight package for economical carriage.

Due to its directive radiation patterns, low VSWR, average gain (31,6 dBi), this antenna is an equipment which is suits medium radio links.

Its light weight (21 kg) and the simplicity of its mounting in vertical or horizontal polarization make it easy to install on standard pipes.

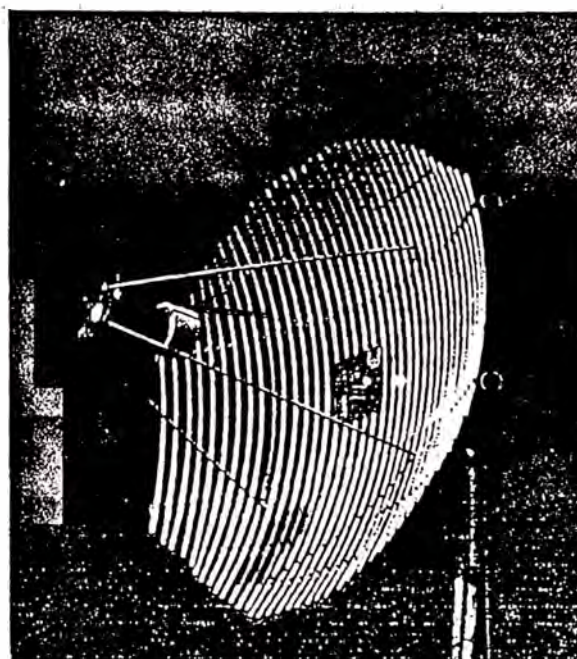
In standard version the antenna is equipped with a mounting interface (FIX 7) for 30 to 65 mm diameter pipes, or with a mounting interface (FIX 7) for 65 to 115 mm diameter pipes, which allows continuous azimuth and elevation orientation ($\pm 10^\circ$).

Antenne haute performance, large bande, à réflecteur parabolique tubulaire démontable pour le transport.

Diagrammes de rayonnement directs, ROS faible, gain moyen 31,6 dBi, font de cette antenne un matériel adapté aux liaisons hertziennes à moyenne portée.

Sa légèreté (21 kg) et sa simplicité de montage en polarisation verticale ou horizontale facilitent son installation sur des tubes standards

En version standard l'antenne est livrée avec un Interface de fixation (FIX 7) adaptable à des tubes de diamètres variant de 30 à 65 mm de diamètre, ou un (FIX 8) pour des tubes de 65 à 115 mm et permettant le dépointage site de $\pm 10^\circ$. L'orientation fine en azimut ($\pm 10^\circ$) est assurée par un bras de déport servant également de renfort.



TECHNICAL CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Type Appellation	Frequency Fréquences	Ø ft (m)	Gain F. min	Gain Fo dB	Gain F. max	Beamwidth Vertical	Beamwidth Horizontal	Cross polar. Polar. croisée	Front/Back Av/Ar	VSWR ROS	RL RL
HPL3 - 2000	1700 MHz	3 (1)	22.3	23.5	24.8	8.3°	8.5°	32 dB	29 dB	1.3	17.7 dB
HPL4 - 2000	1a	4 (1.2)	24.6	25.6	26.8	7.3°	7.6°	32 dB	32 dB	1.3	17.7 dB
HPL6 - 2000	2300 MHz	6 (2.0)	27.8	29.0	30.2	5.2°	5.1°	33 dB	38 dB	1.3	17.7 dB
HPL8 - 2000	full	8 (2.4)	30.1	31.2	32.4	4.5°	4.6°	35 dB	40 dB	1.3	17.7 dB
HPL10-2000	band	10 (3.0)	32.0	33.2	34.4	3.5°	3.5°	35 dB	47 dB	1.25	19.0 dB
HPL3 - 2500	2300 MHz	3 (1)	24.8	25.5	25.9	7.0°	6.9°	34 dB	30 dB	1.33	17.0 dB
HPL4 - 2500	1a	4 (1.2)	27.2	28.0	28.8	6.0°	6.2°	32 dB	33 dB	1.3	17.7 dB
HPL6 - 2500	2700 MHz	6 (2.0)	30.9	31.6	32.1	4.2°	4.1°	32 dB	41 dB	1.3	17.7 dB
HPL8 - 2500	full	8 (2.4)	32.7	33.4	34.0	3.8°	3.2°	33 dB	43 dB	1.3	17.7 dB
HPL10-2500	band	10 (3.0)	34.2	35.0	35.8	2.8°	2.7°	32 dB	45 dB	1.3	17.7 dB

Technical Data Sheet fiche technique : HPL Series

Catalog catalogue : TR/FH

Issue Ed. : 1

RADIO FREQUENCY SYSTEMS
RFS France





Parabolic GRID Antennas Rural Telecommunications

RFS offers a range of grid antennas for low capacity rural applications in the 1350 - 1535MHz and 2300 - 2500MHz bands...

Three types are available:

MGAR Series

Welded aluminium construction for quick and simple installation. These antennas are available in sizes from 0.6m to 1.8m. Sizes 0.6 to 1.2m are 1 piece construction; the 1.8m size is 2 piece construction. Designed to withstand wind speeds up to 300km/h (200km/h for 1.8m).

GKLR Series

Lightweight kit construction. Small packed size thus reducing shipping costs. Sizes 2.4m and 3.0m. Designed for windspeeds up to 200km/h.

GKAR Series

Heavy duty kit construction. Small packed size to reduce shipping costs. Sizes 1.8, 2.4, 3.0 and 3.8m. Designed for extreme cyclonic windspeeds up to 300km/h.

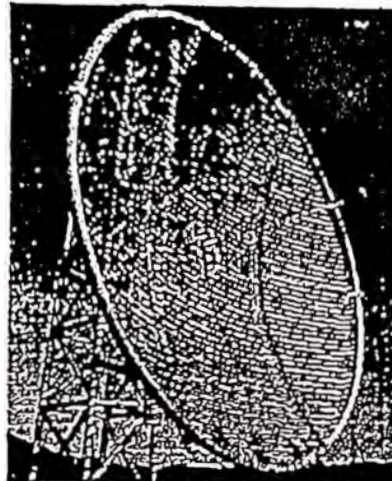
All antenna feed heads are unpressurised and enclosed in a Lutan-S plastic radome for maximum UV protection. Each feed is supplied with integral highly flexible HCF 1/2" CELLFLEX cable terminated with N type socket for direct connection to the main feeder cable thus avoiding the need and cost of an additional jumper cable.

Features:

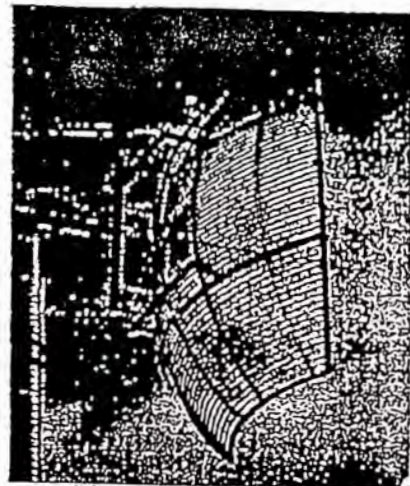
- Horizontal or vertical polarisation
- Low cost packing and transportation
- Corrosion resistant aluminium tube reflector, hot-dipped galvanised mounting, stainless steel hardware
- Unpressurised feeds
- Low wind loading
- High front-to-back ratio
- Lightweight



Welded 2 piece MGAR18 Series



Lightweight GKLR Series

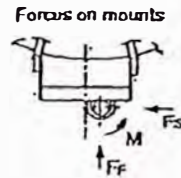
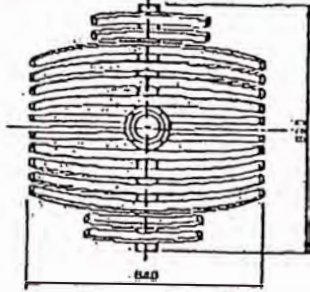
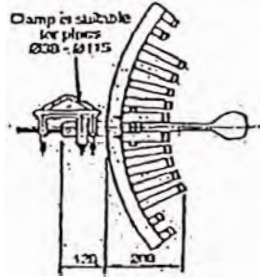


Cyclonic GKAR Series

Rural Telecommunications

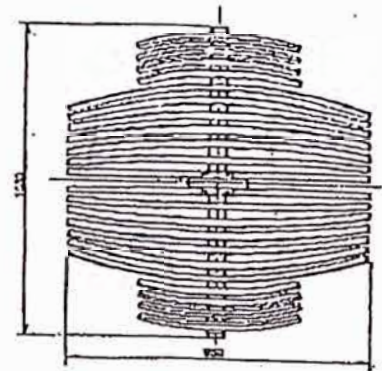
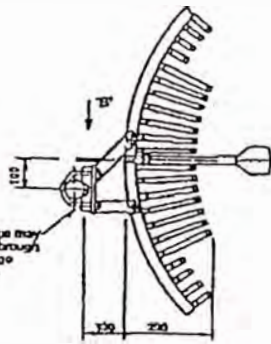


Mounting Data Model MGAR06 Series

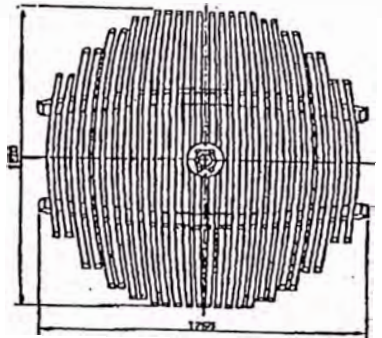
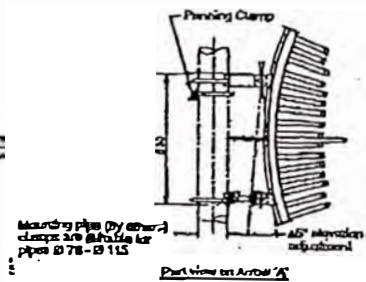
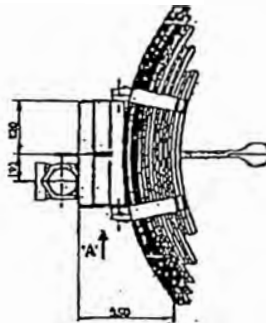


Model	0.4	0.1	0.1
MGAR06	0.4	0.1	0.1
MGAR09	0.8	0.3	0.2
MGAR12	1.4	0.5	0.5
MGAR18	2.9	1.3	0.7

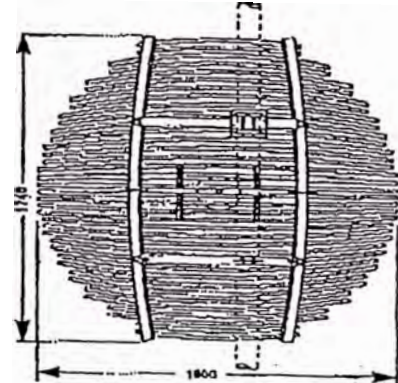
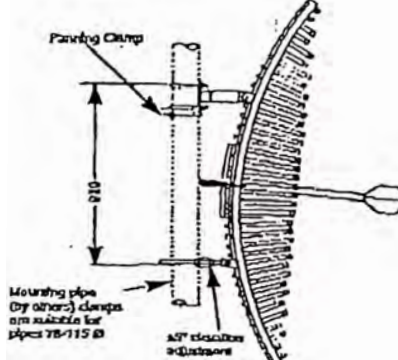
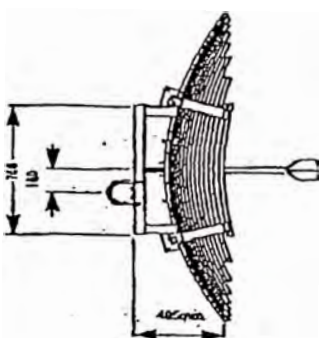
Model MGAR09 Series



Model MGAR12 Series



Model MGAR18 Series



Parabolic GRID Antennas Rural Telecommunications



		1,2m	1,4m	1,6m	1,8m	2,1m	2,4m	2,7m	3,0m	3,3m	3,6m
Electrical											
Frequency Range	(MHz)	2300 - 2500									
Gain	(dB)										
Upper limit		21.6	25.0	27.6	30.9	33.4	35.3	30.9	33.4	35.3	37.1
Mid band		21.5	24.5	27.4	30.6	33.0	35.0	30.6	33.0	35.0	36.8
Lower limit		21.4	24.0	27.2	30.1	32.6	34.6	30.1	32.6	34.6	36.4
VSWR (max)		1.35:1									
Pattern (Gain beamwidth)											
E Plane	(deg)	13.7	8.6	7.0	4.5	3.4	2.7	4.5	3.4	2.7	2.2
H Plane	(deg)	13.7	8.6	7.0	4.5	3.4	2.7	4.5	3.4	2.7	2.2
Maximum Power Input	(Watts)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Front-to-Back Ratio	(dB)	29	32	32	38	41	45	38	41	45	47
Lightning Protection — Direct Ground —											
Termination — N socket (Suffix "N") —											
Mechanical											
Size	(m)	0.6	0.9	1.2	1.8	2.4	3.0	1.8	2.4	3.0	3.8
Weight	(kg)	10	16	24	43	66	95	61	91	128	208
Efficient Wind Area	(m ²)										
Front		0.31	0.69	1.2	1.6	2.5	3.5	1.9	3.1	4.6	7.2
Side		0.11	0.25	0.2	0.6	1.0	1.7	0.8	1.4	2.5	3.8
Wind Loading 160 km/h	(kN)										
Front		0.37	0.82	1.42	2.9	3.0	4.1	2.3	3.6	5.4	8.5
Side		0.13	0.30	0.52	1.3	1.2	2.0	1.0	1.7	3.0	4.6
Wind Survival Rating	(km/h)	300	300	200	200	200	200	300	300	300	270
Adjustment											
Azimuth	(deg)	Infinite	Infinite	Infinite	Infinite	±5	±5	Infinite	±5	±5	±5
Elevation	(deg)	N/A	N/A	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5
Mounting Pole diameter	(mm)	38 - 115	38 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115	76 - 115
Shipping Weight	(kg)	15	28	38	62	106	164	96	131	197	295
Shipping Volume	(m ³)	0.16	0.38	0.59	0.85	0.64	1.25	0.4	0.64	1.19	1.41
Shipping Dimensions	(cm)										
Length		70	106	128	183	258	293	204	258	293	378
Width		66	96	125	90	67	115	53	67	110	101
Height		35	37	37	50	37	37	37	37	37	37

Product Data Sheet

LCF78-50J -- 7/8" CELLFLEX® Low-Loss Foam-Dielectric Coaxial Cable

CELLFLEX® 7/8" low loss flexible cable



Product Specifications

Cable Type	Foam-Dielectric, Corrugated
Size	7/8"
Jacket	Standard
Return Loss (VSWR) Performance	Standard
Maximum Return Loss, dB (VSWR)	Typically 18 dB (1.29)
Impedance, ohm	50 +/- 1
Maximum Frequency, GHz	5
Velocity, percent	88
Peak Power Rating, kW	85
Inner Conductor dc Resistance, ohm/1000 m (ohm/1000 ft)	1.04 (0.32)
Outer Conductor dc Resistance, ohm/1000 m (Ohm/1000 ft)	1.05 (0.32)
RF Peak Voltage, Volts	2910
Jacket Spark, Volt RMS	8000
Capacitance, pF/m (pF/ft)	76.0 (23.2)
Inductance, µH/m (µH/ft)	0.187 (0.057)
Outer Conductor Material	Corrugated Copper
Inner Conductor Material	Copper Tube
Diameter over Jacket Nominal, mm (in)	28 (1.10)
Diameter Copper Outer Conductor, mm (in)	24.9 (0.98)
Diameter Inner Conductor, mm (in)	9.0 (0.35)
Diameter Dielectric, mm (in)	21.4 (0.84)
Minimum Bending Radius, Single Bend, mm (in)	120 (5)
Minimum Bending Radius, Repeated Bends, mm (in)	250 (10)
Bending Moment, N•m (lb-ft)	13.0 (9.6)
Cable Weight, kg/m (lb/ft)	0.53 (0.36)
Tensile Strength, N (lb)	1440 (324)
Flat Plate Crush Strength, N/mm (lb/in)	14.3 (80)

Recommended / Maximal Clamp Spacing, m (ft)	0.8 / 1.0 (2.75 / 3.25)
Installation Temperature, °C(°F)	-40 to +60 (-40 to +140)
Storage Temperature, °C (°F)	-40 to +85 (-40 to +185)
Operation Temperature, °C(°F)	-40 to +85 (-40 to +185)
Phase Stabilized	Phase stabilized and phase matched cables and assemblies available upon request.

Features/Benefits

- Low Attenuation

The low attenuation of CELLFLEX® coaxial cable results in highly efficient signal transfer in your RF system.

- Complete Shielding

The solid outer conductor of CELLFLEX® coaxial cable creates a continuous RFI/EMI shield that minimizes system interference.

- Low VSWR

Special low VSWR versions of CELLFLEX® coaxial cables contribute to low system noise.

- Outstanding Intermodulation Performance

CELLFLEX® coaxial cable's solid inner and outer conductors virtually eliminate intermodulation products.

Intermodulation performance is also confirmed with state-of-the-art equipment at the RFS factory.

- High Power Rating

Due to their low attenuation, outstanding heat transfer properties and temperature stabilized dielectric materials, CELLFLEX® cable provides safe long term operating life at high transmit power levels.

- Wide Range of Application

Typical areas of application are: feedlines for broadcast and terrestrial microwave antennas, wireless cellular, PCS and ESMR base stations, cabling of antenna arrays, and radio equipment interconnects.

LCF78-50J/JFN

ATTENUATION AND AVERAGE POWER

Frequency MHz	Attenuation dB/100 m	Attenuation dB/100 ft.	Average Power kW
0.5	0.081	0.025	85.0
1.0	0.114	0.035	85.0
1.5	0.140	0.043	73.1
2.0	0.162	0.049	63.3
10	0.365	0.111	28.1
20	0.519	0.158	19.7
30	0.639	0.195	16.1
50	0.830	0.253	12.4
88	1.11	0.339	9.22
100	1.19	0.362	8.63
108	1.24	0.377	8.29
150	1.47	0.448	6.98
174	1.59	0.484	6.45
200	1.71	0.521	6.00
300	2.12	0.646	4.83
400	2.48	0.755	4.14
450	2.64	0.804	3.88
500	2.80	0.852	3.67
512	2.83	0.863	3.62
600	3.09	0.941	3.32
700	3.36	1.02	3.05
800	3.62	1.10	2.83
824	3.68	1.12	2.79
894	3.85	1.17	2.66
900	3.87	1.18	2.65
925	3.92	1.20	2.61
960	4.01	1.22	2.56
1000	4.10	1.25	2.50
1250	4.65	1.42	2.21
1500	5.16	1.57	1.99
1700	5.54	1.69	1.85
1800	5.73	1.75	1.79
2000	6.09	1.86	1.68
2200	6.44	1.96	1.59
2300	6.61	2.01	1.55
3000	7.74	2.36	1.33

Standard Conditions:

For attenuation: VSWR 1.0, cable temperature 20° C (68° F).

For average power: VSWR 1.0, ambient temperature 40° C (104°F),

inner conductor temperature 100° C (212° F). No solar loading.

