

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**DISEÑO E INSTALACION DE UNA RED DE MICROONDAS
DIGITAL 2+1 DE 34 MBPS. PARA ENTEL PERU (PROYECTO
STD-I HUANCAYO, TARMA, JAEN Y CUSCO)**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ELECTRONICO

CESAR AUGUSTO GALLEGOS CHAVEZ

PROMOCION 89-II

LIMA - PERU

1995

A:

*Pilar mi esposa, Rodrigo nuestro
hijo, mis padres y hermanos.
Por su cariño, confianza y todo el
apoyo brindado a mi persona*

SUMARIO

El desarrollo en las telecomunicaciones en el Perú es una necesidad imponderable para el surgimiento de los pueblos, dentro de ello el alcanzar niveles de calidad en las comunicaciones es una meta ya lograda a través de la digitalización.

La implementación de un proyecto de enlaces de microondas de alta capacidad totalmente digitalizados requiere de la conjunción y diseño de varios sistemas entre ellos, el sistema de radio, el sistema de multiplexación, el sistema de supervisión, control y conmutación y el sistema de energía.

El sistema de radio es el medio principal de transporte de las señales digitales provenientes del sistema de multiplexación. El sistema de supervisión, control y conmutación realiza el monitoreo de todos los elementos del proyecto y el sistema de energía es el encargado de la alimentación de todos los equipos involucrados.

Este informe ha sido preparado en base al proyecto sistema de transmisión digital desarrollado para ENTEL PERU S. A. instalado para interconectar a través de radioenlaces por microondas a las localidades de Huancayo - Jauja, Tarma - La Merced - San Ramón, Jaen - Bagua Grande - Bagua Chica - C. Pumaurco y Cusco - Sicuani

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA RED DE MICROONDAS DIGITAL 2+1
DE 34 MBPS. PARA ENTEL PERU (PROYECTO STD-I HUANCAYO,
TARMA, JAEN Y CUSCO)

TITULO : Diseño e instalación de una red de microondas digital 2+1 de 34 Mbps. para ENTEL PERU (Proyecto STD-I Huancayo, Tarma, Jaen y Cusco)

GRADUANDO : César Augusto Gallegos Chávez

PARA OPTAR EL TITULO DE : Ingeniero Electrónico

FACULTAD : Ingeniería Eléctrica y Electrónica

UNIVERSIDAD : Universidad Nacional de Ingeniería

CIUDAD : Lima - Perú

1995

ESTRACTO

En el CAPITULO I, se presenta el proyecto explicando en líneas generales los elementos y alcances del mismo, teniendo en cuenta la participación de los ejecutantes.

En el CAPITULO II, se describe el sistema de radio digital por microondas empleado, sus características, criterios de diseño y cálculos de comportamiento de los radioenlaces. El sistema de radio digital representa el primer elemento del proyecto y los equipos involucrados son los que dan el transporte de las señales digitales entre las estaciones

En el CAPITULO III, se describe el sistema de multiplexación digital, que es quien realiza la colección de las señales de abonado y de los sistemas de conmutación, para su respectivo transporte por el sistema de radio. En el capítulo se detalla también las interfaces necesarias para su interconexión

Se presenta en el CAPITULO IV al sistema de control, supervisión y conmutación quien es el encargado del reporte, monitoreo y control de alarmas y estados de todos los equipos que forman parte del sistema de microondas digital, lo que constituye una poderosa herramienta de mantenimiento.

Se describe en el CAPITULO V el sistema de alimentación de energía eléctrica, necesaria para el funcionamiento ininterrumpido de los equipos. El diseño del sistema de alimentación emplea sistemas convencionales de rectificación de corriente alterna y sistemas de energía solar en las estaciones carentes de energía comercial.

El CAPITULO VI es referido principalmente al dimensionamiento de los repuestos mínimos requeridos para asegurar un mantenimiento preventivo y correctivo.

Además en el CAPITULO VII se describe los procedimientos prácticos para la implementación y pruebas del sistema de microondas, en el cual, se detalla las características mínimas de los instrumentos requeridos para realizar las pruebas de comportamiento de los equipos.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Elementos del proyecto.....	1
1.2.1 Sistema de radio digital de 34Mbps.....	1
1.2.2 Sistema de mltiplex digital de 34Mbps y PCM de 2 Mbps.....	3
1.2.3 Sistema de supervisi3n, control y conmutaci3n autom3tica.....	3
1.2.4 Sistema de energa3a	3
1.3 Alcance del proyecto	4

CAPITULO II

SISTEMA DE RADIO MICROONDAS DIGITAL

2.1 Generalidades.....	6
2.2 Configuraci3n del sistema.....	6
2.3 Comportamiento de los equipos.....	11
2.3.1 Caracter3sticas generales.....	11
2.3.2 Caracter3sticas del transmisor / receptor.....	11
2.3.3 Caracter3sticas de la interface de datos.....	12
2.3.4 Caracter3sticas del canal de servicio anal3gico	12
2.4 Items de alarma y monitoreo	12
2.5 Consumos de energa3a	12
2.6 Altura de antenas y requerimientos para torre	12
2.6.1 Condiciones de despeje	12
2.6.2 Alturas de antenas	16

VIII

2.6.3	Requerimientos para torre.....	16
2.7	Diseño del sistema.....	16
2.7.1	Generalidades.....	16
2.7.2	Objetivos de comportamiento del radioenlace.....	16
2.7.3	Cálculo de comportamiento del sistema.....	17

CAPITULO III

SISTEMA MULTIPLEX DIGITAL

3.1	Generalidades.....	33
3.2	Sistema de múltiplex instalado.....	33
3.2.1	Introducción.....	33
3.2.2	Dimensiones del bastidor N600.....	33
3.2.3	Capacidad de montaje.....	34
3.2.4	Descripción del sistema instalado.....	34
3.3	Descripción de los equipos.....	40
3.3.1	Introducción.....	40
3.3.2	N6000 Slim rack.....	40
3.3.3	Multiplexor PCM de 2Mbps. NE6010.....	42
3.3.4	Multiplexor de 2-34Mbps. NE 6058.....	52
3.3.5	Repartidor digital N8778.....	55
3.4	Items de alarma y monitoreo.....	56
3.4.1	Items de alarmas.....	56
3.4.2	Monitoreo.....	57

CAPITULO IV

SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y CONMUTACION AUTOMATICA

4.1	Sistema de supervisión y control.....	58
4.1.1	Generalidades.....	58
4.1.2	Transmisión de canales de servicio analógicos.....	59

4.1.3	Teléfono de línea de ordenes	59
4.1.4	Sistema de supervisión y control.....	64
4.2	Sistema de control de conmutación automática.....	69
4.2.1	Generalidades.....	69
4.2.2	Descripción del sistema	69
4.2.3	Características del sistema de conmutación	71

CAPITULO V

SISTEMA DE ALIMENTACION

5.1	Sistema de alimentación de corriente continua con rectificación.....	73
5.1.1	Generalidades.....	73
5.1.2	Configuración del sistema.....	73
5.1.3	Operación del sistema.....	73
5.1.4	Especificaciones.....	75
5.1.5	Dimensionamiento de la capacidad del sistema	76
5.2	Sistema de energía solar	78
5.2.1	Generalidades.....	78
5.2.2	Configuración del sistema.....	78
5.2.3	Operación del sistema.....	80
5.2.4	Capacidad de los componentes del sistema	81
5.2.5	Dimensionamiento de la capacidad del sistema	82

CAPITULO VI

REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

6.1	Generalidades.....	84
6.2	Repuestos	84
6.2.1	Cálculo del número de paneles y módulos	85
6.2.2	Patrón de tasa de falla	86
6.3	Herramientas.....	87

CAPITULO VII

IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

7.1	Generalidades	88
7.2	Estudios de campo	88
7.3	Instalación del sistema	88
7.3.1	Instalación general	89
7.3.2	Instalación aérea	89
7.3.3	Cableado	89
7.3.4	Energización y alineamiento	89
7.3.5	Angulos de elevación de las antenas	89
7.4	Pruebas de performance del sistema	89
7.4.1	Pruebas iniciales de comprobación del funcionamiento del sistema	89
7.4.2	Pruebas rutinarias de mantenimiento	93
7.5	Instrumentos de medición requeridos	94
7.5.1	Medidor de tasa de error BER	95
7.5.2	Medidor de potencia	95
7.5.3	Desplazador de frecuencia de 7 Ghz.	95
7.5.4	Contador de frecuencia	95
7.5.5	Generador de señal de barrido de RF	95
7.5.6	Atenuador de RF (tipo coaxial)	96
7.5.7	Medidor de nivel de frecuencia intermedia FI	96
7.5.8	Voltímetro digital	96
7.5.9	Osciloscopio	96
7.5.10	Registrador	96
7.5.11	Medidor de banda vocal y PCM	96
7.5.12	Medidor selectivo	97

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones..... 98

8.2 Recomendaciones..... 98

BIBLIOGRAFIA..... 100

APENDICE A

PLAN DE FRECUENCIAS..... 100

APENDICE B

DIAGRAMA EN BLOQUES DEL SISTEMA DE RADIO..... 107

APENDICE C

DISPOSICION FRONTAL DE LOS EQUIPOS DE RADIO..... 114

APENDICE D

PERFILES DEL TERRENO..... 133

APENDICE E

DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX..... 151

BIBLIOGRAFIA..... 169

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 Generalidades

Este informe ha sido preparado en base al proyecto sistema de transmisión digital desarrollado para ENTEL PERU S. A. instalado para interconectar a través de radioenlaces por microondas a las localidades de Huancayo - Jauja, Tarma - La Merced - San Ramón, Jaen - Bagua Grande - Bagua Chica - C. Pumaurco y Cusco - Sicuani

El sistema instalado emplea avanzados equipos de radio digital de microondas multiplex y supervisión basados en los conceptos de diseño que toman en consideración ventajas tales como la mejora en el factor de costo - eficacia, bconfiabilidad, flexibilidad y mantenibilidad.

1.2 Elementos del proyecto

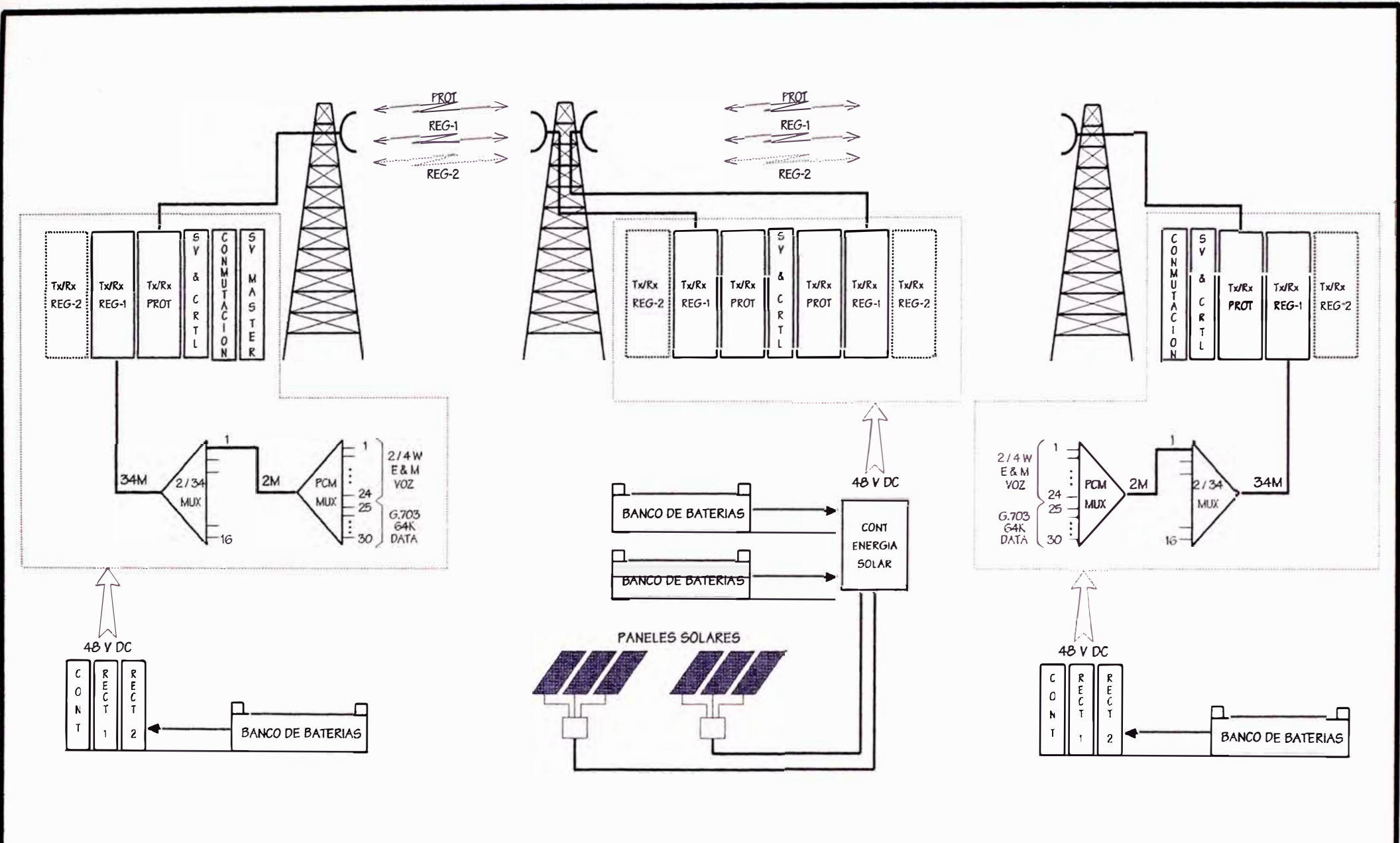
El sistema de microondas digital esta compuesto principalmente de los siguientes elementos mostrados en la figura 1.1.

1.2.1 Sistema de radio digital de 34Mbps

El sistema de radio digital por microondas de 34 Mbps. instalado es un sistema redundante 2+1 en su fase final y 1+1 en su fase inicial. Con una capacidad equivalente a 480 canales telefónicos.

El diseño del proyecto involucra el uso de estaciones de microondas terminales, repetidoras activas y repetidoras pasivas.

La banda de frecuencia empleada es la banda de 7Ghz., usándose tres pares de frecuencias para la redundancia 2+1, dos pares para los canales regulares y uno para el canal de protección.



SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL
FIGURA 1.1 ELEMENTOS DEL PROYECTO

Para el sistema aéreo se emplean antenas parabólicas de 1.2, 2.4, 3.0, 3.6 y 4.6 metros de diámetro y guía de onda helicoidal de sección elíptica como alimentadores.

1.2.2 Sistema de multiplex digital de 34Mbps y PCM de 2 Mbps.

El sistema de multiplex digital de 34.368 Mbit/s. agrupa 16 señales de 2.048 Mbits/s a través de una doble multiplexación, formando primero la trama de 8.448 Mbit/s con 4 trenes digitales de 2M y después la trama de 34.368 Mbits/s con 4 trenes de 8M.

La multiplexación PCM consta de una unidad multiplexora que agrupa en una trama de 2.048 Mbps/s. 30 canales de voz y/o datos. Los canales de transmisión voz han sido configurados con señalización de dos o cuatro hilos E & M y los canales de transmisión de datos con interface G703 a 64 Kbps.

Dentro del sistema multiplex se considera los bastidores de distribución (repartidores) de señal digital (cables coaxiales) y los de señal de voz (cables multipares), para realizar el enrutamiento a través de los puentes de conexión.

1.2.3 Sistema de supervisión, control y conmutación automática

El sistema de supervisión y control esta compuesto por módulos que dentro del equipo de microondas digital, realizan el monitoreo de alarmas y reporte del estado de los canales. Este monitoreo y reporte es interrogado remotamente desde las estaciones configuradas como estaciones maestras.

El sistema de conmutación se encarga del control de los canales regulares y de protección, ejecutando la conmutación automática o conmutación manual del sistema a los canales de protección, cuando los canales regulares sufren una degradación de servicio o corte de señal.

1.2.4 Sistema de energía

El sistema de energía realiza la alimentación de los equipos a -48 voltios de corriente continua con positivo a tierra. Según la disponibilidad de energía comercial alterna en las estaciones de microondas, se ha empleado el sistema de alimentación de corriente continua con rectificación o el sistema de energía solar.

El sistema de alimentación con rectificación consta de circuitos de estado sólido de potencia para la rectificación de la onda alterna a corriente continua y un banco de baterías con autonomía de 8 horas para alimentar a los equipos en los casos de falta de energía comercial.

El sistema de energía solar emplea paneles solares para la conversión de la energía irradiada por el sol en electricidad, que alimenta a los equipos y a la vez carga un banco de baterías, este banco energiza a los equipos durante las noches y durante los periodos de carencia de brillo solar.

1.3 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto realizado es esquematizado en la tabla 1.1 en donde:

C : Fue previsto y desarrollado por la contratista

E : Fue previsto y desarrollado por ENTEL PERU

ITEM	DESCRIPCION	ALCANCE DEL PROYECTO
1.	Equipos y materiales	
1.1	Radio de microondas digital	C
1.2	Multiplex digital	C
1.3	Supervisión, control y conmutación	C
1.4	Antenas y alimentadores	C
1.5	Alimentación de corriente continua	C/E
1.6	Elementos de sujeción de antena	E
1.7	Materiales de instalación	C
1.8	Repuestos	C
1.9	Equipos de prueba	C
1.10	Accesorios y herramientas de mantenimiento	C
1.11	Documentación	C
2.	Servicios	
2.1	Estudios de campo	C
2.2	Ingeniería del diseño del sistema	C
2.3	Fabricación y acopio	C
2.4	Inspección en fabrica	C
2.5	Transporte hasta el puerto de entrada a Perú	C
2.6	Despacho aduanero	E
2.7	Transporte local a las estaciones	C
2.8	Adquisición del terreno	E
2.9	Construcción del edificio de la estación	E
2.10	Construcción de las torres soporte de antena	E
2.11	Construcción del camino de acceso a las	E
	estaciones	
2.12	Suministro de energía alterna	E
2.13	Instalación y pruebas iniciales	C
2.14	Pruebas de aceptación del sistema	C/E
2.15	Entrenamiento en el Perú	C
2.16	Operación y mantenimiento	E

TABLA 1.1 - Alcance del proyecto

CAPITULO II SISTEMA DE RADIO MICROONDAS DIGITAL

2.1 Generalidades

El sistema de radio microondas digital instalado es el equipo de la serie 770 del fabricante NEC CORPORATION del Japón, que emplea en su construcción avanzados circuitos integrados IC y transistores de efecto de campo FET.

2.2 Configuración del sistema

El sistema instalado tiene una capacidad de 34 Mbit/s (34 Mbit/s por 1 trama equivalente a 480 canales de voz) en configuración 1+1, ampliable posteriormente hasta 2+1 mediante la adición de tarjetas.

Los radio enlaces configuran los siguientes sistemas:

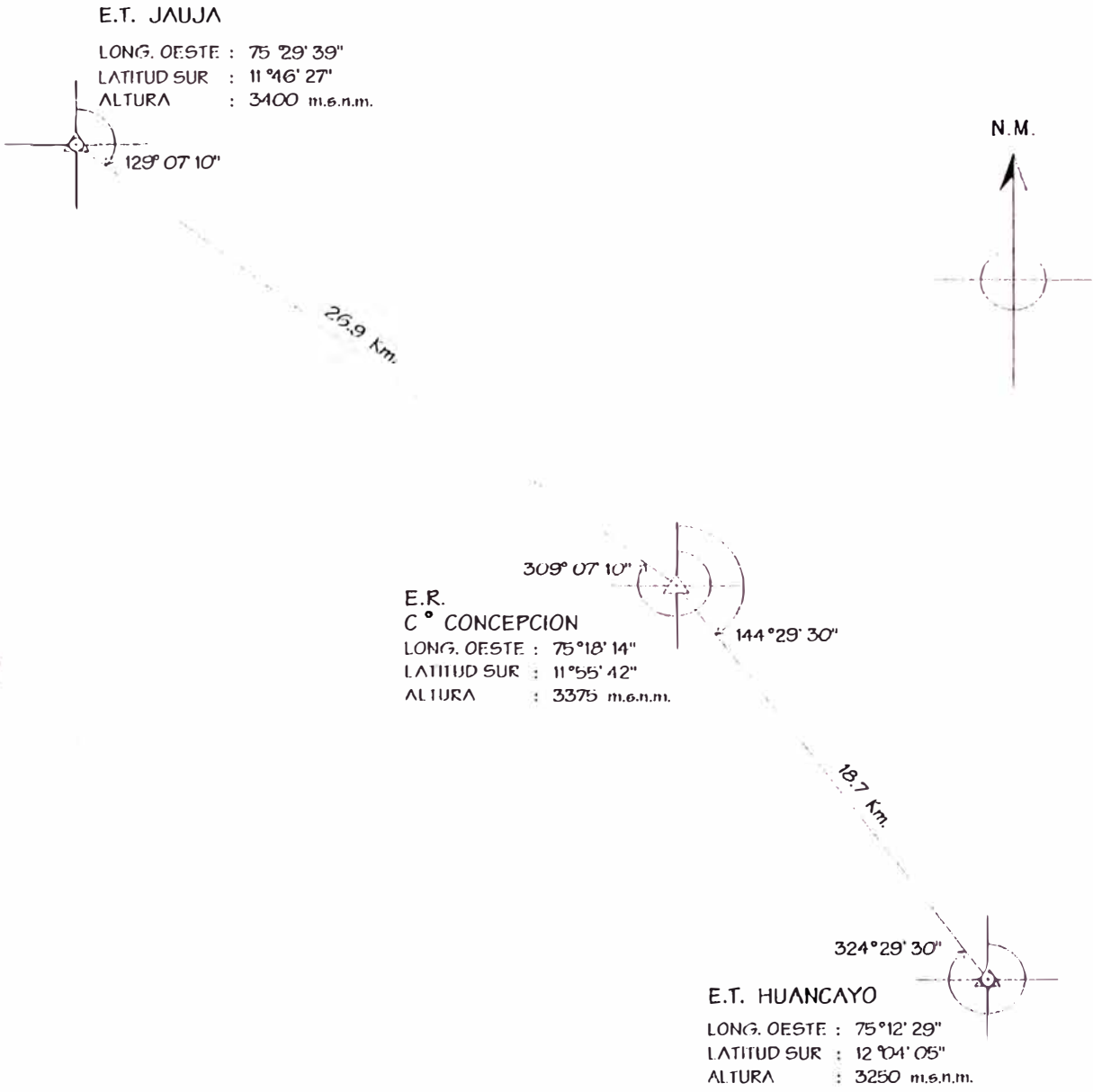
Sistema I	Huancayo - Jauja
Sistema II	Tarma - La Merced - San Ramón
Sistema III	Jaén - Bagua Grande - Bagua Chica - C° Pumauroco
Sistema IV :	Cusco - Sicuani

El mapa de ruta de cada uno de los sistemas se muestra en las figuras 2.1 a 2.4.

El plan de frecuencia usado es mostrado en el apendice A, en referencia a la recomendación 385-4 del CCIR para 7Ghz. Este plan ha sido concebido estudiando las frecuencias en uso y la posibilidad de interferencia entre ellas.

El diagrama en bloques del sistema de radio instalado es mostrado en el apendice B y en el apendice C se muestra la disposición frontal de los equipos de radio con sus respectivos módulos.

FIGURA 2.1 MAPA DE RUTA SISTEMA I





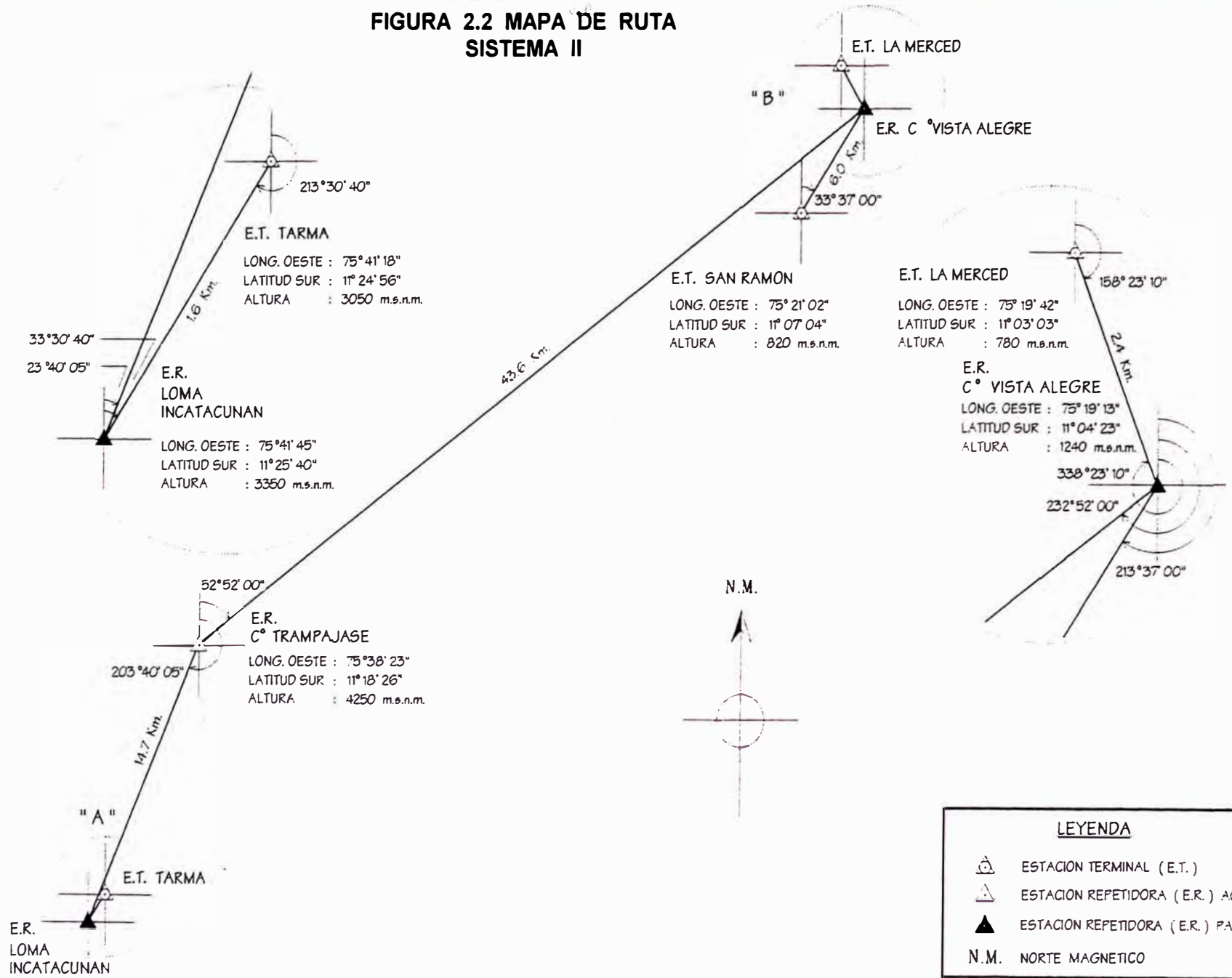
LEYENDA	
	ESTACION TERMINAL (E.T.)
	ESTACION REPETIDORA (E.R.) ACTIVA
N.M.	NORTE MAGNETICO

FIGURA 2.2 MAPA DE RUTA SISTEMA II



LEYENDA




-  ESTACION TERMINAL (E.T.)
-  ESTACION REPETIDORA (E.R.) ACTIVA
-  ESTACION REPETidora (E.R.) PASIVA
- N.M. NORTE MAGNETICO

FIGURA 2.3 MAPA DE RUTA SISTEMA III

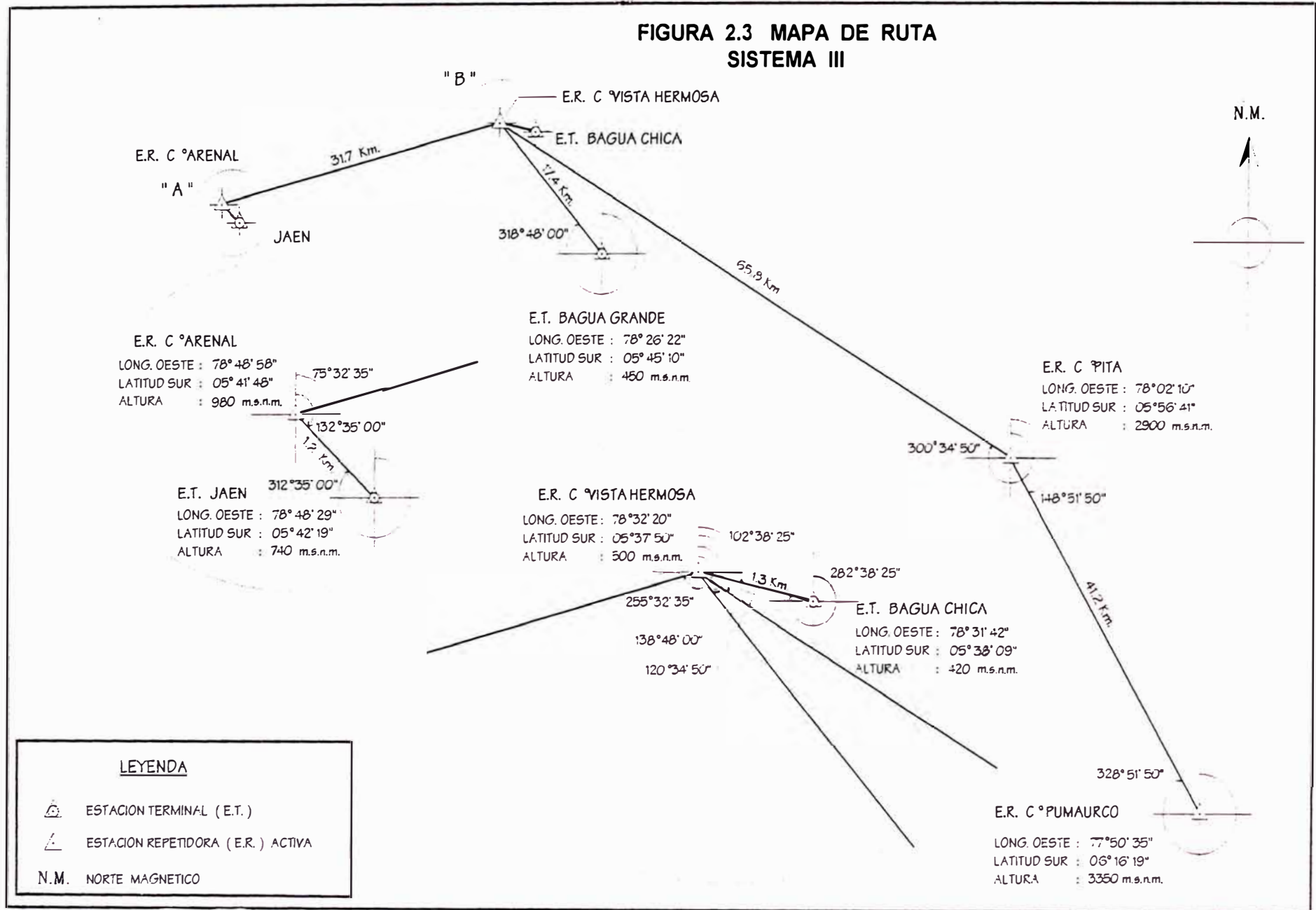
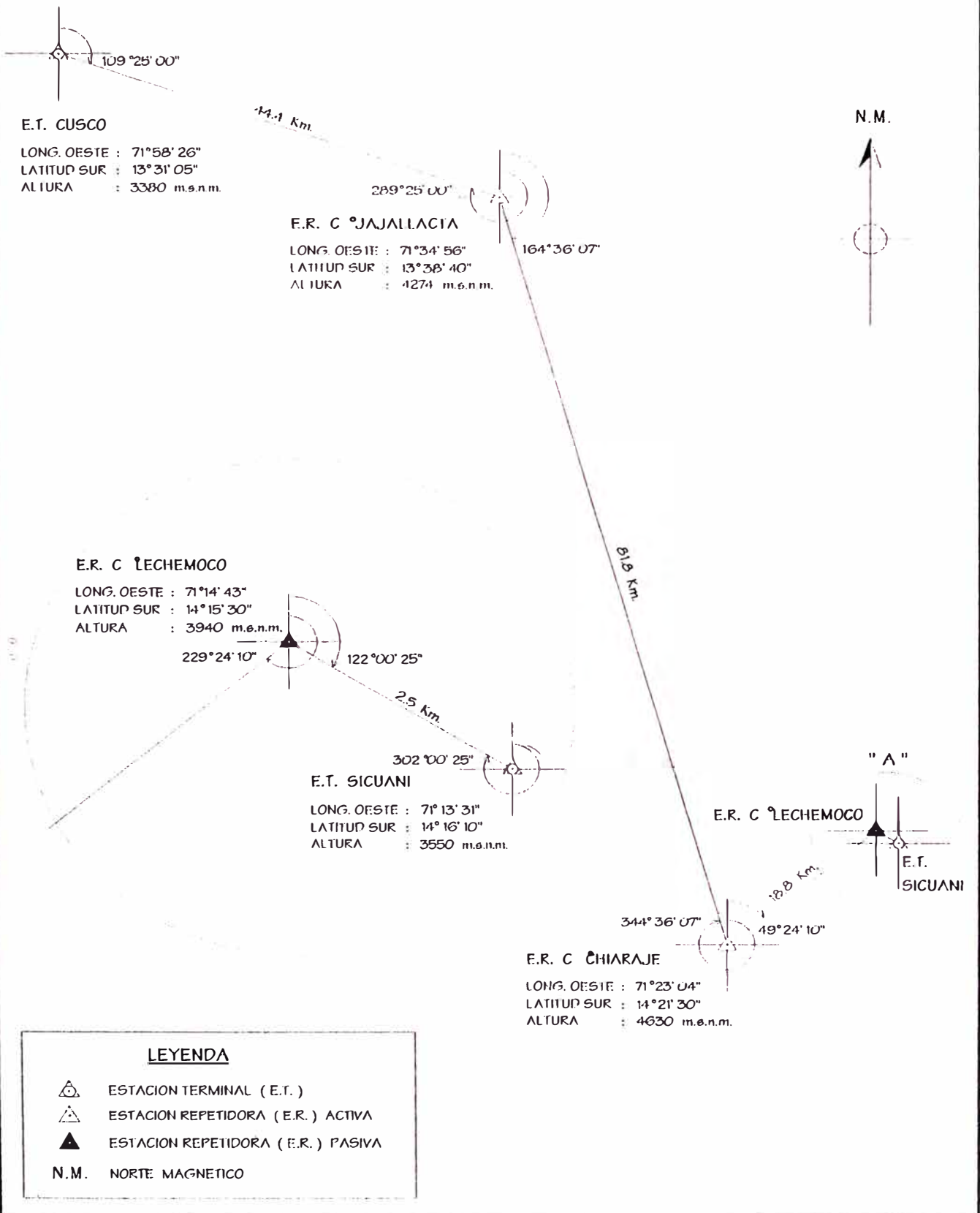


FIGURA 2.4 MAPA DE RUTA SISTEMA IV



2.3 Comportamiento de los equipos

2.3.1 Características generales

Banda de frecuencia	:	7125 a 7725 Mhz.
Tipo de repetición	:	Regenerativa
Capacidad de transmisión	:	34.368 Mbits/s x 1 flujo
Modulación	:	PSK de cuatro fases
Demodulación	:	Detección coherente
Transmisión de canal de servicio	:	Analógico
Protección de desvanecimientos	:	Ecualizador transversal
Protección	:	N + 1
Conmutación	:	Conmutación HITLESS (sin pérdida de bitios)
Fuente de alimentación	:	-48V (-36 V a -75 V C.C.) positivo a tierra

2.3.2 Características del transmisor / receptor

Potencia de salida del transmisor	:	+30 dBm +/- 1 dB +20 dBm +/- 1 dB
Estabilidad de frecuencia	:	Dentro de +/- 1 x 10 ⁻⁵
Figura de ruido del receptor	:	Menor que 4.0 dB.
Frecuencia FI del receptor	:	70 Mhz.
Rango de AGC del receptor	:	Mayor que 50 dB.
Nivel de entrada del receptor con una tasa de error (BER) a la entrada del receptor de:		
- BER = 1 x 10 ⁻³	:	-83.5 dBm.
- BER = 1 x 10 ⁻⁶	:	-79.5 dBm.
C/N		
- BER = 1 x 10 ⁻³	:	13.5 dB.
- BER = 1 x 10 ⁻⁶	:	17.5 dB.

Perdida en el circuito de derivación de RF (28 Mhz. de separación)

1+1 (ampliable a N+1)	5.7 dB/salto
2+1	6.2 dB/salto

2.3.3 Características de la interface de datos

Código de línea	HDB-3
Velocidad binaria de línea	34.368 Mbits/s +/- 20 ppm
Nivel de señal	CCITT Rec. G703 1 Vo-p
Impedancia	75 ohmios, desbalanceada

2.3.4 Características del canal de servicio analógico

Banda de frecuencia	0.3 a 12 Khz.
Nivel de entrada de la señal	-30 dBm/canal
Nivel de salida de la señal	-20 dBm/canal

2.4 Items de alarma y monitoreo

Los items de monitoreo y alarma son los mostrados en la tabla 2.1.1, 2.1.2 y 2.1.3

2.5 Consumos de energía

Los consumos de energía de los equipos son los mostrados en la tabla 2.2

2.6 Altura de antenas y requerimientos para torre

2.6.1 Condiciones de despeje

Las siguientes condiciones de despeje son las que se han empleado para el sistema de radio de microondas en la banda de 7 Ghz.

- 1 - El despeje debe de exceder el radio de la primera zona de Fresnel ($1.0 F1$) para $K=4/3$, donde el tipo de obstáculo sea plano.
- 2 - El despeje debe exceder $0.577F1$ para $K=2/3$, donde el tipo de obstáculo sea plano.
- 3 - El despeje debe exceder $0F1$ para $K=4/3$ y $0.3F1$ para $K=2/3$, donde el obstáculo sea de tipo cuchillo.

MODULO	ITEM	METODO DE MEDICION
TX	TX PWR MON APC V	Voltímetro digital
RX	AGC V APC V	
DC-DC CONV	LINE V +5 V +9 V -10 V	

TABLA 2.1.1 - Items de monitoreo

MODULO EN QUE INICIA	ITEM DE ALARMA	CONDICIONES DE ALARMA	INDICACION LOCAL	INDICACION EN EL ALM CONT	EXTENSION AL EQUIPO DE SUPERVISION
TX	T ALM	Potencia de transmisión de 3 a 4 dB debajo APC local desenchavado	ALM (rojo)	TX ALM (rojo)	SI
PH MOD	MOD ALM	Potencia de salida de FI de 2.5 a 3.5 dB debajo Pérdida de impulso de modulación APC local desenchavado	ALM (rojo)		
TX DPU	TX DPU ALM	Pérdida de los pulsos de salida Pérdida de los pulsos de entrada Pérdida de sincronismo del VCO	ALM (rojo)		
	AIS RCVD	AIS recibida desde el equipo de multiplex externo		_____	SI
RX	R ALM	Potencia de salida de FI de 1.5 a 3 dB debajo APC local desenchavado	ALM (rojo)	RX ALM (rojo)	SI
PH DEM	DEM ALM	Pérdida de los pulsos de salida Pérdida de sincronización de portadora	ALM (rojo)		
RX DPU	RX DPU. ALM	Pérdida de los pulsos de salida Pérdida de sincronismo de trama Pérdida del sincronismo del VCO	ALM (rojo)		
	BER ALM	BER monitoreada por el bit de comprobación de paridad (peor que un valor determinado)	BER ALM (rojo)		
	AIS SEND	AIS enviada al equipo de multiplex externo	AIS SEND (amarillo)		
DC-DC CONV	PS ALM	NFB (disyuntor) disparado	OPR (verde) apagado	_____	SI
ALM CONT	MAINT ALM	MAINT SW puesto en la posición MAINT	MAINT (amarillo)	MAINT (amarillo)	SI
SYNC SW	SYNC SW ALM	Pérdida de los pulsos de salida Pérdida de sincronismo del VCO	ALM (rojo)	RX ALM (rojo)	SI
DIST	DIST ALM	Pérdida de los pulsos de salida	ALM (rojo)		

TABLA 2.1.2 - Detalle de Items de alarma

TABLA 2.1.3 - ITEMS DE ALARMA POR ESTACION

ITEM	ESTACION																				
	HUANCAYO	CONCEPCION	JAUJA	TARMA	C.INCAPICULA	C.TRAMPAJASE	C.VISTA ALEGRE	LA MERCED	SAN RAMON	JAEN	C.ARENAL	C.VISTA HERMOSA	BAGUA GRANDE	BAGUA CHICA	C.PITA	C.PUMAURCO	CUSCO	C.JAJALLACTA	C.CHIARAJE	C.LECHEMOCO	SICUANI
Alarma de transmisor	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Alarma del receptor	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Alarma de alimentación	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Alarma de mantenimiento	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Alarma de multiplex	X		X	X				X	X	X	X	X	X	X		X	X				X
Voltaje de batería bajo	X	X	X	X		X		X	X		X	X			X	X	X	X	X		
Rectificador fallado		X	X	X				X	X								X				
Alarma del deshidratador			X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X

X = Item de alarma previsto

TABLA 2.2 - CONSUMO DE ENERGIA POR ESTACION (W)
(-48 V C.C.)

NOMBRE DE ESTACION	RADIO		SV		MUX		TOTAL	
	INICIAL (1 + 1)	FINAL (2 + 1)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
SISTEMA 1								
HUANCAYO	144	216	95	95	25	50	264	261
CO.CONCEPCION	187	279	25	25			212	304
JAUJA	144	216	45	45	25	50	214	311
SISTEMA 2								
TARMA	144	216	95	95	35	70	274	381
CO.INCATACUNAN *								
CO. TRAMPAJASE	202	302	25	25			227	327
CO. VISTA ALEGRE *								
LA MERCED	300	452	90	90	40	80	430	622
SAN RAMON	144	216	45	45	35	70	224	331
SISTEMA 3								
JAEN	130	195	95	95	45	90	270	380
CO.ARENAL	278	408	90	90	60	120	428	618
CO. VISTA HERMOSA	568	857	180	180	30	60	778	1097
BAGUA GRANDE	144	216	45	45	25	50	214	311
BAGUA CHICA	130	195	45	45	25	50	200	290
CO.PITA	202	302	25	25			227	327
CO. PUMAUURCO	144	216	45	45	25	50	214	311
CAJAMARCA **					20	40	20	40
TRUJILLO **					15	30	15	30
CHICLAYO **					60	120	60	120
SISTEMA 4								
CUSCO	144	216	95	95	25	50	264	361
CO.JAJALLACTA	232	347	25	25			257	372
CO.CHIARAJE	232	347	25	25			257	372
CO.LECHEMOCO *	0	0						
SICUANI	144	216	45	45	65	130	254	391

NOTA.-

* REPETIDORA PASIVA

**ESTACION EXISTENTE (-24 V C.C.)

2.6.2 Alturas de antenas

Las alturas de antenas necesarias para satisfacer las condiciones de despeje indicadas se han calculado en base a los perfiles del terreno mostrados en el apéndice D.

2.6.2.1 Altura mínima de antena

La altura mínima de antena ha sido determinada por el siguiente método.

Se considera que no exista obstáculo de campo cercano dentro de los 20 grados de ángulo de declinación y a una longitud de 10 veces el diámetro de la antena según se ilustra en la figura 2.5.

Así la altura mínima de antena (h_A) viene dada por la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} h_A &= D/2 + h_1 + h_2 \\ &= D/2 + h_1 + 10D \tan 20^\circ \\ &= 4.14D + h_1 \end{aligned}$$

En las figuras 2.6 a 2.9 se indican las alturas de antena instaladas para el proyecto.

2.6.3 Requerimientos para torre

Teniendo en cuenta las alturas de antena indicadas antes, se han requerido las alturas de torre mostradas en las figuras 2.6 a 2.9.

2.7 Diseño del sistema

2.7.1 Generalidades

En esta sección se desarrolla el cálculo de comportamiento del sistema para los saltos, indicando los objetivos a alcanzar.

2.7.2 Objetivos de comportamiento del radioenlace

En la recomendación 594 del CCIR, se recomiendan para el diseño los objetivos de comportamiento enunciados a continuación. Considerando un trayecto digital hipotético de referencia de 2500 Km. con sistemas de radio para telefonía.

La proporción de bit erróneos del trayecto digital hipotético de referencia no debe exceder los valores de previsión indicados, que tienen en cuenta los desvanecimientos, interferencias y todas las otras fuentes de degradación del comportamiento:

1×10^{-6} por más de 0.4% de cualquier mes

1×10^{-3} por más de 0.0054% de cualquier mes; tiempo de degradación 1 segundo.

Los objetivos de diseño del CCIR indicados, son para el circuito hipotético de referencia de 2,500 Km de largo.

Para los objetivos de diseño de trayectos reales, la recomendación del CCIR permite que el porcentaje del tiempo de la recomendación 594 pueda ser distribuido linealmente con la distancia, hasta una longitud de 280 Km.

Por consiguiente cuando se establezca un trayecto sobre un enlace comprendido entre 280 y 2,500 Km., el porcentaje del tiempo admisible debe ser proporcional a la longitud L (Km.) del enlace. En este caso la proporción de bit erróneos de 10^{-3} no debe ser excedida por más de $L/2500 \times 0.054\%$ de cualquier mes.

Cuando se establezca un trayecto sobre un enlace menor de 280 Km., el porcentaje del tiempo admisible debe ser, que para una proporción de bits erróneos de 10^{-3} no exceda más de $280/2500 \times 0.054\%$ de cualquier mes (0.006048%).

Esta recomendación solo se aplica a los sistemas de radio de línea visual aptos para el uso en la red telefónica internacional y no tiene en cuenta las consecuencias de ráfagas de errores o de contribuciones del equipo de multiplex.

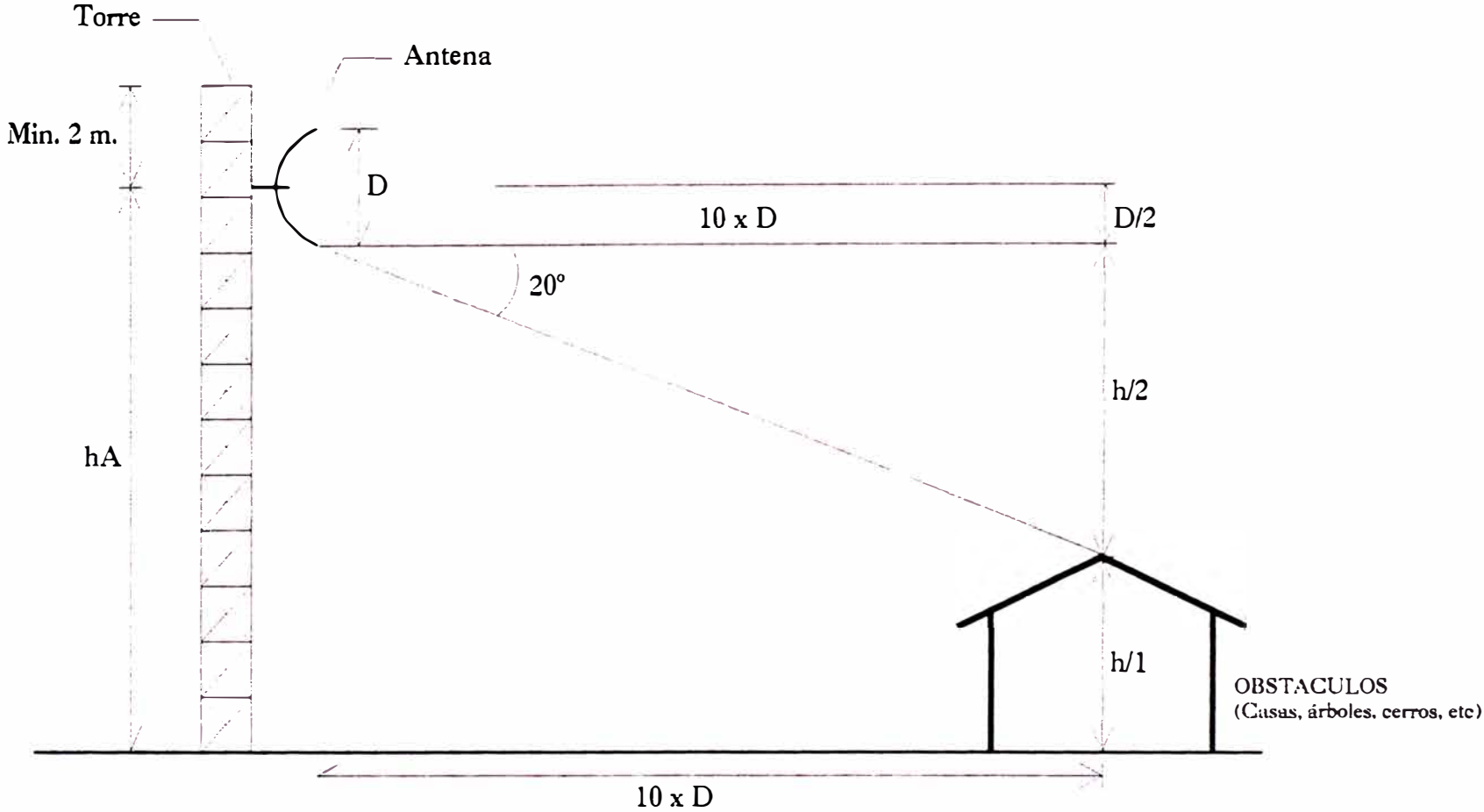
En el cálculo de comportamiento se tomará en consideración para la red el objetivo indicado arriba, especificado en el Rep. 930 del CCIR.

2.7.3 Cálculo de comportamiento del sistema

En esta sección se presenta el método de cálculo de comportamiento del sistema

En el análisis teórico de los niveles se toman en cuenta las características tanto de los equipos como del enlace en si, comparando los parámetros obtenidos con los recomendados por el CCIR.

FIGURA 2.5 ALTURA MINIMA DE ANTENA



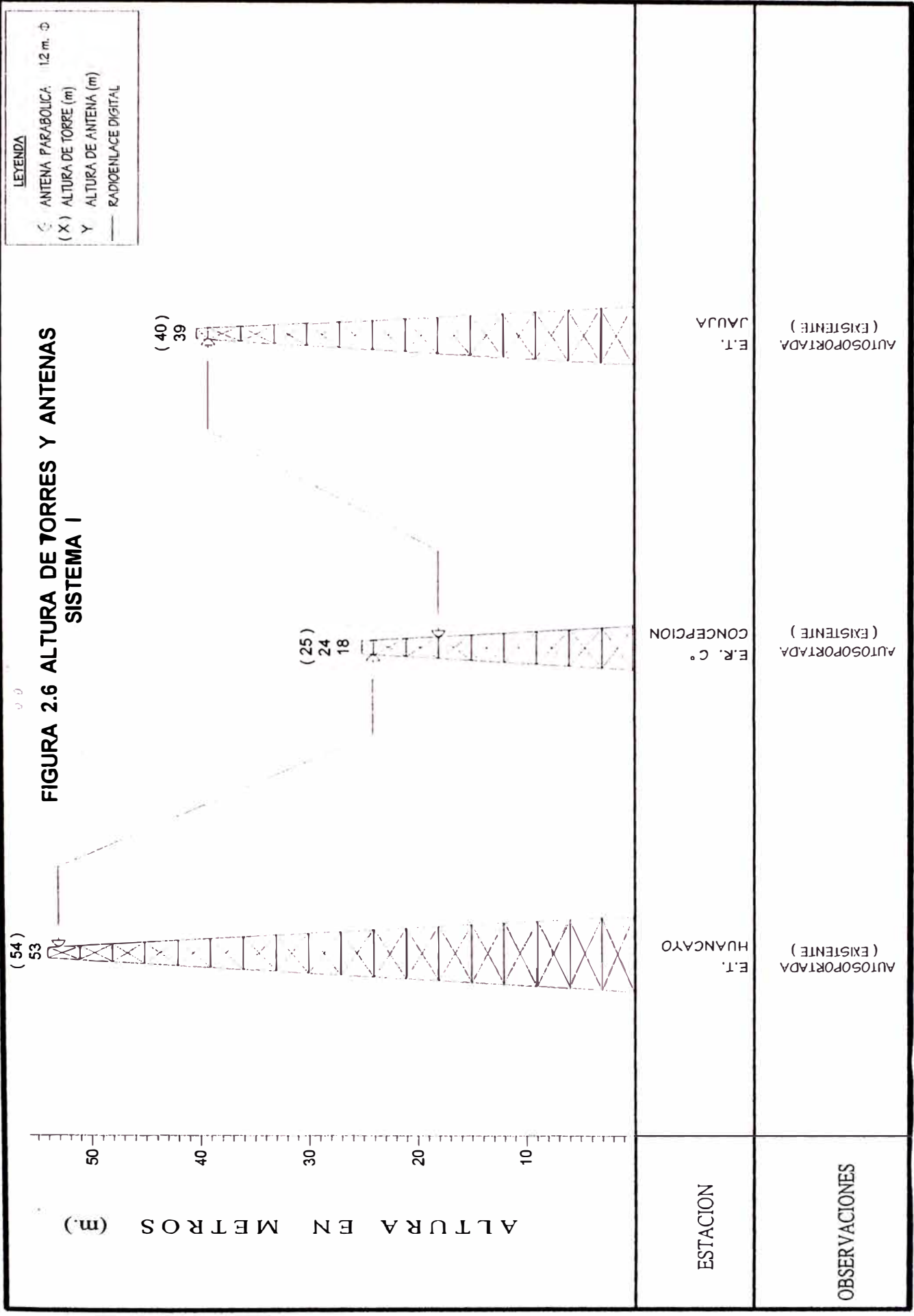


FIGURA 2.6 ALTURA DE TORRES Y ANTENAS SISTEMA I

LEYENDA
 ○ ANTENA PARABOLICA 1.2 m. Ø
 (X) ALTURA DE TORRE (m)
 Y ALTURA DE ANTENA (m)
 — RADIOENLACE DIGITAL

ESTACION	OBSERVACIONES
E.T. HUANCAYO	AUTOSORTADA (EXISTENTE)
E.R. C. CONCEPCION	AUTOSORTADA (EXISTENTE)
E.T. JAUJA	AUTOSORTADA (EXISTENTE)

FIGURA 2.7 ALTURA DE TORRES Y ANTENAS SISTEMA II

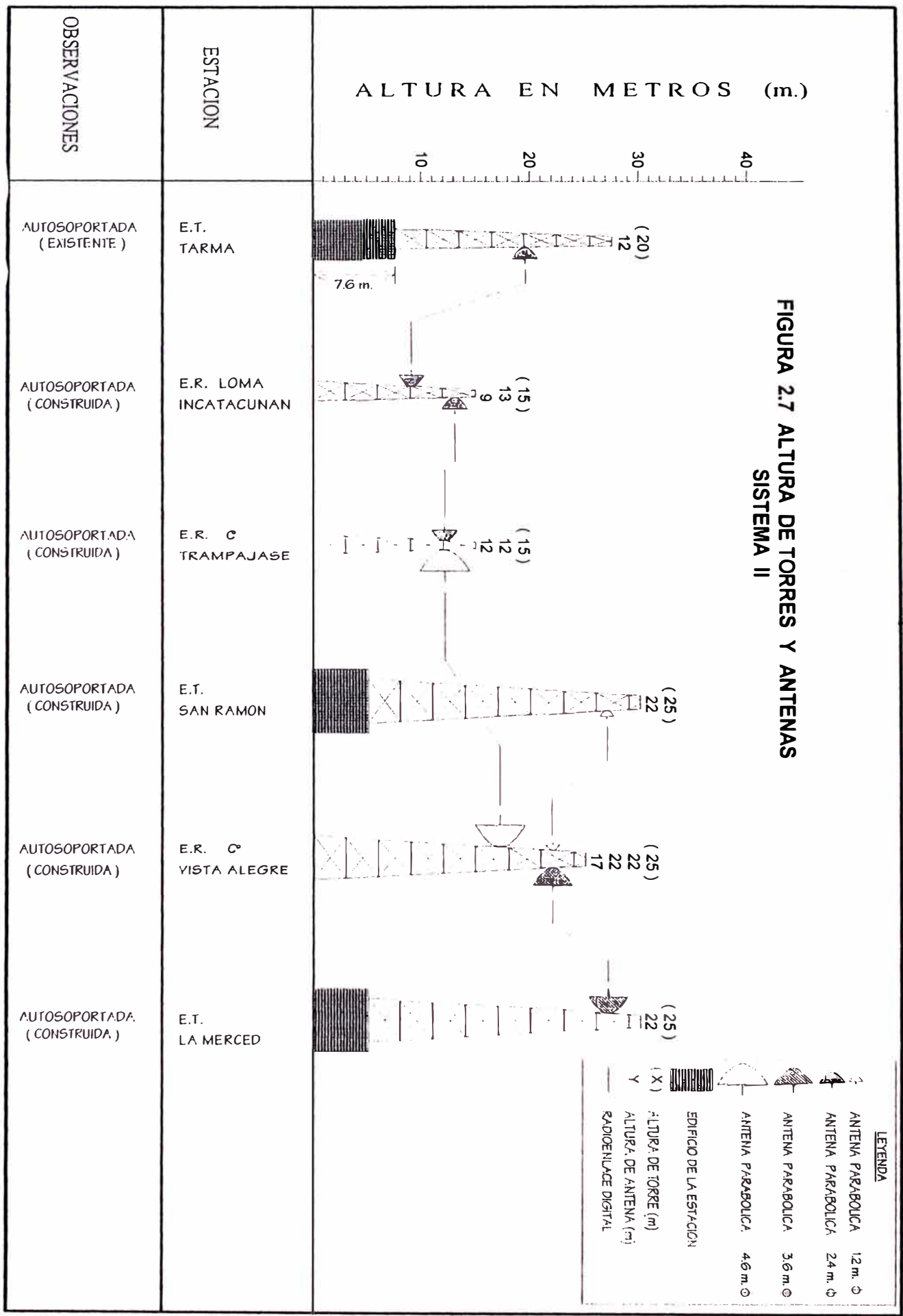
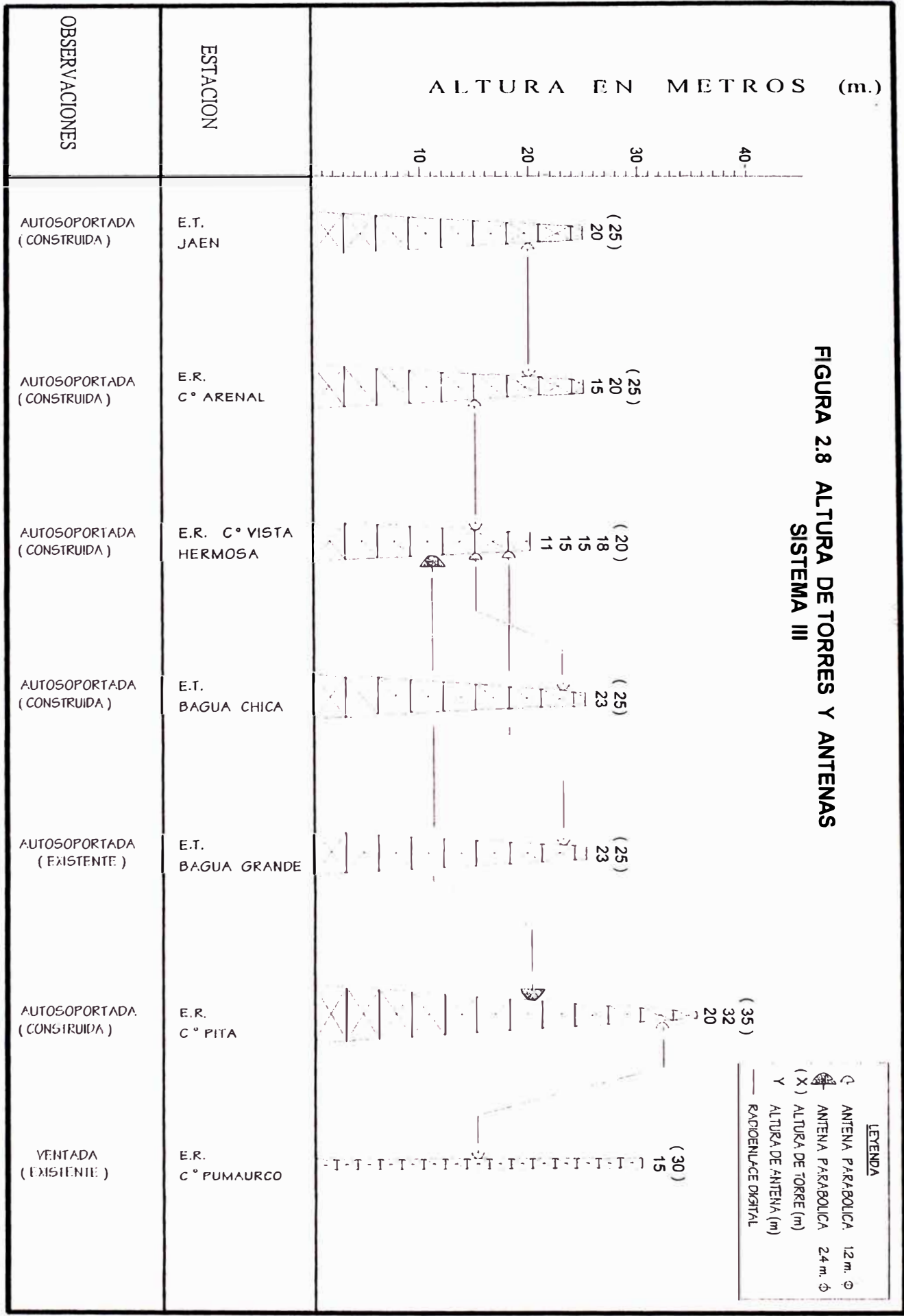


FIGURA 2.8 ALTURA DE TORRES Y ANTENAS SISTEMA III



LEYENDA

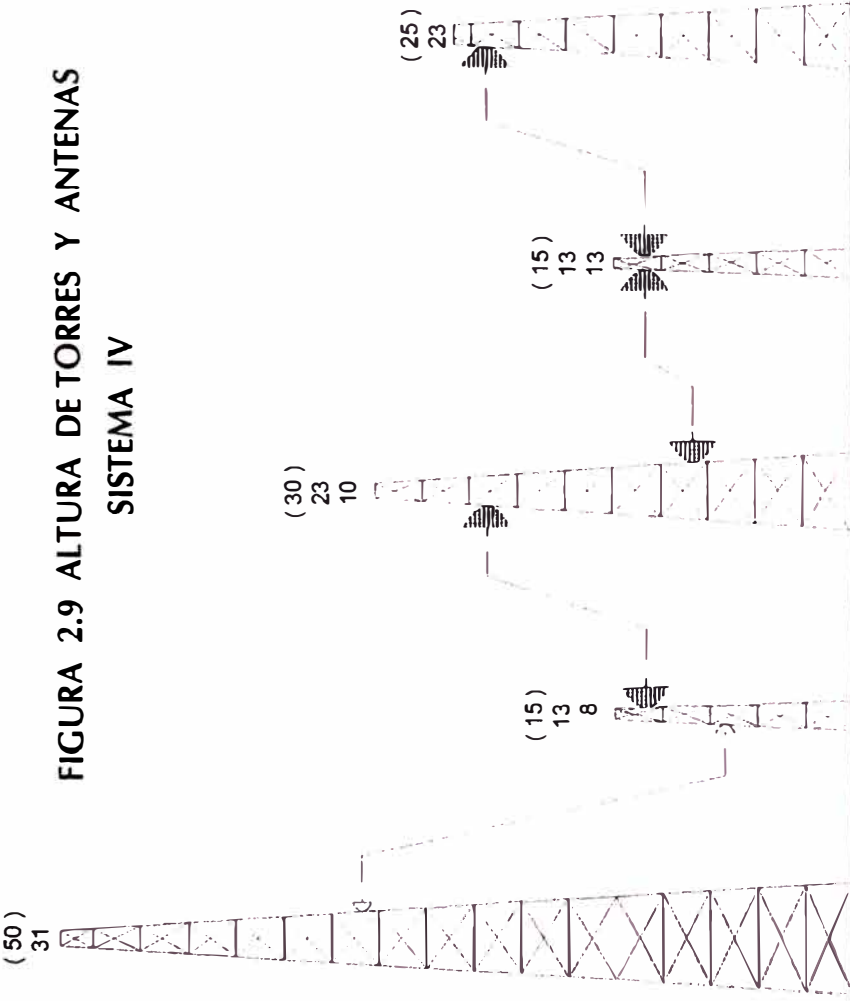
- ⊕ ANTENA PARABOLICA 12 m. φ
- ⊙ ANTENA PARABOLICA 24 m. φ
- (X) ALTURA DE TORRE (m)
- Y ALTURA DE ANTENA (m)
- RADIOENLACE DIGITAL

ALTIMETRIA EN METROS (M)



FIGURA 2.9 ALTURA DE TORRES Y ANTENAS SISTEMA IV

- LEGENDA
- ANTENA PARABOLICA 12 m. φ
 - ANTENA PARABOLICA 3.0 m. φ
 - (X) ALTURA DE TORRE (m)
 - Y ALTURA DE ANTENA (m)
 - RADIOENLACE DIGITAL



ESTACION	
E.T. CUSCO	AUTOSOPORTADA (EXISTENTE)
E.R. C° JAJALLACTA	AUTOSOPORTADA (CONSTRUIDA)
E.R. C° CHIRAJUE	AUTOSOPORTADA (EXISTENTE)
E.T. C LECHEMOCO	AUTOSOPORTADA (CONSTRUIDA)
E.T. SICUANI	AUTOSOPORTADA (CONSTRUIDA)

OBSERVACIONES

Los parámetros de frecuencia central de radio (RF), velocidad de transmisión de datos, figura de ruido, nivel de umbral del receptor, potencia del transmisor, ancho de banda equivalente de ruido, diámetro de las antenas, ganancia de las antenas y atenuación de los cables alimentadores, son características propias de los equipos a usarse y son parte de las especificaciones técnicas de los mismos.

El enlace cumplirá con los objetivos especificados por el CCIR si la probabilidad de tiempo de interrupción por desvanecimiento es menor que el valor objetivo del CCIR para dicho parámetro

2.7.3.1 Cálculo de interrupciones del servicio

El factor de ocurrencia de desvanecimientos planos tipo Rayleigh viene dado por la expresión (3) del Rep. 338-4 del CCIR, así:

$$P_r = K Q f^B d^C$$

Donde :

P_r : Factor de ocurrencia de desvanecimientos planos tipo Rayleigh

d : Longitud del trayecto (Km.)

f : Frecuencia central de RF (Ghz.)

K : Factor dependiente de las condiciones climáticas

Q : Factor dependiente de las condiciones topográficas

En nuestro medio para estimar el factor de ocurrencia de desvanecimientos se emplea la ecuación para los EE.UU., siendo:

B : 1

C : 3 (referencia: Barnett 1972, Vigants 1975)

$$KQ = \frac{A \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$$

Donde :

S_1 : Rugosidad del terreno (6m. ≤ S ≤ 42m)

A : Factor climático regional

El valor de KQ es un valor empírico según se indica en la tabla 2.3

KQ para regiones climáticas marítimas moderadas, mediterránea, costera o de alta humedad	4.1×10^{-5} ----- $S_1^{1.3}$
KQ para región climática subtropical marítima	3.1×10^{-5} ----- $S_1^{1.3}$
KQ para regiones climáticas de clima moderado continental o de interior a mediana latitud	2.1×10^{-5} ----- $S_1^{1.3}$
KQ para regiones climáticas montañosas muy secas.	10^{-5} ----- $S_1^{1.3}$

TABLA 2.3 - Valores empíricos del parámetro KQ

La probabilidad de que la proporción de bits erróneos exceda un BER de 1×10^{-3} por causa de desvanecimientos planos se calcula por la siguiente fórmula:

$$P_f(10^{-3}) = P_r \times W / W_o$$

Donde:

P_r : Factor de ocurrencia de desvanecimientos planos tipo Rayleigh.

W : Nivel de señal recibida para BER = 10^{-3}

W_o : Nivel de la señal recibida en ausencia de desvanecimientos

2.7.3.2 Cálculo de la probabilidad del tiempo de interrupción por desvanecimiento

Esta dada por la fórmula:

$$T = 100 \times P_r \times 10^{(Fd/10)}$$

Donde:

T : Probabilidad del tiempo de interrupción por desvanecimiento

P_r : Probabilidad de desvanecimiento tipo Rayleigh

F_d : Margen de desvanecimiento

100 : Factor de porcentaje

2.7.3.3 Cálculo de pérdidas por espacio libre

La longitud del enlace, así como la frecuencia central de RF determinan estas pérdidas que están dadas por:

$$A_o = 92.4 + 20 \text{ Log } (f_o) + 20 \text{ Log } (d)$$

Donde:

A_o : Pérdidas por espacio libre en dB

f_o : Frecuencia central de RF en Ghz.

d : Distancia del enlace en Km

2.7.3.4 Cálculo de pérdidas por cables alimentadores

La longitud de los alimentadores están determinadas por la altura de las antenas y el recorrido de los mismos hasta el equipo transmisor/receptor. La atenuación unitaria de los alimentadores determina las pérdidas con la siguiente fórmula:

$$L_{fd} = (L_1 + L_2) \times \text{Atenuación unitaria de alimentadores (dB/m)}$$

Donde:

L_{fd} : Pérdidas por cables alimentadores (dB)

L_1 : Longitud del alimentador en la estación A (m)

L_2 : Longitud del alimentador en la estación B (m)

2.7.3.5 Cálculo de la ganancia total

Las ganancias totales del sistema serán las debidas al patrón de radiación de las antenas y en general a cualquier otro factor que pueda contribuir de manera favorable al enlace. La ganancia total viene dada por la fórmula:

$$G_t = G_1 + G_2$$

Donde:

G_t : Ganancia total del enlace (dB)

G_1 : Ganancia de la antena en la estación A (dB)

G_2 : Ganancia de la antena en la estación B (dB)

2.7.3.6 Cálculo de la pérdida total del enlace

Las pérdidas totales agrupan a todas las pérdidas en el enlace y en general a cualquier otro factor que pueda contrubuir en forma desfavorable al enlace. La pérdida total viene dada por la formula:

$$L_t = A_o + A_{o1} + A_{o2} + L_{fd} + L_{bc} + A_{tt} + L_i$$

Donde:

L_t : Pérdida total del enlace (dB)

A_o : Pérdidas por espacio libre (dB)

A_{o1} : Pérdidas por superficie plana (dB)

A_{o2} : Pérdidas por obstaculos (dB)

L_{fd} : Pérdida en cables alimentadores (dB)

L_{bc} : Pérdida en circuitos de derivación de RF (dB)

A_{tt} : Pérdidas por atenuadores presentes (dB)

L_i : Pérdidas debidas a otros factores (dB)

2.7.3.7 Cálculo de la atenuación del enlace

Esta dado por la formula:

$$A_t = L_t - G_t$$

Donde:

A_t : Atenuación del enlace (dB)

L_t : Pérdida total del enlace (dB)

G_t : Ganancia total del enlace (dB)

2.7.3.8 Cálculo del nivel de recepción del enlace

Esta dado por la formula:

$$P_{RX} = P_{TX} - A_t$$

Donde:

P_{RX} : Nivel de recepción (dBm)

P_{TX} : Potencia de transmisión (dBm)

A_t : Atenuación del enlace (dB)

2.7.3.9 Cálculo del nivel de ruido térmico

Esta dado por la formula:

$$N_{th} = KTBF$$

Donde:

N_{th} : Nivel de ruido térmico

K : Constante de Boltzman $1.38 \cdot 10^{-23}$ (J/K)

T : 273°K + temperatura ambiente ($^\circ\text{K}$)

B : Ancho equivalente de ruido (Hz.)

F : Figura de ruido del receptor

2.7.3.10 Cálculo del nivel de umbral

Esta dado por la formula:

$$P_u = N_{th} + C/N$$

Donde:

P_u : Nivel de umbral

N_{th} : Nivel de ruido térmico

C/N : Relación de portadora a ruido (para un BER específico)

2.7.3.11 Cálculo del margen de desvanecimiento

Esta dada por la formula:

$$M_f = P_{Rx} - P_u$$

Donde:

M_f : Margen de desvanecimiento (dB)

P_{Rx} : Nivel de recepción (dB)

P_u : Nivel de umbral (dB)

En las tablas 2.4 a 2.7 se presentan los cálculos teóricos de comportamiento de los sistemas.