RADIO FREQUENCY SYSTEMS



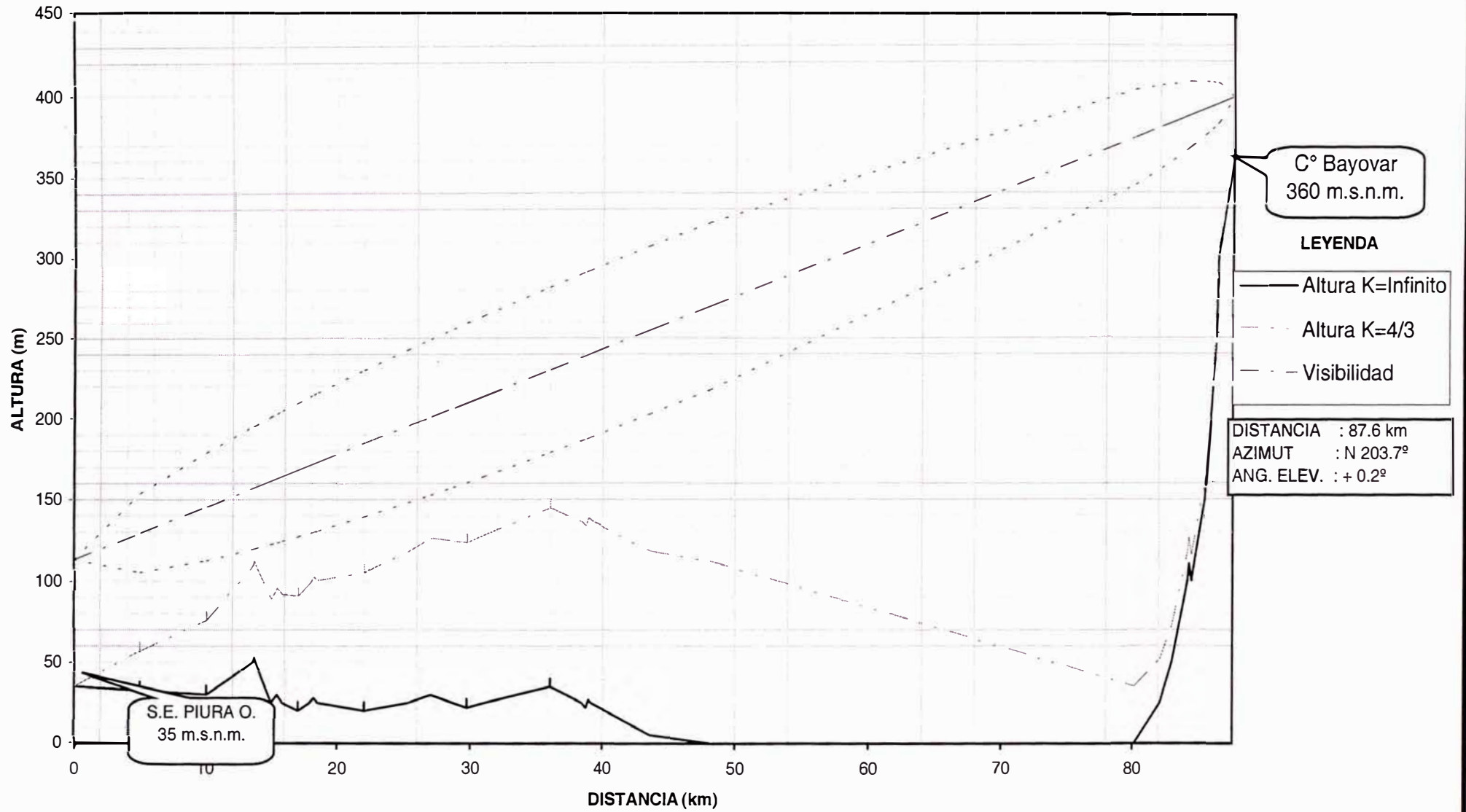
<http://www.rfsworld.com/>

ANEXO N° 2

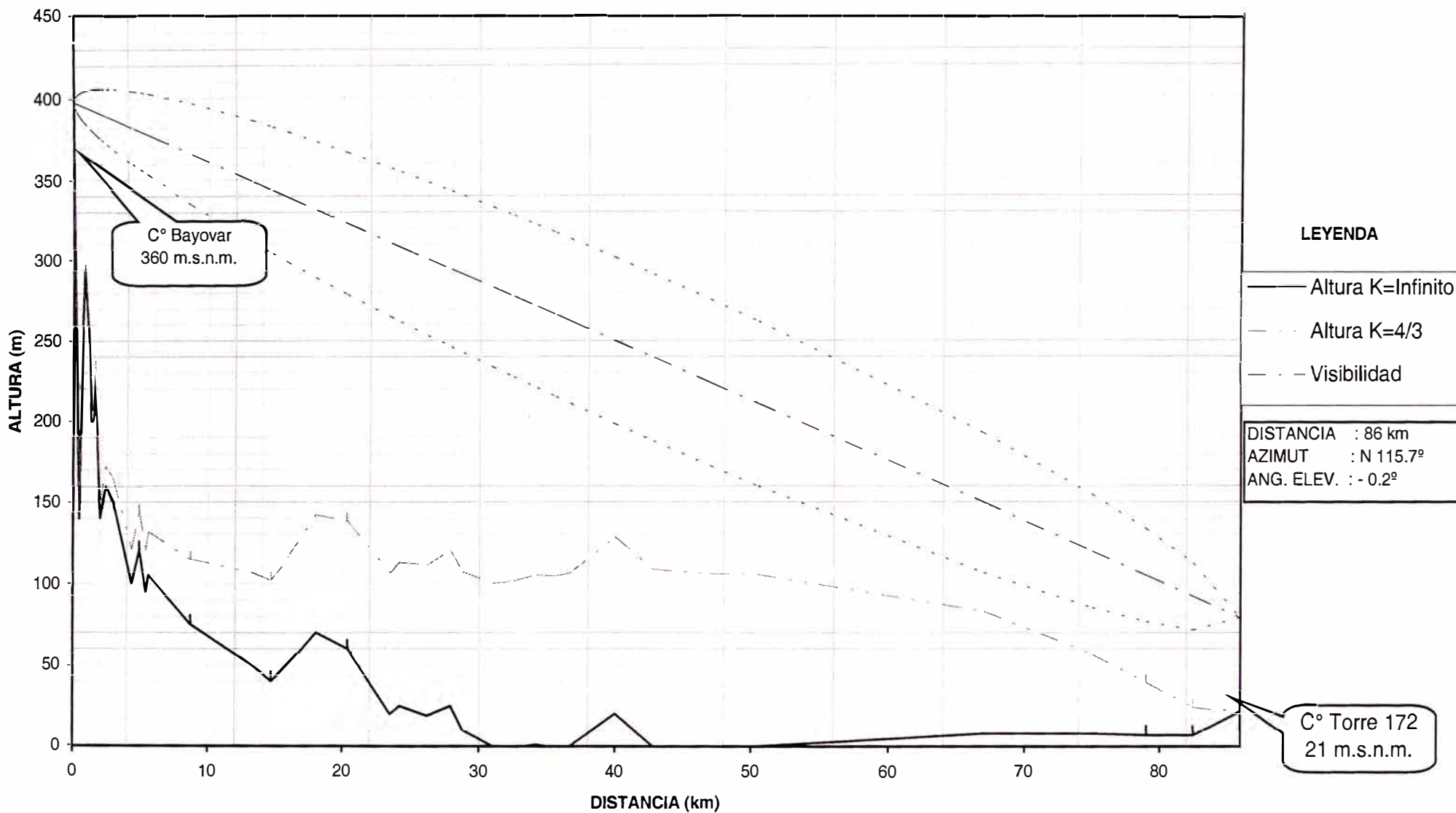
PERFILES TOPOGRAFICOS DE LOS ENLACES DE

RADIO DE MICROONDAS

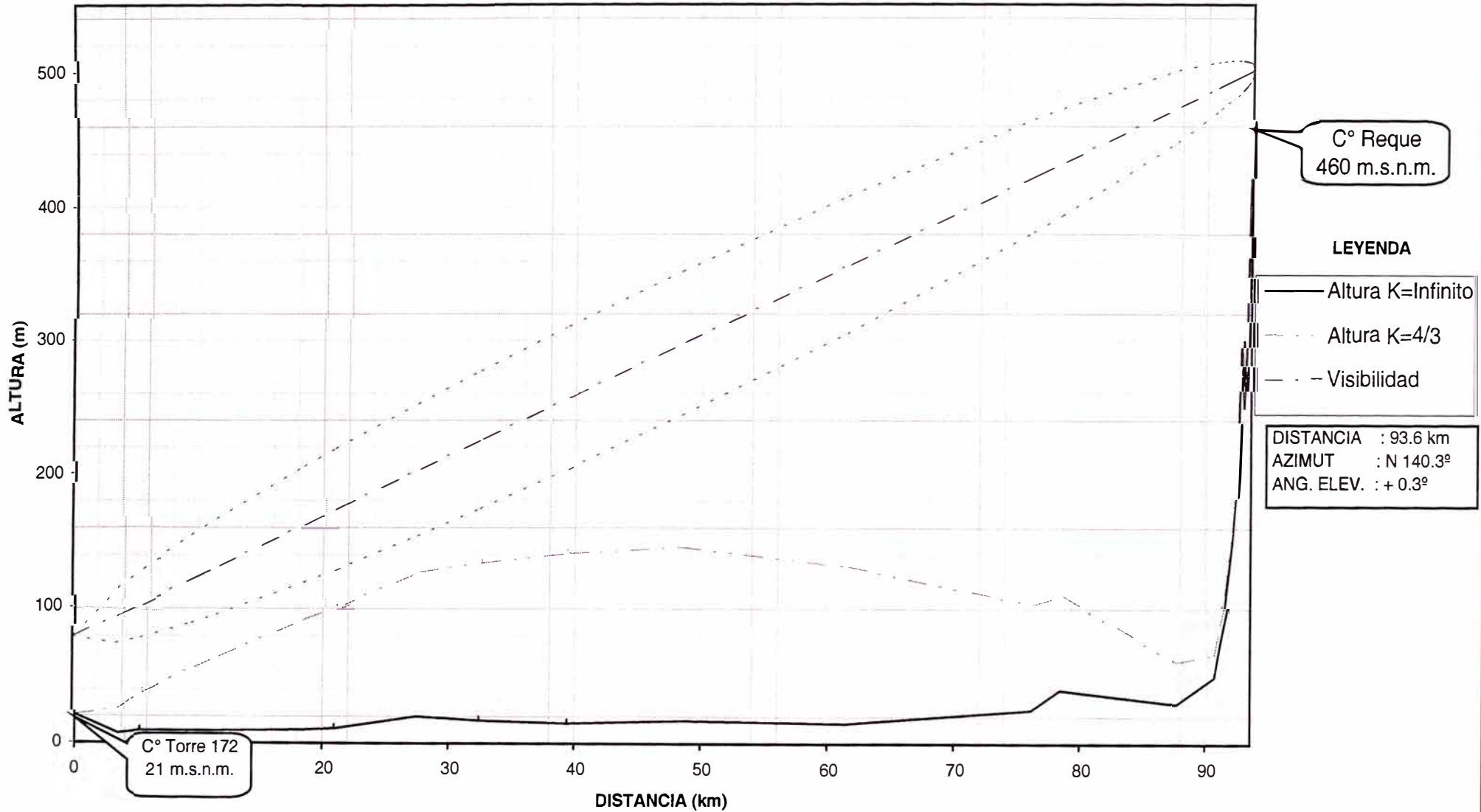
PERFIL N° 1: S.E. PIURA OESTE - C° BAYOVAR



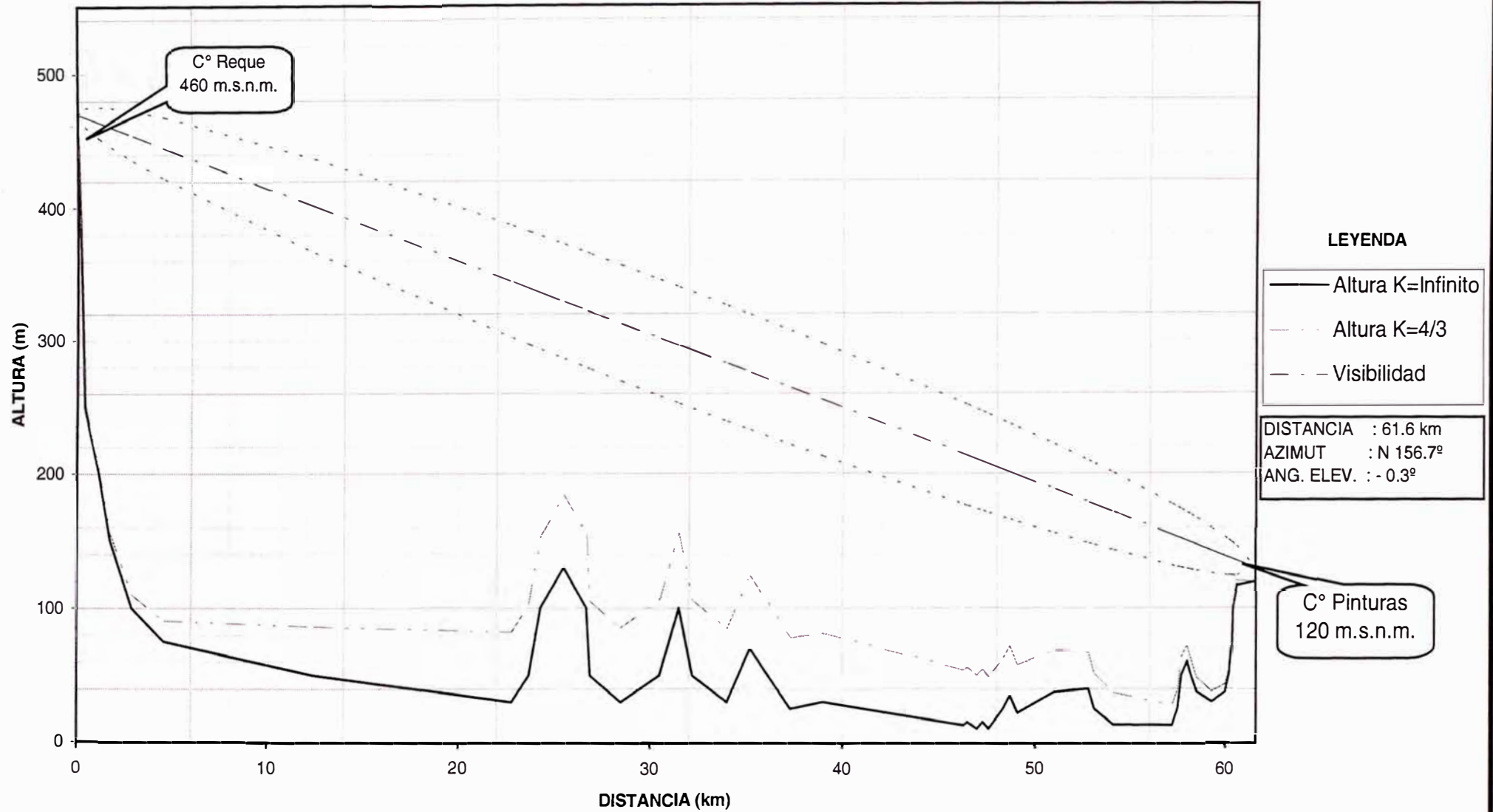
PERFIL N° 2 : C° BAYOVAR - C° TORRE 172



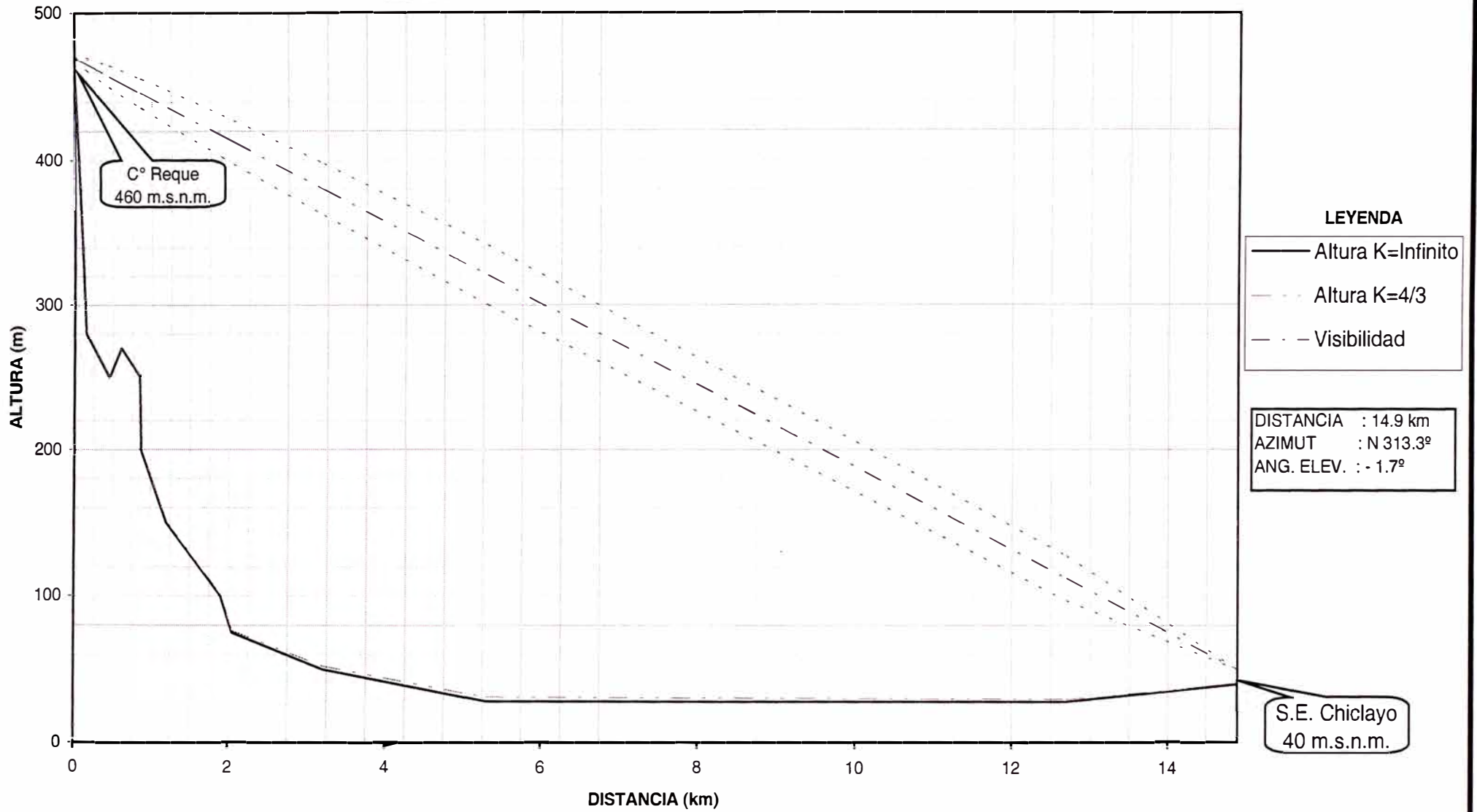
PERFIL N° 3 : C° TORRE 172 - C° REQUE



PERFIL N° 4 : C° REQUE - C° PINTURAS



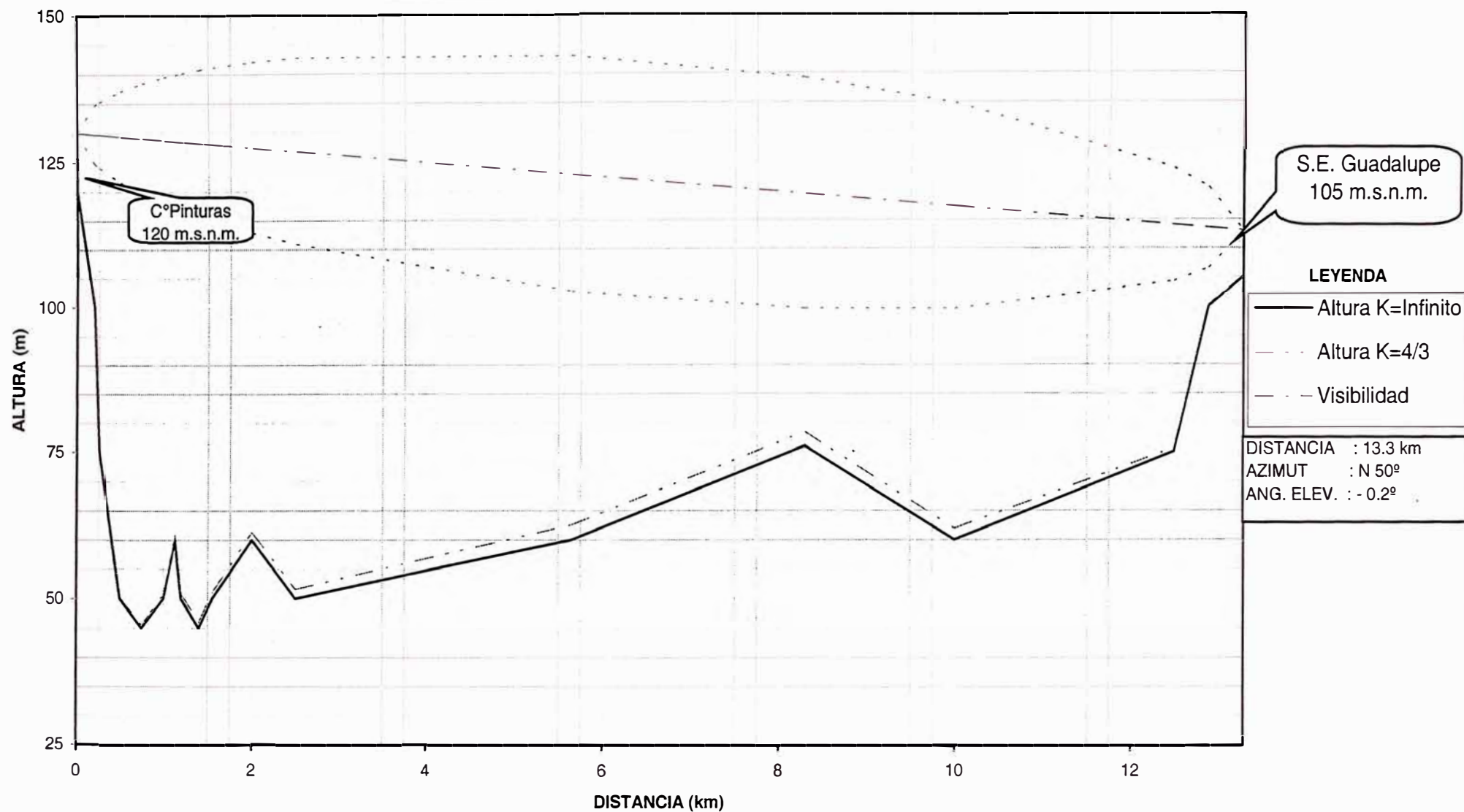
PERFIL N° 5 : C° REQUE - S.E. CHICLAYO OESTE