LOCALIDAD O SITIO		ESTACION A		HUANCAYO	CONCEPCION			
		ESTACION B		CONCEPCION	JAUJA			
1	CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS	fo	FRECUENCIA CENTRAL DE RF	GHz	7.275	7.275		
2		N	CAPACIDAD TELEFONICA	Nº can	480.00	480.00		
3		Vtx	VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mbit/s	34.00	34.00		
4		F	FIGURA DE RUIDO DEL RECEPTOR	dB	3.50	3.50		
5		Ptx	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30.00	30.00		
6		B	ANCHO DE BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO	MHz	19.30	19.30		
7	CAPACIDADES DEL ENLACE	d	LONGITUD DEL ENLACE	Km.	18.70	26.90		
8		h1	ALTURA DE ANTENA ESTACION A	m	51.00	18.00		
9		h2	ALTURA DE ANTENA ESTACION B	m	18.00	39.00		
10		D1	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION A	m	1.20	1.20		
11		D2	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION B	m	1.20	1.20		
12			TIPO DE ANTENA ESTACION A		S	S		
13			TIPO DE ANTENA ESTACION B		S	S		
14		L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION A	m	68.00	37.00		
15		L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION B	m	37.00	62.00		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENTADORES	dB/m	0.047	0.047		
17		TOPOGRAFIA DEL ENLACE		PLANO	PLANO			
18		Q		1.00	1.00			
19	GANANCIAS	G1	ANTENA DE LA ESTACION A	dB	37.00	37.00		
20		G2	ANTENA DE LA ESTACION B	dB	37.00	37.00		
21		Gt	GANANCIA TOTAL	dB	74.00	74.00		
22	PERDIDAS	Ao	POR ESPACIO LIBRE	dB	135.07	138.23		
23		Ao1	POR SUPERFICIE PLANA	dB	0.00	0.00		
24		Ao2	POR OBSTACULOS	dB	0.00	0.00		
25		Lfd	EN CABLES DE ALIMENTADORES	dB	4.94	4.65		
26		Lbc	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	5.40	5.40		
27		Att	ATENUADOR	dB	0.00	0.00		
28		Lt	PERDIDA TOTAL	dB	145.41	148.28		
29	NIVELES	At	ATENUACION DEL ENLACE	dB	71.41	74.28		
30		Ptx	NIVEL DE RECEPCION (SIN DESVANECIMIENTO)	dBm	-41.41	-44.28		
31		Nth	NIVEL DE RUIDO TERMICO KTBF	dBm	-97.47	-97.47		
32			C/N (BER = 1E-3)	dB	13.00	13.00		
33		Pu	NIVEL DE UMBRAL (BER = 1E-3)	dBm	-84.47	-84.47		
34		Mf	MARGEN DE DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3)	dB	43.07	40.19		
35		Pr	PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO TIPO RAYLEIGH		2.96E-04	1.06E-03		
36		Tp	PROBABILIDAD DE TIEMPO DE INTERRUPCION	PARCIAL	%	1.46E-06	1.01E-05	
37		Tt	POR DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3)	TOTAL	%		1.16E-05	
38			VALOR OBJETIVO DEL CCIR (BER = 1E-3)	PARCIAL	%	4.04E-04	5.81E-04	
39			TOTAL	%		9.85E-04		
40		SATISFACCION DE LA NORMA			CUMPLE	CUMPLE		

TABLA 2.4 CALCULOS TEORICOS DE COMPORTAMIENTO SISTEMA I

LOCALIDAD O SITIO		ESTACION A		TARMA	INCATACUNAN	TAMPAJASE	VISTA ALEGRE	TARMA	
		ESTACION B		INCATACUNAN	TRAMPAJASE	VISTA ALEGRE	LA MERCED	LA MERCED	
1	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	f _o	FRECUENCIA CENTRAL DE RF	GHz	7.275	7.275	7.275	7.275	7.275
2		N	CAPACIDAD TELEFONICA	N° can	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00
3		V _{tx}	VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mbit/s	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
4		F	FIGURA DE RUIDO DEL RECEPTOR	dB		3.50		3.50	
5		P _{tx}	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30.00		30.00		
6		B	ANCHO DE BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO	MHz		19.30		19.30	
7	CARACTERISTICAS DEL ENLACE	d	LONGITUD DEL ENLACE	Km.	1.60	14.70	43.60	2.40	62.30
8		h1	ALTURA DE ANTENA ESTACION A	m	12.00	13.00	12.00	22.00	
9		h2	ALTURA DE ANTENA ESTACION B	m	9.00	12.00	17.00	22.00	
10		D1	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION A	m	2.40	2.40	4.60	3.60	
11		D2	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION B	m	2.40	2.40	4.60	3.60	
12			TIPO DE ANTENA ESTACION A		S	S	S	S	
13			TIPO DE ANTENA ESTACION B		S	S	S	S	
14		L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION A	m	29.00	7.00	37.00	8.00	
15		L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION B	m		32.00		44.00	
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENTADORES	dB/m	0.047	0.047	0.047	0.047	
17		TOPOGRAFIA DEL ENLACE		PLANO	MONTANA	MONTANA	PLANO		
18		Q		1.00	0.40	0.40	1.00		
19	GANANCIAS	G1	ANTENA DE LA ESTACION A	dB	42.80	42.80	48.10	46.40	
20		G2	ANTENA DE LA ESTACION B	dB	42.80	42.80	48.10	46.40	
21		G _t	GANANCIA TOTAL	dB		171.20		189.00	
22	PERDIDAS	A _o	POR ESPACIO LIBRE	dB	113.72	132.98	142.43	117.24	
23		A _{o1}	POR SUPERFICIE PLANA	dB	0.00	0.00	0.00	0.00	
24		A _{o2}	POR OBSTACULOS	dB	0.00	0.00	0.00	0.00	
25		L _{fd}	EN CABLES DE ALIMENTADORES	dB	1.36	1.83	1.74	2.44	
26		L _{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	0.00	5.40	0.00	9.90	
27		A _{tt}	ATENUADOR	dB	0.00	0.00	0.00	0.00	
28		L _t	PERDIDA TOTAL	dB		255.30		273.75	
29		A _t	ATENUACION DEL ENLACE	dB		84.10		84.75	
30	NIVELES	P _{rx}	NIVEL DE RECEPCION (SIN DESVANECIMIENTO)	dBm		-54.10		-54.75	
31		N _{th}	NIVEL DE RUIDO TERMICO KTBF	dBm		-97.47		-97.47	
32			C/N (BER = 1E-3)	dB		13.00		13.00	
33		P _u	NIVEL DE UMBRAL (BER = 1E-3)	dBm		-84.47		-84.47	
34		M _f	MARGEN DE DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3)	dB		30.38		29.72	
35		P _r	PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO TIPO RAYLEIGH			7.31E-05		6.90E-03	
36		T _p	PROBABILIDAD DE TIEMPO DE INTERRUPCION	PARCIAL	%	6.70E-06		7.35E-04	
37		T _t	POR DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3)	TOTAL	%	6.70E-06		7.42E-04	7.42E-04
38			VALOR OBJETIVO DEL CCIR (BER = 1E-3)	PARCIAL	%	3.52E-04		9.94E-04	
39				TOTAL	%	3.52E-04		1.35E-03	1.35E-03
40		SATISFACCION DE LA NORMA			CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE	

**TABLA 2.5 CALCULOS TEORICOS DE COMPORTAMIENTO (1 / 2)
SISTEMA II**

LOCALIDAD O SITIO		ESTACION A		LA MERCED	VISTA ALEGRE	LA MERCED		
		ESTACION B		VISTA ALEGRE	SAN RAMON	SAN RAMON		
1	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	fo	FRECUENCIA CENTRAL DE RF	GHz	7.575	7.575	7.575	
2		N	CAPACIDAD TELEFONICA	Nº can	480.00	480.00	480.00	
3		Vtx	VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mbit/s	34.00	34.00	34.00	
4		F	FIGURA DE RUIDO DEL RECEPTOR	dB		3.50		
5		Ptx	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30.00			
6		B	ANCHO DE BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO	MHz		19.30		
7	CARACTERISTICAS DEL ENLACE	d	LONGITUD DEL ENLACE	Km.	2.40	6.00	8.40	
8		h1	ALTURA DE ANTENA ESTACION A	m	22.00	22.00		
9		h2	ALTURA DE ANTENA ESTACION B	m	22.00	22.00		
10		D1	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION A	m	3.60	1.20		
11		D2	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION B	m	3.60	1.20		
12			TIPO DE ANTENA ESTACION A		S	S		
13			TIPO DE ANTENA ESTACION B		S	S		
14		L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION A	m	44.00	3.00		
15		L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION B	m		44.00		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENTADORES	dB/m	0.047	0.047		
17		TOPOGRAFIA DEL ENLACE		PLANO	PLANO			
18		Q		1.00	1.00			
19	GANANCIAS	G1	ANTENA DE LA ESTACION A	dB	46.40	37.00		
20		G2	ANTENA DE LA ESTACION B	dB	46.40	37.00		
21		Gt	GANANCIA TOTAL	dB		166.80		
22	PERDIDAS	Ao	POR ESPACIO LIBRE	dB	117.59	125.55		
23		Ao1	POR SUPERFICIE PLANA	dB	0.00	0.00		
24		Ao2	POR OBSTACULOS	dB	0.00	0.00		
25		Lfd	EN CABLES DE ALIMENTADORES	dB	2.07	2.21		
26		Lbc	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	0.00	9.90		
27		Att	ATENUADOR	dB	0.00	0.00		
28		Lt	PERDIDA TOTAL	dB		257.32		
29	NIVELES	At	ATENUACION DEL ENLACE	dB		90.52		
30		Ptx	NIVEL DE RECEPCION (SIN DESVANECIMIENTO)	dBm		-60.52		
31		Nth	NIVEL DE RUIDO TERMICO KTBf	dBm		-97.47		
32			C/N (BER - 1E-3)	dB		13.00		
33		Pu	NIVEL DE UMBRAL (BER - 1E-3)	dBm		-84.47		
34		Mf	MARGEN DE DESVANECIMIENTO (BER - 1E-3)	dB		23.95		
35		Pr	PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO TIPO RAYLEIGH			1.89E-05		
36		Tp	PROBABILIDAD DE TIEMPO DE INTERRUPCION PARCIAL	%		7.58E-06		
37		Tt	POR DESVANECIMIENTO (BER - 1E-3) TOTAL	%		7.58E-06	7.58E-06	
38			VALOR OBJETIVO DEL CCIR (BER - 1E-3) PARCIAL	%		1.81E-04		
39			TOTAL	%		1.81E-04	1.81E-04	
40		SATISFACCION DE LA NORMA			CUMPLE	CUMPLE		

**TABLA 2.5 CALCULOS TEORICOS DE COMPORTAMIENTO (2 / 2)
SISTEMA II**

LOCALIDAD O SITIO		ESTACION A		JAEN	ARENAL	VTA HERMOSA	VTA HERMOSA	VTA HERMOSA	PITA
		ESTACION B		ARENAL	VTA HERMOSA	BAGUA GRANDE	BAGUA CHICA	PITA	PUMAURO
1	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS	f _o	FRECUENCIA CENTRAL DE RF	GHz	7.275	7.275	7.575	7.275	7.275
2		N	CAPACIDAD TELEFONICA	Nº can	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00
3		V _{tx}	VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mbits/s	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
4		F	FIGURA DE RUIDO DEL RECEPTOR	dB	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
5		P _{tx}	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	20.00	30.00	30.00	20.00	30.00
6		B	ANCHO DE BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO	MHz	19.30	19.30	19.30	19.30	19.30
7	CARACTERISTICAS DEL ENLACE	d	LONGITUD DEL ENLACE	Km.	1.20	31.70	17.40	1.30	65.80
8		h ₁	ALTURA DE ANTENA ESTACION A	m	20.00	15.00	18.00	15.00	11.00
9		h ₂	ALTURA DE ANTENA ESTACION B	m	20.00	15.00	23.00	23.00	20.00
10		D1	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION A	m	1.20	1.20	1.20	1.20	2.40
11		D2	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION B	m	1.20	1.20	1.20	1.20	2.40
12			TIPO DE ANTENA ESTACION A		S	S	S	S	S
13			TIPO DE ANTENA ESTACION B		S	S	S	S	S
14		L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION A	m	44.00	36.00	38.00	35.00	30.00
15		L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION B	m	41.00	35.00	41.00	41.00	38.00
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENTADORES	dB/m	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
17		TOPOGRAFIA DEL ENLACE		PLANO	PLANO	PLANO	PLANO	MONTAÑA	
18		Q		1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	
19	GANANCIAS	G1	ANTENA DE LA ESTACION A	dB	37.00	37.00	37.00	37.00	+2.80
20		G2	ANTENA DE LA ESTACION B	dB	37.00	37.00	37.00	37.00	+2.80
21		G _t	GANANCIA TOTAL	dB	74.00	74.00	74.00	74.00	85.60
22	PERDIDAS	A _o	POR ESPACIO LIBRE	dB	111.22	139.66	134.80	111.92	146.35
23		A _{o1}	POR SUPERFICIE PLANA	dB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24		A _{o2}	POR OBSTACULOS	dB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25		L _{fd}	EN CABLES DE ALIMENTADORES	dB	4.00	3.34	3.71	3.57	3.20
26		L _{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40
27		A _{tt}	ATENUADOR	dB	10.00	0.00	0.00	10.00	0.00
28		L _t	PERDIDA TOTAL	dB	130.62	148.39	143.91	130.89	154.95
29		A _t	ATENUACION DEL ENLACE	dB	56.62	74.39	69.91	56.89	69.35
30	P _{rx}	NIVEL DE RECEPCION (SIN DESVANECIMIENTO)	dBm	-36.62	-44.39	-39.91	-36.89	-39.35	
31	N _{th}	NIVEL DE RUIDO TERMICO KTB	dBm	-97.47	-97.47	-97.47	-97.47	-97.47	
32		C/N (BER = 1E-3)	dB	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	
33		P _u NIVEL DE UMBRAL (BER = 1E-3)	dBm	-84.47	-84.47	-84.47	-84.47	-84.47	
34		M _f MARGEN DE DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3)	dB	47.86	40.08	44.56	47.59	45.13	
35		P _r PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO TIPO RAYLEIGH		1.98E-08	1.88E-03	2.41E-04	2.62E-08	1.01E-02	
36		T _p PROBABILIDAD DE TIEMPO DE INTERRUPCION PARCIAL	%	3.24E-11	1.84E-05	8.43E-07	4.56E-11	3.12E-05	
37		T _t POR DESVANECIMIENTO (BER = 1E-3) TOTAL	%		1.84E-05	1.93E-05	1.84E-05	4.96E-05	
38		VALOR OBJETIVO DEL CCIR (BER = 1E-3) PARCIAL	%	2.59E-05	6.85E-04	3.76E-04	2.81E-05	1.42E-03	
39		TOTAL	%		7.11E-04	1.09E-03	7.39E-04	2.13E-03	
40		SATISFACCION DE LA NORMA		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	

TABLA 2.6 CALCULOS TEORICOS DE COMPORTAMIENTO SISTEMA III

LOCALIDAD O SITIO		ESTACION A		CUSCO	JAJALLACTA	CHIARAJE	LECHEMOCO	CUSCO		
		ESTACION B		JAJALLACTA	CHIARAJE	LECHEMOCO	SICUANI	SICUANI		
1	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS	f ₀	FRECUENCIA CENTRAL DE RF	GHz	7.275	7.275	7.275	7.275	7.275	
2		N	CAPACIDAD TELEFONICA	Nº can	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	
3		V _{tx}	VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mbit/s	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	
4		F	FIGURA DE RUIDO DEL RECEPTOR	dB	3.50	3.50		3.50		
5		P _{tx}	POTENCIA DEL TRANSMISOR	dBm	30.00	30.00	30.00			
6		B	ANCHO DE BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO	MHz	19.30	19.30		19.30		
7	CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE	d	LONGITUD DEL ENLACE	Km.	44.40	81.80	18.80	2.50	147.50	
8		h1	ALTURA DE ANTENA ESTACION A	m	31.00	8.00	10.00	13.00		
9		h2	ALTURA DE ANTENA ESTACION B	m	8.00	20.00	9.00	23.00		
10		D1	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION A	m	1.20	3.00	3.00	3.00		
11		D2	DIAMETRO DE LA ANTENA EN LA ESTACION B	m	1.20	3.00	3.00	3.00		
12			TIPO DE ANTENA ESTACION A		S	S	S	S		
13			TIPO DE ANTENA ESTACION B		S	S	S	S		
14		L1	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION A	m	56.00	25.00	31.00	7.00		
15		L2	LONGITUD DE ALIMENTADOR ESTACION B	m	25.00	41.00		39.00		
16			ATENUACION UNITARIA DE LOS ALIMENTADORES	dB/m	0.047	0.047	0.047	0.047		
17			TOPOGRAFIA DEL ENLACE		MONTAÑA	MONTAÑA	MONTAÑA	PLANO		
18		Q			0.40	0.40	0.40	1.00		
19	GANANCIAS	G1	ANTENA DE LA ESTACION A	dB	37.00	44.80	44.80	44.80		
20		G2	ANTENA DE LA ESTACION B	dB	37.00	44.80	44.80	44.80		
21		G _t	GANANCIA TOTAL	dB	74.00	89.60		179.20		
22	PERDIDAS	A ₀	POR ESPACIO LIBRE	dB	142.58	147.89	135.12	117.60		
23		A ₀₁	POR SUPERFICIE PLANA	dB	0.00	0.00	0.00	0.00		
24		A ₀₂	POR OBSTACULOS	dB	0.00	0.00	0.00	0.00		
25		L _{fd}	EN CABLES DE ALIMENTADORES	dB	3.81	3.10	1.46	2.16		
26		L _{bc}	EN CIRCUITOS DE DERIVACION RF	dB	5.40	5.40	0.00	5.40		
27		A _{tt}	ATENUADOR	dB	0.00	0.00	0.00	0.00		
28		L _t	PERDIDA TOTAL	dB	151.79	156.39		261.73		
29		A _t	ATENUACION DEL ENLACE	dB	77.79	66.79		82.53		
30	NIVELES	P _{rx}	NIVEL DE RECEPCION (SIN DESVANECIMIENTO)	dBm	-47.79	-36.79		-52.53		
31		N _{th}	NIVEL DE RUIDO TERMICO KTB	dBm	-97.47	-97.47		-97.47		
32			C/N (BER - 1E-3)	dB	13.00	13.00		13.00		
33		P _u	NIVEL DE UMBRAL (BER - 1E-3)	dBm	-84.47	-84.47		-84.47		
34		M _f	MARGEN DE DESVANECIMIENTO (BER - 1E-3)	dB	36.68	47.68		31.94		
35		P _r	PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO TIPO RAYLEIGH		2.44E-03	2.07E-02		4.66E-04		
36		T _p	PROBABILIDAD DE TIEMPO DE INTERRUPCION POR DESVANECIMIENTO (BER - 1E-3)	PARCIAL	%	5.23E-05	3.53E-05		2.98E-05	
37				TOTAL	%		8.77E-05		1.17E-04	1.17E-04
38		T _t	VALOR OBJETIVO DEL CCIR (BER - 1E-3)	PARCIAL	%	9.59E-04	1.77E-03		4.60E-04	
39				TOTAL	%		2.73E-03		3.19E-03	3.19E-03
40			SATISFACCION DE LA NORMA			CUMPLE	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE

TABLA 2.7 CALCULOS TEORICOS DE COMPORTAMIENTO SISTEMA IV

CAPITULO III SISTEMA MULTIPLEX DIGITAL

3.1 Generalidades

En este capítulo se describe técnicamente la construcción del sistema de multiplex digital para el sistema de radio microondas.

El sistema multiplex instalado esta constituido por equipos de fabricación japonesa marca NEC y cumplen con las recomendaciones del CCITT.

3.2 Sistema de múltiplex instalado

3.2.1 Introducción

Para este proyecto se han instalado los equipos múltiplex de la serie N6000 que poseen diferentes características, las que se resumen a continuación.

3.2.1.1. Características sobresalientes

a) **Composición versátil de equipos en un bastidor**

El mismo bastidor puede albergar a diferentes tipos de equipos multiplexores y unidades de canal

b) **Fácil instalación**

El bastidor N6000 dispone de un suficiente espacio para la manipulación de los cables a través de un ducto, además los cables de la estación son terminados en la parte frontal mediante conectores enchufables o bornes terminales dentro de cada repisa.

c) **Fácil mantenimiento**

Los fusibles y el punto de acceso del terminal portatil de control (PCT) están centralizados en un módulo de mantenimiento para facilitar la operación de los equipos.

3.2.2 Dimensiones del bastidor N600

Las dimensiones básicas del bastidor tipo Slim Rack N6000 instalado son las siguientes:

Alto	2600 mm
Ancho	240 mm
Profundidad	255 mm

3.2.3 Capacidad de montaje

En el bastidor de equipos de la serie N6000 de las dimensiones mencionadas se puede montar hasta 10 repisas con diferentes equipos multiplexores siendo la capacidad máxima del bastidor la siguiente:

- Multiplexor digital de 2-34M NE6058 10 sistemas
- Multiplexor PCM de 2M NE6010 10 sistemas

3.2.4 Descripción del sistema instalado

3.2.4.1 Configuración del sistema

El proyecto comprende cuatro sistemas (rutas):

- 1) Sistema I Huancayo - Jauja
- 2) Sistema II Tarma - La Merced - San Ramón
- 3) Sistema III Jaén - Bagua Grande - Bagua Chica - Chachapoyas
- 4) Sistema IV : Cusco - Sicuani

El plan de canalización del sistema instalado para cada una de estas rutas se muestra en las figuras 3.1 a 3.4.

3.2.4.2 Disposición frontal de los equipos

La disposición frontal de los equipos se muestran en el apéndice E.

3.2.4.3 Unidad de alimentación

El multiplexor de 2-34M NE6058 cuenta con unidades de alimentación duplicadas para aumentar la confiabilidad del sistema. Cada una de estas unidades de alimentación puede soportar la carga de todos los módulos que componen el multiplexor.

3.2.4.3 Consumo de energía

El cálculo del consumo de energía por estación de los equipos multiplexores en condiciones de equipamiento completo es mostrado en la tabla 3.1

FIGURA 3.1 PLAN DE CANALIZACION SISTEMA I

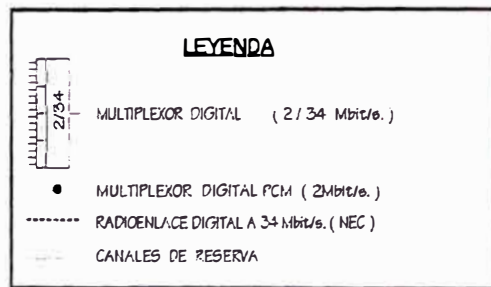
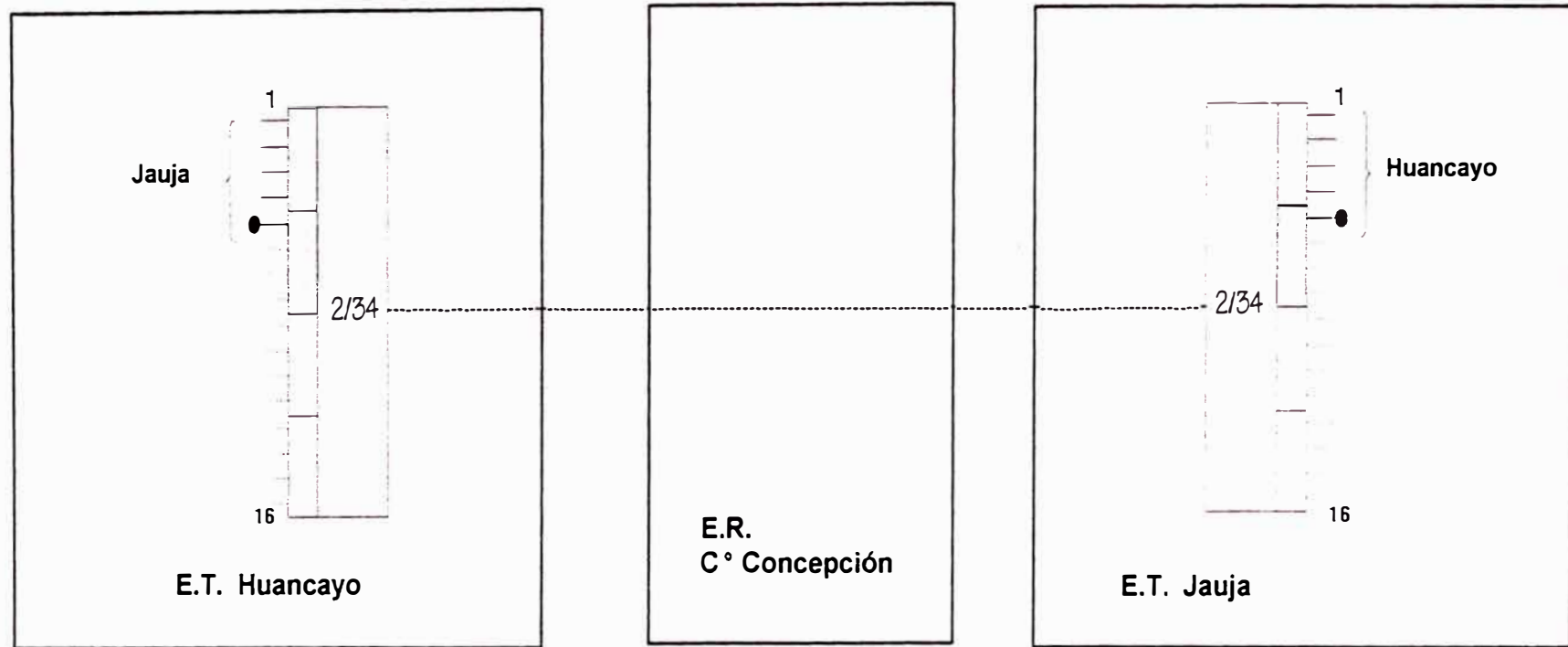


FIGURA 3.2 PLAN DE CANALIZACION SISTEMA II

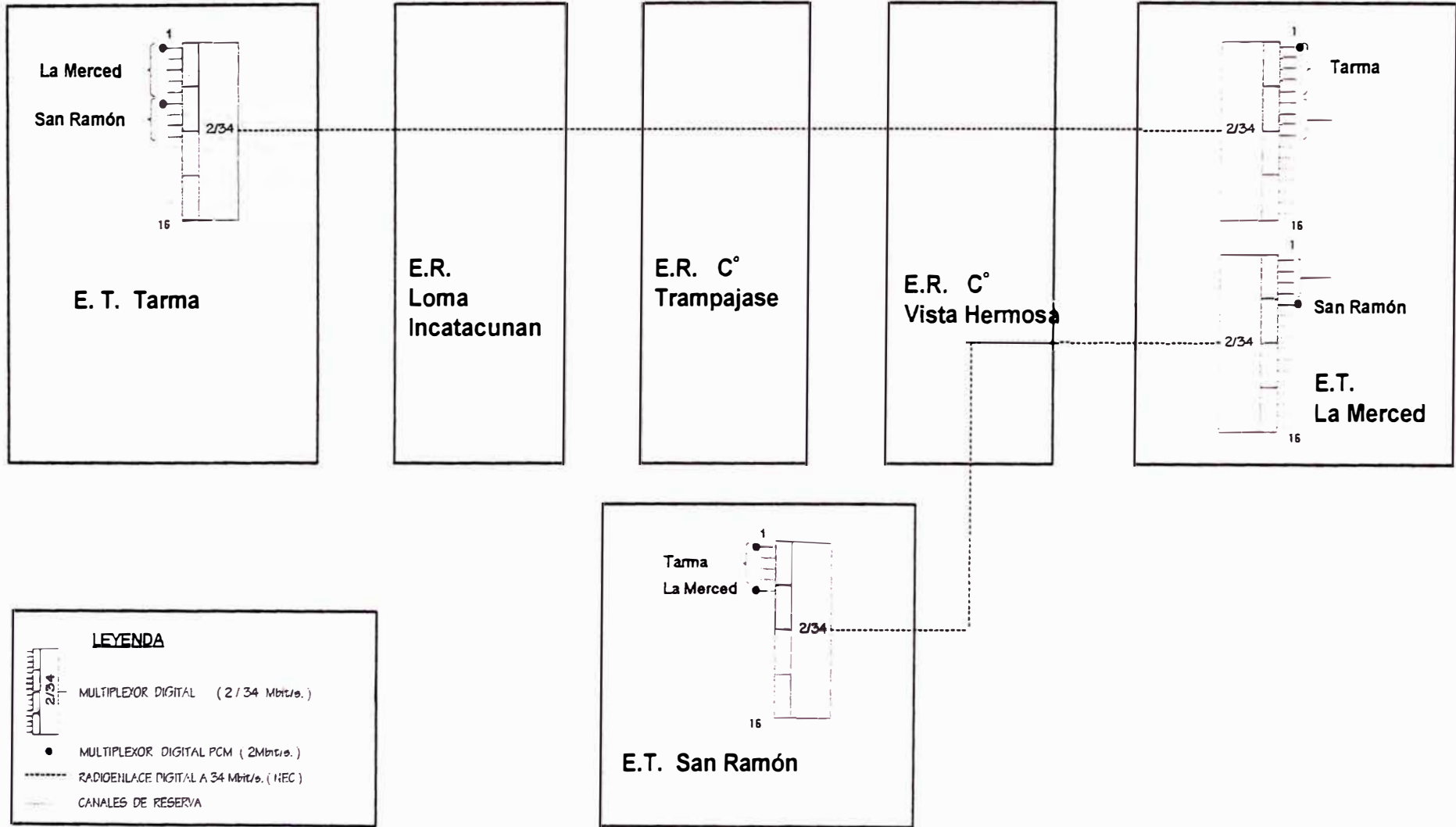


FIGURA 3.3 PLAN DE CANALIZACION SISTEMA III

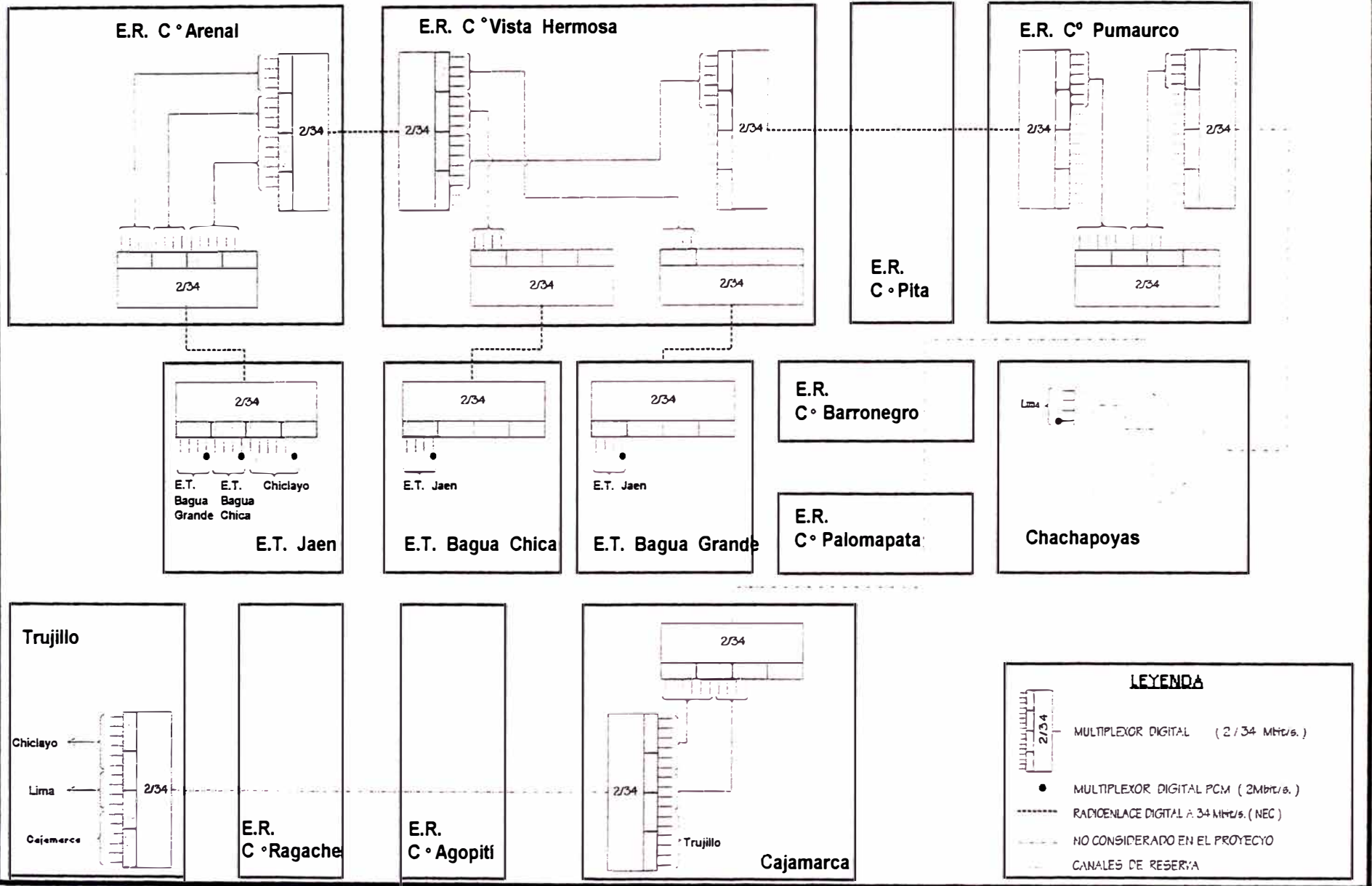


FIGURA 3.4 PLAN DE CANALIZACION SISTEMA IV

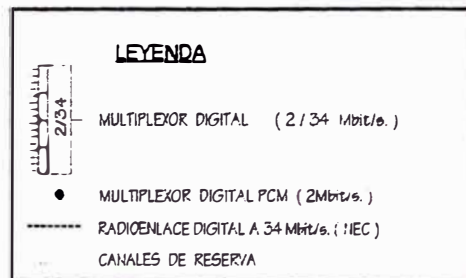
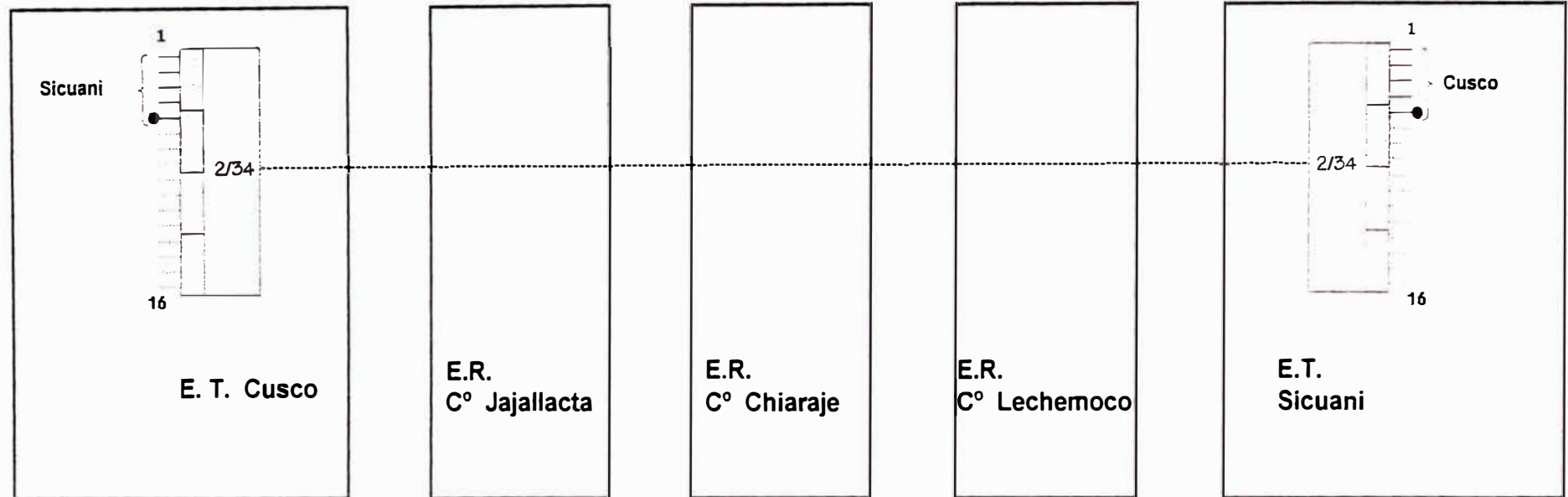


TABLA 3.1 - CONSUMO DE ENERGIA POR ESTACION DEL MULTIPLEX

No.DE SISTEMA	NOMBRE DE ESTACION	CONSUMO DE ENERGIA		VOLTAJE (V)	GROSELLA	
		INICIAL (W)	FINAL (W)		INICIAL (A)	FINAL (A)
SISTEMA I	HUANCAYO	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
	JAUJA	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
SISTEMA II	TARMA	35.0	70.0	-48	0.73	1.46
	LA MERCED	40.0	80.0	-48	0.83	1.67
	SAN RAMON	35.0	35.0	-48	0.83	0.73
SISTEMA III	JAEN	45.0	90.0	-48	0.94	1.88
	CO.ARENAL	60.0	120.0	-48	1.25	2.50
	CO.VISTA HERMOSA	30.0	60.0	-48	0.63	1.25
	BAGUA HERMOSA	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
	BAGUA CHICA	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
	CO.PUMAURO	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
	CAJAMARCA	20.0	40.0	-24	0.83	1.67
	TRUJILLO	15.0	15.0	-24	0.63	0.63
CHICLAYO	60.0	120.0	-24	2.50	5.00	
SISTEMA IV	CUSCO	25.0	50.0	-48	0.52	1.04
	SICUANI	65.0	130.0	-48	1.35	2.71

3.3 Descripción de los equipos

3.3.1 Introducción

Los equipos instalados están contenidos en bastidores Slim Rack de 240mm de ancho.

La construcción de este bastidor permite acomodar con alta densidad varios equipos con el correspondiente espacio para cables.

3.3.2 N6000 Slim rack

3.3.2.1 Generalidades

El N6000 es un bastidor que está compuesto por 10 niveles en donde se montan los estantes en los que a su vez se insertan las unidades (tarjetas de circuito impreso).

a) Bastidor

El bastidor consiste de una estructura posterior, una superior, una estructura inferior, dos placas laterales, una placa separadora y dos cubiertas frontales. En el centro del bastidor está montado el terminal de mantenimiento para acceso de la supervisión a los equipos.

La estructura superior contiene el fusible principal y los terminales para tierra del bastidor, alimentación y tierra de la línea de alimentación. Dos lámparas (diodos emisores de luz LED) se ubican en el frente de la estructura superior, la lámpara roja indica alarma y la amarilla indica el estado de mantenimiento.

b) Niveles

Un nivel es la posición donde se monta un estante. Hay diez niveles en el bastidor de 2600mm.

c) Estante

Estante es una estructura física que comprende una tarjeta de circuito impreso y uno o más portaunidades de plástico. Cada estante acomoda los componentes de uno o más sistemas y puede ocupar uno o más niveles.

d) Unidades

El termino unidad se refiere a tarjetas de circuito impreso. Una unidad puede consistir de una o más tarjetas de circuito impreso conectadas entre si.

3.3.2.2 Sumario técnico

a) Especificaciones físicas

a.1 Dimensiones

Alto	2,600 mm
Ancho	240mm
Profundidad	255mm

a.2 Peso

Máximo 35 Kg (sin equipos)

b) Especificaciones eléctricas del terminal de mantenimiento

b.1 Salida de alarma

Alarmas PM, DM, S y M

Tipo	Alarma paralela
Señal de salida	Tierra para alarma, abierto para normal
Corriente máxima	100mA

Alarmas AB y AL

Señal de salida	Bucle para alarma, abierto para normal
Corriente máxima	1.0A

b.2 Velocidad de datos 1200 bit/s

b.3 Interface con el PCT Lógica de transistor - transistor (TTL)

3.3.2.3 Terminal de mantenimiento

El terminal de mantenimiento permite la localización de fallas en el sistema y dispone de diferentes indicadores de alarma y de terminales para salidas de alarma de estación. Asimismo, permite la interconexión con un sistema de supervisión externo y provee el punto de conexión para el terminal portátil de mantenimiento (Portable Control Terminal - PCT)

La interface física de conexión de los puntos de supervisión consisten en terminales para entorchado y la interface con el PCT es un terminal conectorizado.

3.3.2.4 Items de alarma

Las alarmas PM, DM, S y M se refieren a las indicación de alarma de mantenimiento urgente (Pront Maintenance PM), de mantenimiento diferido (DM), de falla de servicio (S) y de estado de mantenimiento (M).

Los items de alarma AB y AL son referidas a la alarma de timbre y a la alarma de lampara respectivamente.

3.3.3 Multiplexor PCM de 2Mbps. NE6010

3.3.3.1 Generalidades

El multiplexor PCM de 2Mbit/s NE6010 multiplexa 30 canales de banda vocal en una trama digital de 2 Mbit/s.

3.3.3.2 Sumario técnico

a) Parámetros del sistema

Número de canales	: 30 canales
Frecuencia de muestreo de canal	: 8 Khz.
Ley de codificación	: 8 bit/muestra A=87.6, 13 segmentos
Formato de señalización	: Señalización asociada al canal

b) Especificaciones eléctricas

b.1 Interface PCM a 2.048 Mbit/s

Formato de código	: HDB3 (ciclo de trabajo 50%)
Impedancia y voltaje pico	: 75 Ohmios / 2.37V

c) Condiciones ambientales

Temperatura	: 0°C a +45°C (garantizado) -5°C a +50°C (operable)
Humedad relativa	: Hasta 90% a 35°C

d) Configuración de la trama de 2.048 Mbit/s

En la figura 3.5 se muestra la estructura de la trama PCM así como la asignación de bits

3.3.3.3 Especificaciones de interface de frecuencia de voz (VF)

Las especificaciones de la interface de VF a 2 hilos y 4 hilos se aplican en común tanto a las unidades de canal 2Wxxx como a las 4Wxxx, que se describen a continuación. (referirse a la figura 3.6)

a) Interface de canal de VF a 2 hilos

Impedancia	: 600 Ohmios
Nivel de transmisión	: -11.0 dBm a +4.5 dBm
Nivel de recepción	: -14.5 dBm a +1.0 dBm
Rango de ajuste	: 15.5 dB en pasos de 0.5 dB
Pérdida de retorno	: 12 dB (300 a 600 Hz) 15 dB (600 a 3400 Hz) contra 600 ohmios resistivos

b) Interface de canal de VF a 4 hilos

Impedancia	: 600 Ohmios
Nivel de transmisión	: -14.0 dBm a +1.5 dBm
Nivel de recepción	: -11.5 dBm a +4.0 dBm
Rango de ajuste	: 15.5 dB en pasos de 0.5 dB
Pérdida de retorno	: 20 dB (300 a 3400 Hz) contra 600 ohmios resistivos

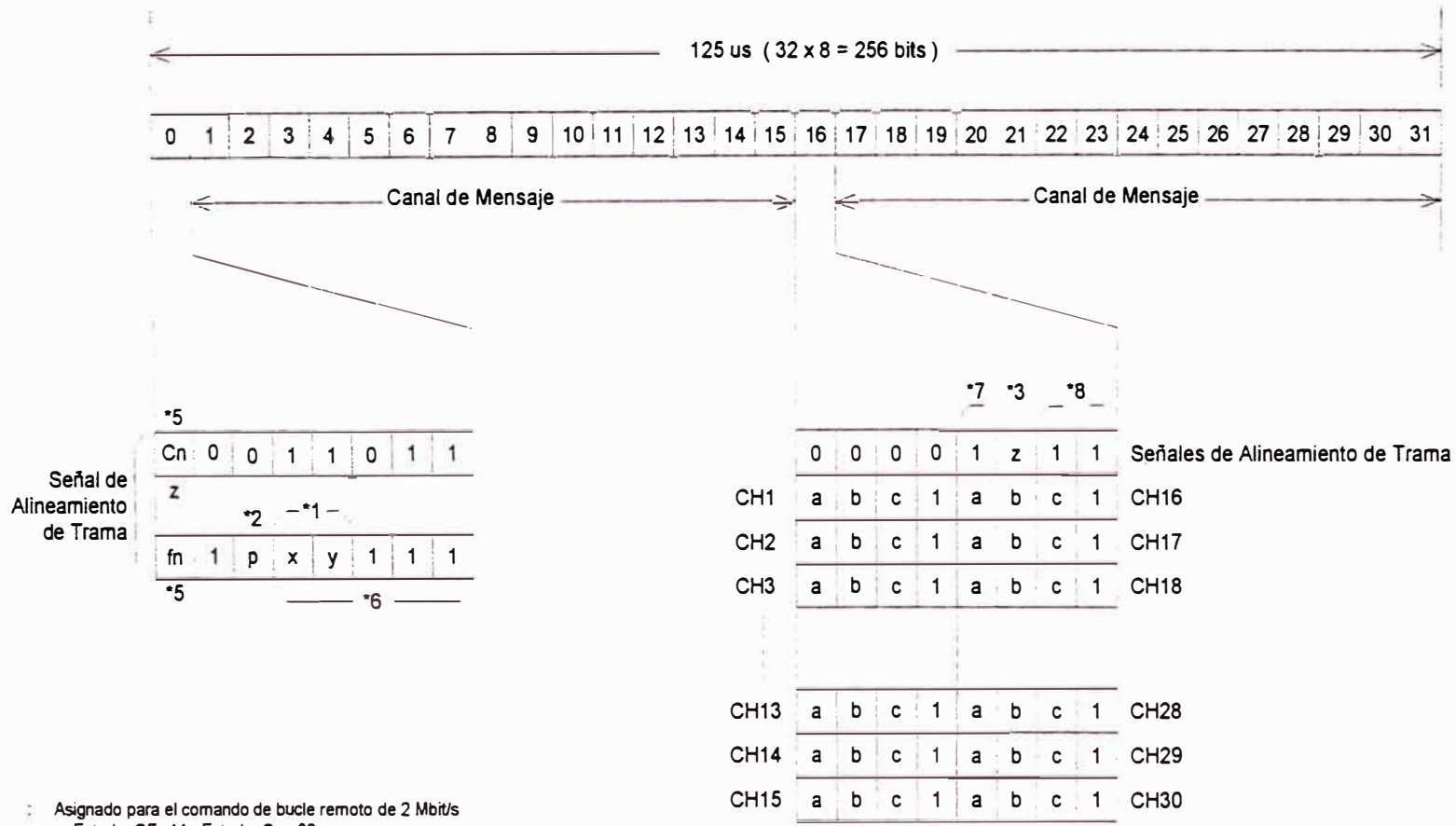
c) Variación de la ganancia en función del nivel de entrada

Dentro de +/- 0.5 dB para un nivel de entrada comprendido entre +3.0 dBm0 a -40.0 dBm0.

Dentro de +/- 1.0 dB para un nivel de entrada comprendido entre -40.0 dBm0 a -50.0 dBm0.

Dentro de +/- 3 dB para un nivel de entrada comprendido entre -50.0 dBm0 a -55.0 dBm0.

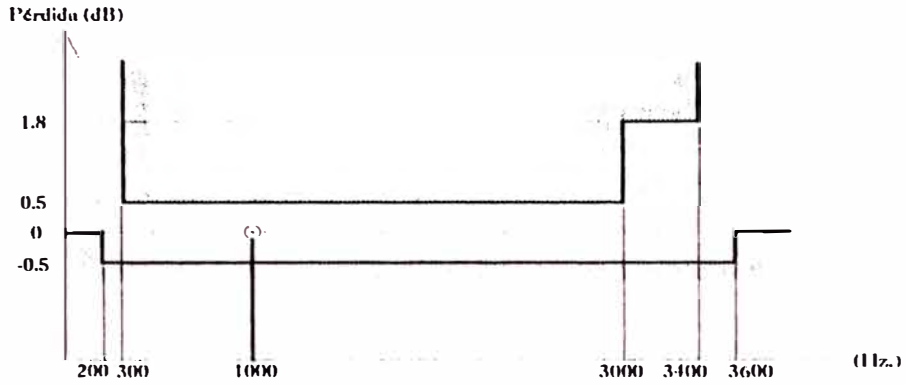
FIGURA 3.5 ESTRUCTURA DE LA TRAMA PCM Y ASIGNACION DE BITS



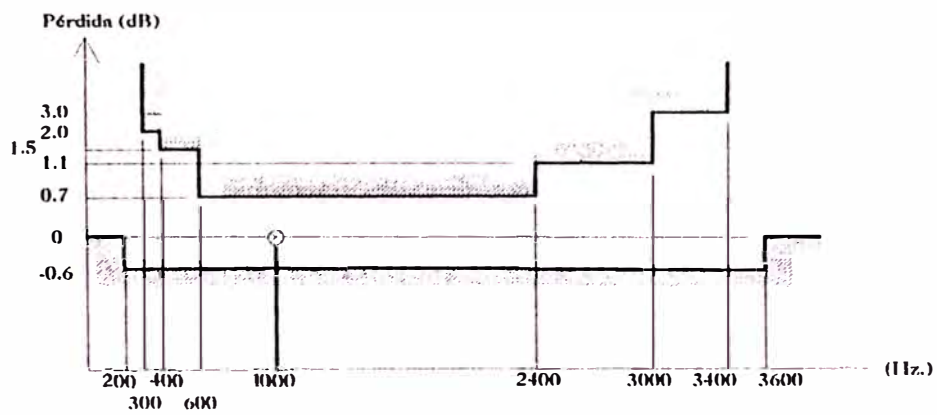
- *1 : Asignado para el comando de bucle remoto de 2 Mbit/s
Estado Off : 11, Estado On : 00
La función de conexión en bucle se activa automáticamente cuando se detecta la información de estado "on" y se desactiva cuando se detecta la información de estado "off".
- *2 : Usado para la transmisión de alarma remota
Normal : 0, Alarma : 1
- *3 : Usado para la transmisión de alarma remota por pérdida de alineamiento de trama
Normal : 0, Alarma : 1
- *4 : "b" se fija a 1, y "c" se fija a 0 cuando no se usa
- *5 : "Cn" se usa para el bit CRC (Comprobación por Redundancia Cíclica),
"fn" se usa para la señal de alineamiento de multitrama CRC.
- *6, *7, *8 : Se dispone el acceso de los bits de uso nacional mediante el uso de la unidad EXT INF CONT, con cada interface de señal abierta / GND E&M

FIGURA 3.6 CARACTERISTICAS DE INTERFACE DE FRECUENCIA DE VOZ (VF)

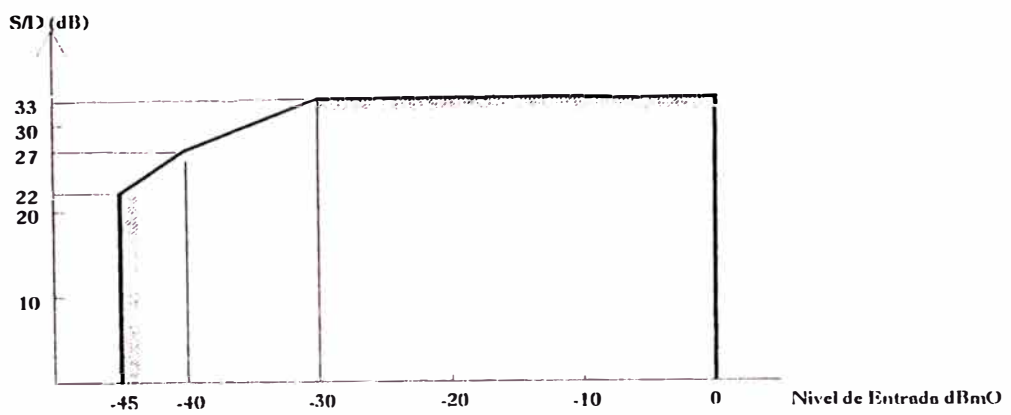
Distorsión de Atenuación/Frecuencia (Circuito de 4 hilos)



Distorsión de Atenuación/Frecuencia (Circuito de 2 hilos)



Relación de Señal a Distorsión Total



d) Ruido y diafonía

Ruido en un canal en reposo	: -65 dBm0p
Atenuación de diafonía entre canales	: 65
Ruido de frecuencia única	: -50 dBm0

3.3.3.4 Especificaciones de la interface del circuito de señalización E&M

a) Estado de los hilos E&M

Abierto y a tierra de acuerdo a lo mostrado en la tabla 3.2

Hilo M

Item	Especificación
Corriente para señal a tierra	1mA (típico)
Elemento circuital	Semiconductor

Hilo E

Item	Especificación
Voltaje máximo	-100 V C.C. con positivo a tierra
Voltaje máximo permitible	200V pico
Corriente máxima de excitación	100mA
Elemento circuital	Salida de transistor a través de diodo de protección y resistencia de 20 ohmios (nominal)

TABLA 3.2 - Especificaciones del circuito de señalización E&M

b) Formato de señalización

- Conversión directa del bit de señalización a hilos E&M (señalización continua) de acuerdo a la tabla 3.3

- Sistema de señalización E&M continua (R2) de acuerdo a la tabla 3.4.

3.3.3.5 Especificaciones de la interface digital de datos a 64 Kbit/s

a) Interface codireccional

Velocidad binaria : 64 Kbit/s +/- 100 ppm

Formato de señal : De acuerdo a las reglas de conversión de código indicadas en la figura 3.7

Nivel del impulso : 1.0 V

Impedancia : 120 Ohmios, balanceada

TABLA 3.3 (1/2) - CODIGOS DE SEÑALIZACION PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION E&M CONTINUA

No. DE SEÑAL	SEÑAL	SENTIDO	INTERFACE CON LA CENTRAL DE ORIGEN	CODIGO DE LINEA PCM		INTERFACE CON LA CENTRAL DE DESTINO	OBSERVACIONES
				HACIA ADELANTE	HACIA ATRAS		
1.	Libre	-----	M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	
2.	Toma	→	M Tierra E Abierto	0	1	M Abierto E Tierra	
3A.	Señalización de Registro (Desconexión de bucle)	—	M Impulso de desconexión de tierra E Abierto	0 1	1	M Abierto E Impulso de desconexión de tierra	
3B.	Señalización de Registro (MFC)	→	M Tierra E Abierto	0	1	M Abierto E Tierra	
4.	Respuesta y Rerepuesta	→	M Tierra E Tierra	0	0	M Tierra E Tierra	
5.	Cómputo	→	M Tierra E La tierra es removida durante 150 m (Nominal)	0	0 1	M La tierra es removida durante 150 m (Nominal) E Tierra	
6.	Abonado llamado cuelga	→	M Tierra E Tierra Abierto / Tierra	0	0 1 0	M Tierra Abierto / Tierra E Tierra	Excepto llamada interurbana
7.	Liberación hacia atrás	→	M Tierra E Abierto	0	1	M Abierto E Tierra	Antes de la liberación hacia adelante
8A.	Liberación hacia atrás	→	M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	Después de la liberación hacia atrás
8B.	Liberación hacia adelante	→	M Abierto E Tierra	1	0	M Tierra E Abierto	Antes de la liberación hacia adelante
			M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	












Nota.- Los bits de señalización "b", "c" y "d" se fijan a "1", "0" y "1" respectivamente.

TABLA 3.3 (2/2) - CODIGOS DE SEÑALIZACION PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION E&M CONTINUA

No. DE SEÑAL	SEÑAL	SENTIDO	INTERFACE CON LA CENTRAL DE ORIGEN	CODIGO DE LINEA PCM		INTERFACE CON LA CENTRAL DE DESTINO	OBSERVACIONES
				HACIA ADELANTE	HACIA ATRAS		
				af	ab		
8.	Liberación hacia adelante	→	M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	Antes de lla respuesta
9.	Bloqueado	←	M Abierto E Tierra	1	0	M Tierra E Abierto	Después de la temporización de guarda de liberación
10.	Desbloqueo	←	M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	
11.	Ocupación Manual desde O/G CH	←	M Abierto E Abierto	1	1	M Abierto E Abierto	
12.	Ocupación Manual desde I/C CH	←	M Abierto E Abierto	1	0	M Abierto E Abierto	

Nota.- Los bits de señalización "b", "c" y "d" se fijan a "1", "0" y "1" respectivamente.

TABLA 3.4 (2/2) - CODIGOS DE SEÑALIZACION PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION E&M CONTINUA R2

No. DE SEÑAL	SEÑAL	SENTIDO	INTERFACE CON LA CENTRAL DE ORIGEN	CODIGO DE LINEA PCM				INTERFACE CON LA CENTRAL DE DESTINO	OBSERVACIONES
				HACIA ADELANTE		HACIA ATRAS			
				af	bf	ab	bb		
1.	Libre		M Abierto E Abierto	1	0	1	0	M Abierto E Abierto	
2.	Toma		M Tierra E Abierto	0	0	1	0	M Abierto E Tierra	
3.	Acuse de toma		M Tierra E Abierto	0	0	1	1	M Abierto E Tierra	*Esta señal es creador artificialmente por el E&M CH (lado I/C) después de recibida la señal de toma.
4A.	Señalización de Registro		M Impulso de desconexión de tierra E Abierto	0 ↑ 1	0	1	1	M Abierto E Impulso de desconexión de tierra	
4B.	Señalización de Registro (MFC)		M Tierra E Abierto	0	0	1	1	M Abierto E Tierra	
5.	Respuesta y Rerepuesta		M Tierra E Tierra	0	0	0	1	M Tierra E Tierra	
6.	Cómputo		M Tierra E La tierra es removida durante 150 m (Nominal)	0	0	0 1	1	M La tierra es removida durante 150 m (Nominal) E Tierra	
7.	Abonado llamado cuelga		M Tierra E Tierra Abierto / Tierra	0	0	0 1 0	1	M Tierra Abierto / Tierra E Tierra	Excepto llamada interurbana
8.	Liberación hacia atrás		M Tierra E Abierto	0	0	1	1	M Abierto E Tierra	Antes de la liberación hacia adelante
9A.	Liberación hacia adelante		M Abierto E Abierto	1 1	0	1	1 0	M Abierto E Abierto	Después de la liberación hacia atrás
9B.	Liberación hacia adelante		M Abierto E Tierra	1	0	0	1	M Tierra E Abierto	Antes de la liberación hacia adelante
			M Abierto E Abierto	1	0	1	1	M Abierto E Abierto	Antes de la liberación hacia adelante

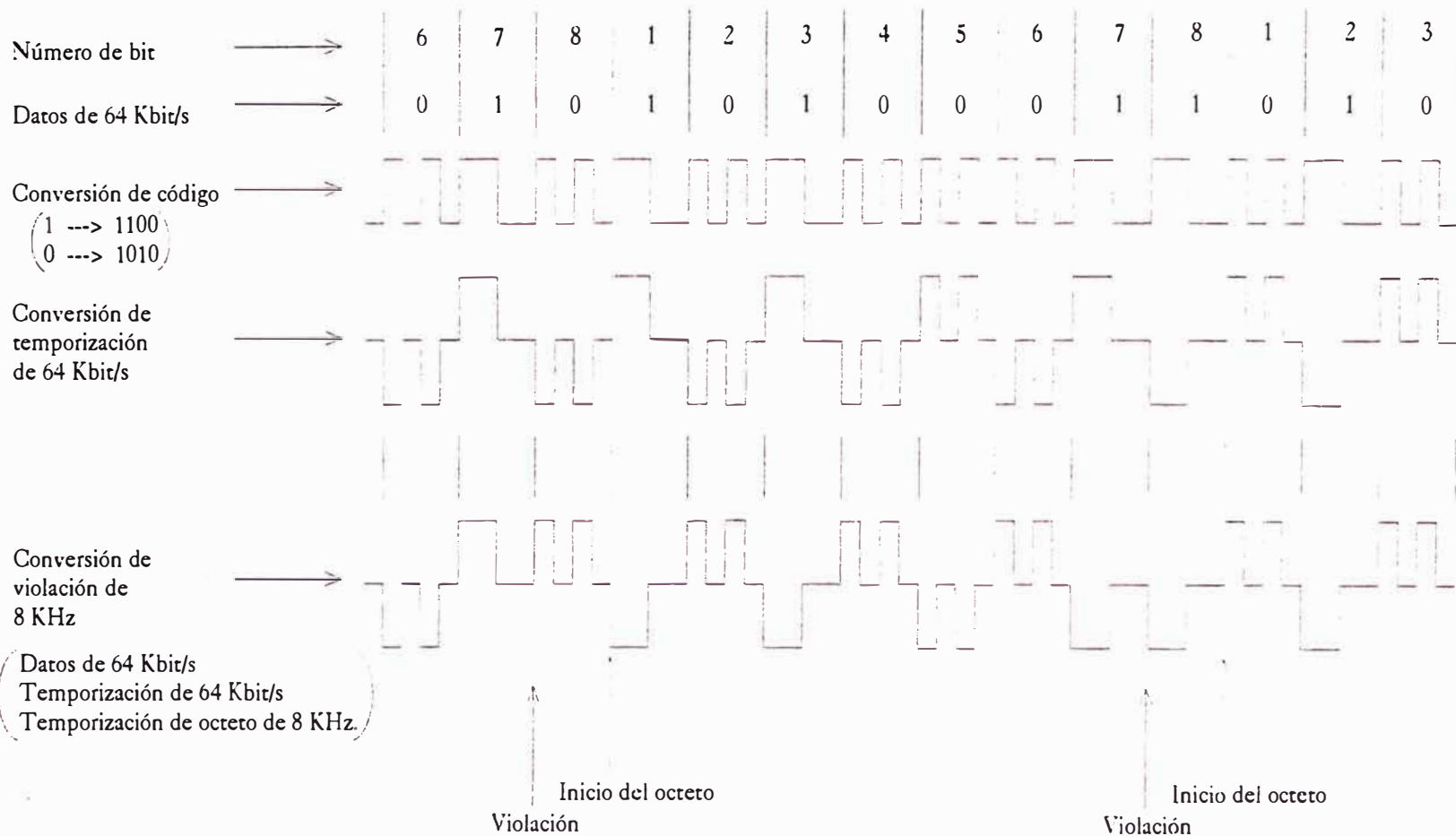
Nota.- Los bits de señalización "c" y "d" se fijan en "0" y "1" respectivamente.

TABLA 3.4 (2/2) - CODIGOS DE SEÑALIZACION PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION E&M CONTINUA R2

No. DE SEÑAL	SEÑAL	SENTIDO	INTERFACE CON LA CENTRAL DE ORIGEN	CODIGO DE LINEA PCM				INTERFACE CON LA CENTRAL DE DESTINO	OBSERVACIONES
				HACIA ADELANTE		HACIA ATRAS			
				af	bf	ab	bb		
9C.	Liberación hacia adelante		M Abierto	1	0	1	1	M Abierto	Antes de lla respuesta
			E Abierto	1	0	1	0	E Abierto	
10.	Bloqueado		M Abierto	1	0	1	1	M Tierra	Después de la temporización de guarda de liberación
			E Tierra					E Abierto	
11.	Desbloqueo		M Abierto	1	0	1	0	M Abierto	
			E Abierto					E Abierto	
12A.	Ocupación Manual desde O/G CH		M Abierto	1	0	1	0	M Abierto	
			E Tierra					E Abierto	
12B.	Ocupación Manual desde I/C CH		M Abierto	1	0	1	1	M Abierto	
			E Tierra					E Abierto	

Nota.- Los bits de señalización "c" y "d" se fijan a "0" y "1" respectivamente.

FIGURA 3.7 REGLAS DE CONVERSION DE CODIGO PARA INTERFACE CODIRECCIONAL DE 64 KBPS



b) Asignación de intervalos de tiempo

El flujo de datos de 64 Kbit/s se puede asignar a cualesquiera de los intervalos de tiempo contenidos en la trama PCM.

La unidad de canal de datos reemplaza a la unidad de canal de voz en cualquier multiplexor PCM.

3.3.4 Multiplexor de 2-34Mbps. NE 6058

3.3.4.1 Generalidades

El multiplexor de 2-34M NE6058 de la serie N600 del fabricante NEC CORPORATION del Japón multiplexa dieciseis tributarios asíncronos de 2.048 Mbit/s en el formato estandar de CEPT en una sola señal digital de 34.368 Mbit/s. y viceversa.

3.3.4.2 Sumario técnico

a) Parámetros del sistema

Capacidad de multiplex 16 tributarios asíncronos de 2.048 Mbit/s a una señal digital de 34.368 Mbit/s.

Método de multiplexación : Intercalación de bits

Sincronización : Justificación positiva.

Relación de relleno : 7 veces en las 16 tramas

Estructura de la trama : Señal digital a 8.448 Mbit/s (ver la figura 3.8)

 Señal digital a 34.368 Mbit/s (ver la figura 3.9)

b) Especificaciones eléctricas

b.1 Velocidad binaria

2.048 Mbit/s : 2.048 Mbit/s +/- 50 ppm

34.368 Mbit/s : 34.368 Mbit/s +/- 20 ppm

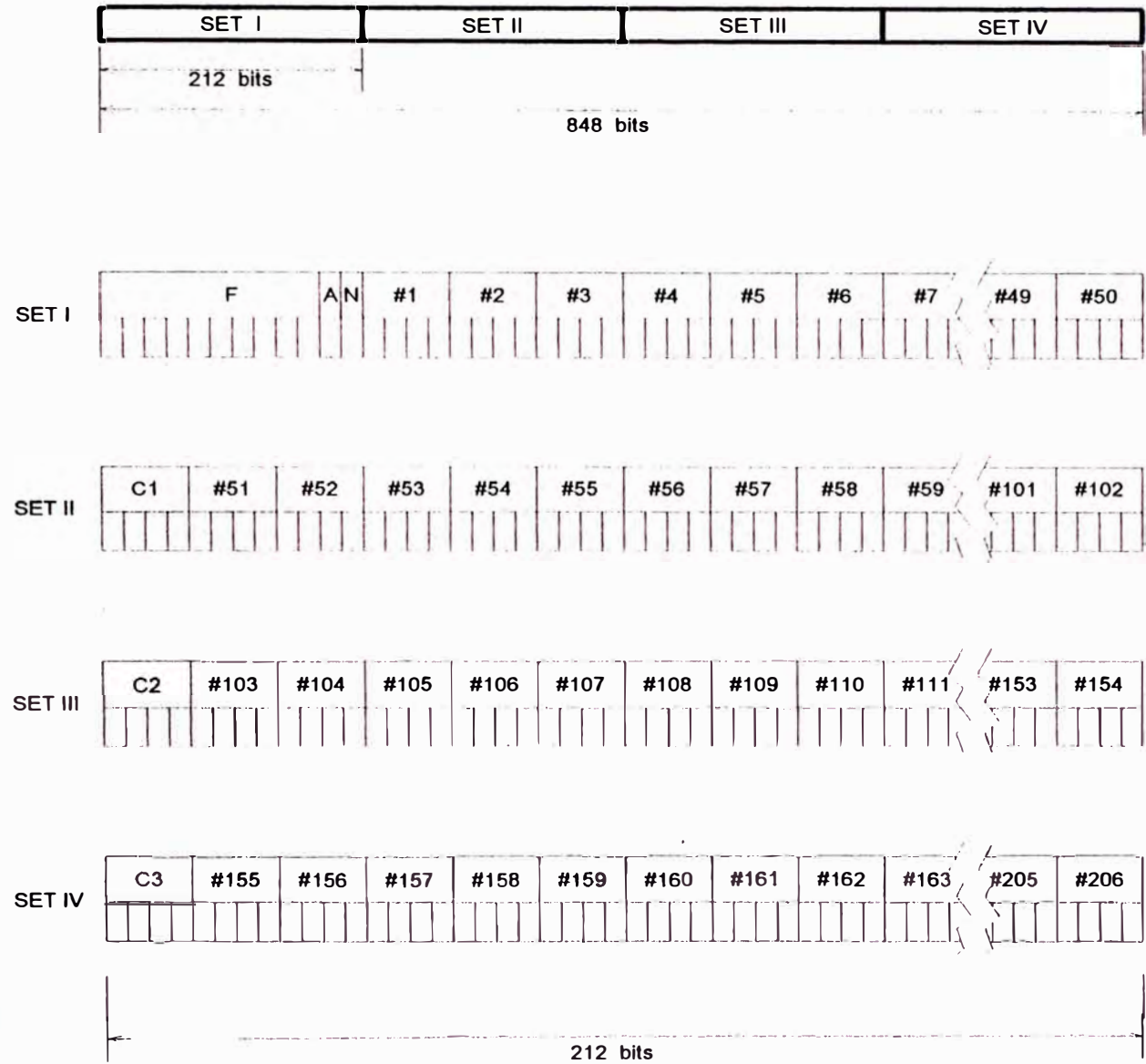
b.2 Impedancia

2.048 Mbit/s : 75 ohmios desbalancada

34.368 Mbit/s : 75 ohmios desbalancada

FIGURA 3.8 ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 8M DEL MULTIPLEXOR DE 2 - 34 M NE - 6058

ALINEAMIENTO DE TRAMA

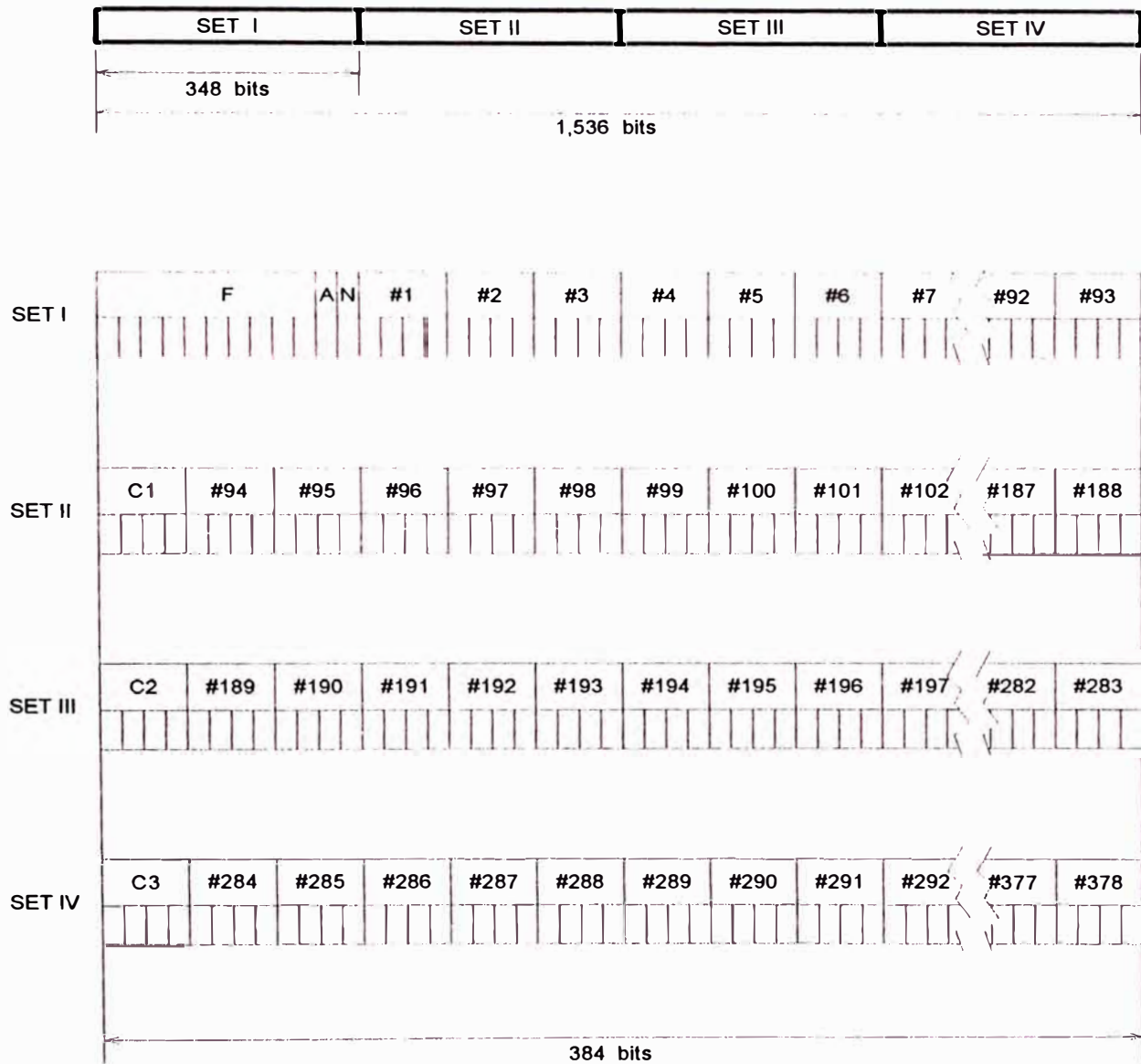


- F : Señal de alineamiento de trama (11111010000)
- A : Para transmisión de alarma (ALM ... 1, NORM...0)
- N : Para uso futuro (fijado a 1)
- # 1 a # 206 : Intervalos de tiempo para bits a/de las tributarias
- C1 a C3 : Bits de control de justificación (estado de relleno...111, estado sin relleno...000)
- # 155 : Bits procedentes de las tributarias, disponibles para justificación

Nota : Los bits 1ro, 2do, 3ro y 4to en cada grupo de #1 a #206 y C1 a C3 se asignan a las tributarias 1ra, 2da, 3ra y 4ta respectivamente

**FIGURA 3.9 ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 34M DEL MULTIPLEXOR DE
2 - 34 M NE - 6058**

ALINEAMIENTO DE TRAMA



- F : Señal de alineamiento de trama (1111010000)
- A : Para transmisión de alarma (ALM ... 1, NORM...0)
- N : Para uso futuro (fijado a 1)
- # 1 a # 206 : Intervalos de tiempo para bits a/de las tributarias
- C1' a C3 : Bits de control de justificación (estado de relleno...111, estado sin relleno...000)
- # 155 : Bits procedentes de las tributarias, disponibles para justificación

Nota : Los bits 1ro, 2do, 3ro y 4to en cada grupo de #1 a #378 y C1 a C3 se asignan a las tributarias 1ra, 2da, 3ra y 4ta respectivamente

b.3 Formato de código

Código HDB3 con factor de trabajo de 50%

b.4 Amplitud del impulso de salida

- UNO : 2.048 Mbit/s : 2.37V +/- 0.237V

34.368 Mbit/s : 1.0 V +/- 0.1V

- CERO: 2.048 Mbit/s : 0 V +/- 0.237V

34.368 Mbit/s : 0 V +/- 0.1V

b.5 Límite operacional

2.048 Mbit/s : Pérdida en el cable de interconexión de 6dB para 1.024 Mhz.

34.368 Mbit/s : Pérdida en el cable de interconexión de 12dB para 17.184 Mhz.

3.3.5 Repartidor digital N8778

3.3.5.1 Generalidades

El repartidor digital (Digital Distribution Frame - DDF) proporciona los puntos de conexión y derivación de las señales facilitando así su enrutamiento y configuración

Los repartidores usados en el proyecto son los que otorgan los puntos de conexión para los canales de voz y datos PCM (cable multipar) y los que otorgan los puntos de conexión para los tributarios (cable coaxial).

3.3.5.2 Composición física

a) Modurack de distribución de voz N8778AA

El modurack N8778AA se usa para interconectar 90 pares de hilo conductor, de los cuales 60 son para la conexión de los canales de voz y/o datos y los 30 restantes para la señalización.

b) Modurack de distribución de voz N8778FA

El N8778FA se usa en una estación terminal de multiplex digital, como distribuidor para realizar las conexiones y el reenrutamiento de los tributarios de 2M y de 34M. El conexionado se hace a través de puentes de cable coaxial de 75 ohmios conectorizados.

3.4 Items de alarma y monitoreo

3.4.1 Items de alarmas

El terminal de mantenimiento del bastidor N6000 resume las alarmas de la estación y de los multiplexores PCM y de 2-34M, este activa las lámparas de alarma en la parte superior del bastidor, el timbre y los dispositivos externos de alarma así como envía los mensajes de alarma al terminal portátil de control PCT.

Las alarmas disponibles para la supervisión y el mantenimiento son las descritas a continuación.