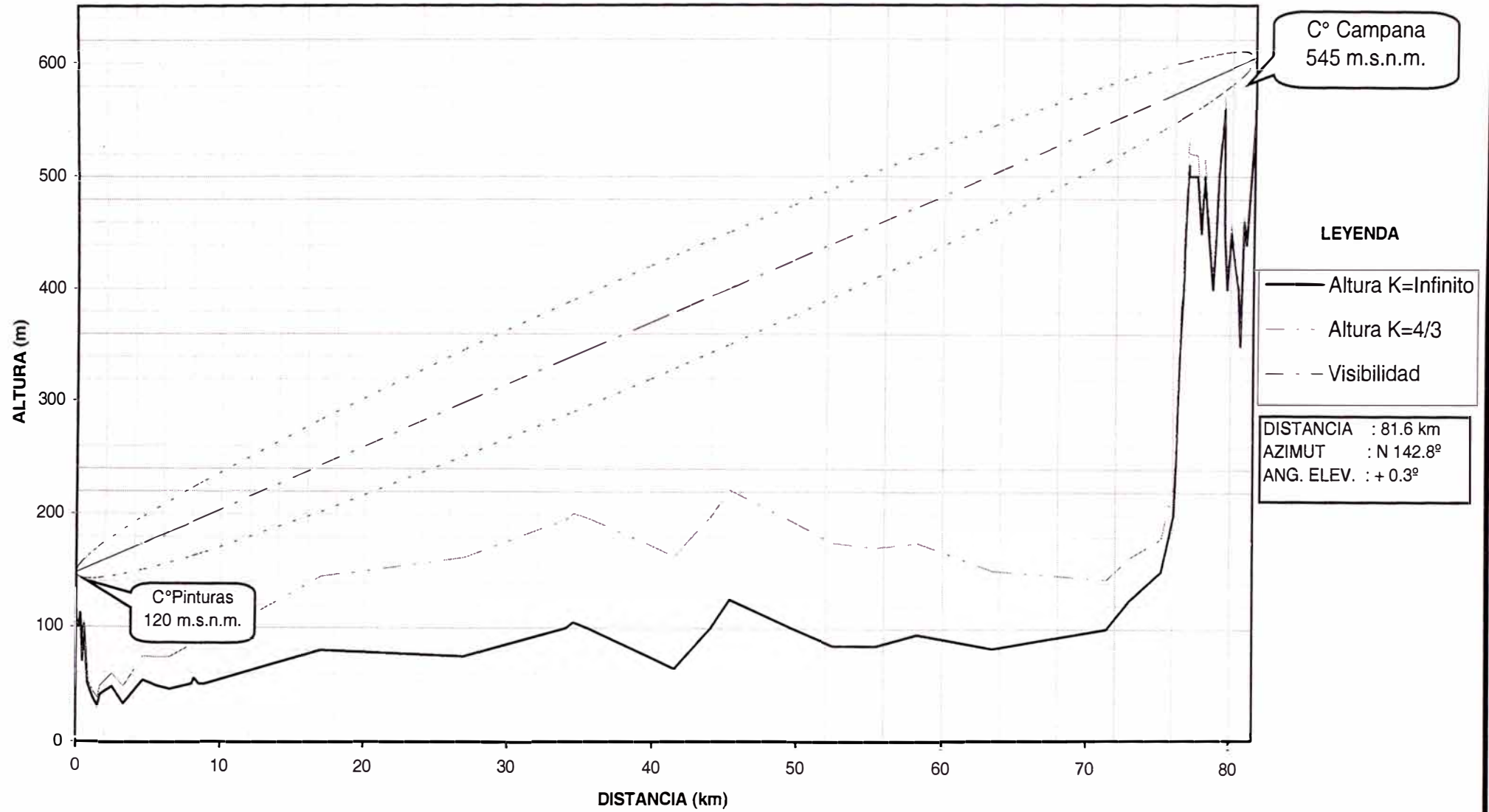
C° Reque
460 m.s.n.m.

S.E. Chiclayo
40 m.s.n.m.

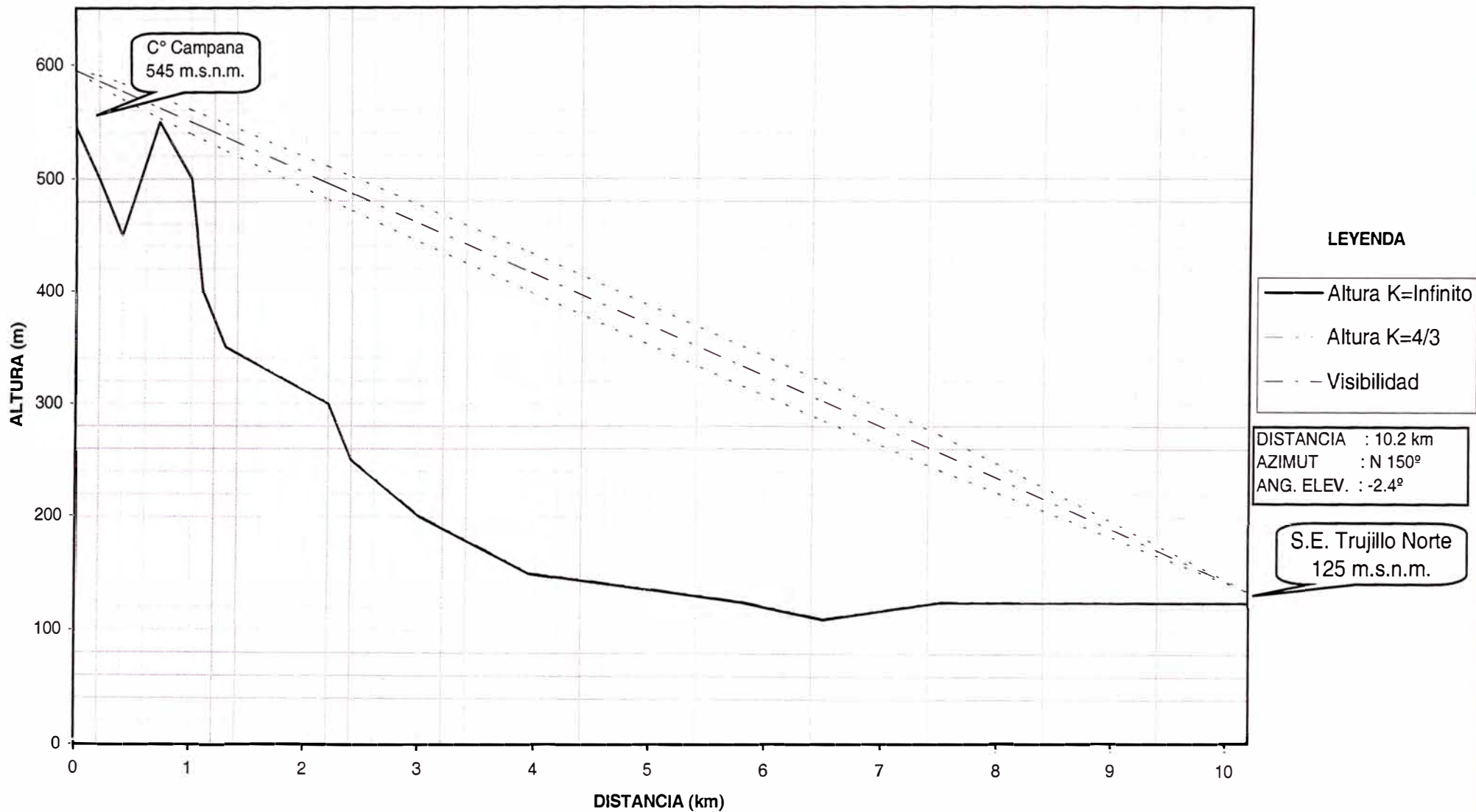
PERFIL N° 6: C° PINTURAS - S.E. GUADALUPE



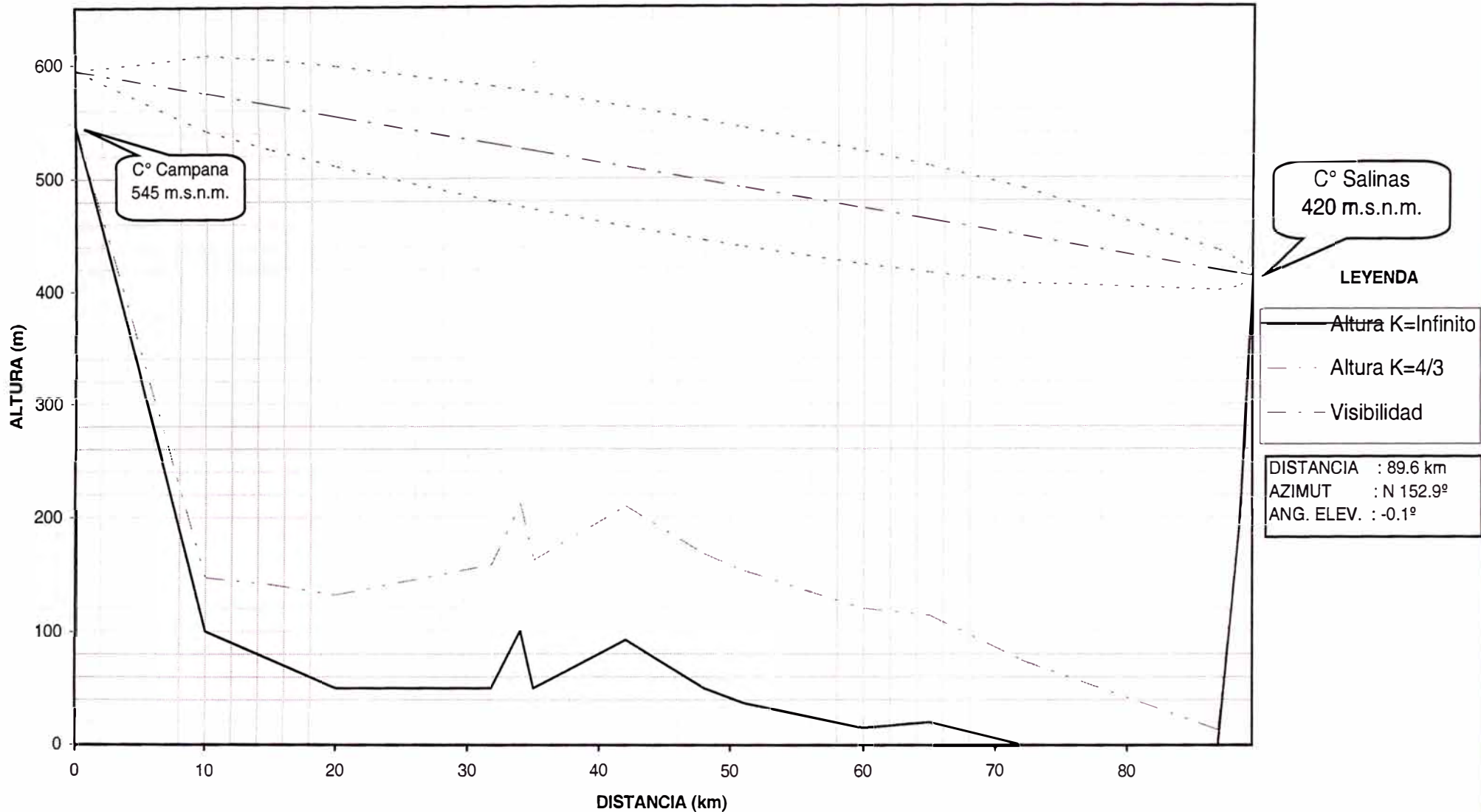
PERFIL N° 7: C° PINTURAS - C° CAMPANA



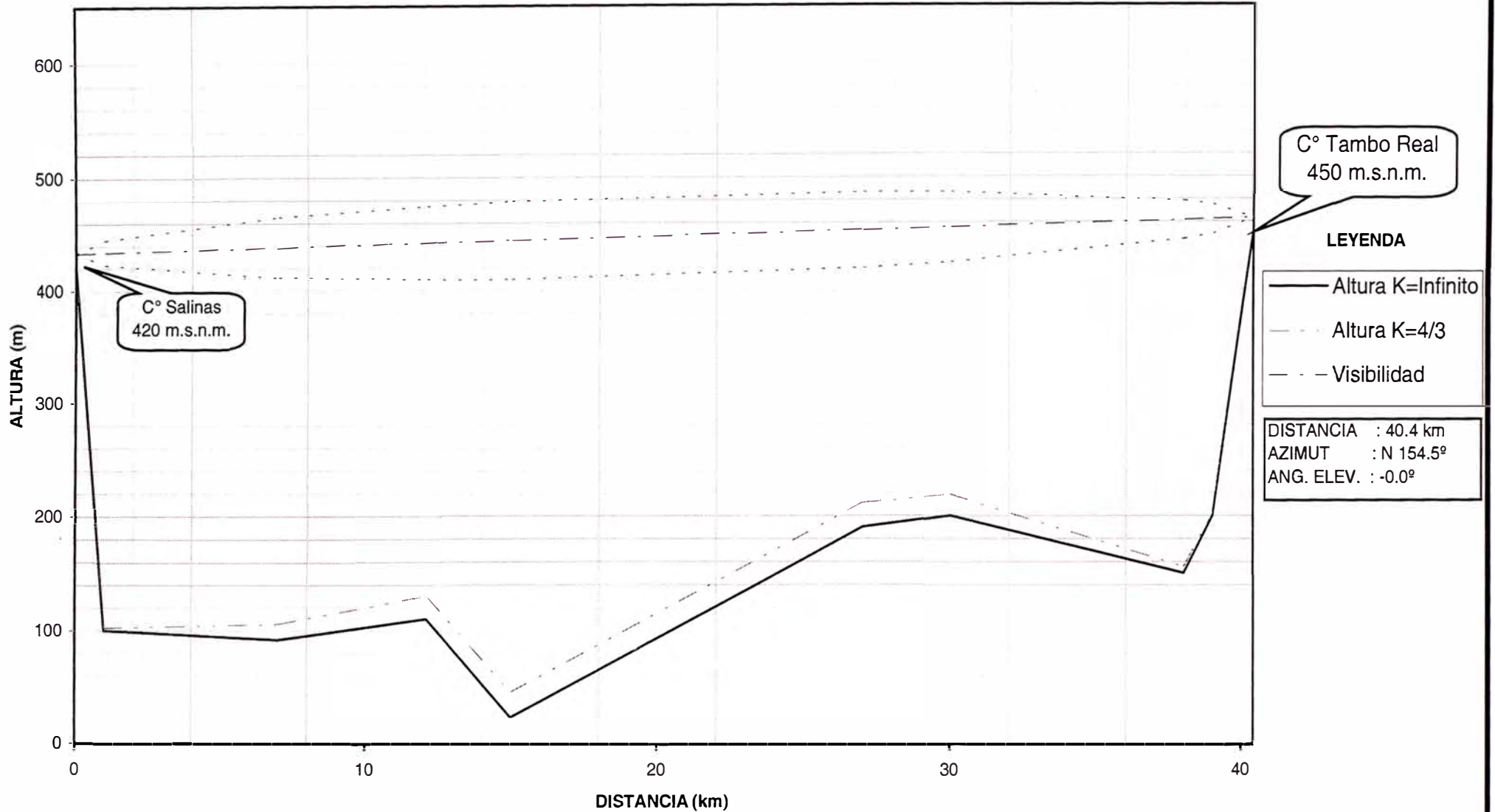
PERFIL N° 8 : C° CAMPANA - S.E. TRUJILLO NORTE