3.4.1.1 Alarmas del multiplexor PCM de 2M NE6010

Pérdida de la señal entrante de 2.048 Mbit/s

Pérdida del alineamiento de trama

Pérdida del alinamiento de multitrama

Proporción de bit erróneos excesiva

Segundos con error severo CRC-4

Minutos degradados CRC-4

Segundos con error CRC-4

Pérdida de la señal entrante de 64 Kbit/s

Pérdida de reloj externo entrante

Bucle local operado a 2.048 Mbit/s

Bucle remoto operado a 2.048 Mbit/s

Señal de indicación de alarma AIS recibida a 2.048 Mbit/s

Señal de indicación de alarma AIS recibida en los datos de señalización

Alarma remota recibida en la señal de 2.048 Mbit/s

Alarma remota recibida en los datos de señalización

3.4.1.2 Alarmas del multiplexor de 2-34M NE6058

Falla de alimentación

Pérdida de la señal entrante de 34.368 Mbit/s

Pérdida de reloj de 34.368 Mbit/s

Proporción de bit erróneos excesiva

Señal de indicación de alarma AIS recibida

Pérdida de sincronismo a 8.448 Mbit/s

Pérdida de la señal entrante de 2.048 Mbit/s

3.4.2 Monitoreo

Los detalles de las alarmas, del comportamiento y de la configuración de los multiplexores y del terminal de mantenimiento pueden monitorearse con el terminal portátil de control PCT, el cual permite también realizar las funciones de aprovisionamiento (Provisioning) y conexión de bucles.

CAPITULO IV

SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y CONMUTACION AUTOMATICA

4.1 Sistema de supervisión y control

4.1.1 Generalidades

El sistema de supervisión y control mediante los equipos de supervisión de alarmas, telecontrol y canales de línea de ordenes instalados, permite una operación y mantenimiento eficiente de los sistemas de radio microondas digital instalados.

Este sistema configura a las estaciones Huancayo, Tarma, Jaen y Cusco como estaciones maestras de los sistemas I, II, III y IV respectivamente. De esta forma, todos los items de alarmas y estados de las estaciones remotas (incluyendo a las estaciones maestras), son presentados en el visualizador digital de caracteres alfanuméricos de cristal líquido, provisto en las estaciones maestras, mediante el cual, es posible realizar las funciones de control remoto.

Cada estación remota es provista también de un visualizador digital de caracteres como monitor de las condiciones de alarma de los equipos instalados.

Para realizar las funciones de operaciones y mantenimiento de los equipos de radio instalados, se dispone de canales de servicio analógicos de línea de ordenes tipo ómnibus y expreso y un canal para la transmisión de las señales de supervisión y control remoto.

Para este fin, el sistema de supervisión y control está constituido por los siguientes subsistemas.

Transmisión de canales de servicio

Teléfono de línea de ordenes

Supervisión remota

Control remoto

La configuración del sistema instalado se muestra en las figuras 4.1 a 4.4

4.1.2 Transmisión de canales de servicio analógicos

La transmisión de canales de servicio analógico incluye la transmisión de los circuitos de supervisión y control (SV&CONT), la de los circuitos de línea de ordenes ordinaria (canal omnibus OOW) y la de los circuitos de línea de ordenes expresa (EOW). Los mismos, que son transmitidos a través del canal de servicio analógico del sistema de radio.

El ancho de banda de estos canales es de 11.1 Khz. comprendiendo la frecuencias de 0.3 a 11.4 Khz. de acuerdo a la asignación que se indica a continuación.

Canal	Banda de frecuencia	Uso
CH1	0.3 a 3.4 Khz.	OOW
CH2	4.3 a 7.4 Khz.	SV & CONT
CH3	8.3 a 11.4 Khz.	EOW

4.1.3 Teléfono de línea de ordenes

4.1.3.1 Canal omnibus

El canal omnibus (OOW), que interconecta todas las estaciones de radio es transmitido por el canal de servicio del radio microondas disponible a través de la red.

Las principales características del canal omnibus (OOW) son las siguientes:

a) **Banda de frecuencia**

Lado de línea : Canal de servicio analógico (0.3 a 3.4 Khz)

Lado de voz : 0.3 a 3.4 Khz.

b) **Método de llamada**

Esta disponible ambos métodos de llamada : selectiva y por altavoz.

JAUJA CONCEPCION HUANCAYO

SISTEMA DE RADIO

○ : Estación Terminal

△ : Estación Repeater

LINEA DE ORDENES OMNIBUS

⊙ : Unidad Telefónica llamada selectiva



LINEA DE ORDENES EXPRESA

⊙ : Unidad Telefónica llamada selectiva



SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL

▬ : Unidad Remota

▲ : Unidad Maestra



CONMUTACION DE PROTECCION

⊞ : Equipo de Conmutación

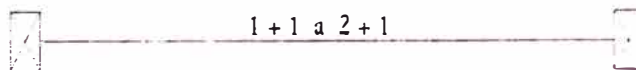


FIGURA 4.1 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y CONMUTACION SISTEMA I

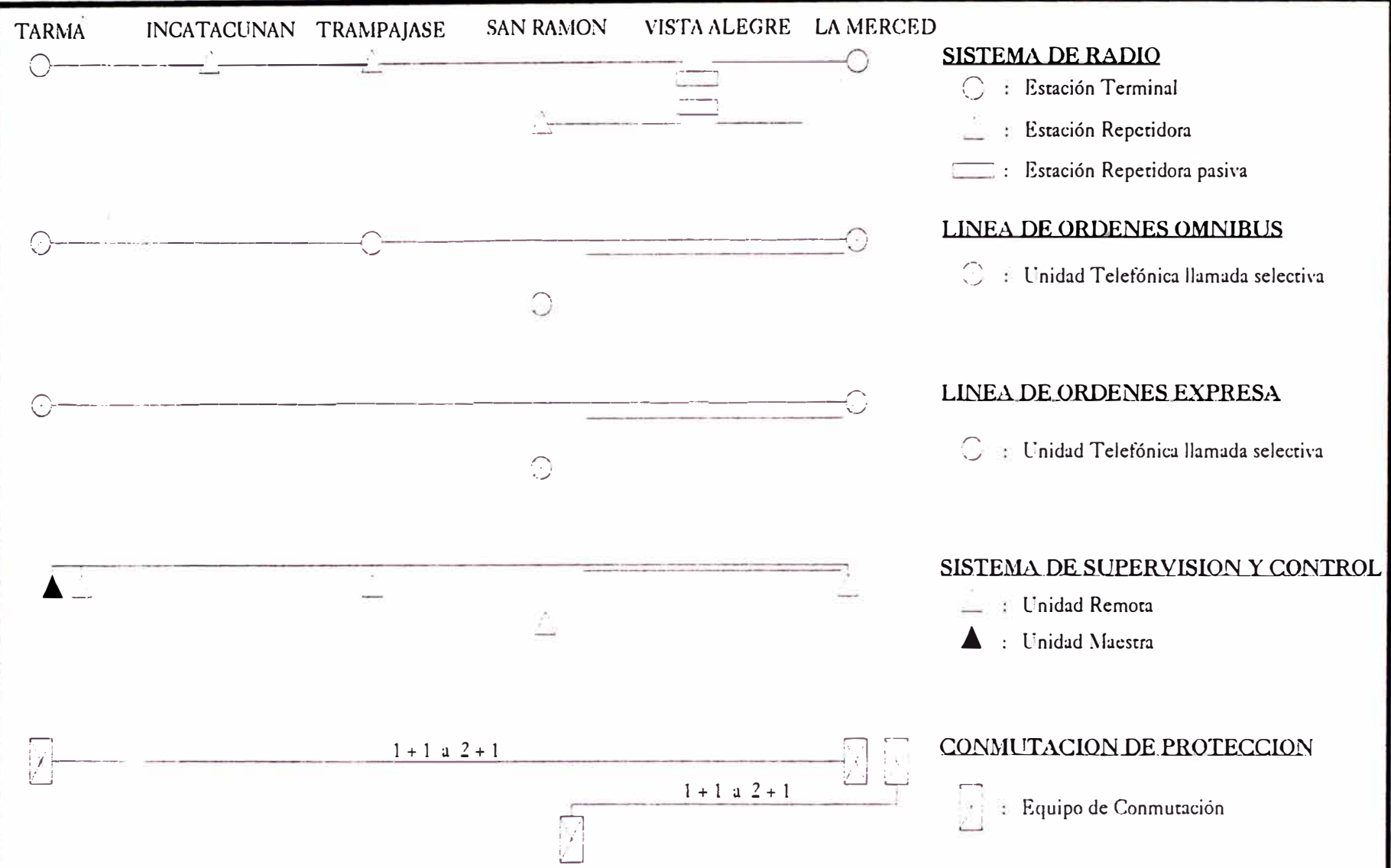


FIGURA 4.2 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y CONMUTACION SISTEMA II

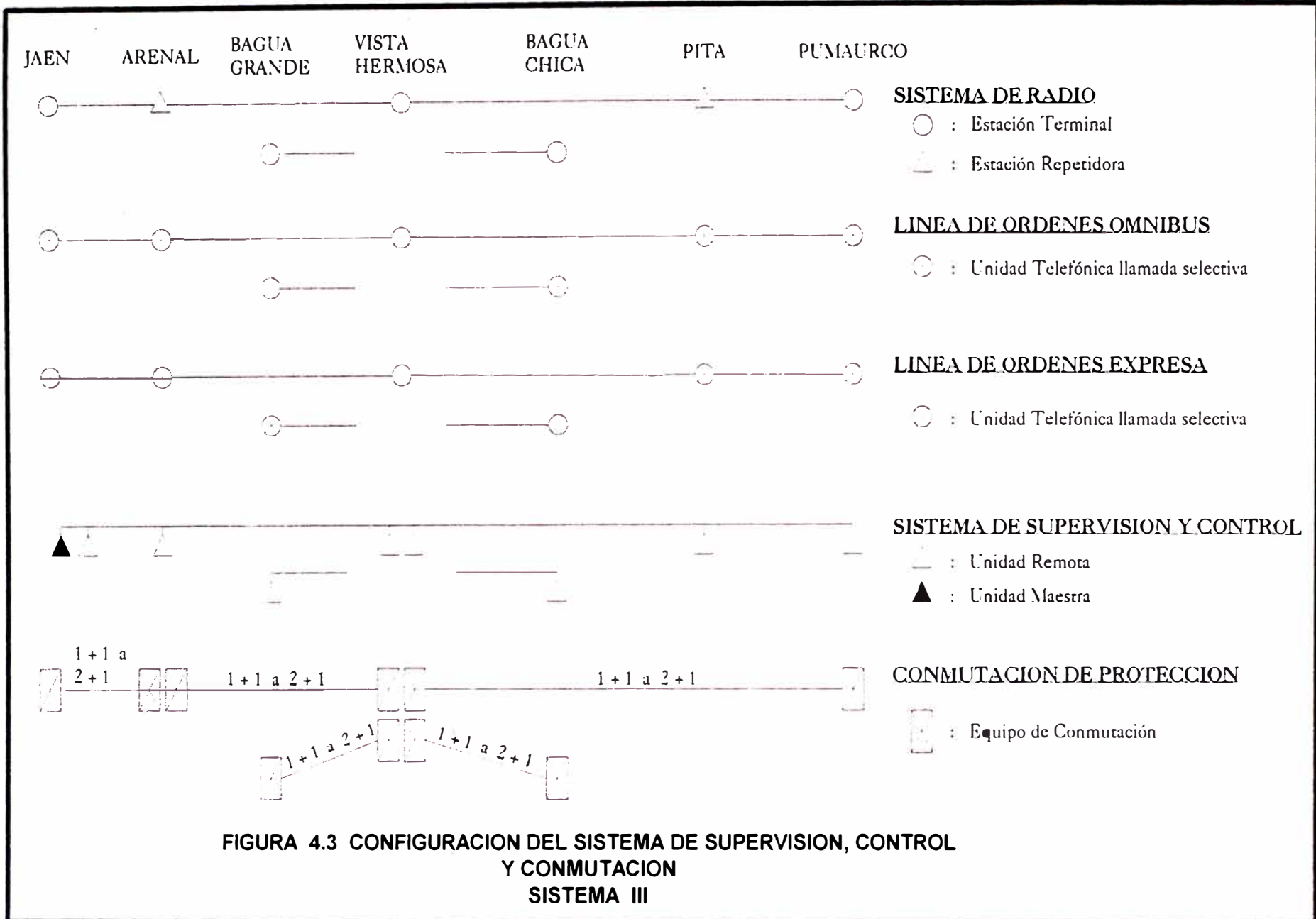
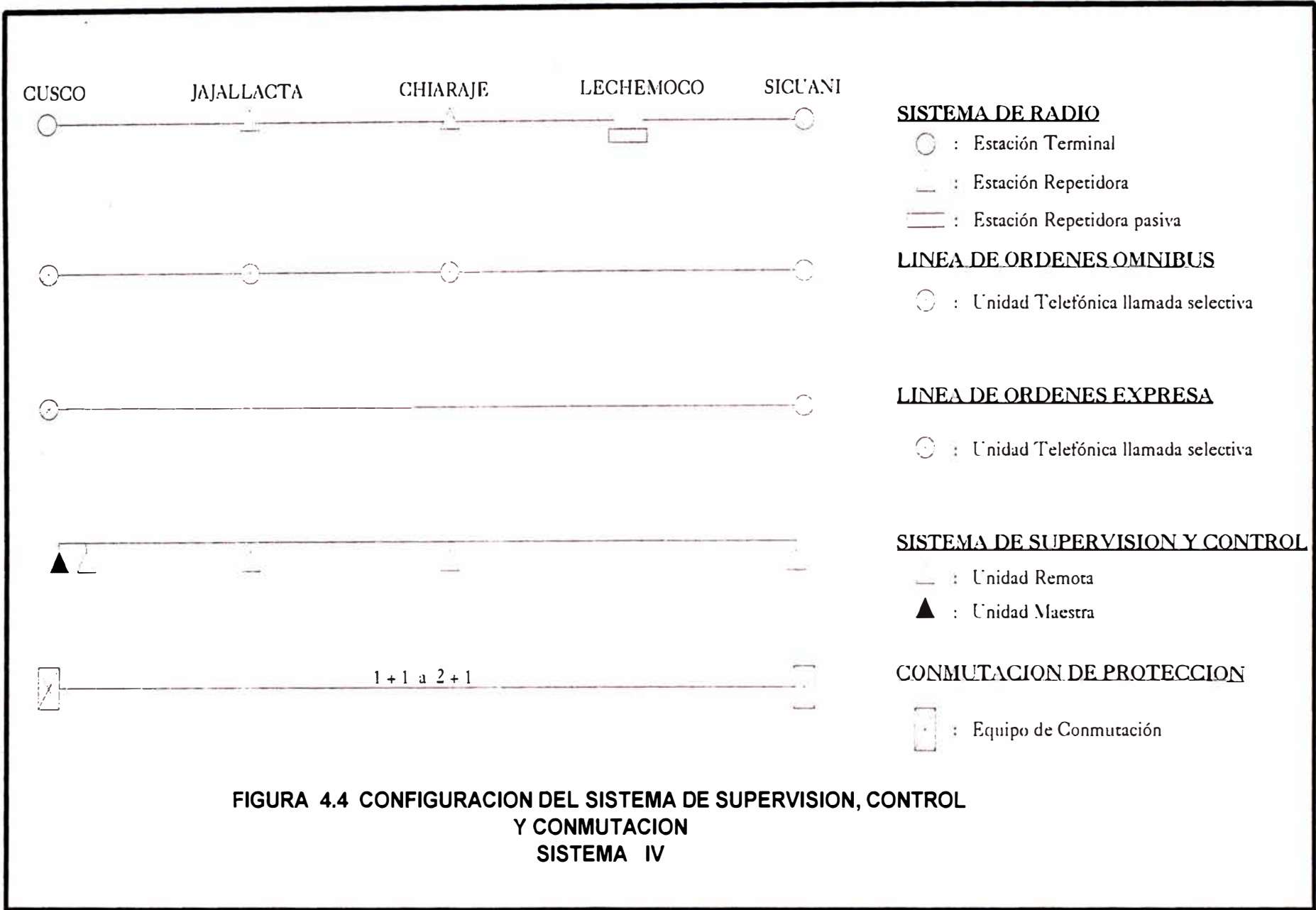


FIGURA 4.3 CONFIGURACION DEL SISTEMA DE SUPERVISION, CONTROL Y CONMUTACION SISTEMA III



c) Aparato telefónico

Transmisor / Receptor : Microteléfono

Monitoreo : Altavoz con control de volumen o tono de llamada.

4.1.3.2 Canal expreso

Un canal tipo expreso (EOW) es provisto para la intercomunicación de las estaciones terminales. La señal se transmite por el canal de servicios analógico del radio a través de la red. El método de llamada es selectiva o por altavoz.

Las principales características del canal expreso (EOW) son las siguientes:

a) Banda de frecuencia

Lado de línea : Canal de servicio analógico (8.3 a 11.4 Khz)

Lado de voz : 0.3 a 3.4 Khz.

b) Método de llamada

Esta disponible ambos métodos de llamada : selectiva y por altavoz.

c) Aparato telefónico

Transmisor / Receptor : Microteléfono

Monitoreo : Altavoz con control de volumen o tono de llamada.

4.1.4 Sistema de supervisión y control**4.1.4.1 Supervisión remota**

Se han instalado los equipos maestros de supervisión NAR-711V en las estaciones maestras Huancayo, Tarma, Jaen y Cusco y las unidades SC-RS en todas las estaciones remotas, de tal forma que en las estaciones maestras, se realicen las funciones de supervisión y control de cada una de las estaciones del sistema correspondiente incluyendo a las estaciones maestras mismas. La configuración de las estaciones es mostrada en la tabla 4.1.

a) Operación supervisora

El sistema instalado emplea la modalidad de interrogación (Polling). En condiciones normales, la estación maestra interroga a las estaciones remotas cíclicamente. La estación interrogada envía de vuelta a través de la misma línea de enlace con formato de código

HDLC las alarmas y los datos de estado a la estación maestra correspondiente como parte de sus datos de respuesta. Luego, la estación maestra recibe , decodifica y analiza los datos enviados por las unidades remotas. Las señales supervisoras son transmitidas por el canal de servicio de radio con modulación por manipulación de frecuencia (FSK) con un velocidad de 1200 baudios.

Estación maestra	Estaciones remotas
Huancayo	Huancayo C° Concepción Jauja
Tarma	Tarma C° Trampajase San Ramón La Merced
Jaen	Jaen C° Arenal C° Vista Hermosa C° Pita C° Pumaurco Bagua Grande Bagua Chica
Cusco	Cusco C° Jajallacta C° Chiaraje Sicuani

TABLA 4.1 - Configuración de las estaciones del sistema de supervisión y control

b) **Análisis de datos**

En el equipo de la estación maestra se obtiene la siguiente información :

- Información de cambios de estados (COS)
- Información de alarma en la estación (STA ALM)
- Información de falla de la señal supervisora (SV FAIL)

b.1 Información de cambios de estados (COS)

En la estación maestra, los datos procedentes de cada estación remota son decodificados y comparados cíclicamente con los datos del ciclo anterior. Cuando los datos actuales difieren de los datos anteriores, la estación maestra reconoce que ha habido un cambio de estado (COS).

b.2 Información de STA ALM

La estación remota se considera que ha incurrido en condición de alarma de estación STA ALM cuando habiéndose detectado un cambio de estado (COS), persiste la información de alarma en el flujo cíclico de datos.

b.3 Información de SV FAIL

Cuando la respuesta de una estación remota no pueda recibirse en 5 (cinco) o más interrogaciones sucesivas, se reconoce que la función de supervisión entre la estación remota y la correspondiente maestra esta en condición de falla SV FAIL

c) Indicadores

Los datos recolectados se muestran en el visualizador digital de caracteres de cristal líquido (LCD) de la estación maestra y por medio de diodos de emisión de luz (LED).

Las indicaciones relativas al estado general de la estación como COS, STA ALM, y SV FAIL , se dan por medio de indicadores LED, provistos para cada una de las estaciones. El contenido de la alarma y estado de una estación seleccionada es indicada en el visualizador mediante caracteres alfanuméricos.

Asimismo cada equipo de las estaciones remotas cuenta con un visualizador digital (RS DISP) de cristal líquido, en donde se aprecian las alarmas y estados relacionados con el funcionamiento de los equipos de la propia estación. En caso de producirse una alarma , cambio de estado o interrupción de la ruta de servicio, se producirá una alarma que será enviada a la estación maestra correspondiente.

4.1.4.2 Control remoto

a) Descripción del sistema

La facilidad de control remoto de la estaciones es activada a través de las estaciones maestras y consiste en el envío de un pulso de control a la estación seleccionada. El circuito asociado para las funciones de control remoto puede controlar hasta 8 items por cada equipo remoto desde las estaciones maestras a través de la interfaz paralela.

b) Operación de control remoto

La operación de control remoto de lleva a cabo dentro de la función de interrogación cuando se requiera. El comando de control puede transmitirse desde la estación maestra. Para que la estación maestra pueda ejercitar una acción de control remoto, es necesario solicitarla pulsando la correspondiente tecla en el panel indicador de estación.

El comando de control remoto generado en la estación maestra consta de la dirección de la estación y el código del item. Este comando se transmite a todas las estaciones del sistema correspondiente, sólo en la estación direccionada, el comando de control es decodificado, enviándose como salida de control un impulso momentáneo de aproximadamente 100 mseg.

Para la protección contra la no correcta operación del personal, se emplea el método de operación de control con prefijación/ejecución, es decir para realizar la operación de control se requiere de dos acciones: fijar el comando de control y ejecutar la acción de control. La estación remota direccionada verifica la información del comando codificada en cuanto a su formato, sólo al recibir una información correcta enviará la señal de salida de control.

4.1.4.3 Características del sistema

a) Número de estaciones de supervisión y control

Número de estaciones maestras : 3 expandible a 8 por sistema

Número de estaciones remotas : Máximo 8 por maestra

b) Número de items de supervisión remota (alarmas/estados)

32 items (interfaz paralela)

c) Número de items de control remoto

8 items/equipo remoto a través de interfaz paralela

d) Transmisión de datos

Tipo de monitoreo : Interrogación (Polling)

Velocidad de transmisión : 1200 baudios

Modulación : FSK (modulación por cambio de frecuencia)

Formato de código : HDLC

Detección de error : CRC

Formato de datos : Tren de impulsos cíclicos codificados en binario

e) Condiciones de entrada de alarma

Normal : Circuito abierto a través de contacto de relé.

Alarma : Circuito cerrado a través de contacto de relé

f) Condiciones de salida de control

Normal : Circuito abierto a través de contacto de relé.

Control : Circuito de bucle cerrado de aproximadamente 100 mseg.
a través de contacto de relé

Capacidad nominal del contacto de salida

Corriente : 100 mA.

Voltaje : 60 Vcc

g) Indicadores

Método de indicación : Combinación de LED y LCD

h) Alarma audible

Se presenta ante la aparición de un COS y/o SV FAIL

i) Transmisión de comandos

Tren de impulsos que comprenden la dirección de la estación y el comando de control.

j) Método de control

Selección de la estación, selección del item de control y ejecución del comando.

4.2 Sistema de control de conmutación automática

4.2.1 Generalidades

El equipo de control de conmutación instalado es el equipo NAL - 701P del fabricante NEC CORPORATION y se emplea para controlar el sistema de conmutación a las líneas de protección de múltiples líneas que transportan el tráfico regular y constituye una facilidad indispensable para un sistema de radio digital confiable (con redundancia).

El equipo instalado realiza las siguientes funciones:

- Control de conmutación automático
- Control de conmutación manual
- Control de conmutación manual para canal regular
- Inhabilitación del control de conmutación automático
- Enclavamiento en el canal de protección
- Acceso al canal de protección

La configuración del sistema de conmutación propuesto se muestra en la figuras 4.1 a 4.4.

4.2.2 Descripción del sistema

La conmutación automática al canal de protección se realiza al fallar el canal regular y se inicia por el equipo de conmutación NAL localizado en el extremo receptor de la sección de conmutación.

El equipo de radio del extremo receptor informa al NAL la falla del mismo y la conmutación del canal fallado al canal de protección tendrá lugar según la secuencia mostrada en la figura 4.5.

Los números (1) hasta (5) indican la secuencia de operación de la conmutación que se muestra en la figura.

(1) La falla en el canal regular se detecta en el extremo receptor. El canal de protección debe estar listo para entrar en servicio.

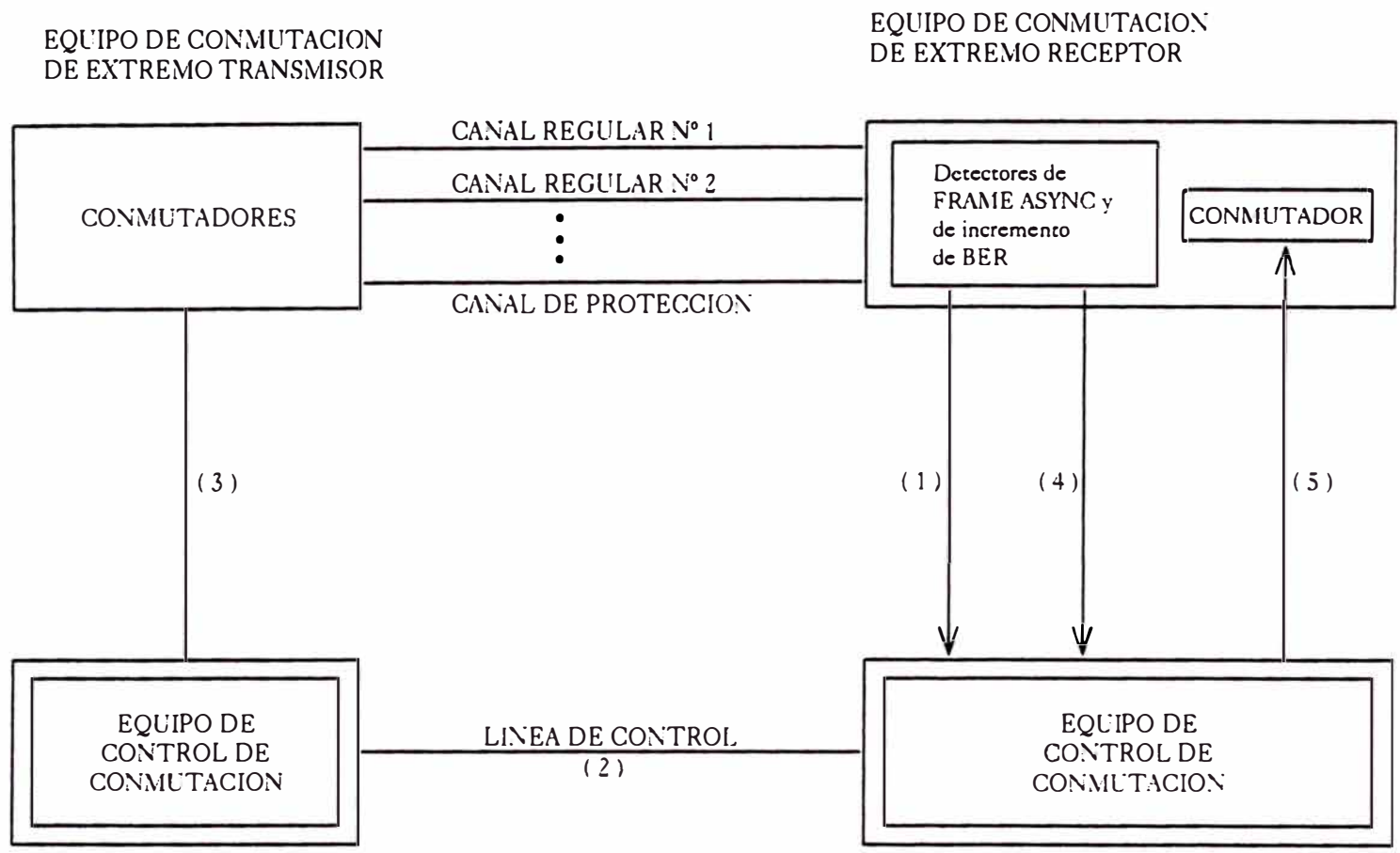


FIGURA 4.5 SECUENCIA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CONMUTACION

(2) La señal de control de conmutación para el canal fallado se transmite desde desde el extremo receptor a su correspondiente extremo transmisor.

(3) La señal de control es decodificada en el extremo transmisor y el conmutador del extremo del transmisor (TX SW) es accionado para desactivar la señal de excitación de línea (patrón piloto del radio) del canal de protección, transmitiendo el tráfico del canal fallado tanto por el canal regular como por el de protección.

(4) La ausencia de la señal de excitación de línea en el canal de protección y las condiciones de sincronía de trama de la señal de tráfico regular transmitida por el canal de protección, se detectan en el extremo receptor.

(5) Se lleva a cabo la conmutación sin pérdida de bitios (HITLESS) para la transferencia de tráfico del canal regular al canal de protección.

4.2.3 Características del sistema de conmutación

4.2.3.1 Capacidad del sistema de conmutación

1+1, con facilidades de expansión hasta 2+1 mediante la adición de módulos y hasta 7+1 mediante la reconfiguración y la adición de módulos

4.2.3.2 Tipo de conmutación

Conmutación tipo HITLESS - sin pérdida de bitios.

4.2.3.3 Circuitos lógicos

Lógica alambrada y lógica controlada por microprocesador de 8 bits

4.2.3.4 Tiempo de control de conmutación

Tiempo de procesamiento en el extremo

receptor : Menor a 1 mseg.

Tiempo de transmisión del comando de

control de conmutacion : Menor a 1 mseg

(sin incluir propagación)

Tiempo de procesamiento en el extremo

transmisor : Menor a 1 mseg.

4.2.3.5 Canal de servicio empleado para el comando de control

Tipo	: Canal de servicio digital
Velocidad	: 72 Kbit/s a 183 Kbit/s ajustable (el reloj de temporización es suministrado por el equipo MODEM)
Método de señalización	: Tren de impulsos digitales cíclicos

4.2.3.5 Visualizador

Tipo de indicador

Resumen de alarma

Indicador tipo LED

Información detallada

Indicación con caracteres alfanuméricos mediante el visualizador digital de cristal líquido (LCD) en donde se indica la condición de funcionamiento de los canales de radio.

CAPITULO V SISTEMA DE ALIMENTACION

5.1 Sistema de alimentación de corriente continua con rectificación

5.1.1 Generalidades

Este sistema se ha implementado en las estaciones que disponen de corriente alterna (C.A.)

5.1.2 Configuración del sistema

El sistema de alimentación de corriente continua (C.C.) con rectificación es un sistema de alimentación ininterrumpida de C.C. alimentado por C.A., el cual consta de un banco de baterías y de un sistema rectificador/cargador de baterías en configuración dual. En la figura 5.1 se muestra la configuración del sistema .

5.1.2.1 Banco de baterías

La batería de acumuladores consiste en un banco de baterías que se conecta en paralelo a las unidades rectificadoras. Un banco de baterías contiene 24 celdas conectadas en serie para lograr el voltaje nominal de carga de -48V.

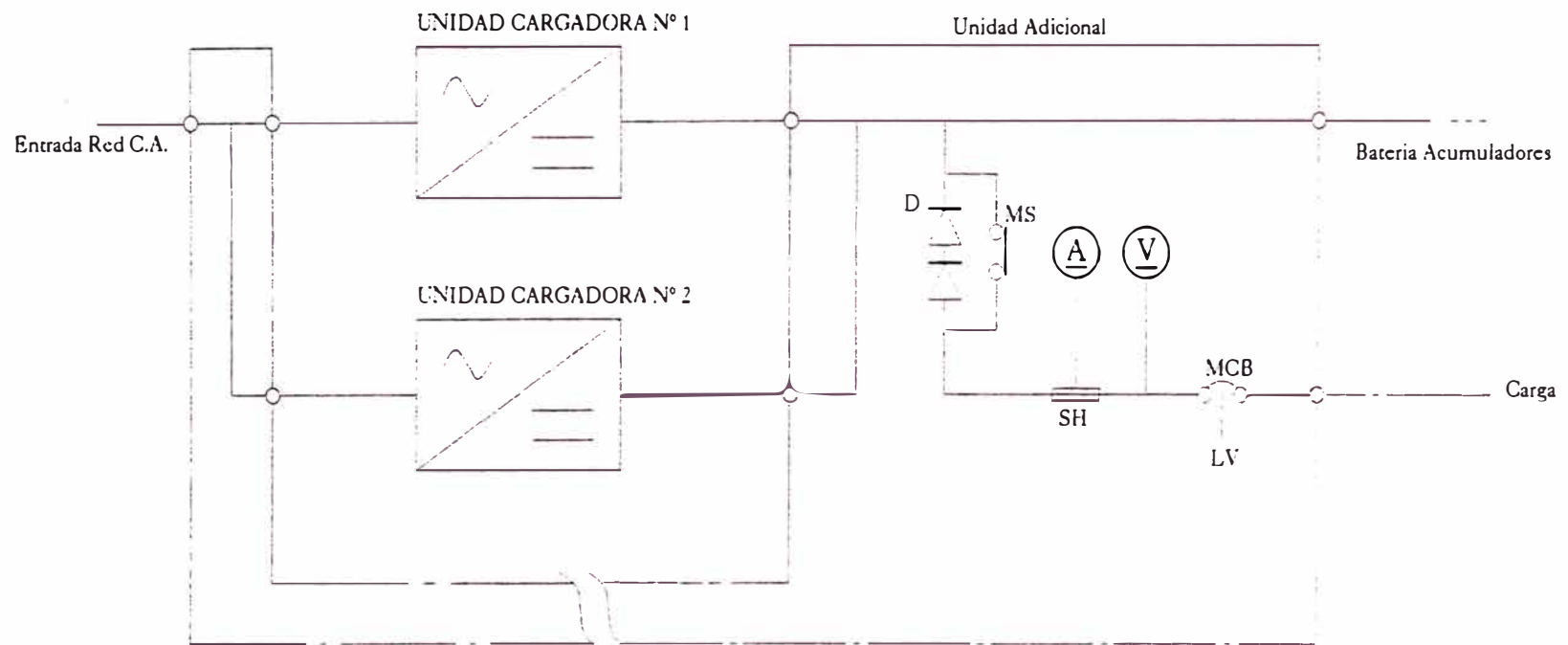
5.1.2.2 Sistema rectificador / cargador

El sistema rectificador/cargador consta de dos unidades rectificadoras y cargadoras que comparten la carga de la estación, configurados en un sistema dual 1+1. El sistema cuenta además con una unidad de control que gobierna el estado de las alarmas y limita el voltaje de carga dentro de un rango predeterminado.

5.1.3 Operación del sistema

El sistema opera en dos modos de carga de batería mientras alimenta a los equipos (carga flotante y carga igualadora) .

FIGURA 5.1 - SISTEMA DE ALIMENTACION DE CORRIENTE CONTINUA CON RECTIFICACION



Legenda :

- D = Diodo de bajada de voltaje
- MS = Interruptor Magnético
- MCB = Disyuntor sin fusible con bobina de disparo
- SH = Resistor de Shunt
- LV = Relé de bajo voltaje

5.1.3.1 Modo de operación en carga flotante

En condiciones normales, las unidades rectificadoras operando en paralelo convierten la energía CA a energía CC y alimentan a los equipos a la vez que cargan en modo flotante al banco de baterías.

Cuando se interrumpe la alimentación de CA el banco de baterías mantiene la carga mediante la descarga de las baterías..

De fallar una unidad rectificadora, en el modo de carga a flote, la otra unidad rectificadora continua la alimentación de CC a los equipos a la vez que carga en modo flotante el banco de baterías. Se emite una alarma (RECT FAIL), tanto en forma audible como visible. También se dispone de contactos de relé de alarma (sin voltaje) para la alarma remota.

Cuando el voltaje de la batería disminuye debido a la descarga hasta debajo del nivel prefijado, se emite una alarma (LOW BAT ALM) tanto audible como visible y con contacto de rele de alarma.

Los contactos de relé de alarma son cableados al sistema de supervisión y control del radio de la estación, pudiendo de esta manera ser supervisados remotamente desde la estación master del sistema.

5.1.3.2 Modo de operación en carga igualadora

La carga igualadora se lleva a cabo periódicamente y en forma manual, para igualar (o equalizar) las características de las celdas del banco de baterías a través de un voltaje mayor de carga por celda (2.33V).

5.1.4 Especificaciones

5.1.4.1 Características nominales de entrada de corriente alterna

Voltaje	: 220 voltios +/- 15%
Frecuencia	: 60 Hz +/- 5%
Fase	: Monofásica, 2 hilos

5.1.4.2 Características nominales de salida de corriente continua

Voltaje	: -48 voltios (con positivo a tierra)
Voltaje de carga flotante	: -51.6 voltios
Voltaje de carga igualadora	: -56 voltios
Voltaje de rizado	: 100 mVrms o menor
Ruido	: 5mVrms o menor (promedio)
Autonomía del sistema	: 8 horas a 25°C

El voltaje aplicado a la carga es mantenido dentro de 48 voltios +/- 10 % (con positivo a tierra), sea cual fuere el modo de operación

5.1.5 Dimensionamiento de la capacidad del sistema

La capacidad del equipo de alimentación ha sido dimensionada de acuerdo con los requerimientos de autonomía y el consumo total de los equipos en su capacidad final. A continuación se muestran los cálculos de dimensionamiento de la capacidad del sistema de energía.

5.1.5.1 Batería de acumuladores

Tipo de batería	: Tipo revestido de plomo ácido (batería CS)
Número de bancos	: 1 banco
Número de celdas por banco	: 24 celdas conectadas en serie
Voltaje final de descarga	: 1.86 voltios por celda
Autonomía	: 8 horas con la carga final
Temperatura de diseño	: 25°C

Cálculo

$$Cb = \frac{IL \times K}{L}$$

Donde:

Cb = Capacidad en amperios hora requerida

IL = Corriente de consumo (en la capacidad final)

$K = 7.75$ (Factor de seguridad determinado por el voltaje final de la descarga y la autonomía prevista)

$L = 1$ (Factor de mantenimiento)

5.1.5.2 Rectificador cargador de batería

a) Configuración

Dual (dos unidades rectificadoras)

b) Criterios de diseño

Basado en:

b.1 Un solo rectificador tendrá la capacidad suficiente para alimentar la carga fina y efectuar al mismo tiempo la carga de la batería

b.2 La capacidad total de los dos cargadores será mayor que la corriente de consumo en su capacidad final más la corriente de carga de batería a régimen de 20 horas.

c) Cálculo

$$CR1 \geq IL + \frac{AH}{1000}$$

o la fórmula:

$$CR2 \geq \left(IL + \frac{AH}{20} \right) / 2$$

cualquiera que sea mayor

donde:

CR = Capacidad en amperios requerida a cada rectificador

IL = Corriente de consumo (en la capacidad final)

AH = Capacidad nominal en amperios-hora del banco de baterías

5.2 Sistema de energía solar

5.2.1 Generalidades

El sistema de energía solar ha sido diseñado para suministrar una energía CC a los equipos de telecomunicaciones en las estaciones en donde no se dispone de energía comercial CA . El voltaje de la estación es de -48 V nominal.

En las siguientes secciones se detallan la configuración del sistema, la operación y las especificaciones técnicas de cada uno de los tres componentes del sistema, a saber: los arreglos solares, la unidad de control y los bancos de baterías.

5.2.2 Configuración del sistema

Como se muestra en la figura 5.2 este sistema esta constituido de:

- 1) Arreglos solares
- 2) Banco de baterías
- 3) Panel de control solar

5.2.2.1 Conexión de los arreglos solares

Los arreglos solares se conectan en paralelo formando grupos y cada grupo se conecta a la respectiva unidad protectora de sobrecarga OCP dentro del panel de control. Los arreglos solares estan compuestos de 4 módulos conectados en serie. Esta conexión de distribución de los arreglos ha sido determinada considerando las características de carga de la batería y la variación anual de la radiación solar.

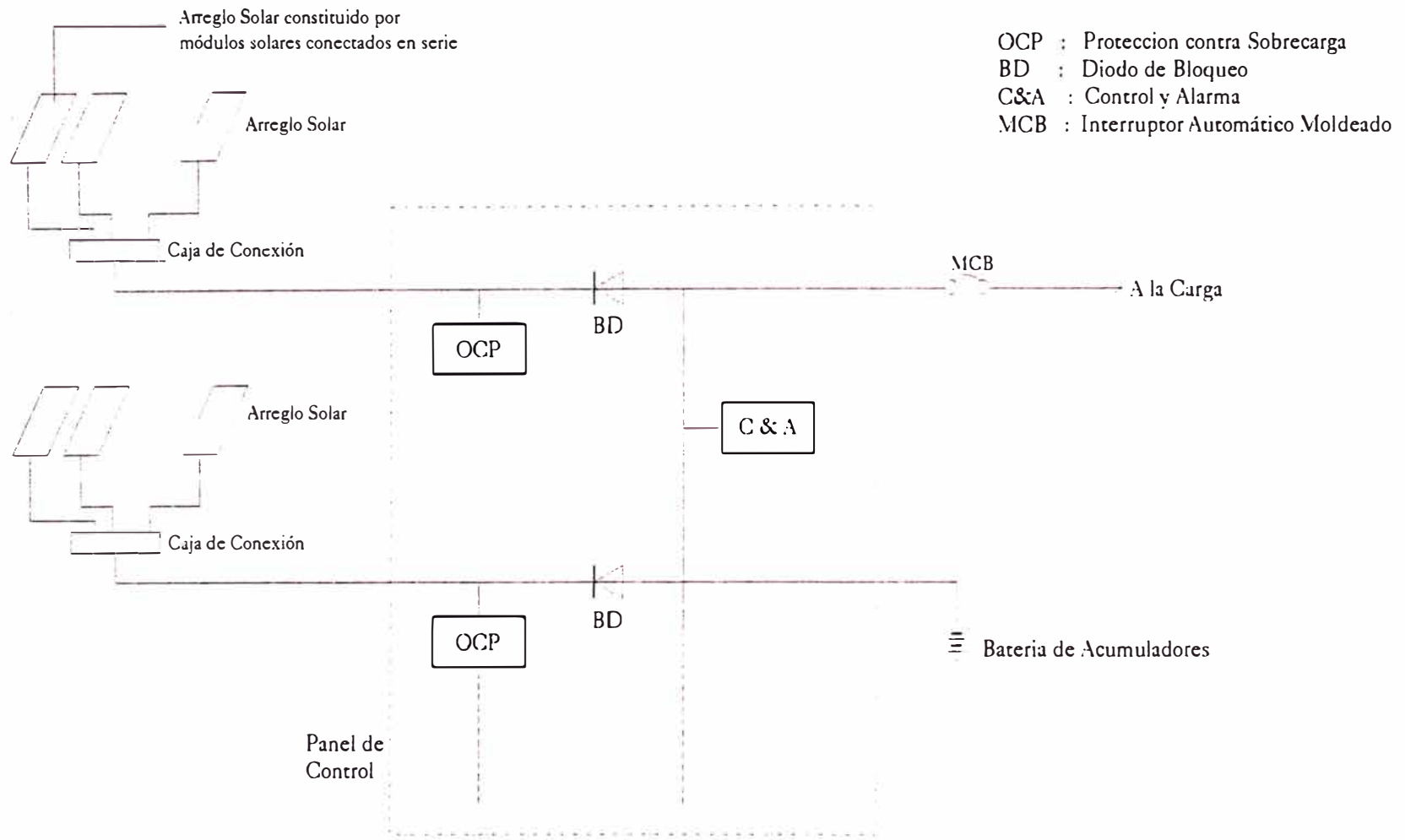
5.2.2.2 Banco de baterías

El banco de baterías instalado consiste de 24 celdas de 2 voltios de voltaje nominal conectadas en serie

5.2.2.3 Panel de control solar

El panel de control solar consiste principalmente de tres o mas unidades protectoras de sobre carga OCP y una unidad de control y reporte de alarmas C&A. Estas unidades acondicionan el flujo de la corriente continua dentro del sistema hacia la carga.

FIGURA 5.2 - CONFIGURACION DEL SISTEMA DE ENERGIA SOLAR



5.2.3 Operación del sistema

5.2.3.1 Generalidades

El arreglo solar es un generador de CC alimentado por energía solar. Convierte la energía radiada por el sol en electricidad y esta se suministra a los equipos, a la vez que carga el banco de baterías.

El panel de control acondiciona el flujo de la corriente CC dentro del sistema y hacia la carga para mantener el banco de batería con voltajes óptimos y evitar los daños por sobrecarga.

5.2.3.2 Operación durante la carga de la batería

En condiciones normales de un día soleado se sigue la siguiente operación

1) En la noche anterior, las baterías del sistema de alimentación se descargan para alimentar a los equipos

2) A la salida del sol del día siguiente, los arreglos solares empiezan a generar electricidad. La corriente continua de salida de los arreglos solares varía con el incremento de brillo solar

3) La recarga del banco de baterías empieza cuando la salida de corriente de los arreglos solares excede la corriente de consumo de los equipos de la estación.

4) Cuando el banco de baterías recargadas alcanza el voltaje prefijado, un determinado grupo de arreglos solares son excluidos del circuito (poniéndolos en estado de cortocircuito) y el resto de arreglos continúan con el suministro de electricidad a los equipos y al banco de baterías. Esto significa que la corriente de recarga de las baterías es controlada para evitar la sobrecarga de las celdas. En este estado las celdas son recargadas con un voltaje de carga menor.

5) Si el voltaje del banco de baterías alcanza de nuevo el nivel de voltaje prefijado, otro u otros grupos de arreglos solares son excluidos del circuito con cierto retardo de tiempo. En este estado el banco de baterías se halla casi en el modo de carga lenta hasta que la corriente de salida solar se iguale a la corriente de consumo.

5.2.3.3 Operación durante la descarga de la batería

En condiciones climáticas desfavorables con tiempos prolongados sin brillo solar

1) El banco de baterías alimenta a los equipos y el voltaje del mismo disminuye gradualmente.

2) Cuando el voltaje del banco de baterías disminuye hasta un nivel prefijado, se emite una alarma por voltaje de batería bajo a través de un contacto de relé de alarma (sin voltaje), señal que es transmitida y reportada a la estación maestra a través del sistema de supervisión y control del radio digital. El tiempo en el cual se alcanza el nivel prefijado, es denominado periodo de autonomía del sistema (6 días para este sistema).

5.2.3.4 Protección contra la sobredescarga del banco de baterías

Si el voltaje del banco de baterías disminuye hasta el valor final de descarga, las baterías son desconectadas de la alimentación a los equipos, produciéndose una desconexión por bajo voltaje.(LVD)

5.2.3.5 Protección contra alto voltaje

1) Cuando el voltaje de la carga (que corresponde al voltaje del banco de baterías) aumenta y alcanza un valor prefijado, la recarga de la batería cesa, excluyéndose del circuito todos los arreglos solares con un retardo de tiempo de 3 seg. Después de esta operación los equipos son alimentados por el banco de baterías del sistema.

2) Si el voltaje de la carga permanece en el valor prefijado (o más alto) durante 3 minutos, el circuito hacia los equipos es desconectado disparando el disyuntor de carga. produciéndose la desconexión por alto voltaje (HVD). Se espera que esta protección nunca opere, dada la operación descrita en el párrafo anterior.

5.2.4 Capacidad de los componentes del sistema

5.2.4.1 Batería de acumuladores

Modelo	: SCS, plomo ácido, tipo de poco mantenimiento.
Tiempo de reserva	: 6 días
Número de bancos	: 2 bancos conectados en paralelo

Número de celdas por banco : 24 celdas

La capacidad total de los dos bancos de baterías es suficiente para alimentar la carga durante al menos 6 días (144 horas) sin brillo solar.

5.2.4.2 Módulos solares

Tipo de módulo : Módulo PV LA361K51

Número de módulos por arreglo : 4 conectados en serie

Corriente óptima de salida : 3.02 A

Potencia óptima de salida : 204 watts pico (51x4)

5.2.5 Dimensionamiento de la capacidad del sistema

5.2.5.1 Bateria de acumuladores

Tipo de batería : Plomo ácido, tipo de poco mantenimiento

Número de bancos : 2 bancos

Número de celdas por banco : 24 celdas

Voltaje final de la descarga : 1.9 voltios por celda

Autonomía : 144 horas (6 días) a 25°C

Cálculo

$$C_b \geq \frac{I_L \times 144}{0.8}$$

Donde:

C_b : Capacidad en amperios hora requerida a régimen de descarga de 144 horas

I_L : Corriente de consumo promedio (en la capacidad final)

0.8 : Factor de mantenimiento

5.2.5.2 Número de arreglos solares

a) Arreglo solar

Tipo de módulo : Módulo PV LA361K51

Número de módulos por arreglo : 4 conectados en serie

Corriente óptima de salida : 3.02 A

Potencia óptima de salida : 204 watts pico (51x4)

Radiación solar con una inclinación

de 15 grados (en el peor mes) : 478 cal/cm²/dia

(556mw/cm²/dia

b) Cálculo

$$N_{pv} \geq \frac{\text{Amperios hora diarios de consumo (para la carga final)}}{5.56 \times 3.02 \times 0.738}$$

Donde:

N_{pv} : Cantidad requerida de paneles solares conectados en paralelo

5.56 : Horas pico de brillo solar

$$5.56 = \frac{556 \text{ mW/cm}^2}{100 \text{ mW/cm}^2}$$

3.02 : Corriente de salida del arreglo solar a 100mW/cm²

0.738 : Factor de degradación

CAPITULO VI REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

6.1 Generalidades

Este capítulo se refiere a los repuestos y herramientas suministrados para 2 años de operación y mantenimiento del sistema de radio digital de microondas instalado.

El uso de componentes y piezas confiables es un requisito esencial para la operación continua del sistema.

El criterio es emplear componentes de la menor probabilidad de falla y dispositivos de estado sólido en su mayoría. La cantidad de módulos de repuesto y de las herramientas estan basadas en los conocimientos detallados que tiene el fabricante en el diseño de equipos, el tiempo medio entre fallas MTBF de los módulos, los componentes empleados en el equipo y la experiencia práctica.

6.2 Repuestos

Los equipos instalados emplean circuitos integrados VLSI/LSI por ello la reparación de los módulos y paneles exige atenciones y habilidades especializadas y no debe ser intentada en el campo.

Por consiguiente los repuestos son referidos a módulos y paneles que reemplazarán a los fallados, los mismos, que deben ser enviados al fabricante para su reparación.

La cantidad de paneles y módulos de repuesto es determinada en función de su confiabilidad, la disponibilidad requerida del sistema y la organización y filosofía del operador.

Para el proyecto se han designado como centros de mantenimiento a las estaciones Huancayo, Tarma, Jaén y Cusco para los sistemas I al IV respectivamente, por ello se han suministrado 4 juegos de repuestos.

Un juego de paneles y módulos de repuesto se ha dimensionado por el método de cálculo mostrado a continuación y los resultados para las tarjetas de repuesto de los equipos radio por microondas del sistema I se muestran en la tabla 6.1

6.2.1 Cálculo del número de paneles y módulos

El cálculo del número de paneles y módulos viene dado por la fórmula:

$$Q = Z \times N \times TD$$

Donde:

Q :Parámetro del número de paneles/módulos

N : Cantidad total de paneles / módulos suministrados

Z : Valor de FIT de cada panel módulo

TD : Tiempo de reparación del panel/módulo fallado (horas). Se asume que son reparados en 3 meses (2160 horas). Este tiempo se define como el periodo total de envío y devolución desde Japón.

La cantidad de paneles / módulos de repuesto necesarios (S) es estimado en función al valor del parámetro Q según el cuadro mostrado:

Q	S (Cantidad)
$Q \leq 0.05$	1
$0.17 \geq Q > 0.05$	2
$0.40 \geq Q > 0.17$	3
$0.70 \geq Q > 0.40$	4

Se considera también el patrón de tasa de falla en la determinación de la cantidad de paneles/módulos de repuesto.

6.2.2 Patrón de tasa de falla

La tasa de falla de un equipo o sistema es variable dependiendo de su vida útil. En la figura 6.1 se muestra la curva de característica de falla del equipo o sistema.

En el momento de encendido inicial, la falla del equipo o sistema tiende a ser alta. Las fallas tienden a disminuir con la madurez del equipo hasta que tiene lugar la estabilización después de 6 meses a 1 año de operación. El período de falla desde el momento de encendido inicial hasta la estabilización es denominado período de mortalidad infantil y es originado por componentes deficientes o defectos en la fabricación. La mortalidad infantil puede ser reducida mediante un riguroso control de calidad y las técnicas de depuración asociadas.

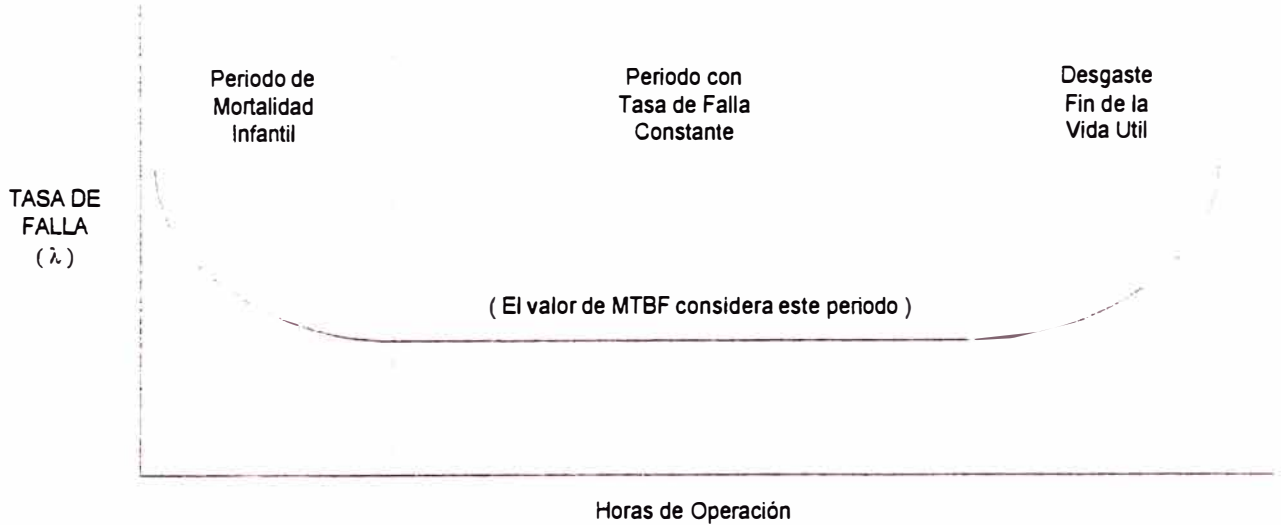
Una vez estabilizado el equipo o sistema (alcanzando un porcentaje de falla algo constante), se considera que las fallas ocurren al azar.

Hacia el final de la vida del equipo o sistema la tasa de falla empieza a aumentar apreciablemente debido al desgaste, aumentando la probabilidad de falla por causa de deterioro de los componentes. Las fallas de desgaste pueden prevenirse adoptando una política de reemplazo basada en las características de desgaste conocidas.

No.	NOMBRE DE TARJETA	Z (FIT) (x 10 ⁻⁹)	N	Z x N (x 10 ⁻⁵)	Q N x Z x TD	S
1	TX (34MB, 7G, 30DBM, LOWER)	1,133	8	0.906	0.02	1
2	RX (34MB, 7G, LOWER)	590	8	0.472	0.01	1
3	PH MOD	636	8	0.509	0.01	1
4	PH DEM	900	8	0.720	0.02	1
5	TX DPU (WITH T-SW)	593	8	0.474	0.01	1
6	RX DPU (HIT LESS SW)	543	8	0.434	0.01	1
7	ALM CONT-P	250	4	0.100	0.00	1
8	PG/PD (N+1,PROT)	333	4	0.133	0.00	1
9	SYNC SW (HIT LESS)	933	4	0.373	0.01	1
10	DIST (HIT LESS)	667	4	0.267	0.01	1
11	SWO (RELAY, N+1)	73	4	0.029	0.00	1
12	DC-DC CONV	500	8	0.400	0.01	1

TABLA 6.1 - Tarjetas de repuesto para el sistema I (radio)

FIGURA 6.1 CURVA CARACTERISTICA DE FALLA DE EQUIPO O SISTEMA



6.3 Herramientas

Las herramientas suministradas incluyen entre otras

Extractores de módulos

Destornilladores especiales

Tarjetas de extensión

Adaptadores de conectores

Terminaciones

Cables conectorizados de conexión, clavijas y fusibles

CAPITULO VII IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

7.1 Generalidades

La ejecución del proyecto se realizó en tres etapas, la primera correspondiente al desarrollo de los estudios de campo, la segunda correspondiente al proceso de instalación y la última etapa en donde se realizaron las pruebas de funcionamiento y puesta en operación.

7.2 Estudios de campo

El desarrollo de los estudio de campo consta de la visita de las estaciones microondas y de los trabajos de gabinete, al término de los cuales se elaboró un informe que incluye:

- Alturas requeridas de torres y de montaje de antenas

- Arreglos de los canales de radio frecuencia

- Perfiles del terreno de los saltos

- Cálculo del comportamiento de los radioenlaces

- Diagrama en bloques por estación

- Plan de canalización de multiplex

- Flujo de la señal de supervisión

- Plan de arreglo de las estaciones (site layout)

- Plan de colocación de equipos (floor layout).

7.3 Instalación del sistema

La instalación del sistema consta principalmente de cuatro etapas

7.3.1 Instalación general

Que es la etapa en la cual se ubican y fijan los equipos y accesorios en las salas de radio y de energía, de acuerdo a la disponibilidad de espacio en las estaciones y según los dibujos típicos de instalación mostrados en las figuras 7.1 y 7.2

7.3.2 Instalación aérea

En esta etapa se procede a la instalación de las antenas parabólicas, alimentadores (guías de onda) y otros accesorios aéreos para su fijación en las torres

7.3.3 Cableado

En esta etapa se procede a realizar las conexiones inter-equipos entre ellas: conexiones radio-multiplexores, multiplexores-distribuidores y energía-tableros-equipos.

7.3.4 Energización y alineamiento

En esta etapa se procede al encendido inicial de los equipos y pruebas preliminares de funcionamiento, luego se realiza la acción de alineamiento de las antenas instaladas hasta conseguir los niveles de comportamiento de los equipos teóricos.

7.3.5 Ángulos de elevación de las antenas

El proceso de alineamiento de antenas requiere el fijar las antenas a los ángulos de azimuth y a los ángulos de elevación.

Los ángulos de azimuth y de elevación se muestran en las figuras 2.1 a 2.4 y en la tabla 7.1 respectivamente.

7.4 Pruebas de performance del sistema

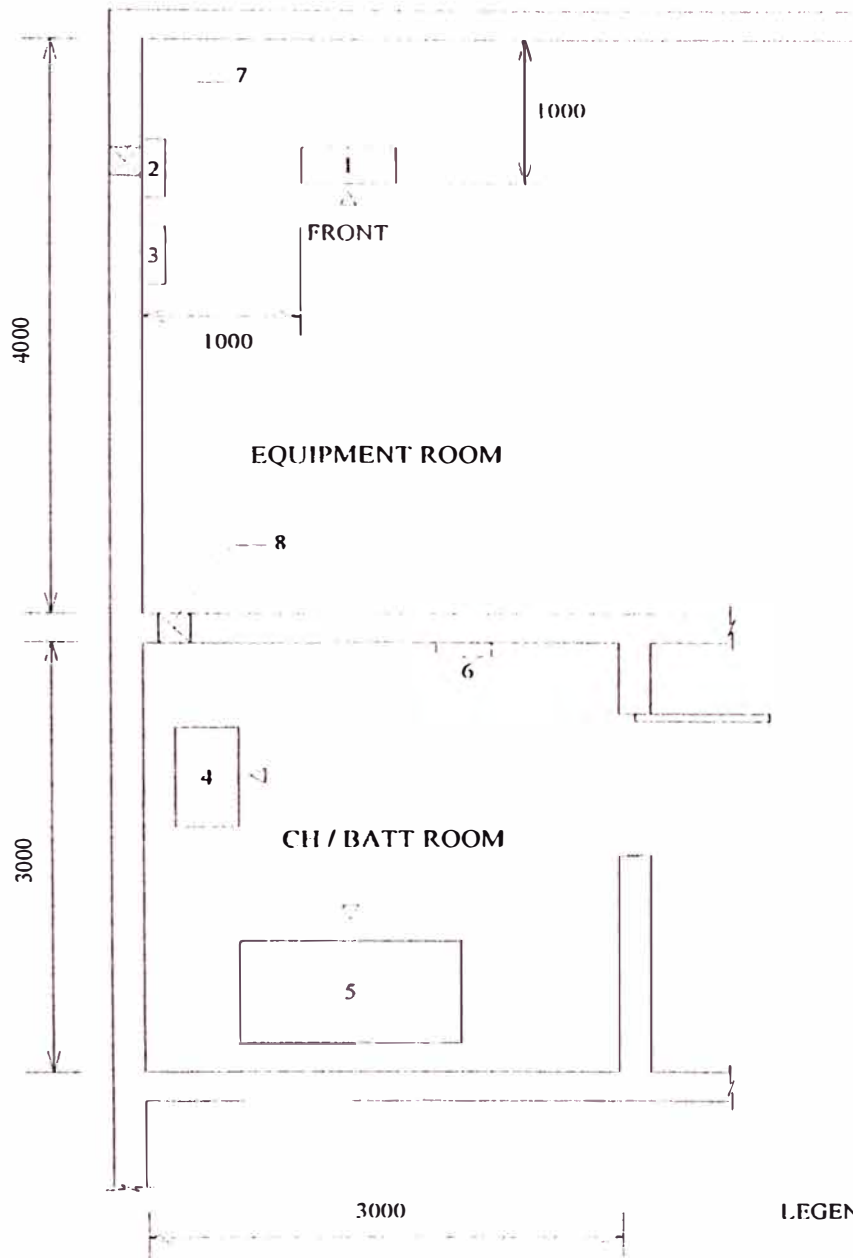
7.4.1 Pruebas iniciales de comprobación del funcionamiento del sistema

Las pruebas iniciales de comprobación del funcionamiento del sistema se refieren a las comprobaciones previas al arranque de los equipos y estas incluyen:

7.4.1.1 Comprobación previa

Verificación de que los módulos estén equipados apropiadamente y que todos los cables coaxiales y de control estén conectados correctamente.

FIGURA 7.1 - DIBUJOS TÍPICOS DE INSTALACION SISTEMA DE ENERGIA CON RECTIFICACION

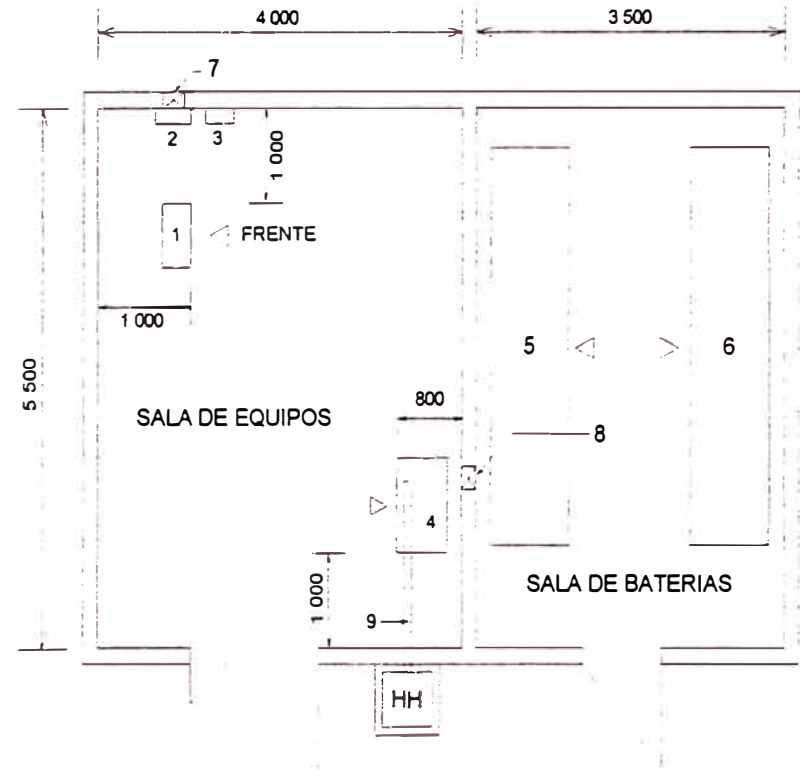
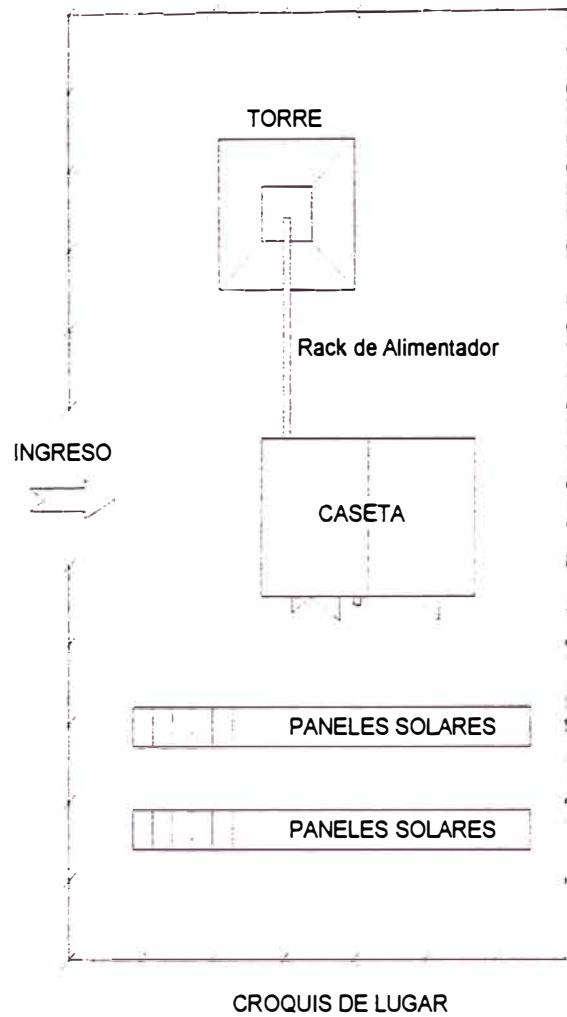


LEGEND

- 1 : RADIO AND/OR
MUX EQUIPMENT
- 2 : DEHYDRATOR
- 3 : DC PDB
- 4 : BATTERY CHARGER
- 5 : STORAGE BATTERY
- 6 : AC PDB
(Supplied by customer)
- 7 : FEEDER ENTRANCE
- 8 : CABLE HOLE

UNIT : mm.

FIGURA 7.2 DIBUJOS TÍPICOS DE INSTALACION SISTEMA DE ENERGIA SOLAR



LEYENDA

- 1 : Equipamiento Radio y/o Mux
- 2 : Deshidratador
- 3 : DC PDB
- 4 : Panel de Control Solar
- 5 : Banco de Baterias (Nº 1)
- 6 : Banco de Baterias (Nº 2)
- 7 : Entrada de Guia de Onda
- 8 : Ducto para cables
- 9 : Zanja para cables
- HH : Cámara de paso para cables de energía solar

UNIDADES : mm.

TABLA 7.1 - ANGULOS DE ELEVACION DE LAS ANTENAS

ESTACION	DIRECCION	ANGULO DE ELEVACION
SISTEMA I		
HUANCAYO	CONCEPCION	0.294
CONCEPCION	HUANCAYO	-0.294
CONCEPCION	JAUJA	0.098
JAUJA	CONCEPCION	-0.098
SISTEMA II		
TARMA	INCATACUNAN	10.516
INCATACUNAN	TARMA	-10.516
INCATACUNAN	TRAMPAJASE	3.500
TRAMPAJASE	INCATACUNAN	-3.500
TRAMPAJASE	VISTA ALEGRE	-3.943
VISTA ALEGRE	TRAMPAJASE	3.943
VISTA ALEGRE	LA MERCED	-10.850
VISTA ALEGRE	SAN RAMON	-4.004
LA MERCED	VISTA ALEGRE	10.850
SAN RAMON	VISTA ALEGRE	4.004
SISTEMA III		
JAEN	ARENAL	11.310
ARENAL	JAEN	-11.310
ARENAL	VISTA HERMOSA	-0.868
VISTA HERMOSA	ARENAL	0.868
VISTA HERMOSA	BAGUA GRANDE	-0.148
VISTA HERMOSA	BAGUA CHICA	-3.170
VISTA HERMOSA	PITA	2.097
BAGUA HERMOSA	VISTA HERMOSA	0.148
BAGUA CHICA	VISTA HERMOSA	3.170
PITA	VISTA HERMOSA	-2.097
PITA	PUMAUURCO	0.602
PUMAUURCO	PITA	-0.602
SISTEMA IV		
CUSCO	JAJALLACTA	1.124
JAJALLACTA	CUSCO	-1.124
JAJALLACTA	CHIARAJE	0.256
CHIARAJE	JAJALLACTA	-0.256
CHIARAJE	LECHEMOCO	-2.093
LECHEMOCO	CHIARAJE	2.093
LECHEMOCO	SICUANI	-8.643
SICUANI	LECHEMOCO	8.643

7.4.1.2 Preajuste de interruptores

Verificación del estado de los interruptores de los módulos, entre ellos:

a) Ajuste del ID-CODE

Verificar que los códigos de identificación de trama sean los mismos en los transmisores y receptores de datos del sistema de radio.

b) Ajuste de PH-MOD en ON

Verificar que el interruptor de estado de los moduladores de fase PH-MOD este en posición ON

c) Ajuste del interruptor de AGC-MGC

Verificar que el módulo receptor de RF este en estado automático (AGC) y no manual (MGC).

d) Ajuste de los conmutadores

Verificar que el estado de los conmutadores REG-AUTO-PROT, esten en posición de conmutación automática (AUTO).

e) Ajuste de los interruptores de mantenimiento

Verificar el estado de los interruptores NORM-MAINT, este en posición normal (NORM)

7.4.1.3 Energización y lectura de niveles

Energización del sistema y calentamiento durante por lo menos 30 minutos.

Lectura de los niveles de voltaje de líneas de alimentación y puntos de monitoreo de los transmisores y receptores.

7.4.2 Pruebas rutinarias de mantenimiento

Para asegurar la operación satisfactoria del sistema de radio microondas digital, las pruebas descritas a continuación deben ser llevadas a cabo en base a un programa anual.

7.4.2.1 Lectura y ajuste de los niveles de voltaje

Comprobación del nivel de voltaje de las fuentes de alimentación de +9 V, +5V y -10V.

Comprobación del nivel de voltaje del monitor del transmisor y de su voltaje de fase.

Comprobación de los voltajes monitores del receptor (voltaje del controlador automático de ganancia AGC)

7.4.2.2 Medición de la frecuencia local del transmisor

Comprobar que la frecuencia local del transmisor este dentro de +/- 10 ppm. como indicación de que la frecuencia de transmisión este dentro del rango permitido.

7.4.2.3 Medición y ajuste de la potencia de salida del transmisor

Comprobación con el medidor de potencia que la salida del transmisor este dentro de +30 dBm ó +20 dBm +/- 1.0 dB. La potencia de salida deberá ser la suma de la potencia medida más el nivel de atenuación del atenuador de RF y de los cables de medición.

Si la salida del transmisor no satisface el valor especificado, se ajusta el control LEV del módulo transmisor.

7.4.2.4 Medición de la frecuencia local del receptor

Comprobar que la frecuencia del oscilador local del receptor este dentro de +/- 10 ppm de la frecuencia asignada. La frecuencia asignada para el oscilador local esta dada por la frecuencia de RF menos la frecuencia intermedia FI de 70 Mhz.

7.4.2.5 Medición de la característica de AGC (control automático de ganancia) del receptor

Comprobación de que la variación del nivel de salida de frecuencia intermedia del receptor, permanezca entre +3 dBm +1.0 dB y -1.5 dB, para el cambio de nivel de entrada al módulo receptor desde -30 dBm a -85 dBm en pasos de 5 dB

7.4.2.6 Medición de la proporción de bits erróneos del sistema de radio

Comprobación de la no existencia de errores en los canales de radio de 34.368 Mbits/s. en un período de 5 minutos, a los niveles nominales de recepción.

7.5 Instrumentos de medición requeridos

Los principales instrumentos de medición requeridos para la ejecución de las pruebas y del mantenimiento, son los presentados a continuación.

7.5.1 Medidor de tasa de error BER

Velocidad binaria	: 34.368 Mbits/s +/- 20ppm
	2.048 Mbits/s
	64 Kbit/seg (DATA)
Formato de código	: HDB3
	G703 64K codireccional
Nivel de salida	: 0.4 a 2.37 Vo-p
Nivel de entrada	: 0.4 a 2.8 Vo-p
Impedancia de entrada/salida	: 75 ohmios, desbalanceada
	: 120 ohmios, balanceada

7.5.2 Medidor de potencia

Rango de frecuencia	: Banda de 7 Ghz.
Rango de medición	: -60 a +10 dBm
Impedancia de entrada	: 50 ohmios, desbalanceada

7.5.3 Desplazador de frecuencia de 7 Ghz.

Rango de frecuencia	: Banda de 7 Ghz.
Frecuencia de desplazamiento	: 161 Mhz.
Nivel de entrada	: 0 dBm.
Rango de nivel de salida	: -30 a -90 dBm.
Impedancia	: 50 ohmios, desbalanceada

7.5.4 Contador de frecuencia

Frecuencia	: Banda de 1 a 200 Mhz. y 7 Ghz.
Precisión	: 1×10^{-7}
Sensibilidad de entrada	: Menor que -10 dBm
Impedancia de entrada	: 50 ohmios, desbalanceada.