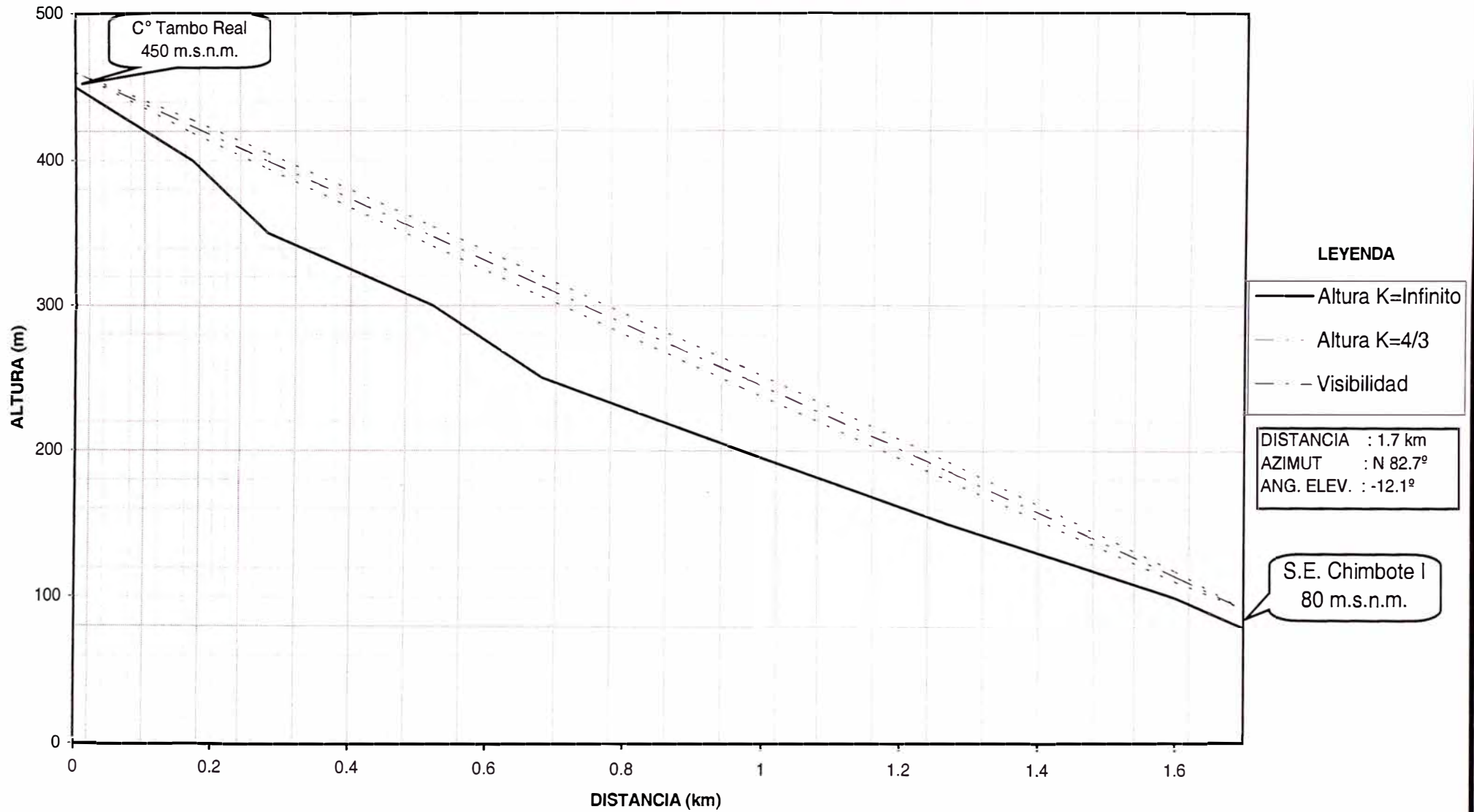
PERFIL N° 9: C° CAMPANA - C° SALINAS



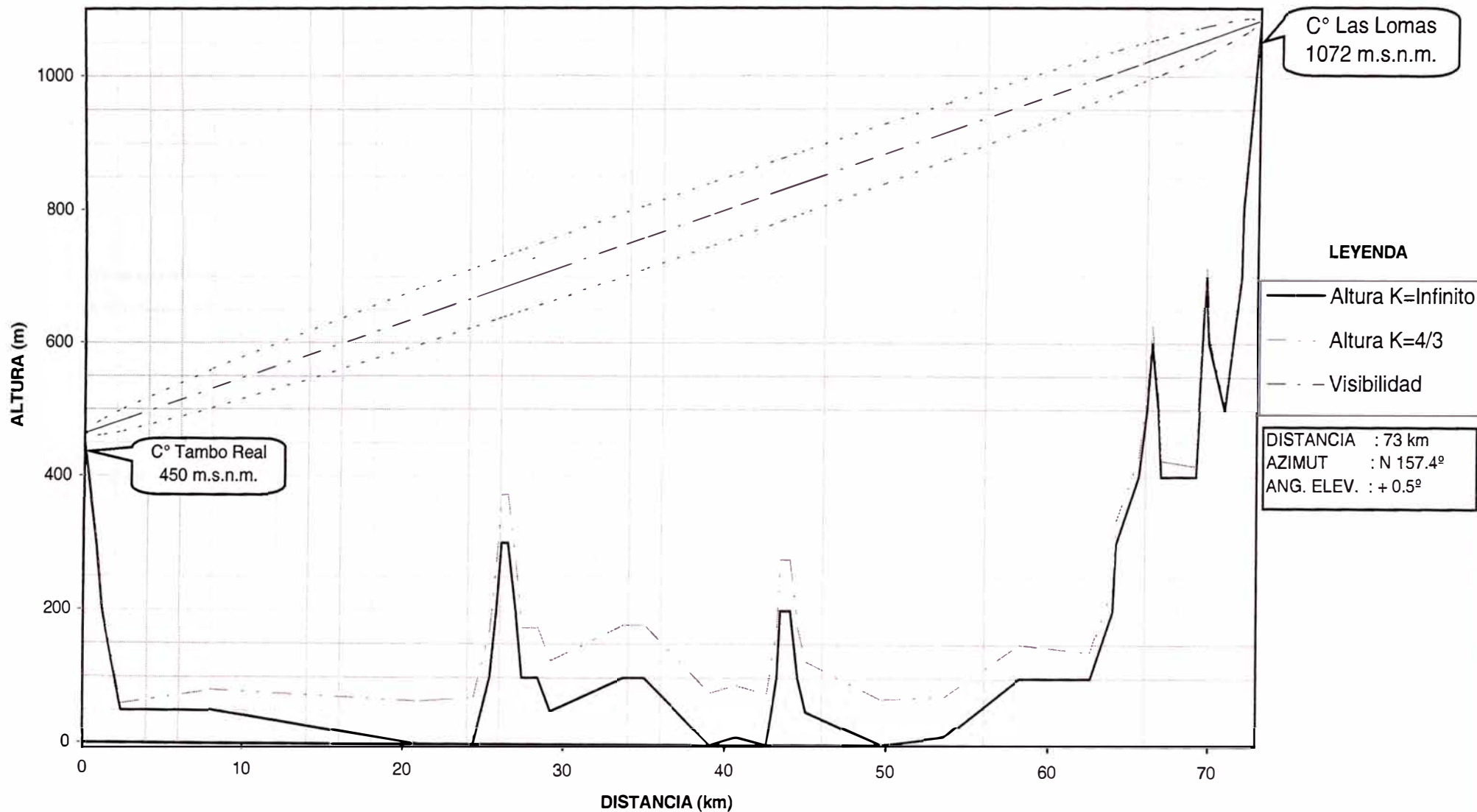
PERFIL N° 10 : C° SALINAS - C° TAMBO REAL



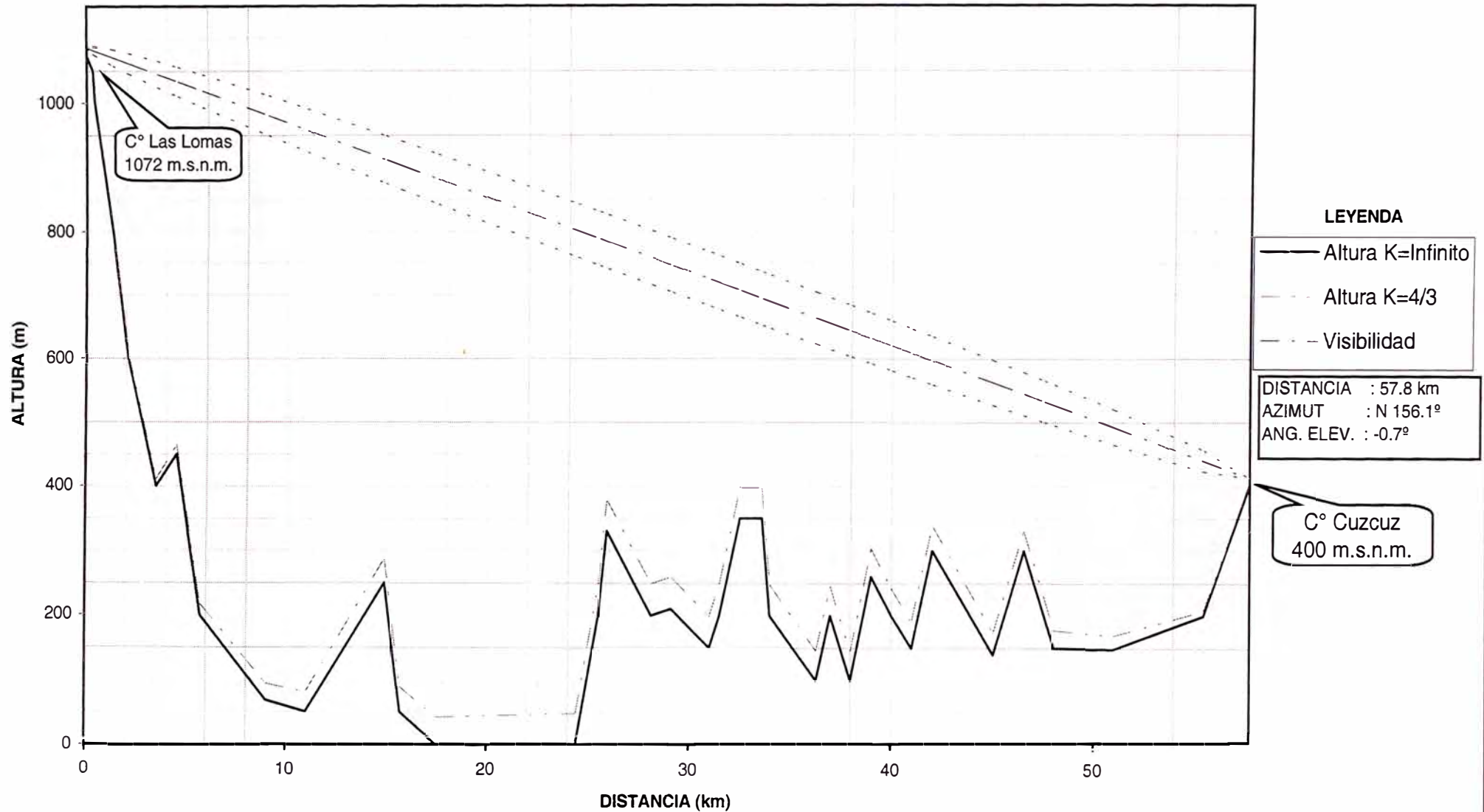
PERFIL N° 11 : C° TAMBO REAL - S.E. CHIMBOTE



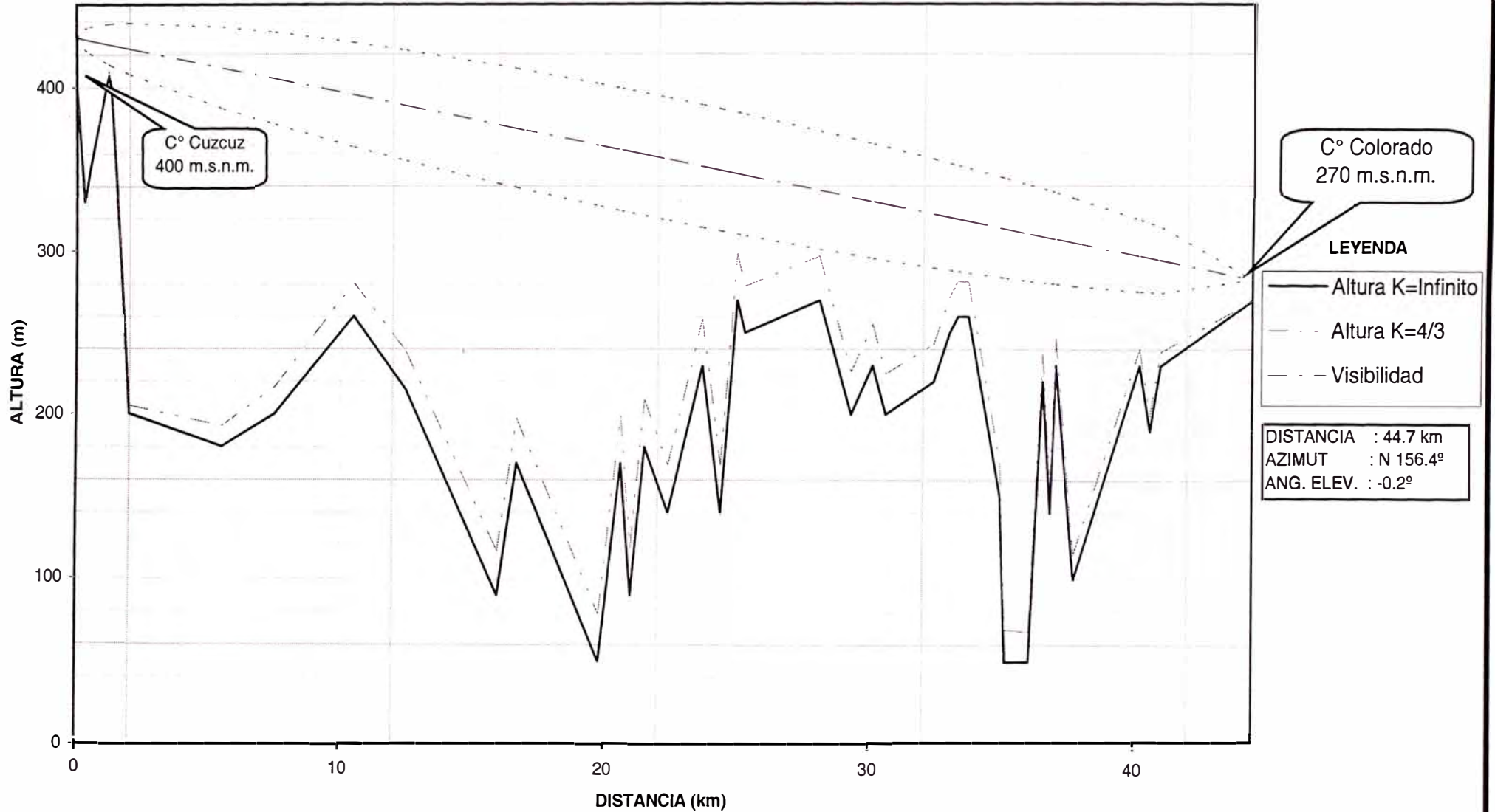
PERFIL N° 12 : C° TAMBO REAL - C° LAS LOMAS



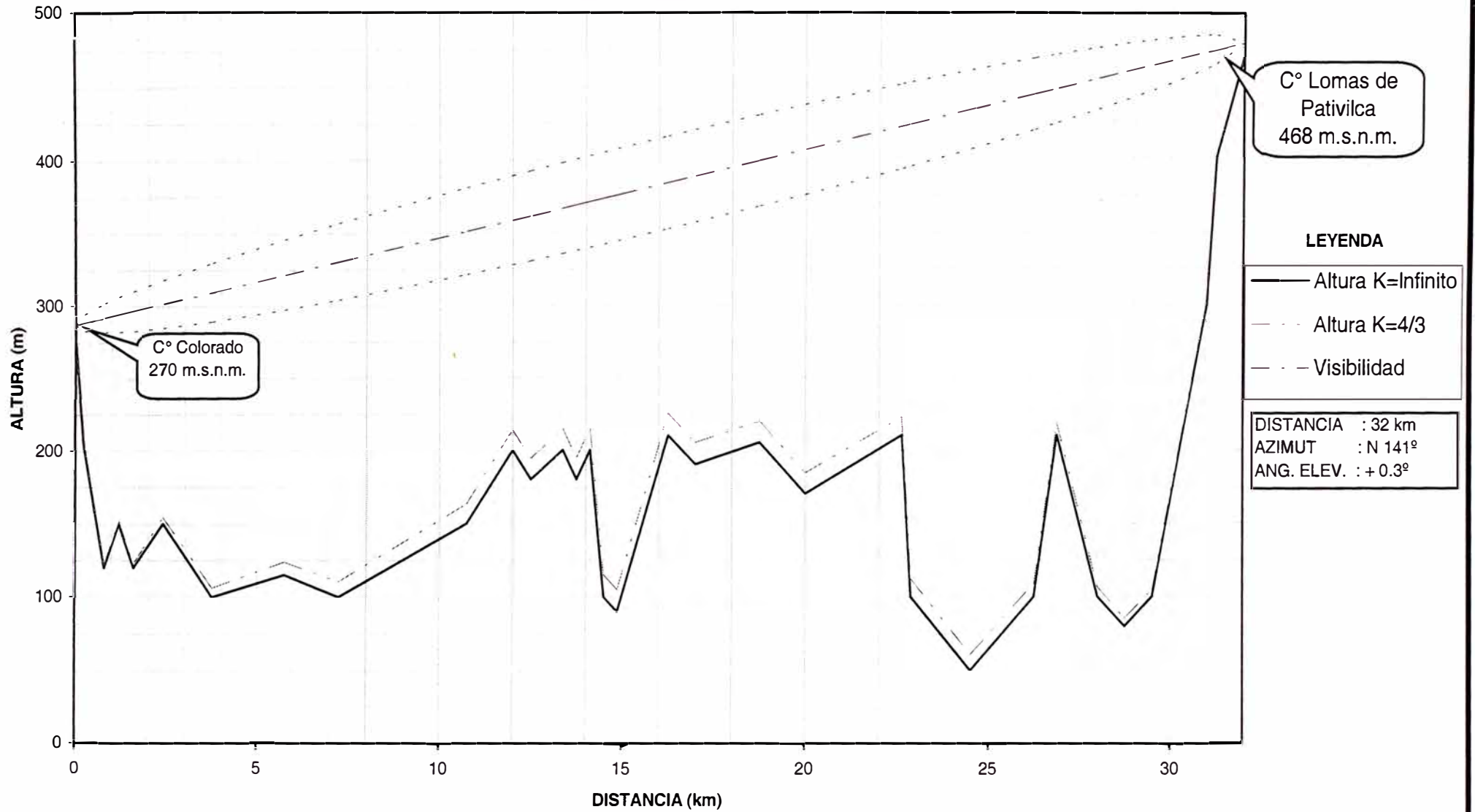
PERFIL N° 13 : C° LAS LOMAS - C° CUZCUZ



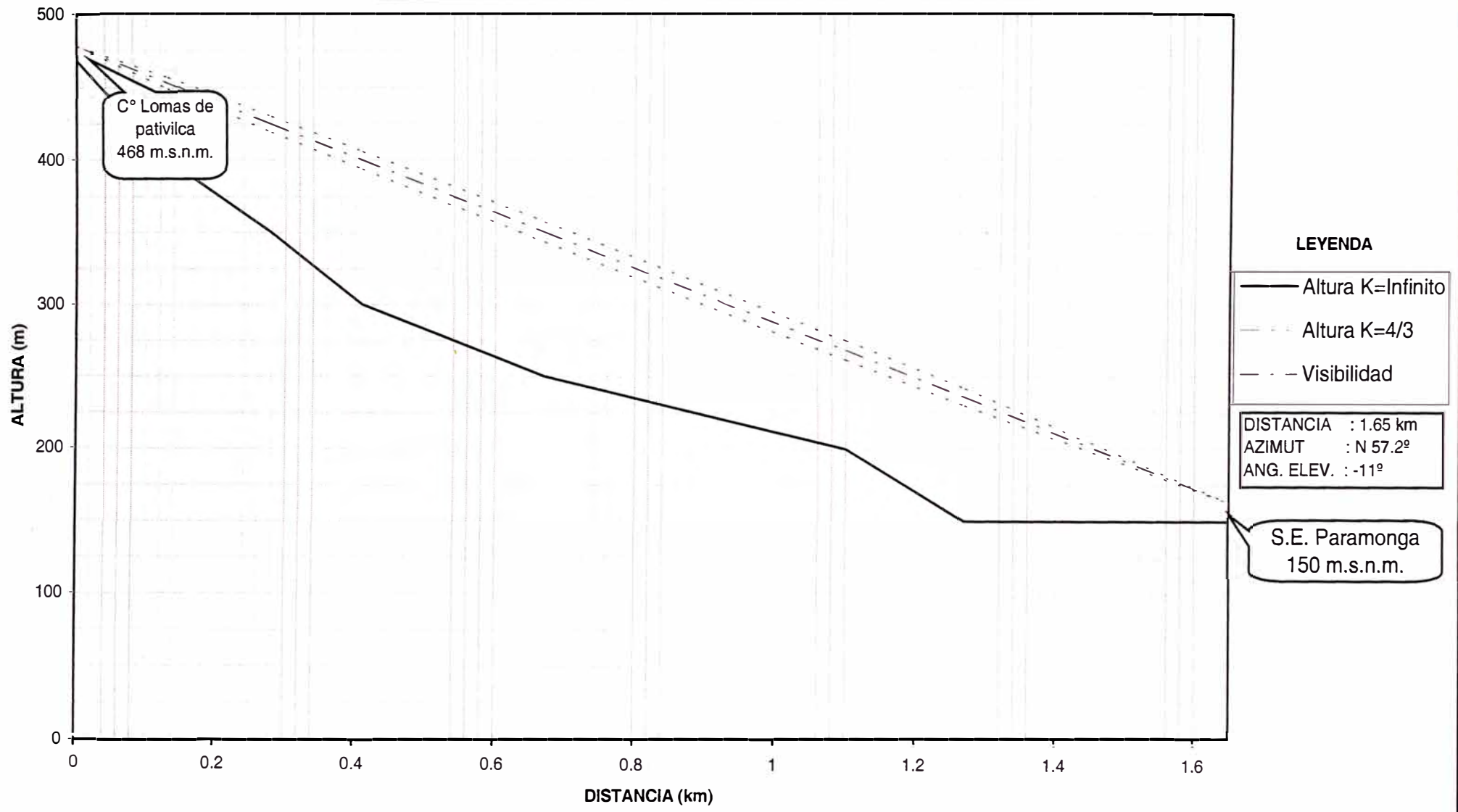
PERFIL N° 14 : C° CUZCUZ - C° COLORADO



PERFIL N° 15 : C° COLORADO - C° LOMAS DE PATIVILCA



PERFIL N° 16 : C° LOMAS DE PATIVILCA - S.E. PARAMONGA NUEVA



C° Lomas de pativilca
468 m.s.n.m.