7.5.5 Generador de señal de barrido de RF

Rango de frecuencia	: Banda de 7Ghz.
---------------------	------------------

Nivel de salida	: -10 a -80 dBm.
Ancho de barrido	: 0 a +/- 20 Mhz.
Impedancia de salida	: 50 ohmios, desbalanceada

7.5.6 Atenuador de RF (tipo coaxial)

Rango de frecuencia	: Banda de 7 Ghz.
Atenuación	: 0 a 50 dB.
Impedancia	: 50 ohmios desbalanceada
VSWR	: Mejor que 1.2
Potencia nominal	: Mayor que 1 watt

7.5.7 Medidor de nivel de frecuencia intermedia FI

Rango de frecuencia	: 70 +/- 20 Mhz.
Rango de medición	: -20 a +10 dBm
Impedancia de entrada	: 50 ohmios, desbalanceada

7.5.8 Voltímetro digital

Rango de voltaje	: 0 a 100 V CC
	0 a 500 V CA
Rango de corriente	: 0 a 10 A CC
	0 a 30 A CA
Precisión	: Mejor que +/- 0.5%

7.5.9 Osciloscopio

Rango de frecuencia	: 0 Hz (CC) a 350 Mhz.
---------------------	------------------------

7.5.10 Registrador

Rango de medición	: +/- 0.5 mV a 25 V
Exactitud	: +/- 0.25 %
Resistencia de entrada	: 1 M Ω

7.5.11 Medidor de banda vocal y PCM

Rango de frecuencia	: 200 Hz a 4 Khz.
---------------------	-------------------

Precisión	: 1 Hz.
Nivel de salida	: -55 a +5 dBm
Impedancia de entrada salida	: 600 ohmios, balanceada.

7.5.12 Medidor selectivo

Rango de frecuencia	: 200 Hz. a 6.4 Mhz.
Precisión	: 1 Hz.
Rango de medición	: -100 a +30 dBm. (BW 3.1 Khz.)
Impedancia de entrada/salida	: 600 ohmios, balaceada.

CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

El sistema de radio digital por microondas instalado debido a su tecnología, su redundancia y su sistema de supervisión y control, constituye un sistema de alta confiabilidad y performance.

La redundancia del sistema de radio permite que el servicio sea ininterrumpido. El canal de protección es usado una vez que el canal regular presenta una degradación de servicio, ya sea por aumento de la tasa de error o por pérdida de la señal.

Cualquier anomalía del sistema en cualquier estación sera reportada a las estaciones master a través del sistema de supervisión y control, siendo por tanto una herramienta poderosa para realizar el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo es realizado haciendo el cambio de módulos o paneles averiados y no a nivel de componentes.

En nuestro medio y especialmente en las zonas altas es posible tener un sistema de energía solar confiable, siendo un parámetro importante en su diseño la autonomía.

8.2 Recomendaciones

Para un correcto funcionamiento del sistema, se requiere realizar un plan de mantenimiento anual y es recomendable tambien ejecutar un mantenimiento rutinario, que sea básicamente la lectura de niveles de voltajes de líneas de alimentación y puntos de monitoreo.

Para una correcta medición de los parámetros del sistema se deben considerar las perididas debidas a los cables de medición y tener en cuenta las condiciones climáticas.

Previo a la visita de una estación con el objeto de realizar un mantenimiento correctivo al presentarse una anomalía, es recomendable un estudio detallado del estado de los items de supervisión, para así definir en forma preeliminar los posibles módulos averiados.

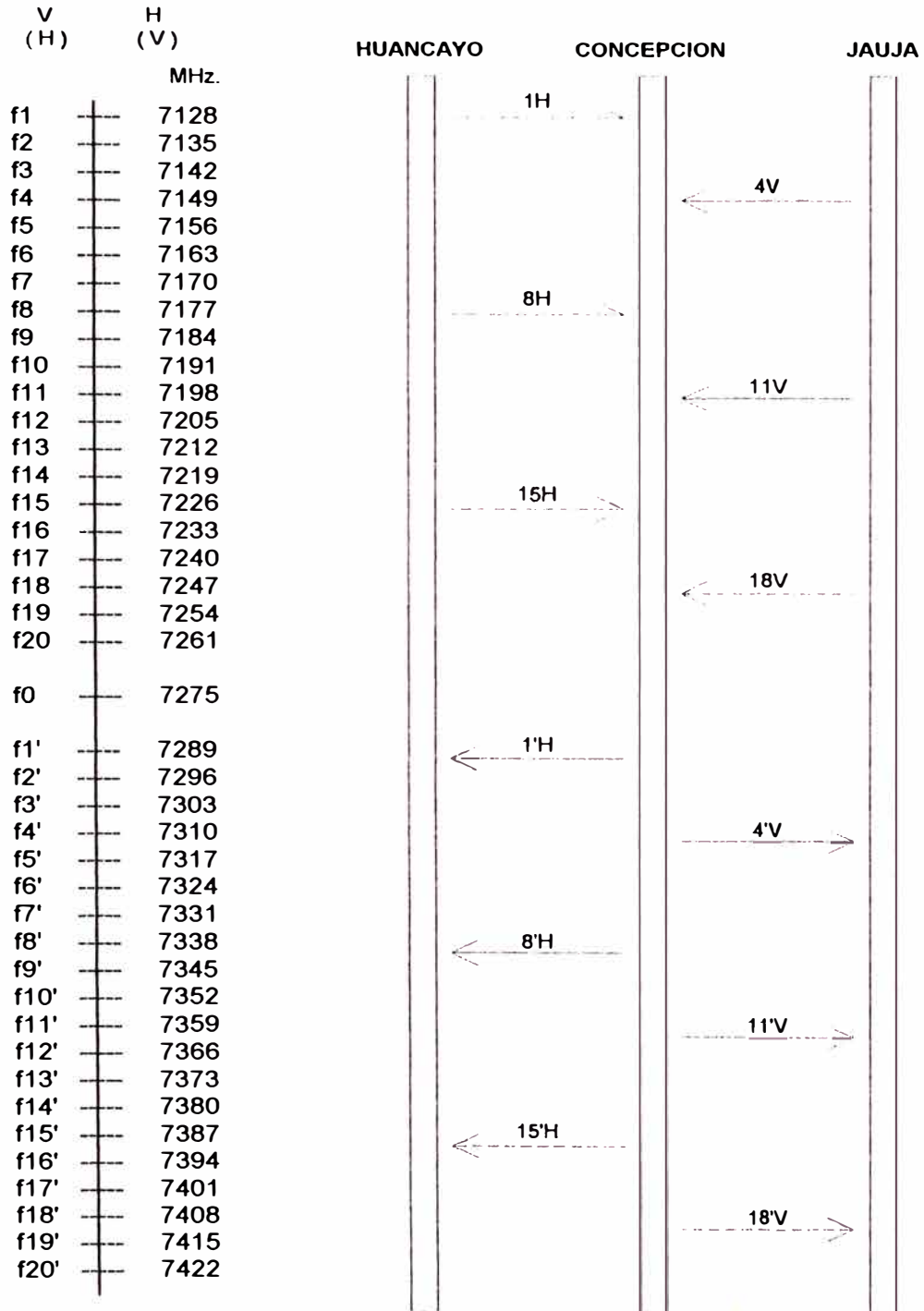
La etapa de instalación debe seguir los procedimientos establecidos por los fabricantes para así evitar errores iniciales que pueden afectar la vida útil de todos los equipos.



Es recomendable realizar la conmutación manual del canal regular al canal de protección en forma periódica con el fin de ejercitar los módulos y comprobar el buen estado del sistema de conmutación.

APENDICE A - PLAN DE FRECUENCIAS

PLAN DE FRECUENCIAS SISTEMA I

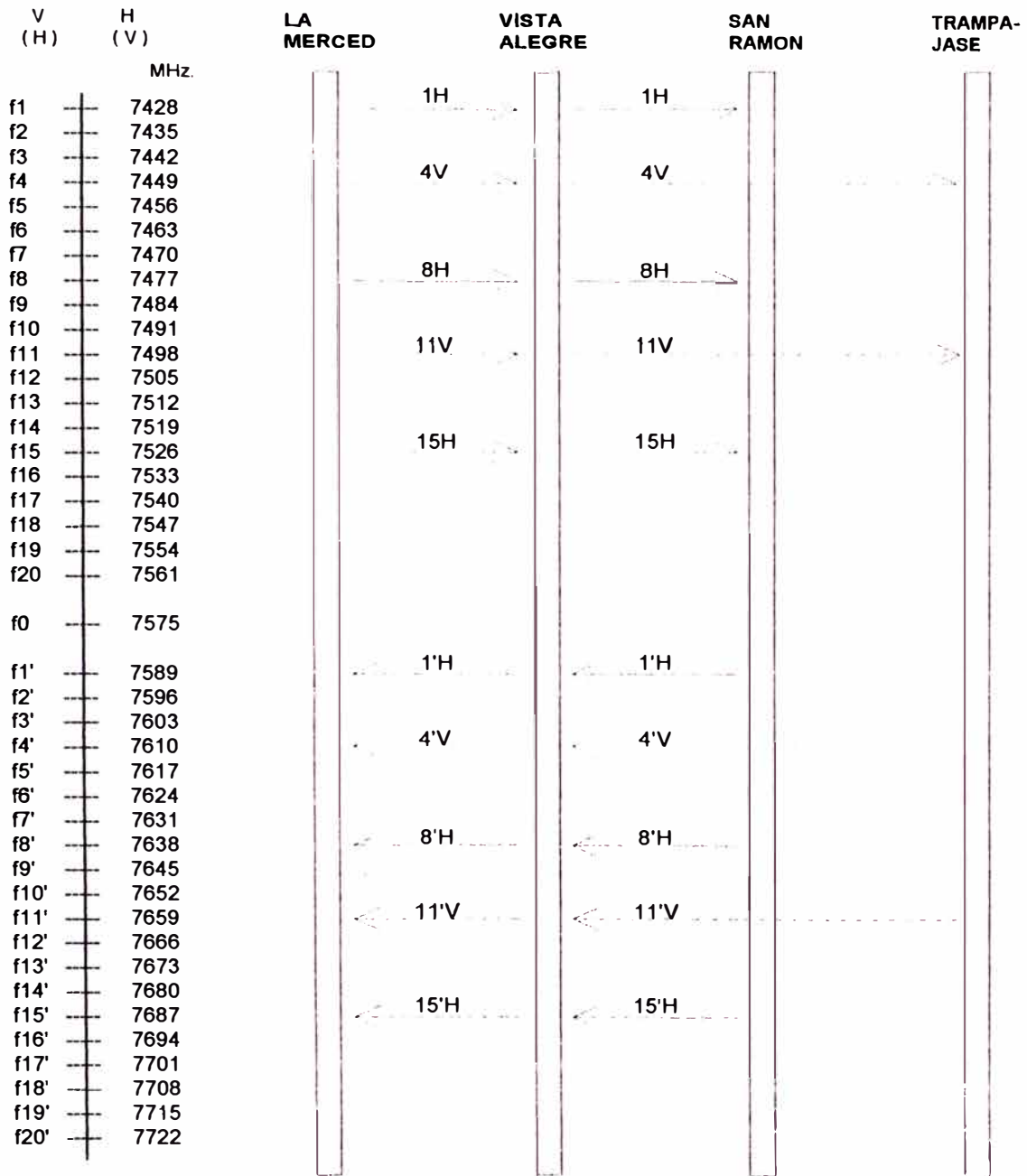
BANDA DE 7 GHz
Rec. 385-4 del CCIR






 : ESTE PROYECTO
 : FUTURO

PLAN DE FRECUENCIAS SISTEMA II

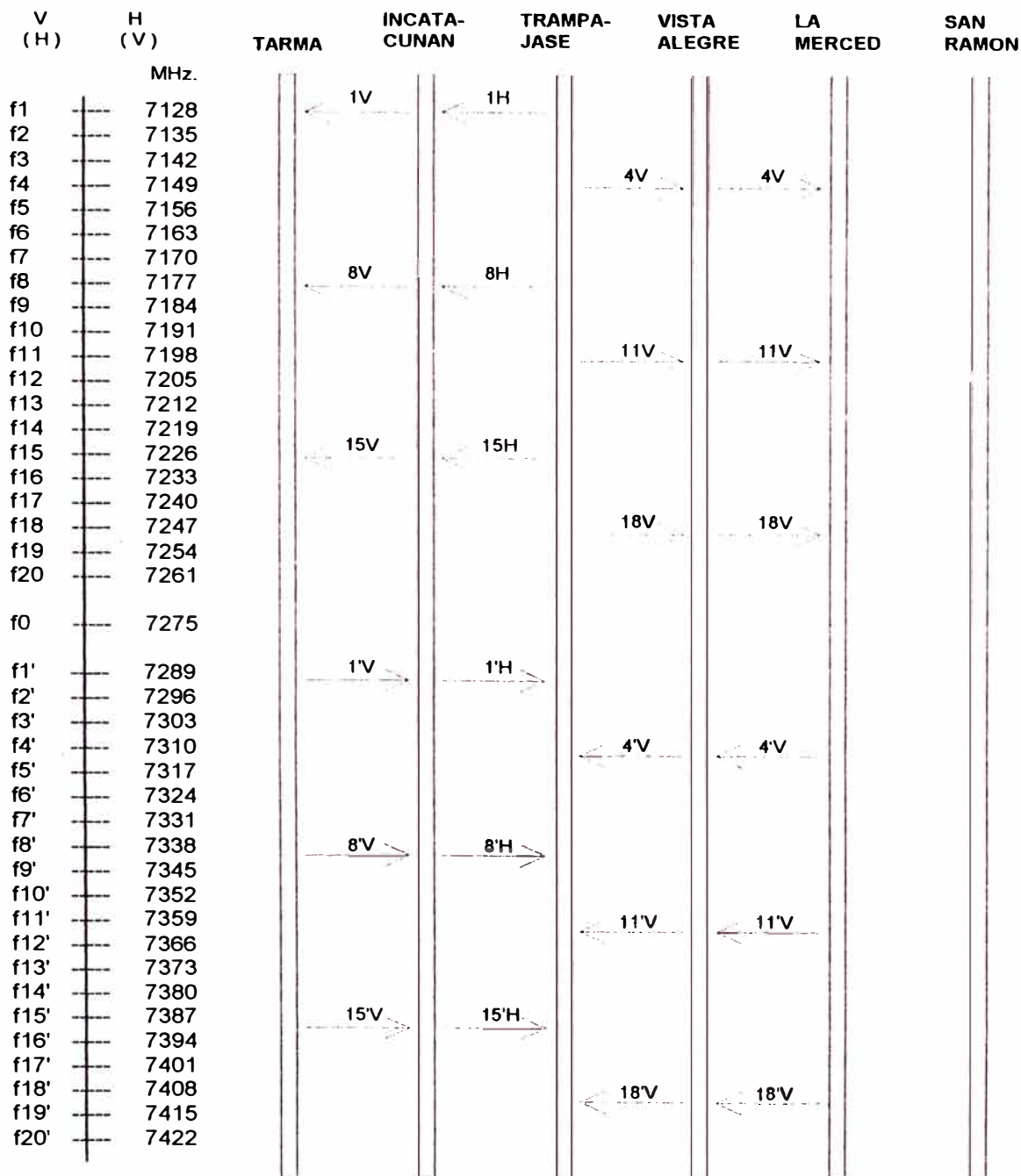
BANDA DE 7 GHz
Rec. 385-4 del CCIR



 : ESTE PROYECTO
 : FUTURO
 : EXISTENTE

PLAN DE FRECUENCIAS SISTEMA II

BANDA DE 7 GHz
Rec. 385-4 del CCIR

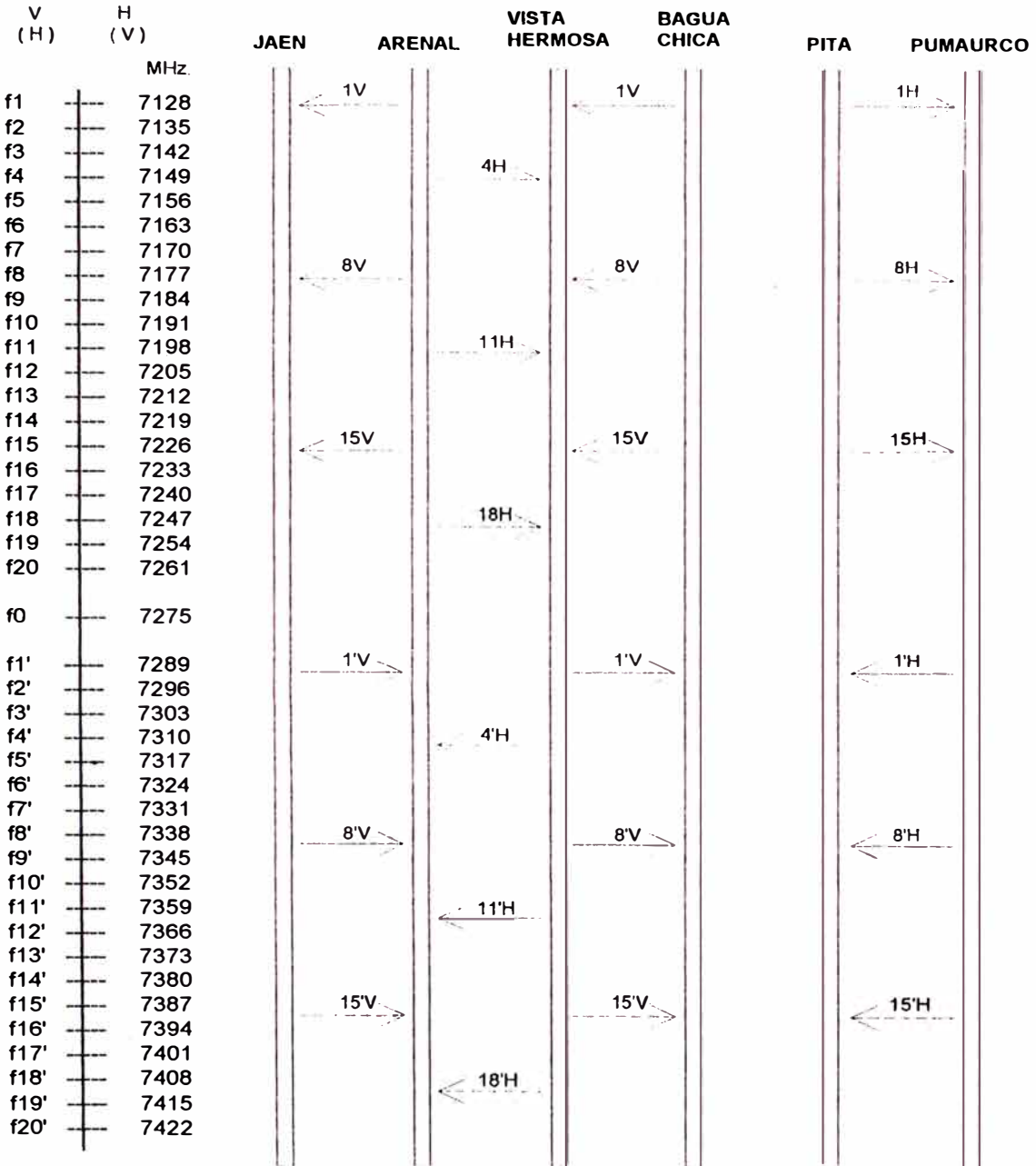


 : ESTE PROYECTO
 : FUTURO

PLAN DE FRECUENCIAS

SISTEMA III

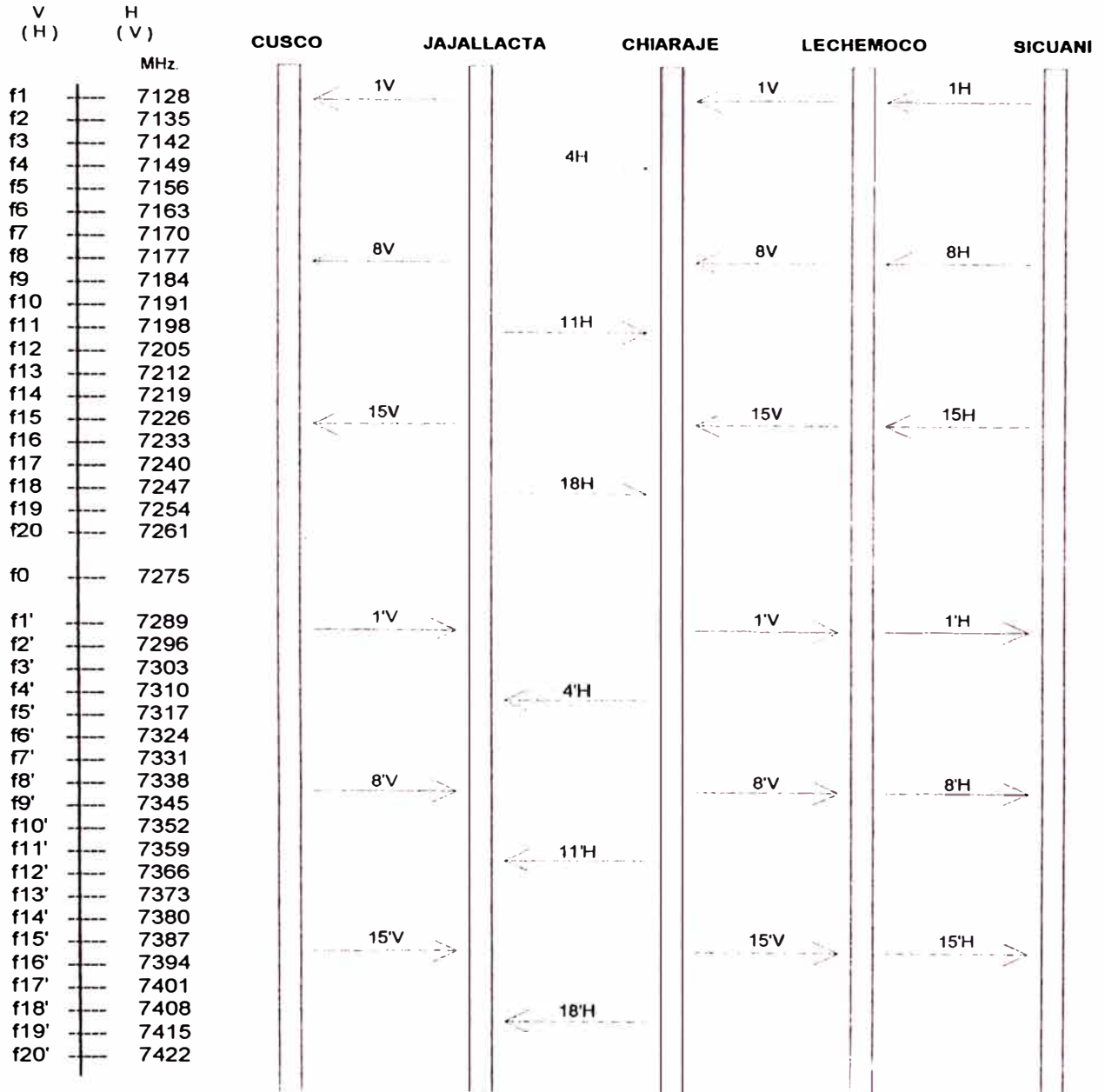
BANDA DE 7 GHz
 Rec. 385-4 del CCIR



 : ESTE PROYECTO
 : FUTURO

PLAN DE FRECUENCIAS SISTEMA IV

BANDA DE 7 GHz
Rec. 385-4 del CCIR



 : ESTE PROYECTO
 : FUTURO

APENDICE B - DIAGRAMA EN BLOQUES DEL SISTEMA DE RADIO

DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION TERMINAL (34 MB 1 + 1)

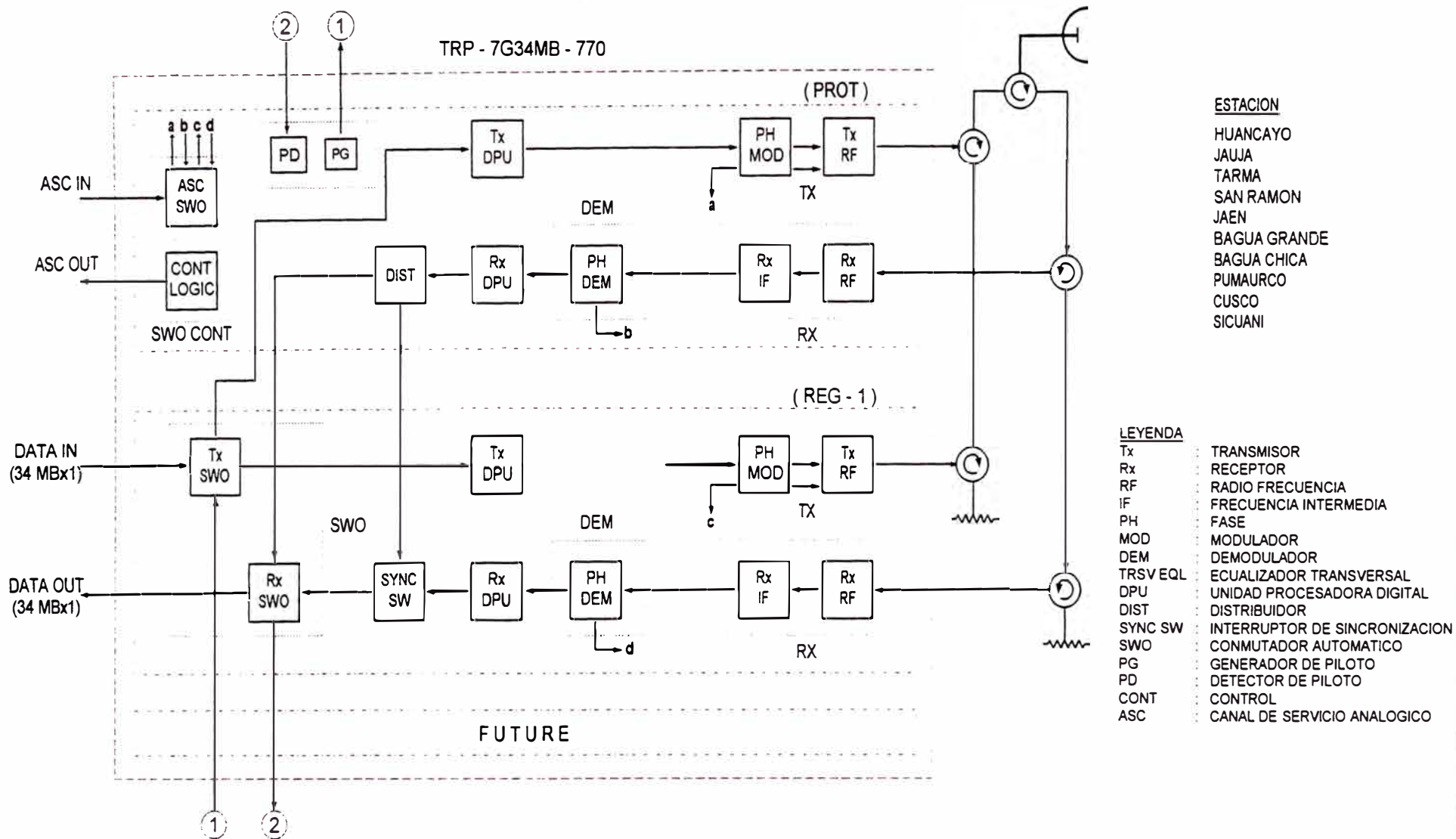


DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION REPETIDORA (34 MB 1 + 1)

ESTACION
JAJALLACTA
CHIARAJE

TRP - 7G34MB - 770

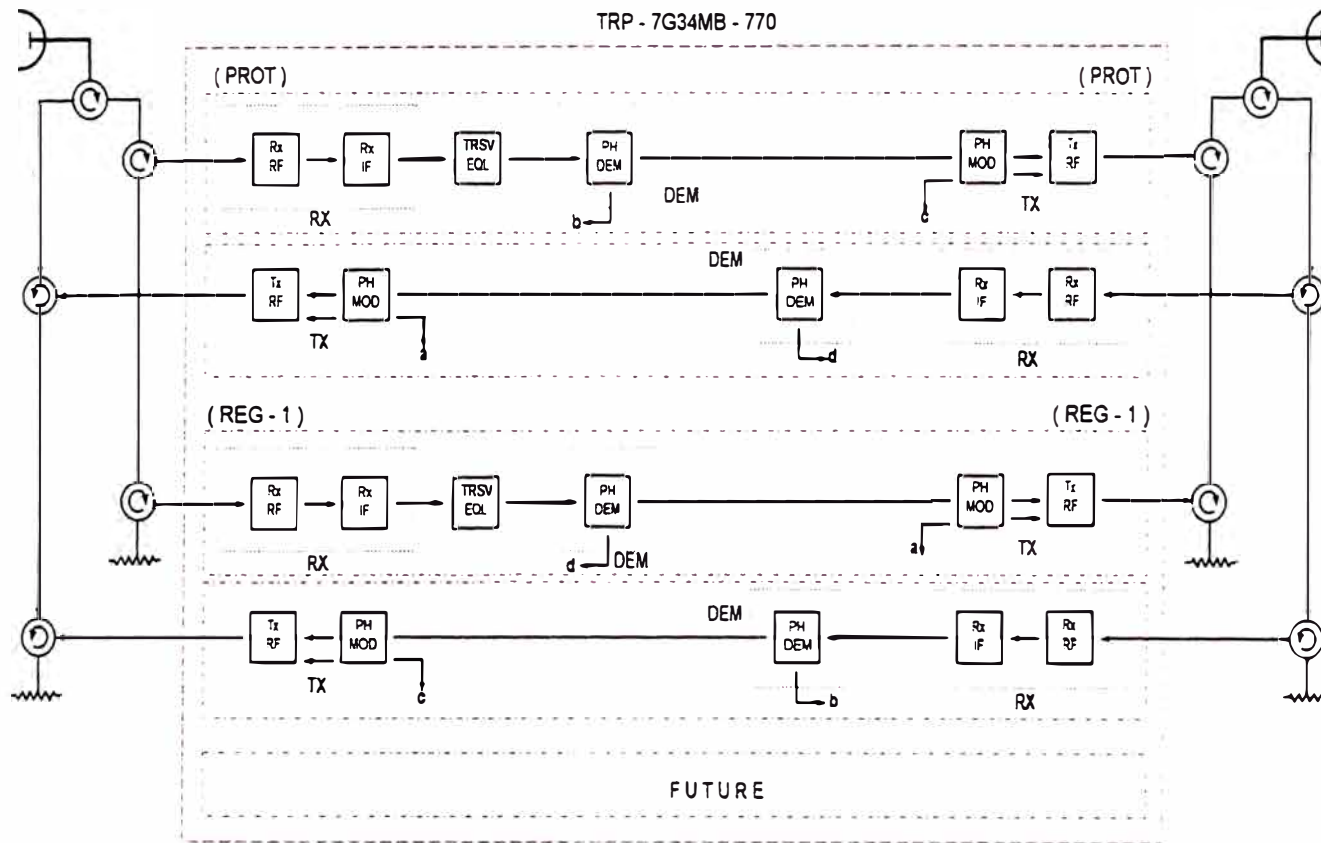


DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION REPETIDORA (34 MB 1 + 1)

ESTACION
CONCEPCION
TRAMPAJASE
PITA

TRP - 7G34MB - 770

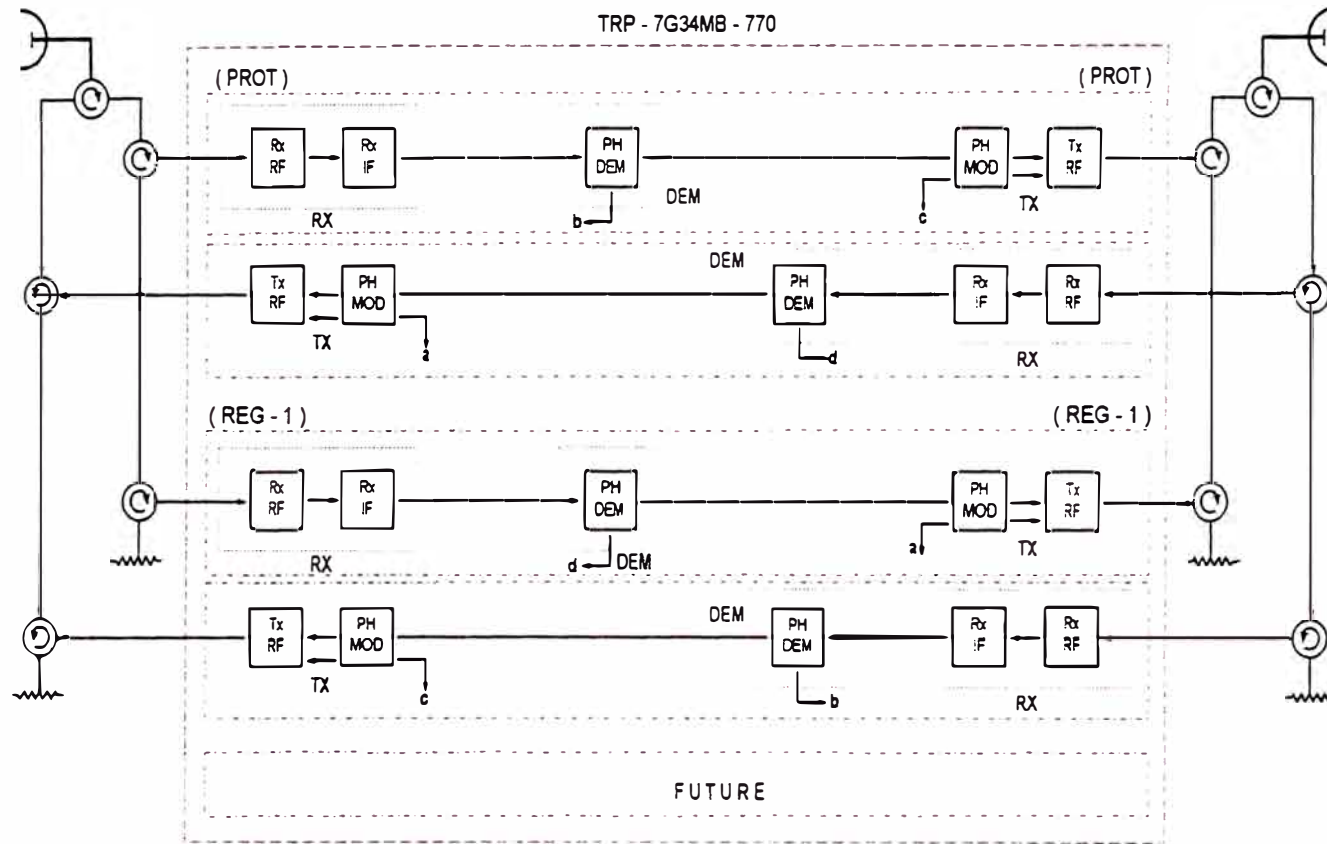


DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION TERMINAL (34 MB 1 + 1)