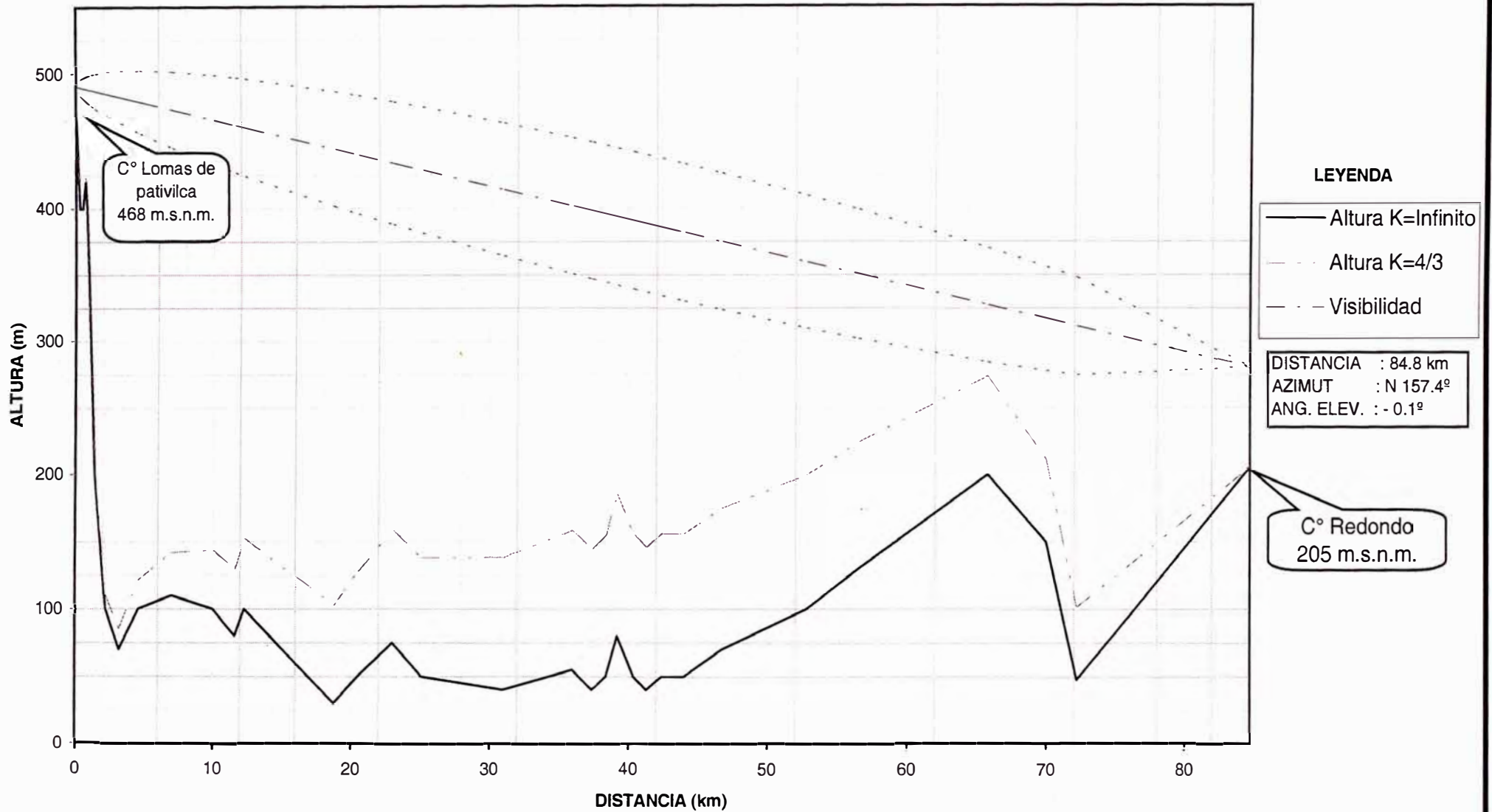
LEYENDA

- Altura K=Infinito
- - - Altura K=4/3
- . - Visibilidad

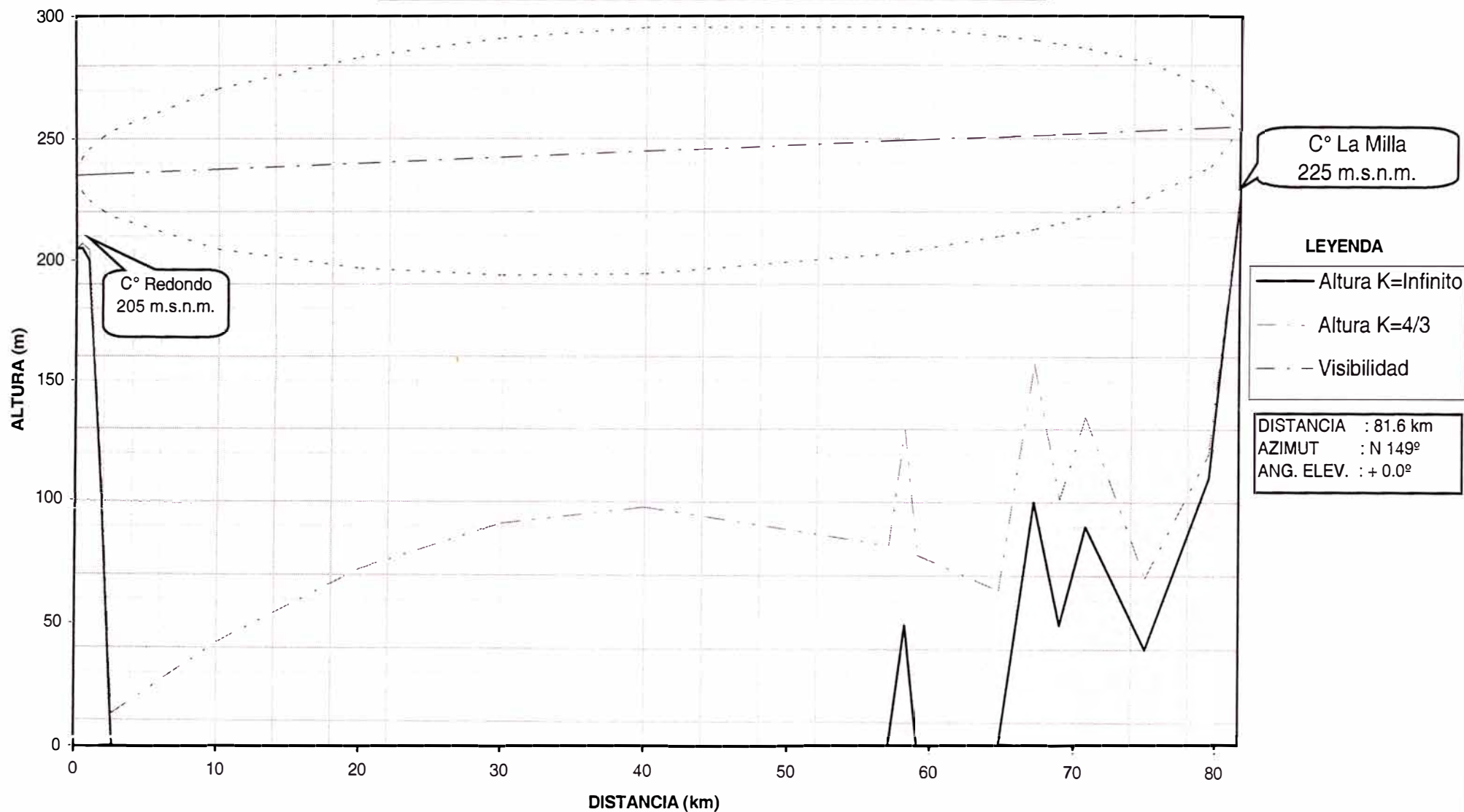
DISTANCIA : 1.65 km
AZIMUT : N 57.2°
ANG. ELEV. : -11°

S.E. Paramonga
150 m.s.n.m.

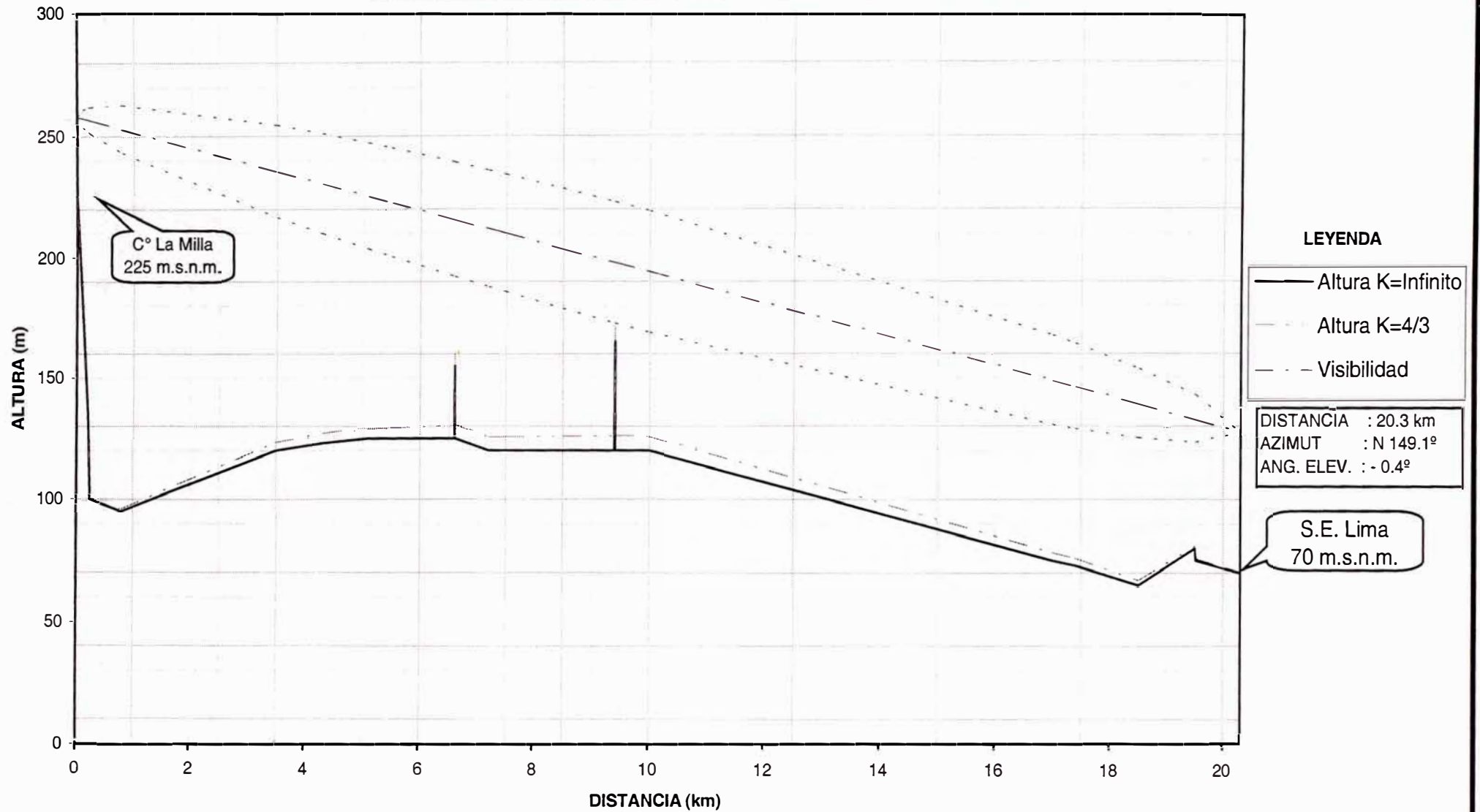
PERFIL N° 17: C° LOMAS DE PATIVILCA - C° REDONDO



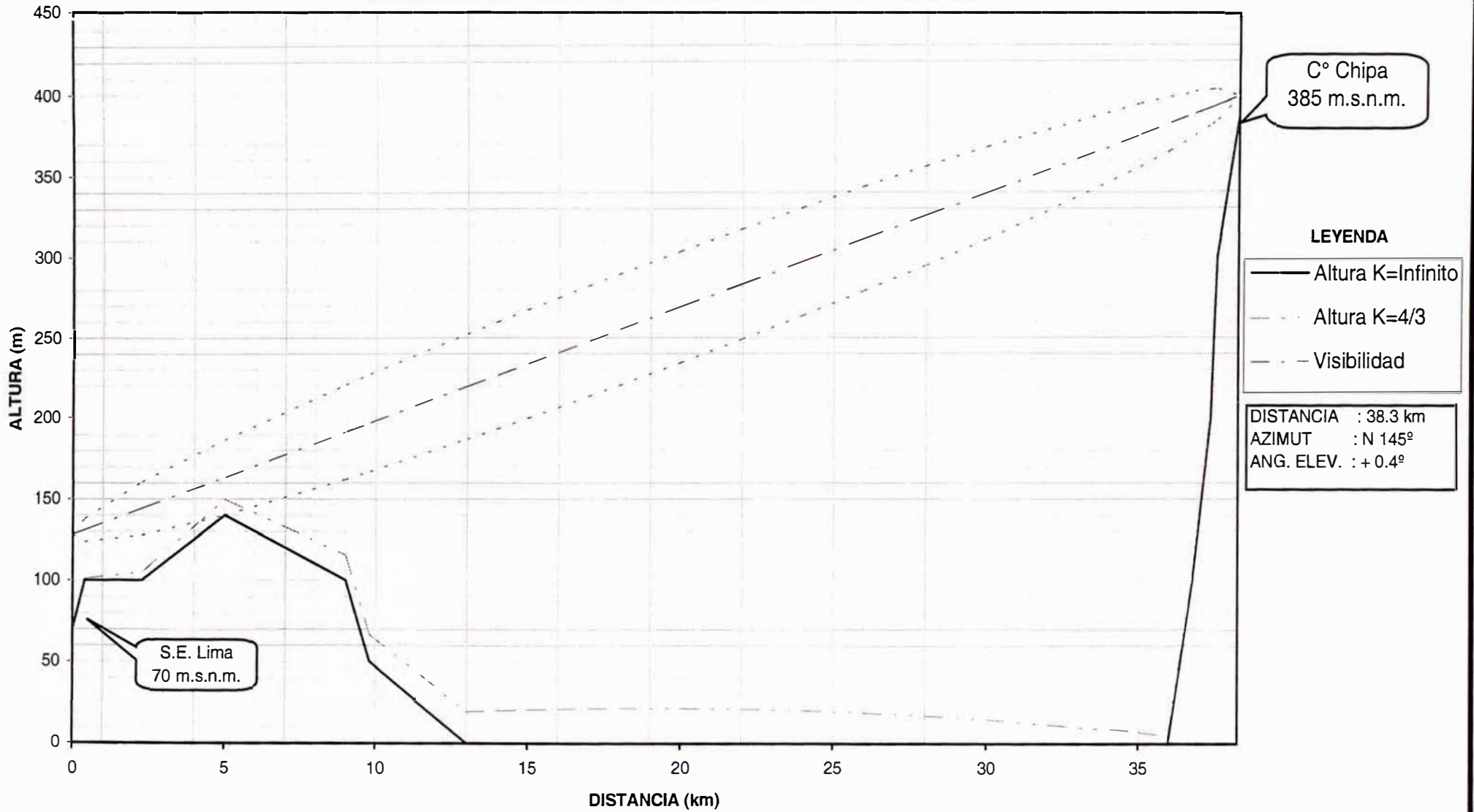
PERFIL N° 18 : C° REDONDO - C° LA MILLA



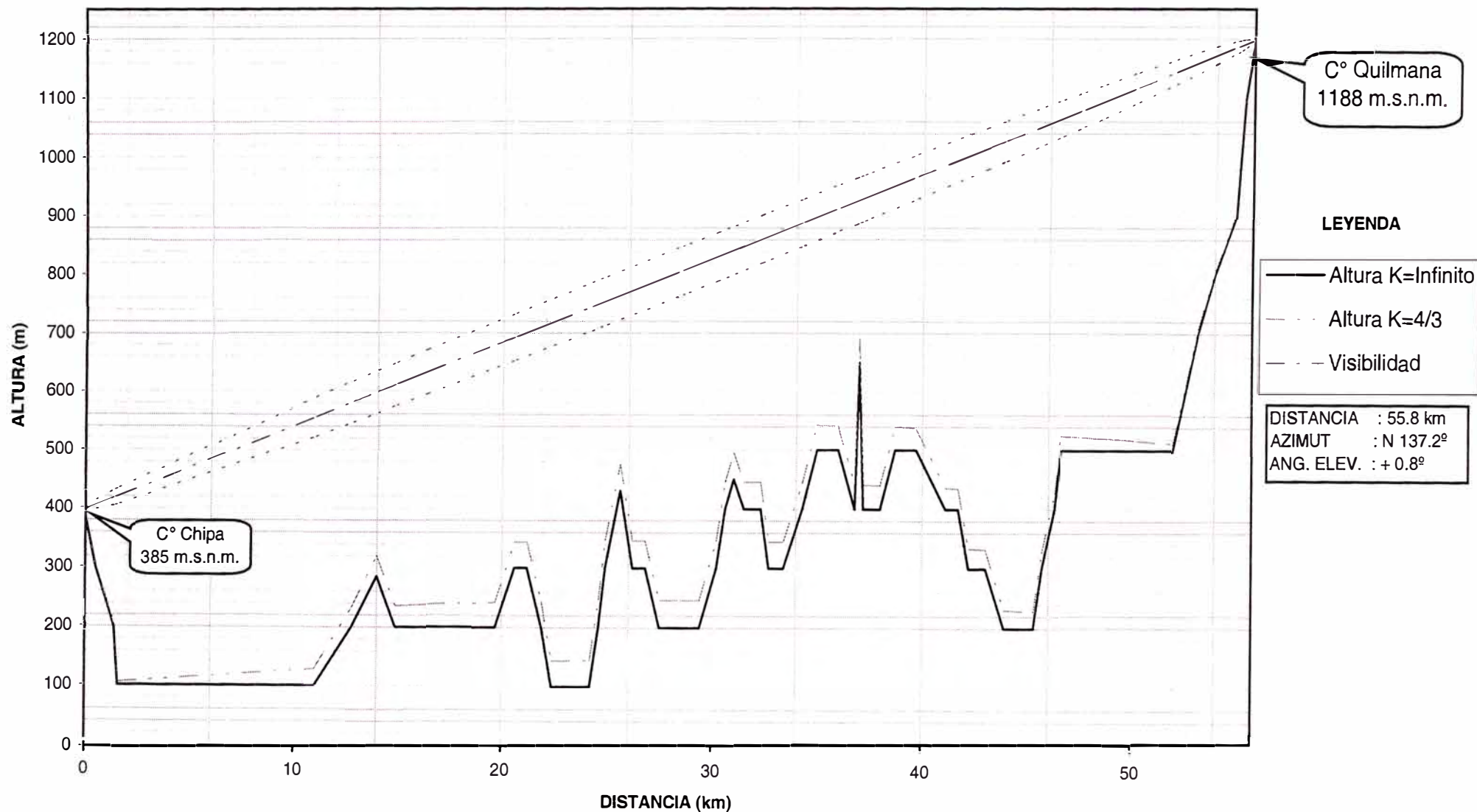
PERFIL N° 19 : C° LA MILLA - S.E. LIMA



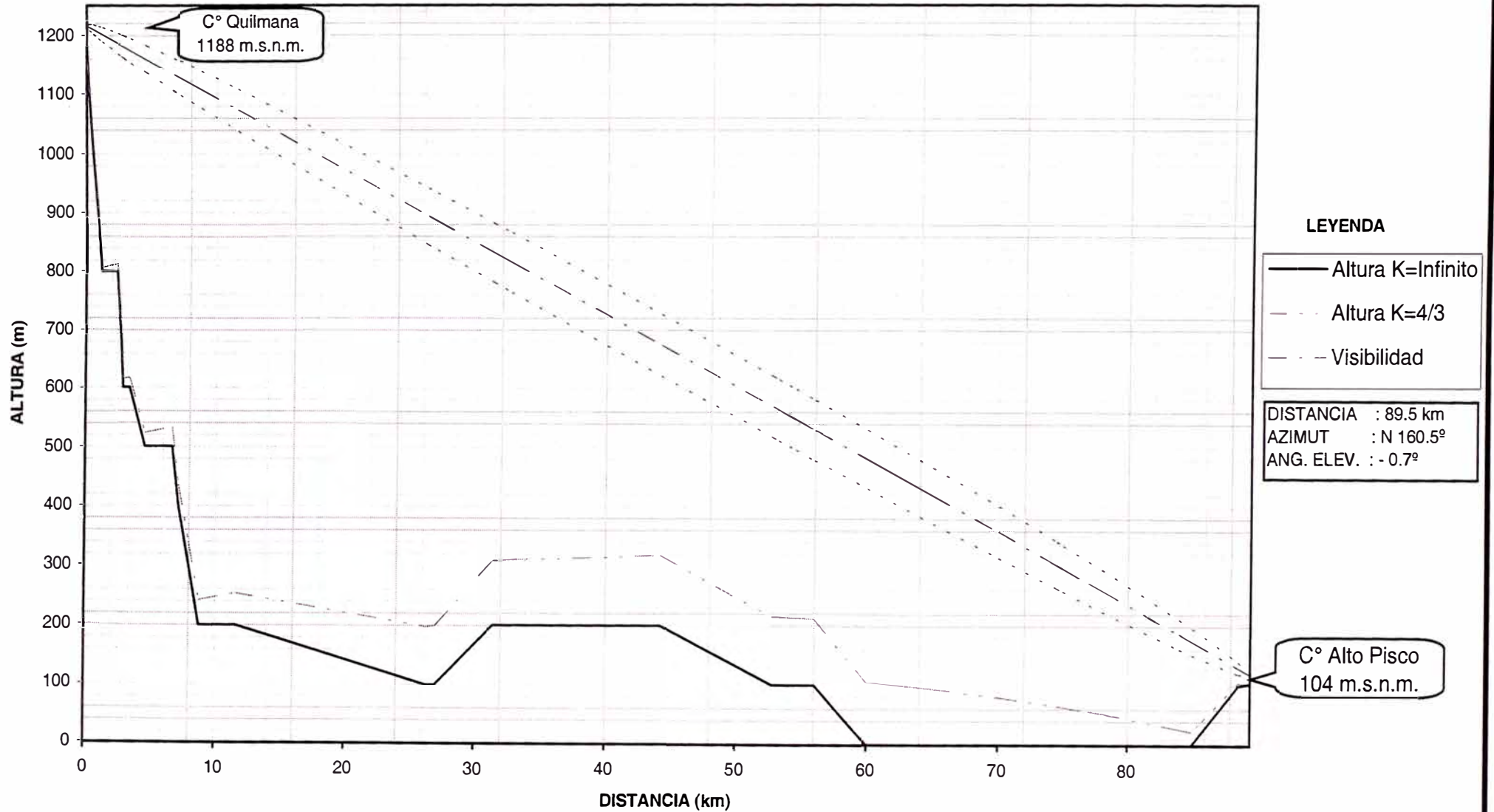
PERFIL N° 20 : S.E. LIMA - C° CHIPA



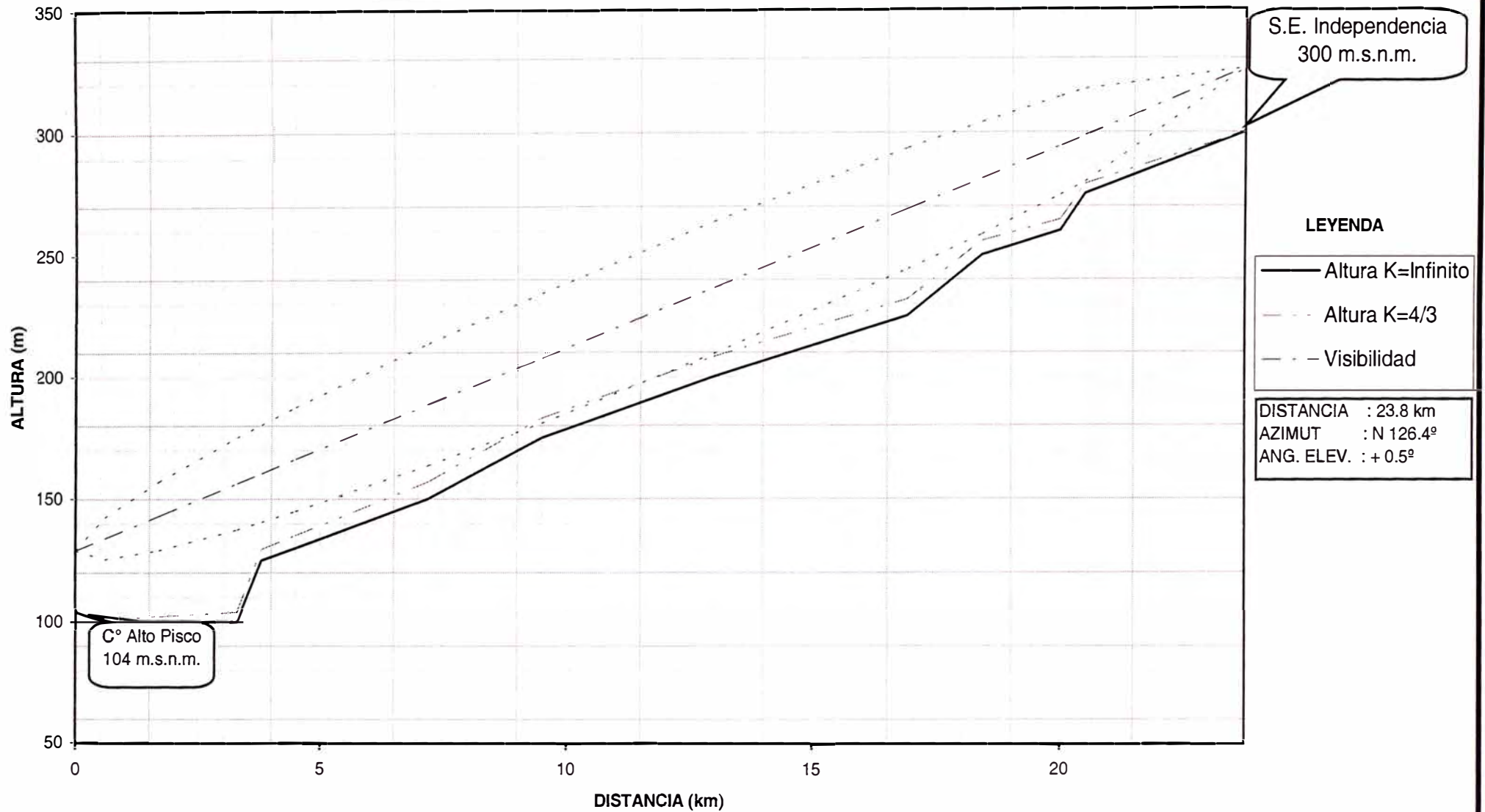
PERFIL N° 21 : C° CHIPA - C° QUILMANA



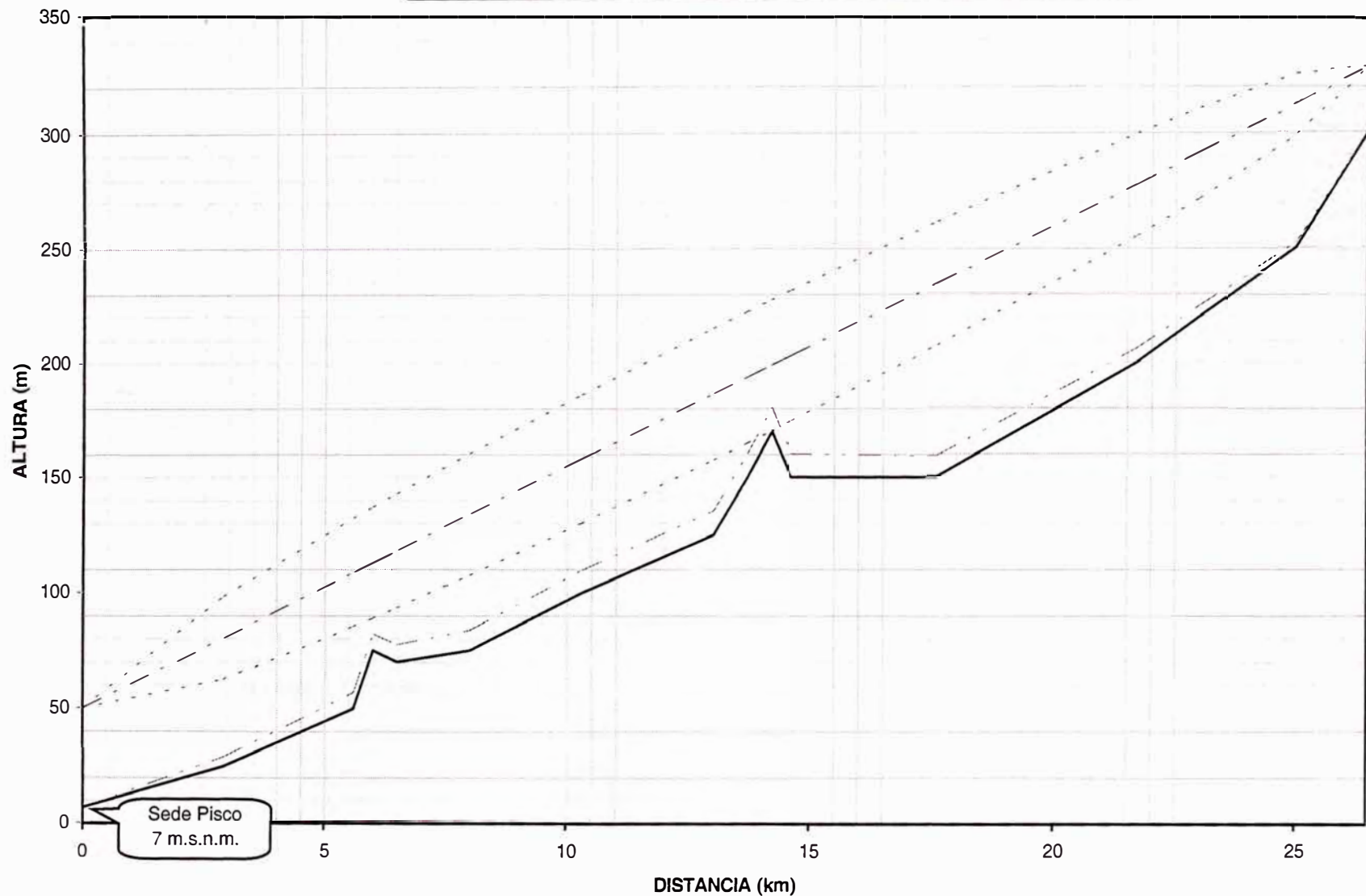
PERFIL N° 22 : C° QUILMANA - ALTO PISCO



PERFIL N° 23 : C° ALTO PISCO - S.E. INDEPENDENCIA



PERFIL N° 24 : SEDE PISCO - S.E. INDEPENDENCIA



Sede Pisco
7 m.s.n.m.

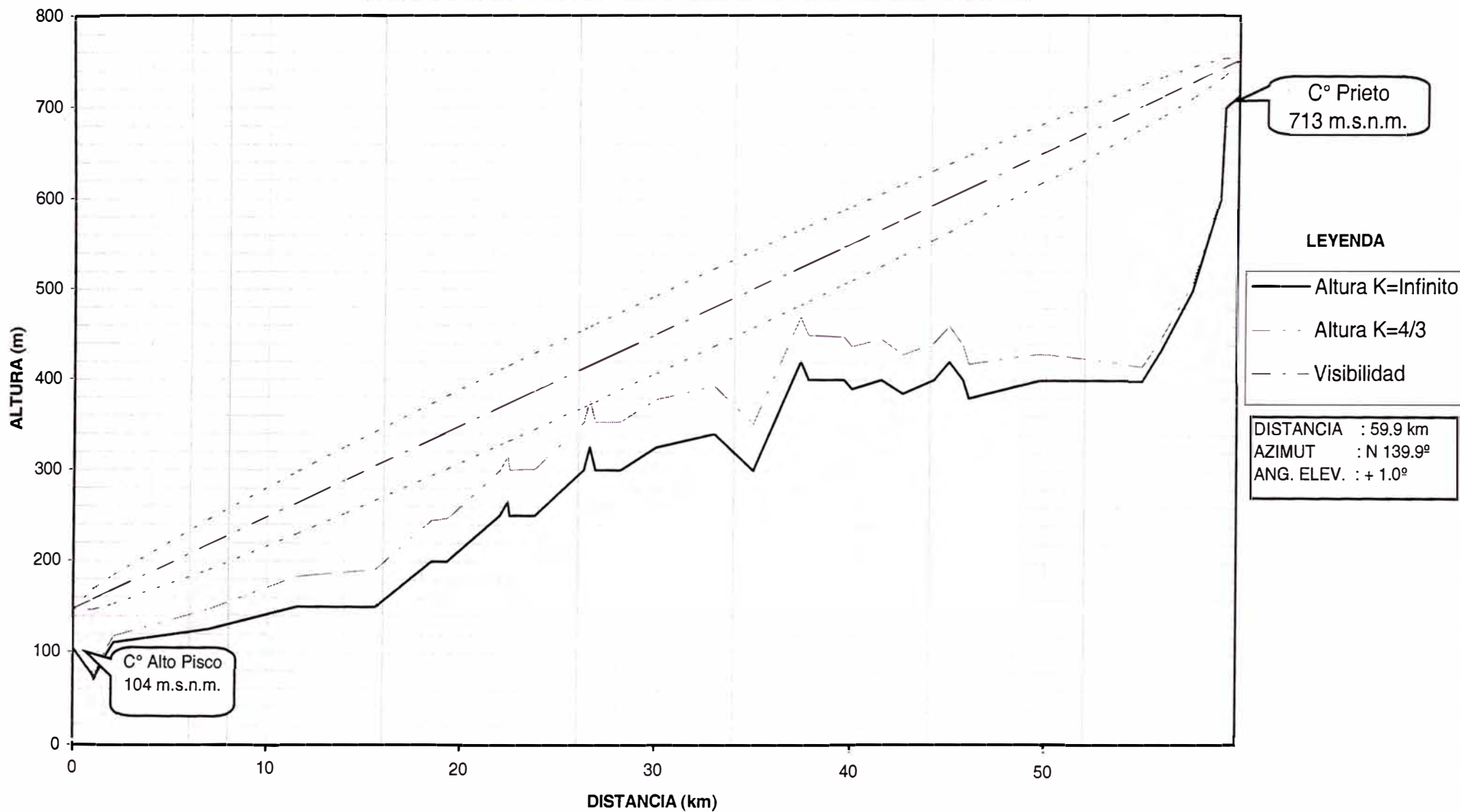
S.E. Independencia
300 m.s.n.m.

LEYENDA

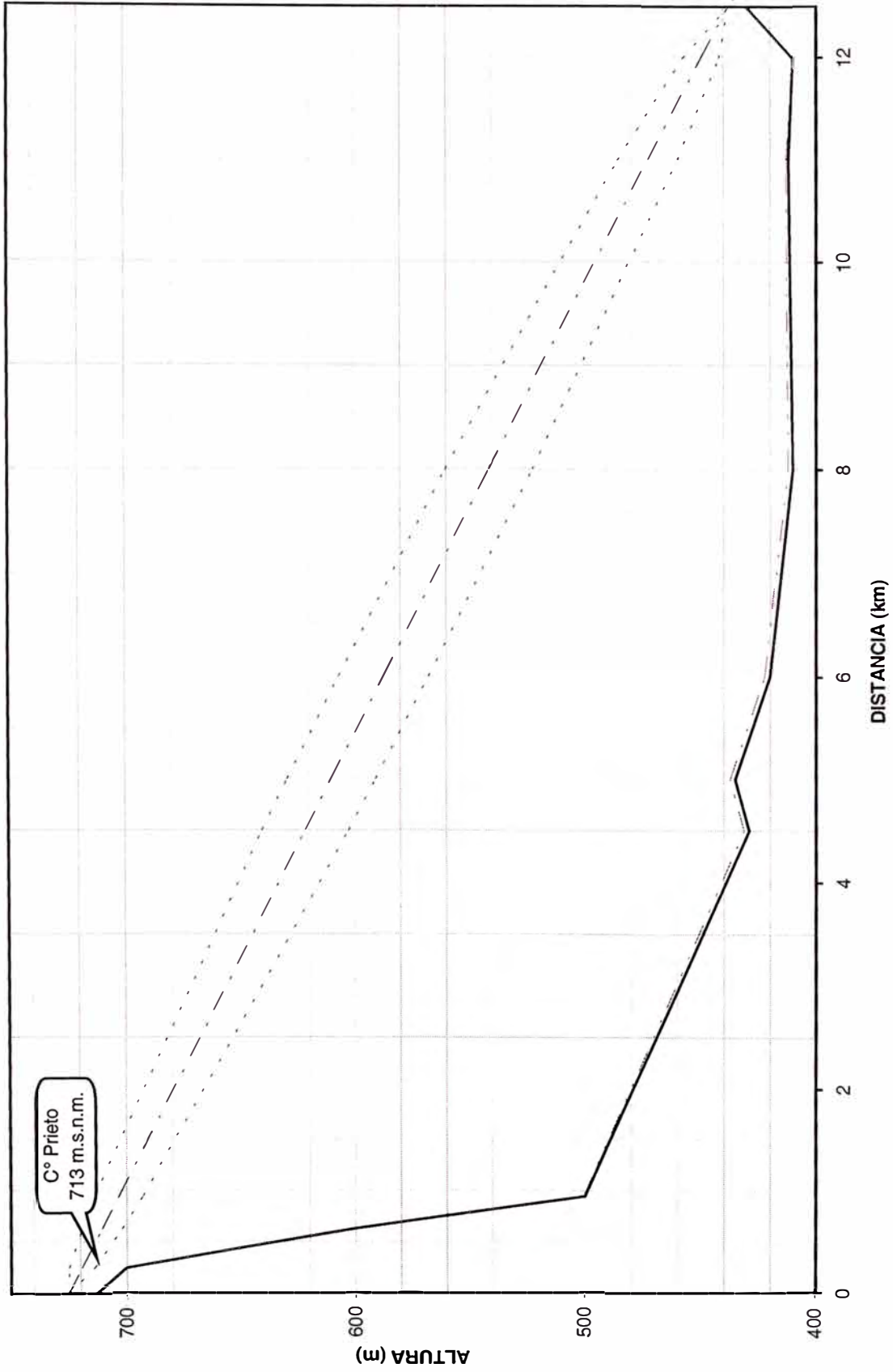
- Altura K=Infinito
- · · Altura K=4/3
- - - Visibilidad

DISTANCIA : 26.5 km
AZIMUT : N 94.1°
ANG. ELEV. : + 0.6°

PERFIL N° 25 : C° ALTO PISCO - C° PRIETO



PERFIL N° 26: C° PRIETO - S.E. ICA



LEYENDA

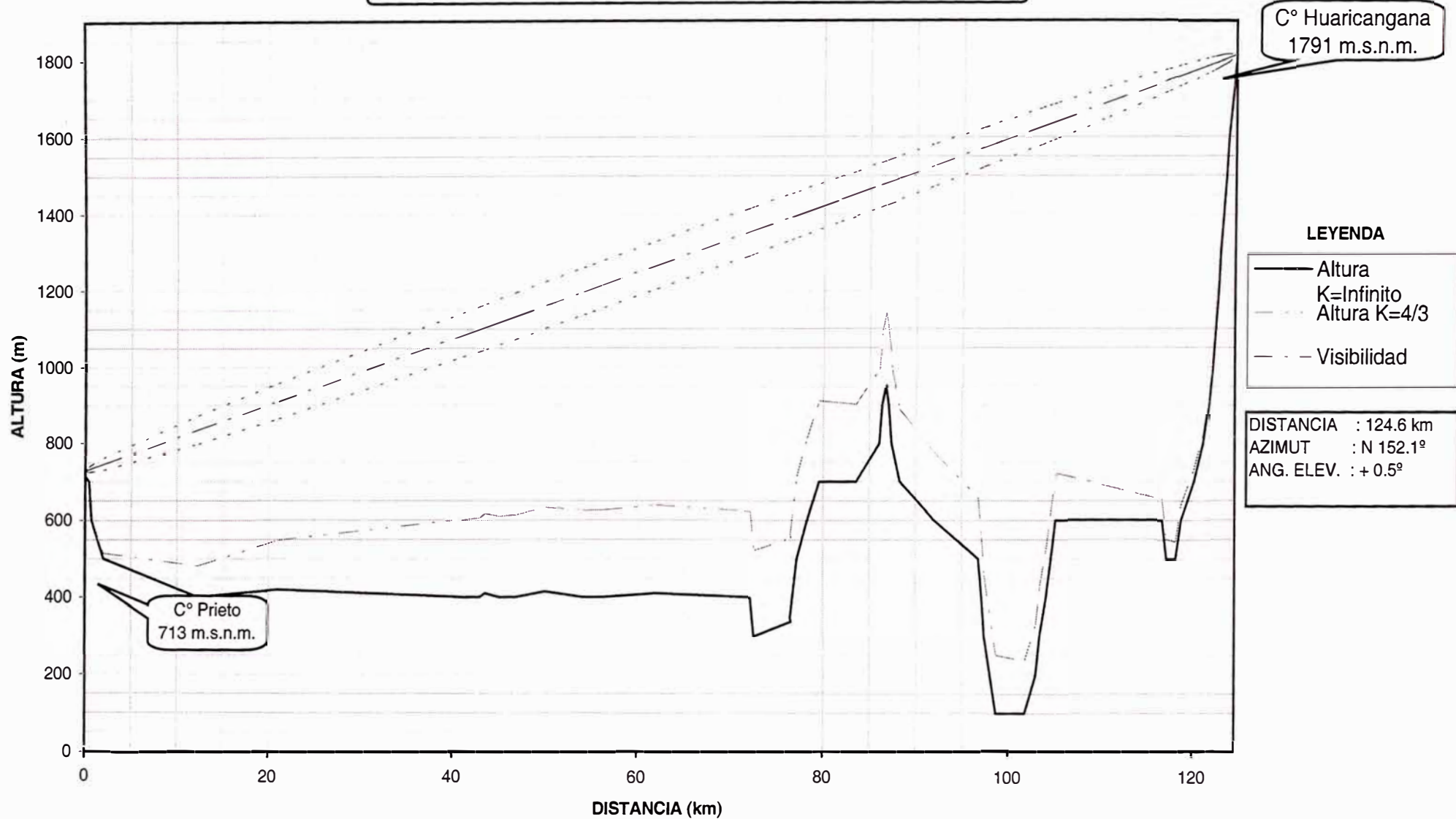
- Altura
- · · K=Infinito
- - - Altura K=4/3
- - - Visibilidad

DISTANCIA : 12.5 km
 AZIMUT : N 121.6°
 ANG. ELEV. : - 1.3°

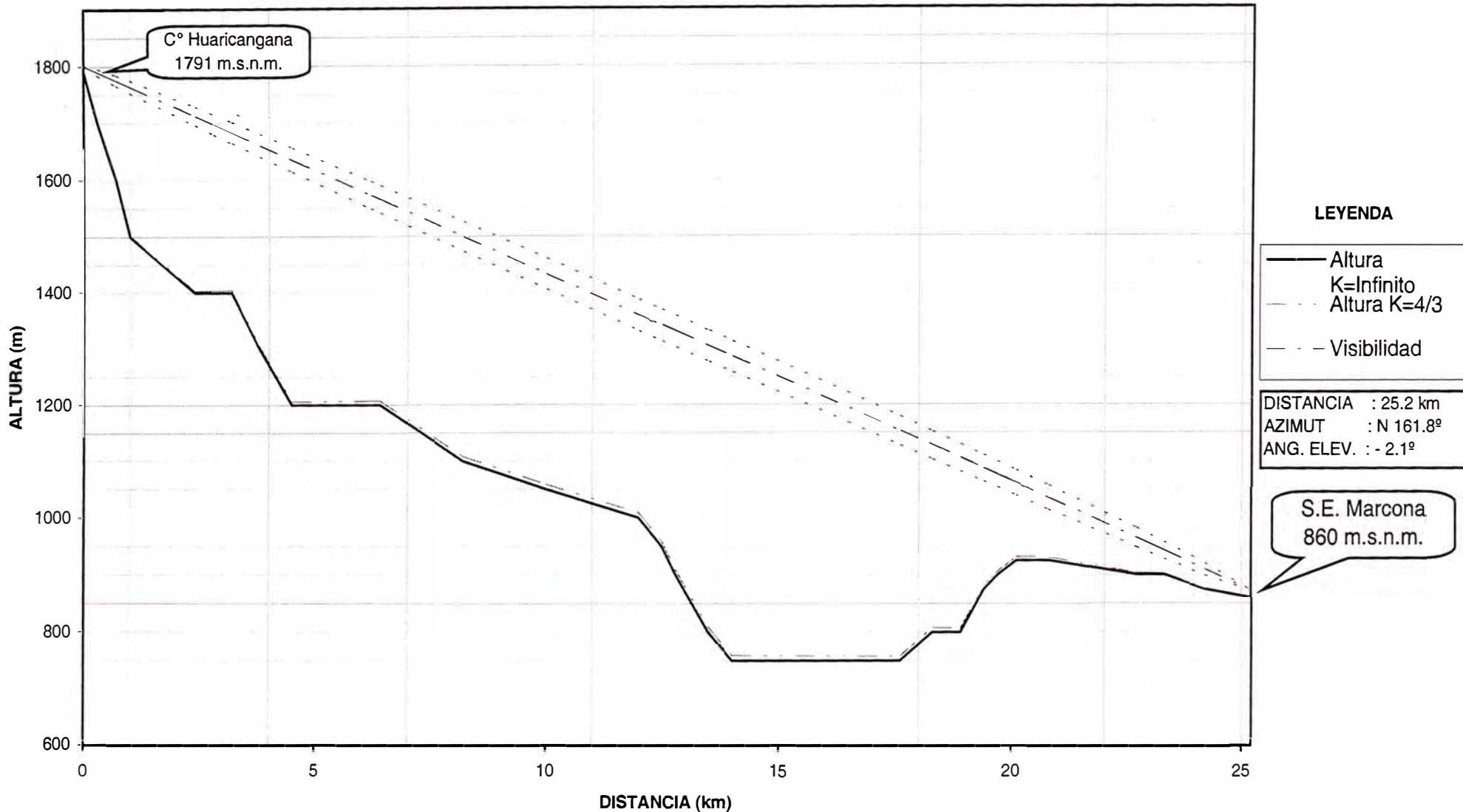
S.E. Ica
 430 m.s.n.m.

C° Prieto
 713 m.s.n.m.

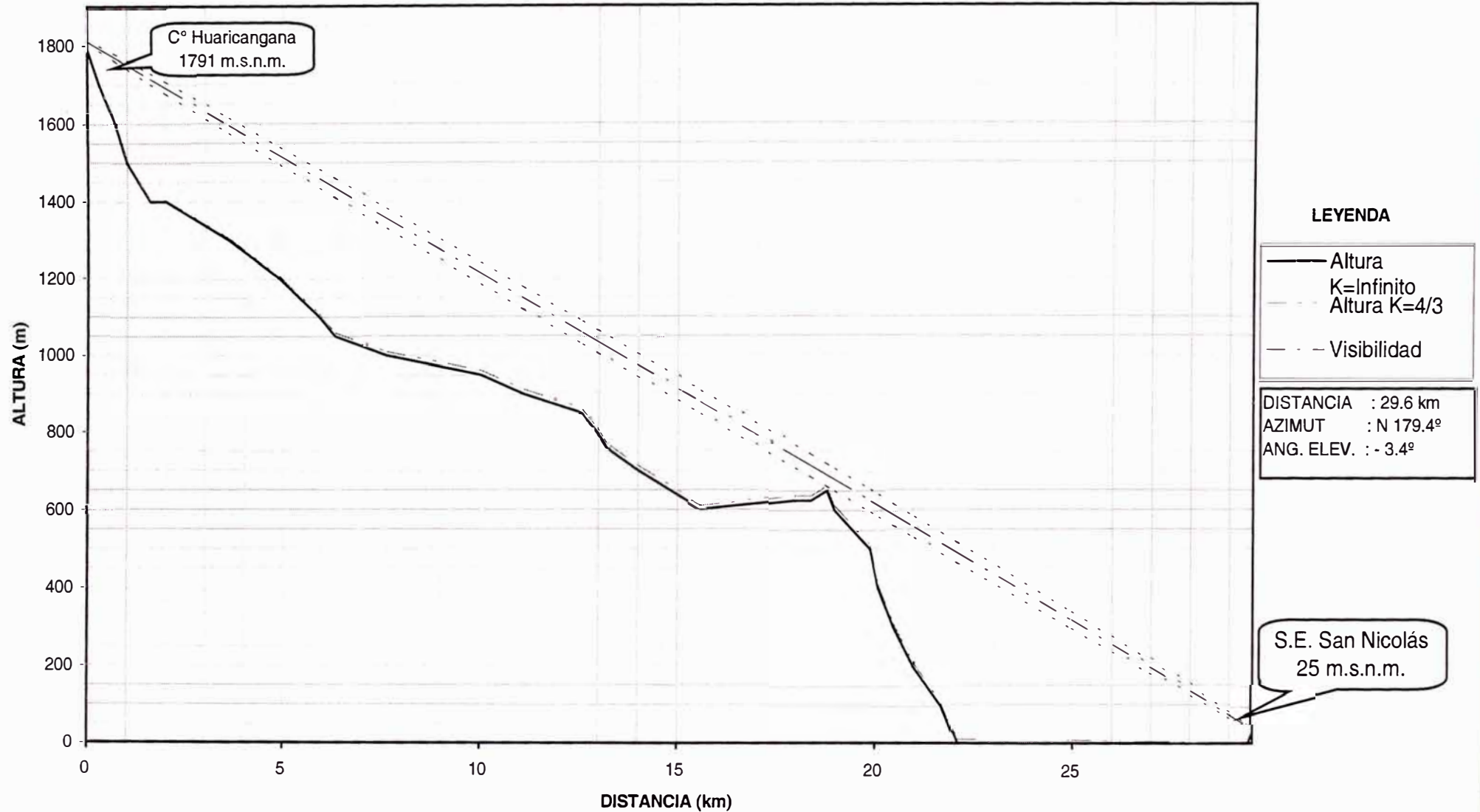
PERFIL N° 27 : C° PRIETO - C° HUARICANGANA



PERFIL N° 28 : C° HUARICANGANA - S.E. MARCONA



PERFIL N° 29 : C° HUARICANGANA - S.E. SAN NICOLAS



ANEXO N° 3

**CÁLCULOS DE RADIOPROPAGACIÓN,
DISPONIBILIDAD E INTERFERENCIA**

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - PIURA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	1	2	3	4
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	S.E PIURA OESTE	C° BAYOVAR	C° TORRE 172	C° REQUE
ESTACION B	C° BAYOVAR	C° TORRE 172	C° REQUE	C° PINTURAS
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	87.6	86.0	93.6	61.6
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	35	360	21	460
ELEVATION OF STATION B	360	21	460	120
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	78.0	38.0	58.0	10.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	38.0	58.0	42.0	10.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	110.0	48.0	70.0	20.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	48.0	73.0	52.0	20.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	12.2	9.3	9.4	3.1
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	138.9	138.7	139.4	135.8
ATENUADOR [DB]				
PERDIDA TOTAL [DB]	151.0	148.0	148.8	138.9
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	3.0	2.4	3.0	2.4
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	3.0	2.4	3.0	2.4
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	34.9	33.0	34.9	33.0
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	34.9	33.0	34.9	33.0
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	69.8	66.0	69.8	66.0
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-51.2	-52.0	-49.0	-42.9
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	33.3	32.5	35.5	41.6
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MS	MS	MS	CT
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	18	15	15	18
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	2.33424E-07	2.95857E-07	2.95857E-07	2.33424E-07
KQ	7.23615E-07	9.17156E-07	9.17156E-07	4.90191E-07
PR, U.S.A	1.167430398	1.400069686	1.80501928	0.274990959
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	1	1	1	0.5
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	1.167430398	1.400069686	1.80501928	0.13749548
PM	0.23348608	0.280013937	0.361003856	0.054998192
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	116.74304	140.00697	180.50193	13.74955
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	23.34861	28.00139	36.10039	5.49982
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	53.7	52.9	55.9	62.0
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER-10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	33.4	32.6	35.5	41.7
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.053957733	0.077635623	0.050309271	0.000930388
MEJORA POR S/D (SI O NO)	SI	SI	SI	NO
TIPO DE ANTENA DE S/D	STD	STD	STD	
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]	63.5	17.0	20.5	
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]	3.0	2.4	3.0	
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]	34.9	33.0	34.9	
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]	14.5	21.0	37.5	
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]	0.0	0.0	0.0	
INSD CALCULADO	15.0	26.6	155.2	
INSD	15.0	26.6	155.2	
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.003607879	0.002915008	0.000324067	0.000930388
VALOR OBJETIVO [%]	0.149536	0.149536	0.149536	0.149536

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - PIURA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	5	6	7	8
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	C°REQUE	C° PINTURAS	C° PINTURAS	C° CAMPANA
ESTACION B	S.E. CHICLAYO	S.E. GUADALUPE	C° CAMPANA	S.E. TRUJILLO
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	14.9	13.3	81.6	10.2
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	460	120	120	545
ELEVATION OF STATION B	85	105	545	125
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	10.0	10.0	28.0	50.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	10.0	8.0	59.0	10.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	20.0	20.0	38.0	62.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	50.0	25.0	69.0	20.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	5.4	3.5	8.2	6.3
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	123.5	122.5	138.2	120.2
ATENUADOR [DB]				
PERDIDA TOTAL [DB]	128.9	125.9	146.5	126.5
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	1.8	1.2	2.4	1.2
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	1.8	1.2	2.4	1.2
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	31.4	27.6	33.0	27.6
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	31.4	27.6	33.0	27.6
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	62.8	55.2	66.0	55.2
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-36.1	-40.7	-50.5	-41.3
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	48.4	43.8	34.0	43.2
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	CT	CT	CT	CT
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	18	18	18	18
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	2.33424E-07	2.33424E-07	2.33424E-07	2.33424E-07
KQ	4.90191E-07	4.90191E-07	4.90191E-07	4.90191E-07
PR, U.S.A	0.003891662	0.002767778	0.639214703	0.001248466
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	1	1	0.5	0.5
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.003891662	0.002767778	0.319607352	0.000624233
PM	0.000778332	0.000553556	0.127842941	0.000249693
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	0.38917	0.27678	31.96074	0.06242
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	0.07783	0.05536	12.78429	0.02497
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	68.8	64.1	54.4	63.6
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER-10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	48.5	43.8	34.1	43.3
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	5.47926E-06	1.14696E-05	0.012448344	2.93198E-06
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	SI	NO
TIPO DE ANTENA DE S/D			STD	
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]			11.0	
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]			2.4	
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]			33.0	
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]			17.0	
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]			0.0	
INSD CALCULADO			26.2	
INSD			26.2	
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	5.47926E-06	1.14696E-05	0.000475342	2.93198E-06
VALOR OBJETIVO [%]	0.149536	0.149536	0.149536	0.149536

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - PIURA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	9	10	11	12
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	C° CAMPANA	C° SALINAS	C° TAMBO REAL	C° TAMBO REAL
ESTACION B	C° SALINAS	C° TAMBO REAL	S.E. CHIMBOTE	C° LAS LOMAS
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	89.6	40.4	1.7	73.0
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	545	420	450	450
ELEVATION OF STATION B	420	450	80	1072
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	63.0	13.0	10.0	13.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	13.0	13.0	13.0	10.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	75.0	23.0	20.0	23.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	23.0	23.0	30.0	20.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	7.5	3.5	3.9	3.3
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	139.1	132.1	104.6	137.3
ATENUADOR [DB]			5.0	
PERDIDA TOTAL [DB]	146.6	135.7	113.5	140.6
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	3.0	1.2	1.2	2.4
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	3.0	1.2	1.2	2.4
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	34.9	27.6	27.6	33.0
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	34.9	27.6	27.6	33.0
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	69.8	55.2	55.2	66.0
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-46.8	-50.5	-28.3	-44.6
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	37.7	34.0	56.2	39.9
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	CT	CT	CT	MO
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	30	15	15	15
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	1.20155E-07	2.95857E-07	2.95857E-07	2.95857E-07
KQ	2.52326E-07	6.21299E-07	6.21299E-07	2.95857E-07
PR, U.S.A	0.435609091	0.098323198	7.32586E-06	0.276223857
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	0.5	0.5	1	0.33
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.217804545	0.049161599	7.32586E-06	0.091153873
PM	0.087121818	0.01966464	1.46517E-06	0.055244771
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	21.78045	4.91616	0.00073	9.11539
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	8.71218	1.96646	0.00015	5.52448
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	58.1	54.4	76.6	60.3
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER=10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	37.8	34.1	56.3	40.0
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.003634942	0.001913389	1.71384E-09	0.000913556
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	NO	NO
TIPO DE ANTENA DE S/D				
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]				
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]				
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]				
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]				
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]				
INSD CALCULADO				
INSD				
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.003634942	0.001913389	1.71384E-09	0.000913556
VALOR OBJETIVO [%]	0.149536	0.149536	0.149536	0.149536

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - PIURA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	13	14	15	16
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	C° LAS LOMAS	C° CUZCUZ	C° COLORADO	C° LOMAS DE PATIVILCA
ESTACION B	C° CUZCUZ	C° COLORADO	C° LOMAS DE PATIVILCA	S.E. PARAMONGA
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	57.8	44.7	32.0	1.7
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	1072	400	277	468
ELEVATION OF STATION B	400	277	468	150
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	13.0	17.0	10.0	10.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	13.0	13.0	10.0	8.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	23.0	27.0	20.0	20.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	23.0	23.0	21.0	26.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	3.5	3.9	3.2	3.5
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	135.2	133.0	130.1	104.4
ATENUADOR [DB]				10.0
PERDIDA TOTAL [DB]	138.8	136.9	133.3	117.9
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	1.8	1.2	1.2	1.2
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	1.8	1.2	1.2	1.2
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	31.4	27.6	27.6	27.6
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	31.4	27.6	27.6	27.6
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	62.8	55.2	55.2	55.2
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-46.0	-51.7	-48.1	-32.7
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	38.5	32.8	36.4	51.8
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MO	CT	CT	CT
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	15	26	15	44
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	2.95857E-07	1.44722E-07	2.95857E-07	7.30317E-08
KQ	2.95857E-07	3.03916E-07	6.21299E-07	1.53367E-07
PR, U.S.A	0.137112207	0.065146	0.048860942	1.65346E-06
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	0.33	0.5	0.5	0.5
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.045247028	0.032573	0.024430471	8.2673E-07
PM	0.027422441	0.0130292	0.009772188	3.30692E-07
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	4.52470	3.25730	2.44305	0.00008
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	2.74224	1.30292	0.97722	0.00003
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	58.9	53.2	56.8	72.2
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER-10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	38.6	32.9	36.5	51.9
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.000626412	0.001666047	0.000545942	5.36718E-10
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	NO	NO
TIPO DE ANTENA DE S/D				
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]				
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]				
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]				
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]				
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]				
INSD CALCULADO				
INSD				
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.000626412	0.001666047	0.000545942	5.36718E-10
VALOR OBJETIVO [%]	0.149536	0.149536	0.149536	0.149536

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - PIURA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	17	18	19	TOTAL
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	C° LOMAS DE PATIVILCA	C° REDONDO	C° LA MILLA	S.E. PIURA OESTE
ESTACION B	C° REDONDO	C° LA MILLA	S.E. LIMA	S.E. LIMA
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	84.8	81.6	20.3	934.6
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	468	205	225	
ELEVATION OF STATION B	205	225	70	
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	23.0	30.0	33.0	
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	75.0	30.0	58.0	
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	31.0	40.0	43.0	
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	95.0	40.0	85.0	
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	9.7	6.2	9.9	
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	138.6	138.2	126.2	
ATENUADOR [DB]				
PERDIDA TOTAL [DB]	148.3	144.4	136.0	
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	2.4	2.4	1.8	
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	2.4	2.4	1.8	
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	33.0	33.0	31.4	
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	33.0	33.0	31.4	
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	66.0	66.0	62.8	
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-52.3	-48.4	-43.2	
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	32.2	36.1	41.3	
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MS	MS	CT	
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	44	15	9	
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	7.30317E-08	2.95857E-07	5.74758E-07	
KQ	2.26398E-07	9.17156E-07	1.20699E-06	
PR, U.S.A	0.331338585	1.195982363	0.024232788	
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	0.5	1	1	
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.165669292	1.195982363	0.024232788	
PM	0.066267717	0.239196473	0.004846558	
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	16.56693	119.59824	2.42328	
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	6.62677	23.91965	0.48466	
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	
RUIDO TERMICO C/N [DB]	52.6	56.5	61.7	
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER-10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	32.3	36.2	41.4	
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.009759964	0.028861545	0.000177096	
MEJORA POR S/D (SI O NO)	SI	SI	NO	
TIPO DE ANTENA DE S/D	STD	STD		
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]	13.0	20.0		
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]	2.4	2.4		
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]	33.0	33.0		
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]	10.0	10.0		
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]	0.0	0.0		
INSD CALCULADO	5.8	14.6		
INSD	5.8	14.6		
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.001693003	0.001973386	0.000177096	0.021416342
VALOR OBJETIVO [%]	0.149536	0.149536	0.149536	0.149536

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - MARCONA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	1	2	3	4
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	S.E. LIMA	C° CHIPA	C° QUILMANA	C° ALTO PISCO
ESTACION B	C° CHIPA	C° QUILMANA	C° ALTO PISCO	S.E. INDEPENDENCIA
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	38.3	55.8	89.5	23.8
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	70	385	1188	104
ELEVATION OF STATION B	385	1188	104	300
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	58.0	13.0	28.0	25.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	13.0	10.0	15.0	26.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	80.0	25.0	45.0	35.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	25.0	25.0	25.0	45.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	8.1	3.9	5.4	6.2
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	131.7	134.9	139.0	127.5
ATENUADOR [DB]				
PERDIDA TOTAL [DB]	139.8	138.8	144.4	133.7
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	1.2	1.8	2.4	1.2
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	1.2	1.8	2.4	1.2
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	27.6	31.4	33.0	27.6
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	27.6	31.4	33.0	27.6
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	55.2	62.8	66.0	55.2
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-54.6	-46.0	-48.4	-48.5
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	29.9	38.5	36.1	36.0
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MT	MT	MT	MT
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	28	28	28	28
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	1.3143E-07	1.3143E-07	1.3143E-07	1.3143E-07
KQ	5.38863E-07	5.38863E-07	5.38863E-07	5.38863E-07
PR, U.S.A	0.072658425	0.224694403	0.927168704	0.017434943
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	1	1	1	1
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.072658425	0.224694403	0.927168704	0.017434943
PM	0.014531685	0.044938881	0.185433741	0.003486989
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	7.26584	22.46944	92.71687	1.74349
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	1.45317	4.49389	18.54337	0.34870
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	50.3	58.9	56.4	56.4
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER=10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	30.0	38.6	36.1	36.1
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.007234325	0.003112255	0.022543395	0.000430317
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	SI	NO
TIPO DE ANTENA DE S/D			STD	
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]			25.0	
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]			2.4	
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]			33.0	
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]			3.0	
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]			0.0	
INSD CALCULADO			1.2	
INSD			1.2	
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.007234325	0.003112255	0.018926396	0.000430317
VALOR OBJETIVO [%]	0.06293	0.06293	0.06293	0.06293

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - MARCONA

NUMERO DE SALTO				
NUMERO DE ENLACE	5	6	7	8
NUMERO DE ESTACION A				
NUMERO DE ESTACION B				
ESTACION A	S.E. INDEPENDENCIA	C° ALTO PISCO	C° PRIETO	C° PRIETO
ESTACION B	SEDE PISCO	C° PRIETO	S.E. ICA	C° HUARICANGANA
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	26.5	59.9	12.5	124.6
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]				
ELEVATION OF STATION A	300	104	713	713
ELEVATION OF STATION B	7	713	430	1791
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	0.7	0.7
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	28.0	43.0	12.0	15.0
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	43.0	39.0	8.0	20.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	45.0	58.0	22.0	25.0
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	55.0	50.0	30.0	30.0
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	0.077	0.077
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	7.7	8.3	4.0	4.2
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	0.0	0.0
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	128.5	135.6	121.9	141.9
ATENUADOR [DB]				
PERDIDA TOTAL [DB]	136.2	143.9	125.9	146.1
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	STD	STD
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	STD	STD
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	1.8	2.4	1.2	3.0
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	1.8	2.4	1.2	3.0
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	31.4	33.0	27.6	34.9
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	31.4	33.0	27.6	34.9
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	62.8	66.0	55.2	69.8
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	30.0	30.0
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-43.4	-47.9	-40.7	-46.3
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	-84.5	-84.5
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	41.1	36.6	43.8	38.2
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MT	MT	MT	MT
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	28	28	28	28
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	1.3143E-07	1.3143E-07	1.3143E-07	1.3143E-07
KQ	5.38863E-07	5.38863E-07	5.38863E-07	5.38863E-07
PR, U.S.A	0.024067295	0.277952206	0.002525921	2.501749287
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	1	1	1	1
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.024067295	0.277952206	0.002525921	2.501749287
PM	0.004813459	0.055590441	0.000505184	0.500349857
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	2.40673	27.79522	0.25259	250.17493
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	0.48135	5.55904	0.05052	50.03499
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	3.0	3.0
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	4.0	4.0
RUIDO TERMICO C/N [DB]	61.5	57.0	64.1	58.5
INTERFERENCIA D/U [DB]				
C/N UMBRAL (BER=10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	20.3	20.3
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	41.2	36.7	43.8	38.2
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.000182446	0.005937974	1.04678E-05	0.03766989
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	NO	SI
TIPO DE ANTENA DE S/D				STD
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]				9.0
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]				3.0
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]				34.9
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]				6.0
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]				0.0
INSD CALCULADO				5.5
INSD				5.5
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	0.000182446	0.005937974	1.04678E-05	0.006816603
VALOR OBJETIVO [%]	0.06293	0.06293	0.06293	0.06293

SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE ETECEN
CALCULO DE COMPORTAMIENTO (BER = 10⁻⁶)
TRAMO: LIMA - MARCONA

NUMERO DE SALTO			
NUMERO DE ENLACE	9	10	TOTAL
NUMERO DE ESTACION A			
NUMERO DE ESTACION B			
ESTACION A	C° HUARICANGANA	C° HUARICANGANA	S.E. LIMA
ESTACION B	S.E. MARCONA	S.E. SAN NICOLAS	S.E. MARCONA
CONFIGURACION	1+0	1+0	1+0
FRECUENCIA CENTRAL DE RADIO [GHZ]	2.400	2.400	2.400
CAPACIDAD DEL SISTEMA [MB/S]	8	8	8
DISTANCIA DEL SALTO [KM]	25.2	29.6	393.3
ALTITUD PROM. TRAYECTO SOBRE EL SUELO [M]			
ELEVATION OF STATION A	1791	1791	
ELEVATION OF STATION B	860	25	
INCLINACION DEL TRAYECTO (T/D) [M/KM]	0.7	0.7	
ALTURA DE ANTENA ESTACION A [M]	10.0	20.0	
ALTURA DE ANTENA ESTACION B [M]	13.0	23.0	
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION A [M]	20.0	30.0	
LONGITUD DEL ALIMENTADOR ESTACION B [M]	25.0	42.0	
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR POR METRO [DB/M]	0.077	0.077	
PERDIDA EN EL ALIMENTADOR [DB]	3.5	5.5	
PERDIDA EN EL CIRCUITO DE DERIVACION [DB]	0.0	0.0	
PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE [DB]	128.0	129.4	
ATENUADOR [DB]			
PERDIDA TOTAL [DB]	131.5	135.0	
TIPO DE ANTENA ESTACION A	STD	STD	
TIPO DE ANTENA ESTACION B	STD	STD	
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION A [M]	1.8	1.8	
DIAMETRO DE ANTENA ESTACION B [M]	1.8	1.8	
GANANCIA DE ANTENA ESTACION A [DBI]	31.4	31.4	
GANANCIA DE ANTENA ESTACION B [DBI]	31.4	31.4	
GANANCIA DE ANTENA [DBI]	62.8	62.8	
POTENCIA DE TRANSMISION [DBM]	30.0	30.0	
NIVEL DE RECEPCION [DBM]	-38.7	-42.2	
UMBRAL EN RX (BER=10 ⁻⁶) [DBM]	-84.5	-84.5	
MARGEN DE DESVANECIMIENTO [DB]	45.8	42.3	
CONDICION CLIMATICA (MT,MS,CT,MO)	MT	MT	
RUGOSIDAD DEL TERRENO [M]	28	28	
10 ⁻⁵ /S ^{1.3}	1.3143E-07	1.3143E-07	
KQ	5.38863E-07	5.38863E-07	
PR, U.S.A	0.020696232	0.033540134	
FACTOR DE REDUCCION PARA PR	1	1	
PR (PR, USA X FACTOR DE REDUCCION)	0.020696232	0.033540134	
PM	0.004139246	0.006708027	
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PR) [%]	2.06962	3.35401	
PROB. DE DESVANECIMIENTO RAYLEIGH (PM) [%]	0.41392	0.67080	
FIGURA DE RUIDO [DB]	3.0	3.0	
TASA SIMBOLICA [MHZ]	4.0	4.0	
RUIDO TERMICO C/N [DB]	66.2	62.7	
INTERFERENCIA D/U [DB]			
C/N UMBRAL (BER-10 ⁻⁶) [DB]	20.3	20.3	
MARGEN DE DESVANECIMIENTO PLANO [DB]	45.9	42.4	
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	5.35065E-05	0.000193091	
MEJORA POR S/D (SI O NO)	NO	NO	
TIPO DE ANTENA DE S/D			
ALTURA DE ANTENA DE S/D [M]			
DIAMETRO DE ANTENA DE S/D [M]			
GANANCIA DE ANTENA S/D [DBI]			
SEPARACION ENTRE ANTENA PRINCIPAL Y S/D [M]			
DIFERENCIA DE GANANCIAS ENTRE ANTENAS [DB]			
INSD CALCULADO			
INSD			
TIEMPO DE INTERRUPCION [%]	5.35065E-05	0.000193091	0.0428974
VALOR OBJETIVO [%]	0.06293	0.06293	0.062928

ANEXO N° 4
SISTEMA DE ENERGÍA

ANEXO N° 4

CALCULO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR EN ESTACIONES REPETIDORAS

El consumo continuo total para los equipos instalados en repetidoras de radio fue calculado con los siguientes datos:

Equipos de Comunicaciones	Consumo (Watts)
- Radio UHF 1+0	65
- Receptor de diversidad de espacio	20
- Multiplexor FAM Cross Connect	25
- Radio VHF (Nota 1)	29

Nota 1:

Se considera un consumo del VHF en Transmisión del 10% del tiempo durante un día

En Transmisión 66 Watts x 10% = 6.6 Watts

En Stand By 24 Watts x 90% = 21.6 Watts

Consumo Total Radio VHF 28.2 Watts

Equipos Auxiliares	Consumo (Watts)
Iluminación de torres	17
Sirena	1.25
04 Sensores fotoeléctricos	3.5
Luz interior	1

Iluminación	Ciclo de Encendido ON/OFF 1:2	:	0.005
	12 horas de encendido por día	:	0.5
	Total % de consumo por día	:	0.5% x 50%
			= 0.15%/día = 4 h / día
	Total consumo por día	:	100 W x 4 h / 24 h = 17 W
Sirena	Tiempo	:	2 minutos
	Consumo	:	30 W
	Régimen de trabajo	:	24 horas/mes = 0.8 h / día
	Consumo continuo	:	30 x 0.8 / 24 = 1.0 W
Sensores (4)	Consumo	:	0.035 A x 12 V = 0.42 W
	8 Sensores	:	8 x 0.42 W = 3.36 W
Luz Interior	Régimen de trabajo	:	24 horas / 30días = 0.8 h / día
	Lámpara de 20 W	:	20 W x 0.8 / 24 = 0.66 W
	Consumo Total Serv. Auxiliares	:	22 W

NOTA:

Según altura de torre 22 W
 25 W + 2 x 7 W = 36 W

Altura de Torre

Torre de hasta 60 m
 Torre desde 60 m hasta 80 m

TABLA N° 3

MEDIA ANUAL DE LA RADIACION SOLAR DIARIA EN EL PERU

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO / LOCALIDAD	IRRADIACIÓN DIARIA EN kWh / m2												IRRADIACION DIARIA MEDIA ANUAL kWh / m2
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TUMBES	TUMBES	CORRALES	4.618	4.861	5.111	4.903	4.402	4.021	3.816	3.926	4.222	4.253	4.603	4.904	4.470
PIURA	TALARA	EL ALTO	4.511	4.615	4.513	4.049	3.876	3.412	3.486	3.602	3.913	3.991	4.019	4.390	4.031
PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	4.910	5.019	4.615	4.916	4.614	4.420	4.568	4.912	5.496	5.644	5.526	5.175	4.985
PIURA	PIURA	EL TABLAZO	5.245	5.401	5.050	5.114	4.812	4.256	4.390	5.019	5.345	5.603	5.467	5.469	5.098
PIURA	PAITA	SAN JACINTO	4.661	4.459	4.868	4.620	4.608	3.916	4.157	4.605	5.030	4.916	4.659	5.702	4.683
PIURA	MORROPON	CHULUCANAS	4.208	5.760	4.522	4.709	4.482	3.610	4.176	4.878	5.509	5.583	5.106	-	4.777
PIURA	PIURA	CASTILLA	5.269	5.116	5.096	5.186	4.816	4.292	4.420	4.915	5.401	5.542	5.430	5.478	5.080
PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	4.607	4.757	4.499	4.741	4.411	4.184	4.414	5.015	5.132	4.919	4.385	4.918	4.665
LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	5.440	5.417	5.200	5.015	4.540	3.903	3.944	4.320	4.901	5.048	5.759	5.347	4.903
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CAYALTI	5.897	5.918	5.501	5.419	5.021	4.442	4.475	4.885	5.680	5.848	6.130	6.211	5.452
LA LIBERTAD	ASCOPE	CASAGRANDE	4.911	5.111	4.659	4.450	4.479	3.410	3.250	4.057	4.064	4.731	4.865	5.041	4.419
LA LIBERTAD	ASCOPE	CARTAVIO	4.941	6.056	5.014	4.616	4.500	3.824	3.561	4.161	4.308	4.918	5.304	5.474	4.723
LA LIBERTAD	TRUJILLO	LAREDO	4.640	4.750	4.614	4.560	3.972	3.208	3.389	3.546	4.150	4.519	4.927	4.927	4.267
LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	5.940	5.042	5.014	4.702	4.463	3.649	3.794	4.054	4.494	5.075	5.511	5.764	4.792
LA LIBERTAD	TRUJILLO	GUAMAPE/VIRU	5.416	6.162	5.056	4.692	4.511	3.917	3.400	-	3.750	4.778	4.565	3.590	4.531
ANCASH	SANTA	NEPEÑA	5.529	6.191	5.877	5.804	5.450	3.485	3.690	4.617	4.474	5.660	5.710	5.721	5.184
ANCASH	HUARAZ	HUARAZ	5.164	5.012	5.019	5.009	4.944	4.729	4.809	5.265	5.398	5.196	5.550	5.241	5.111
ANCASH	HUARMEY	PUNTA LAS LOMAS	5.006	6.140	6.040	5.519	5.206	3.651	3.449	4.149	4.181	5.175	6.096	6.287	5.075
LIMA	BARRANCA	PARAMONGA	5.111	4.195	5.092	4.708	2.679	1.915	2.281	2.026	3.720	4.294	4.928	5.516	3.872
LIMA	CHANCAY		5.401	5.121	5.192	4.905	3.857	2.673	2.516	3.106	3.789	4.375	5.060	4.817	4.234
LIMA	CHANCAY	SAYAN	5.128	5.119	5.023	5.248	4.850	4.310	4.308	4.943	5.417	5.912	5.677	5.547	5.124
LIMA	CHANCAY		5.224	5.091	4.891	5.101	4.401	3.555	3.425	3.866	4.096	5.335	5.349	5.811	4.679
LIMA	LIMA	JESUS MARIA	5.514	5.117	5.207	5.011	3.257	2.294	2.016	2.219	2.436	3.307	3.968	4.794	3.762
LIMA	LIMA	LA MOLINA	4.121	4.927	4.341	4.349	3.712	2.247	1.964	2.055	2.211	2.908	3.146	4.708	3.391
LIMA	CANETE	SAN VICENTE	4.959	5.326	5.039	4.664	4.171	3.446	3.578	3.119	3.866	4.713	4.730	5.253	4.405
ICA	CHICHA	CHINCHA ALTA	5.141	4.301	4.991	4.955	3.540	3.749	3.608	3.215	3.859	4.819	4.880	4.911	4.331
ICA	ICA	CAUCATO	5.708	5.461	5.426	5.028	4.289	3.569	3.219	3.574	4.191	5.129	5.121	5.448	4.680
ICA	ICA		5.289	5.250	5.145	4.356	4.069	3.356	3.528	3.545	4.243	5.040	5.413	5.019	4.521
ICA	ICA	ICA	5.072	4.912	4.874	5.112	4.349	4.140	3.975	4.425	4.975	5.891	5.654	5.504	4.907
ICA	ICA	PARCONA	5.172	5.142	5.215	5.171	4.469	3.893	3.896	4.530	5.052	5.754	5.917	5.849	5.005
ICA	NAZCA		5.128	5.622	5.571	4.816	4.488	3.752	3.832	4.407	5.078	5.869	5.987	5.484	5.003
ICA	NAZCA	MARCONA	5.425	5.109	5.150	4.912	4.143	3.763	3.755	4.380	5.063	5.819	5.815	5.696	4.919

BIBLIOGRAFÍA

1. Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT
2. Documentación Técnica del INICTEL
3. “Digital Microwave Radio”, Manual de Instrucción de equipos DMR – NEC
4. Manual de Instrucción de equipos de Radio RT22B 4x2 MBPS – SIAE
5. Manual de Instrucción del equipo Multiplexox de Acceso Flexible FAM – SIAE
6. Manual de Instrucción del Sistema de Supervisión de Radio NMS5UX – SIAE