ESTACION
LA MERCED

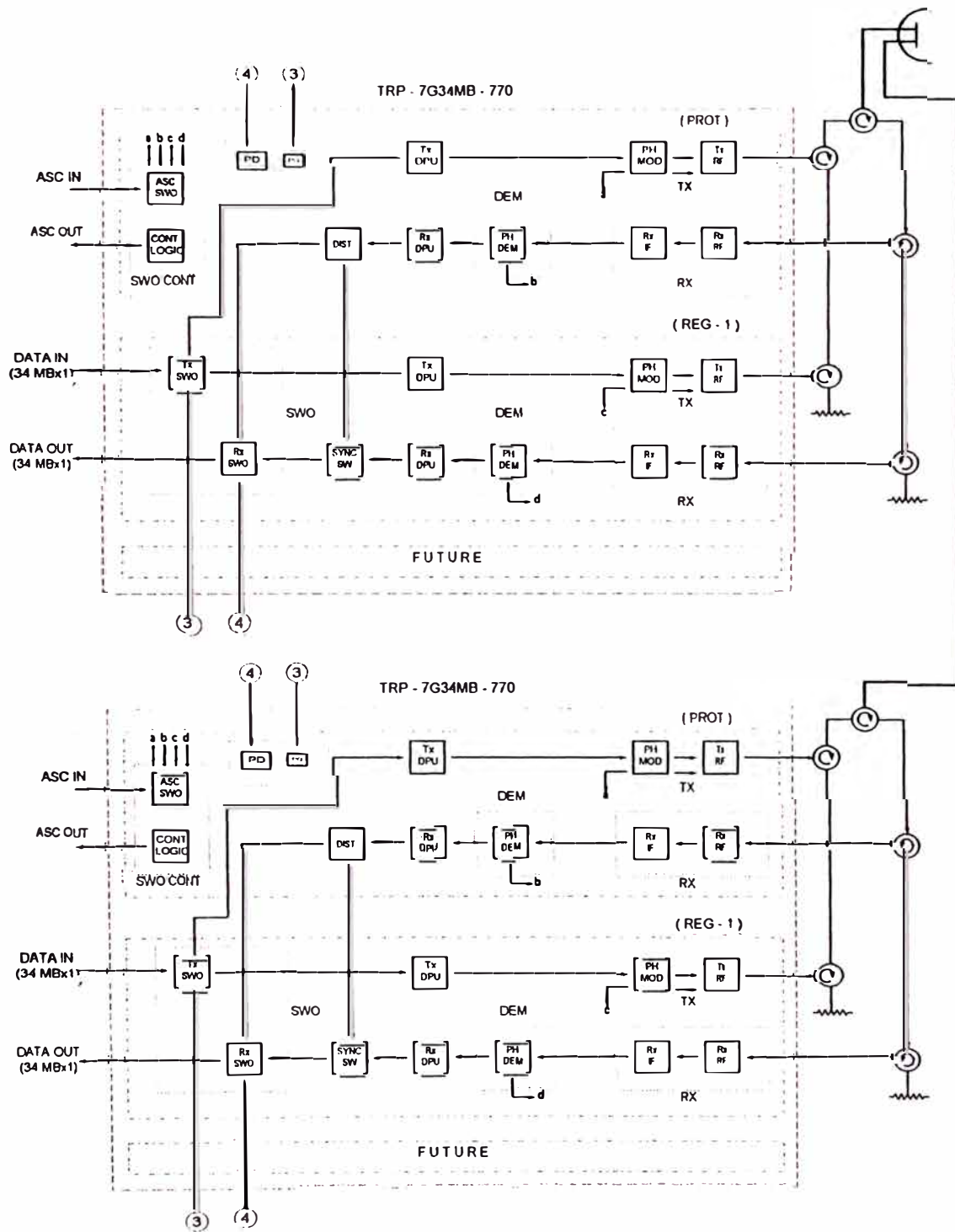
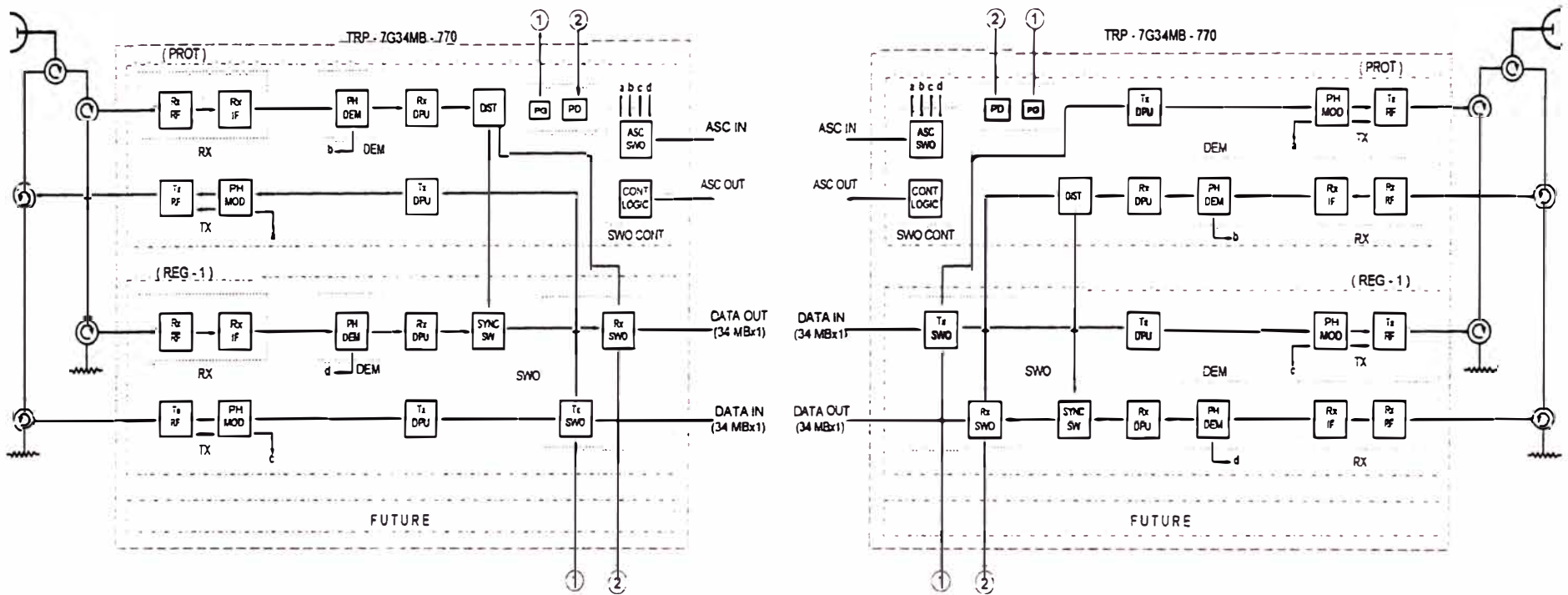


DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION TERMINAL (34 MB 1 + 1)

ESTACION
ARENAL



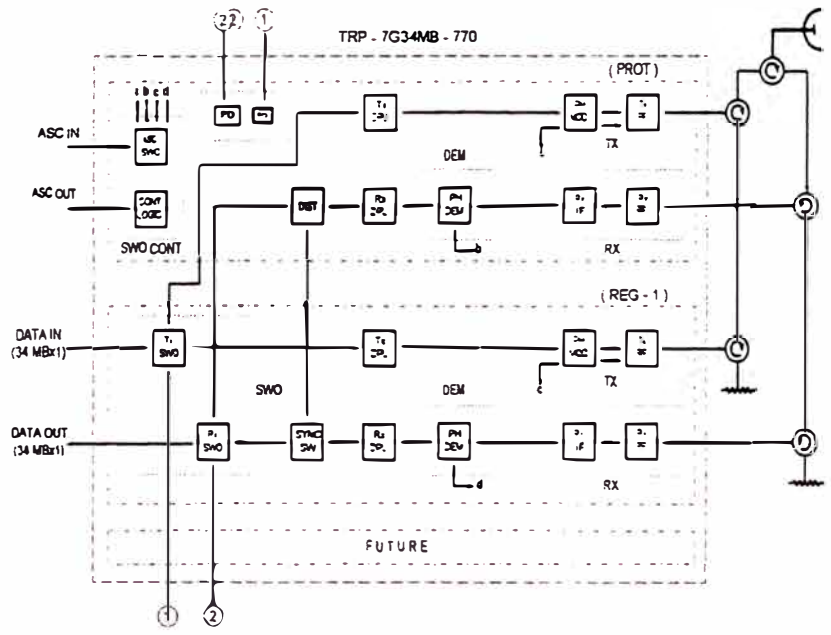
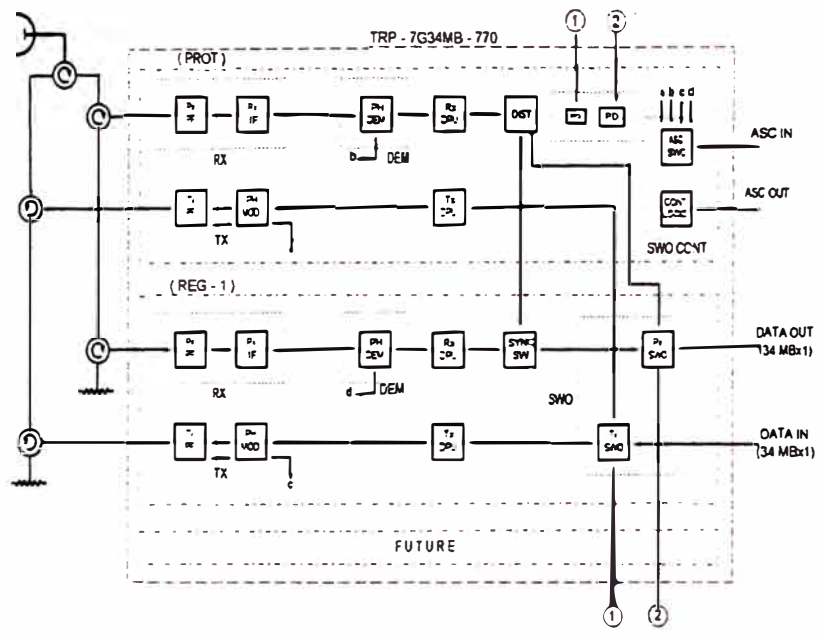
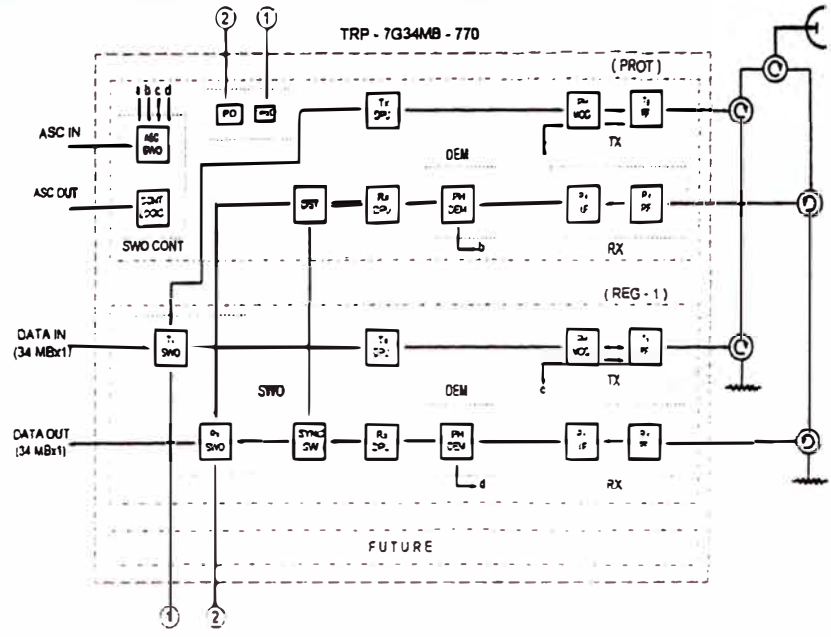
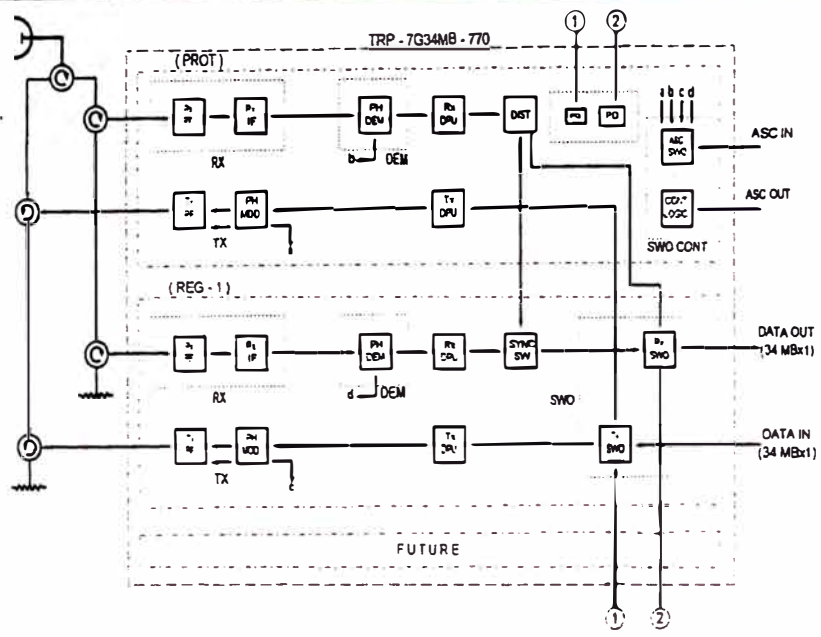
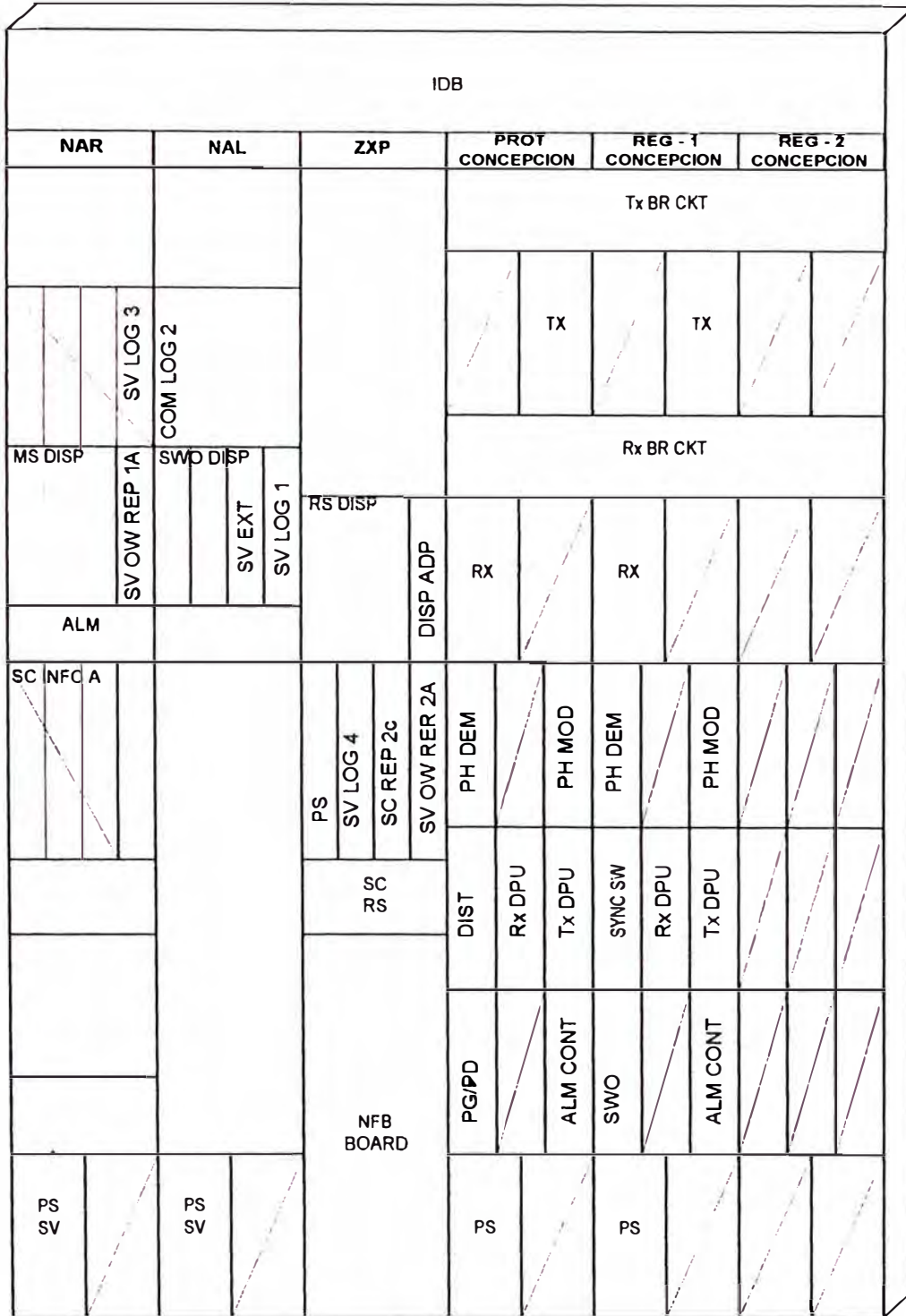


DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)

ESTACION
VISTA HERMOSA

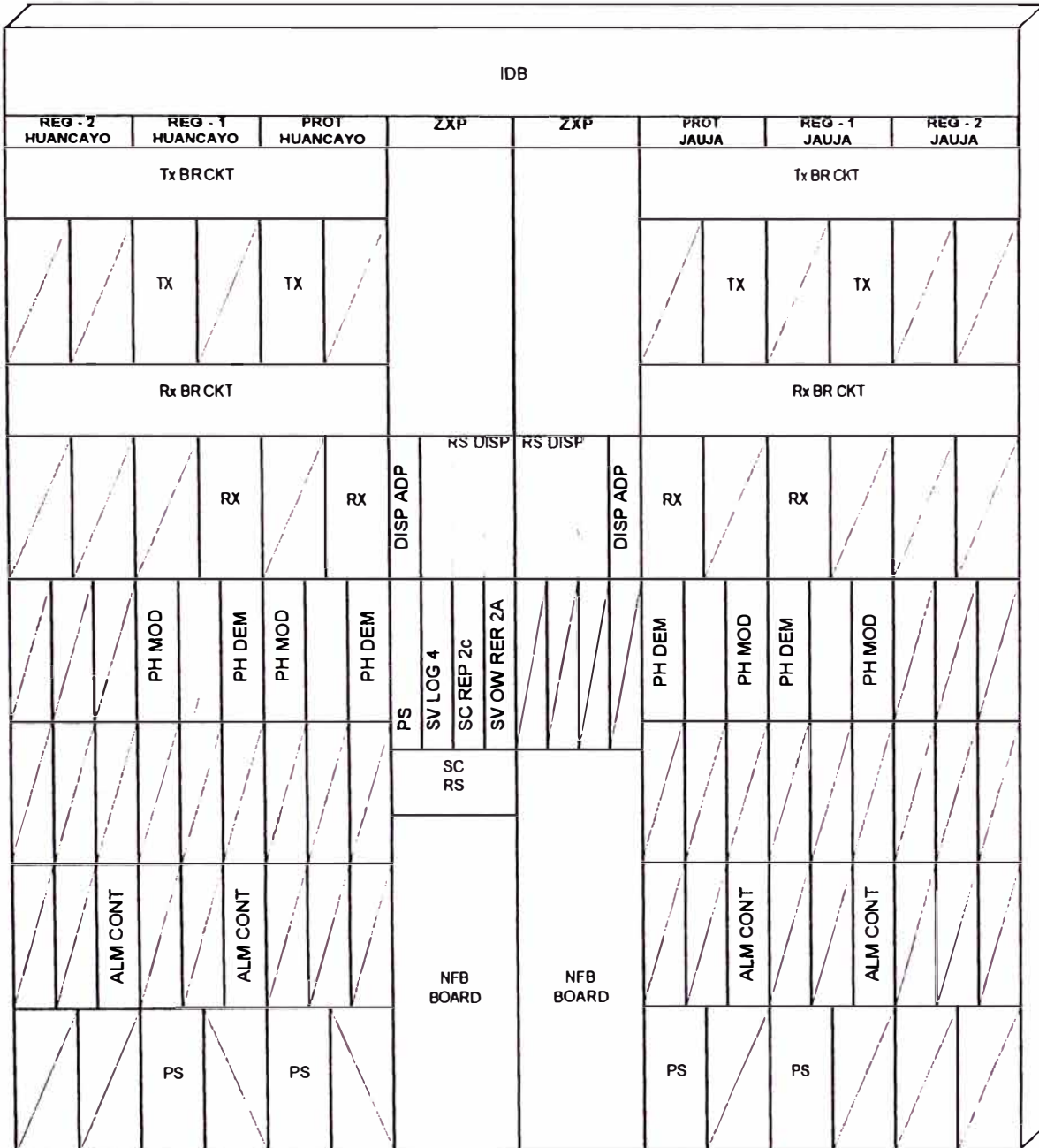
APENDICE C - DISPOSICION FRONTAL DE LOS EQUIPOS DE RADIO

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
HUANCAYO**



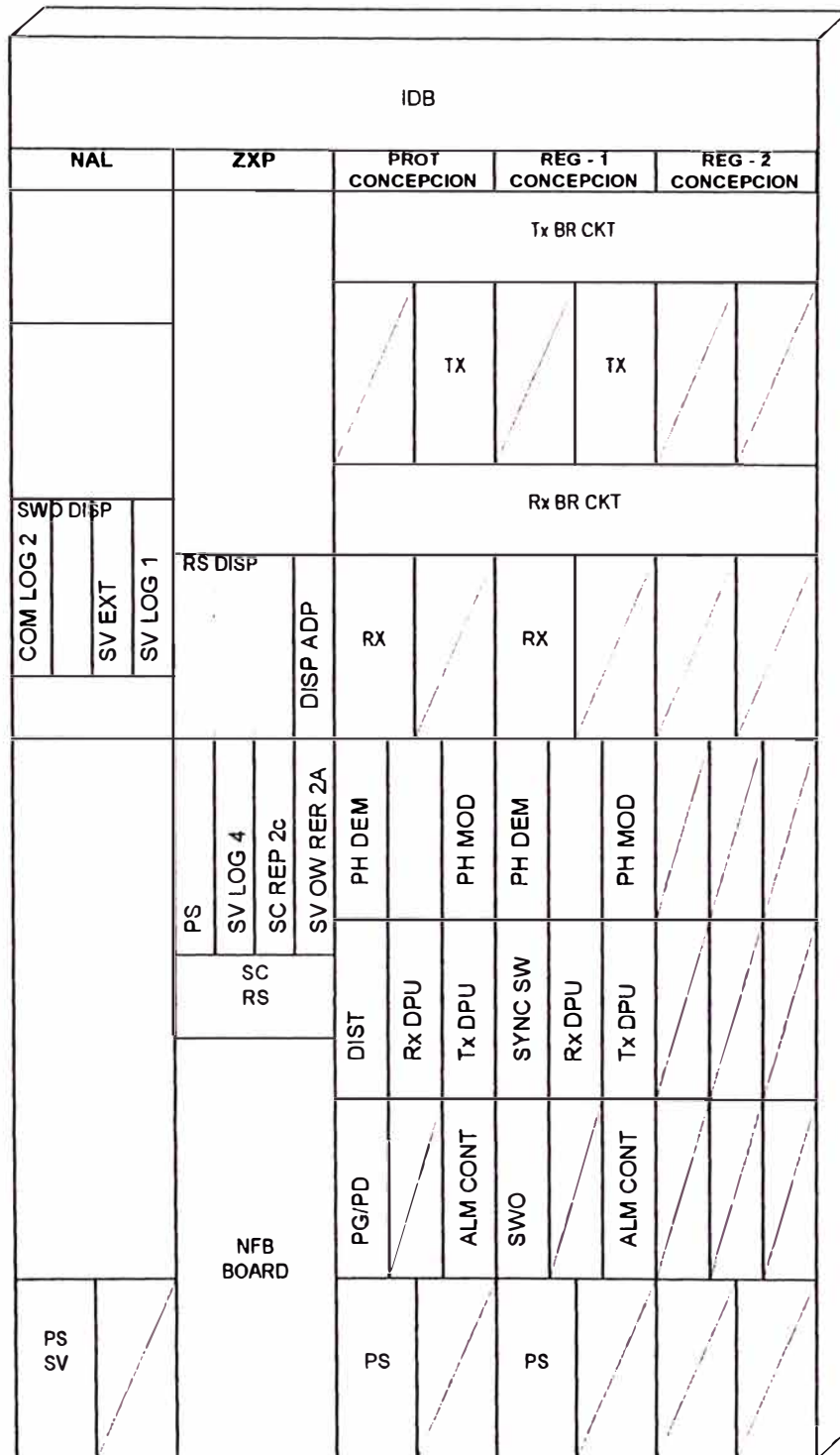
- NAR : EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL [NAR - 701 TP]
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
CONCEPCION**



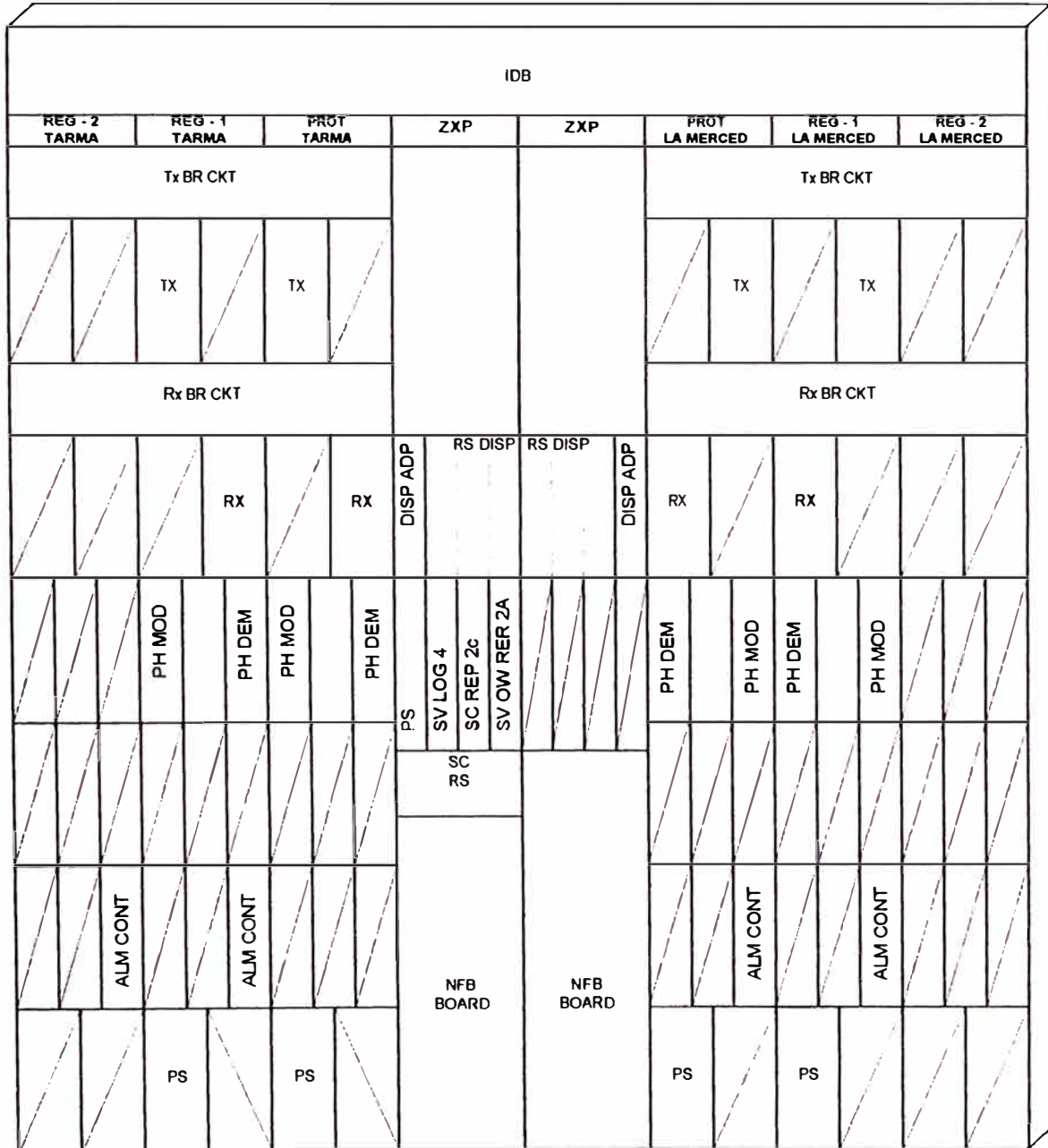
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]/[ZXP-WG/DSC-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
JAUJA**



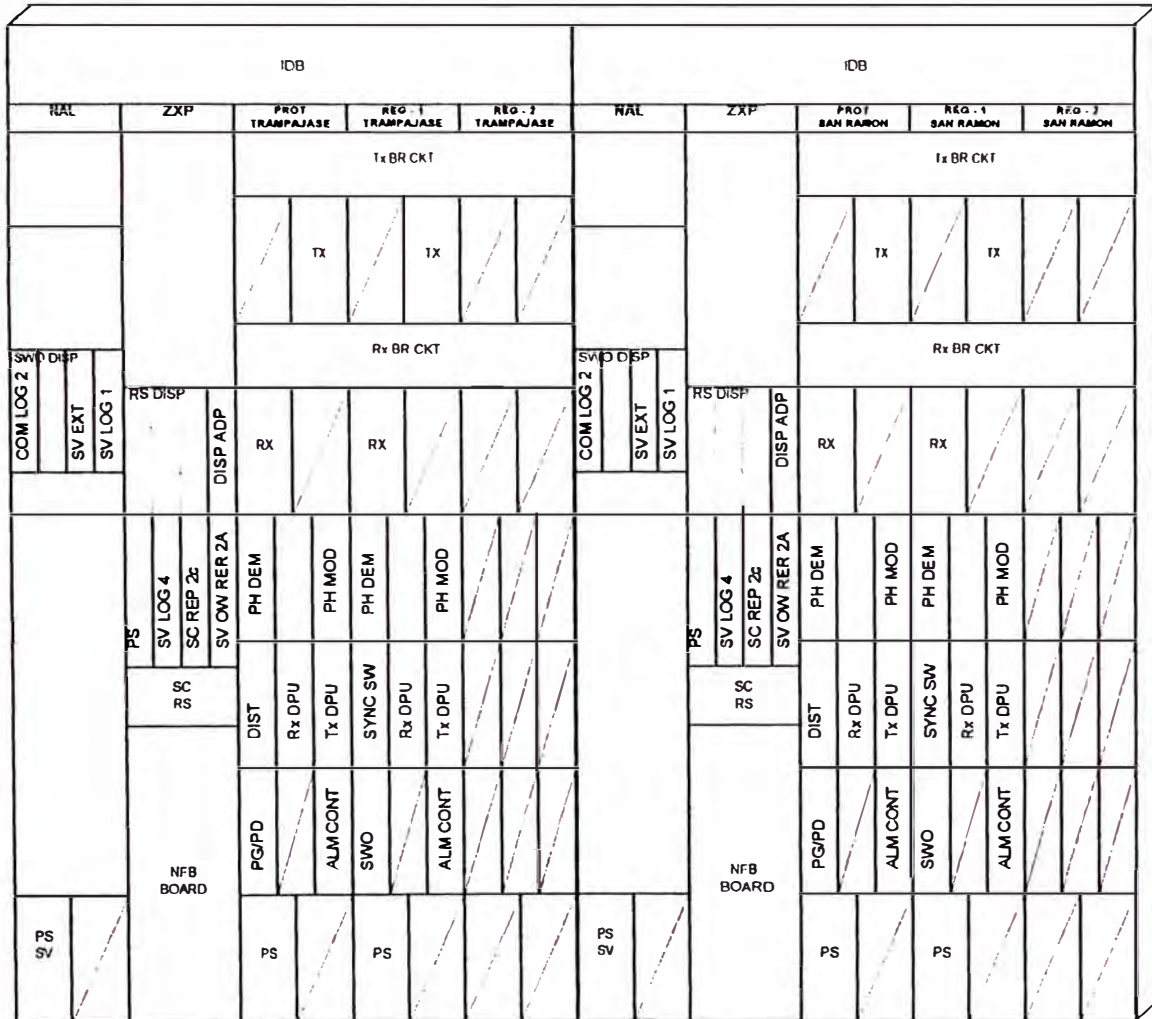
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
TRAMPAJASE**



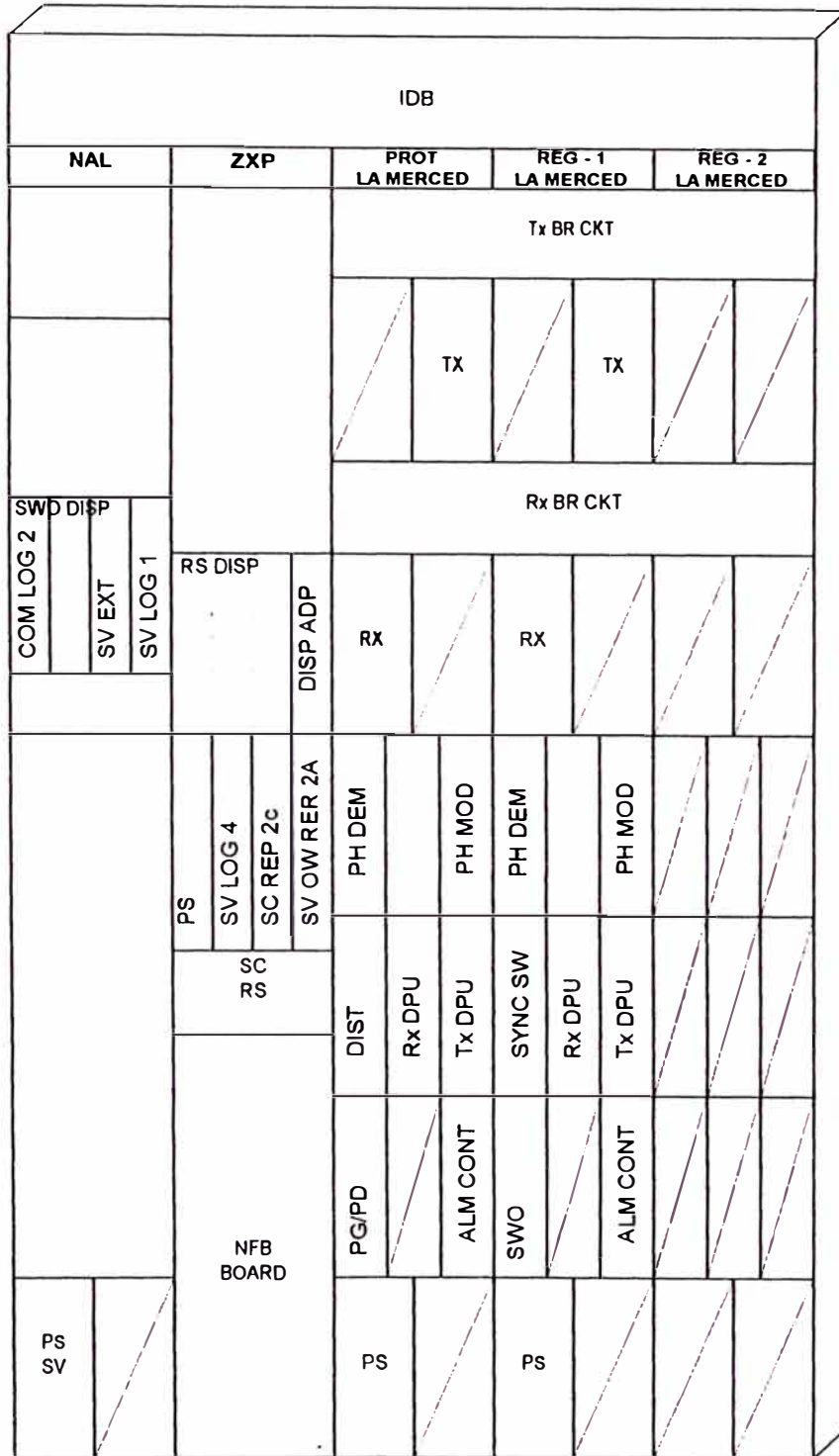
ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M] / [ZXP-WG/DSC-770M]
 PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
 REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
 REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
LA MERCED**



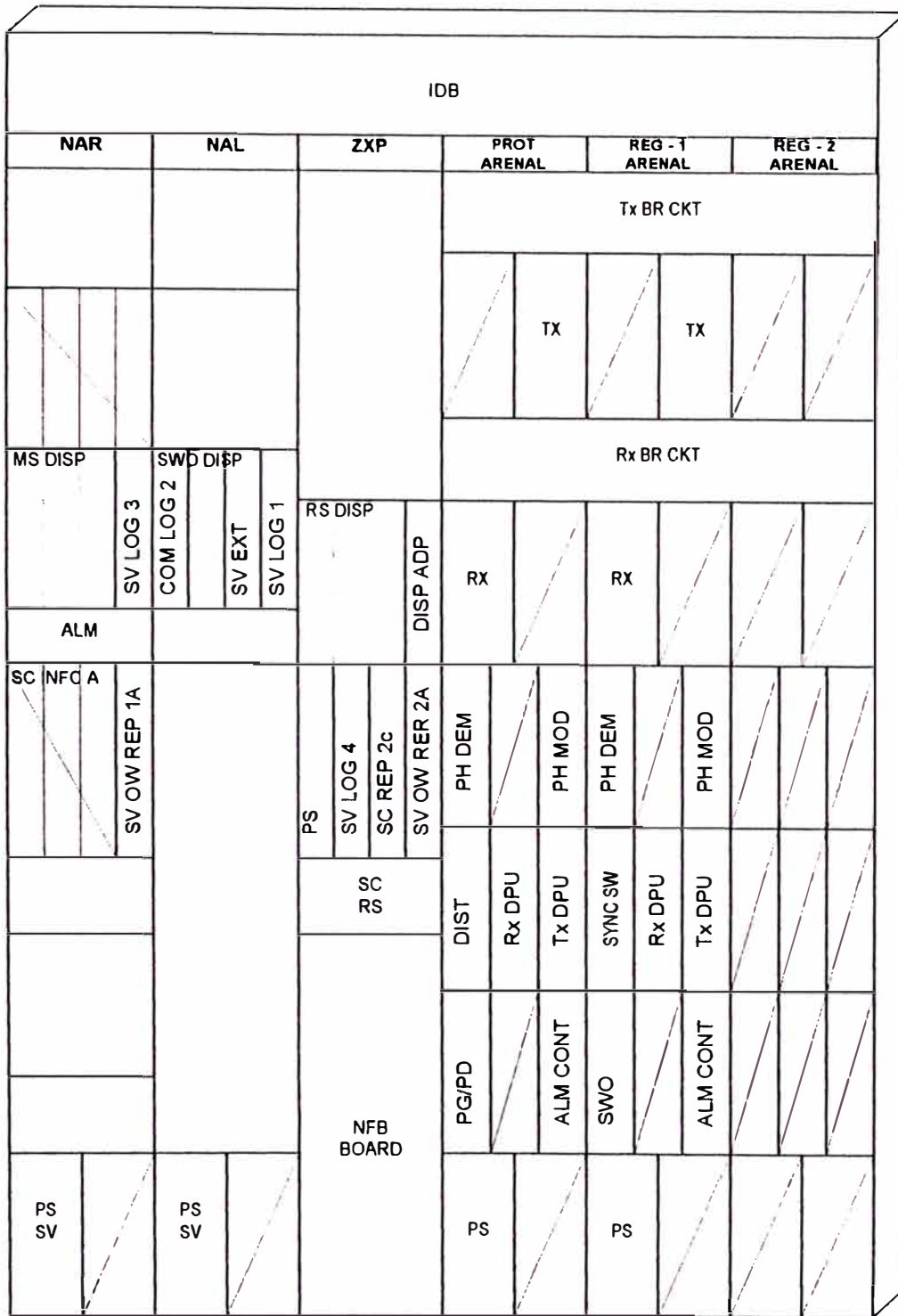
- NAL** : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP** : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
SAN RAMON**



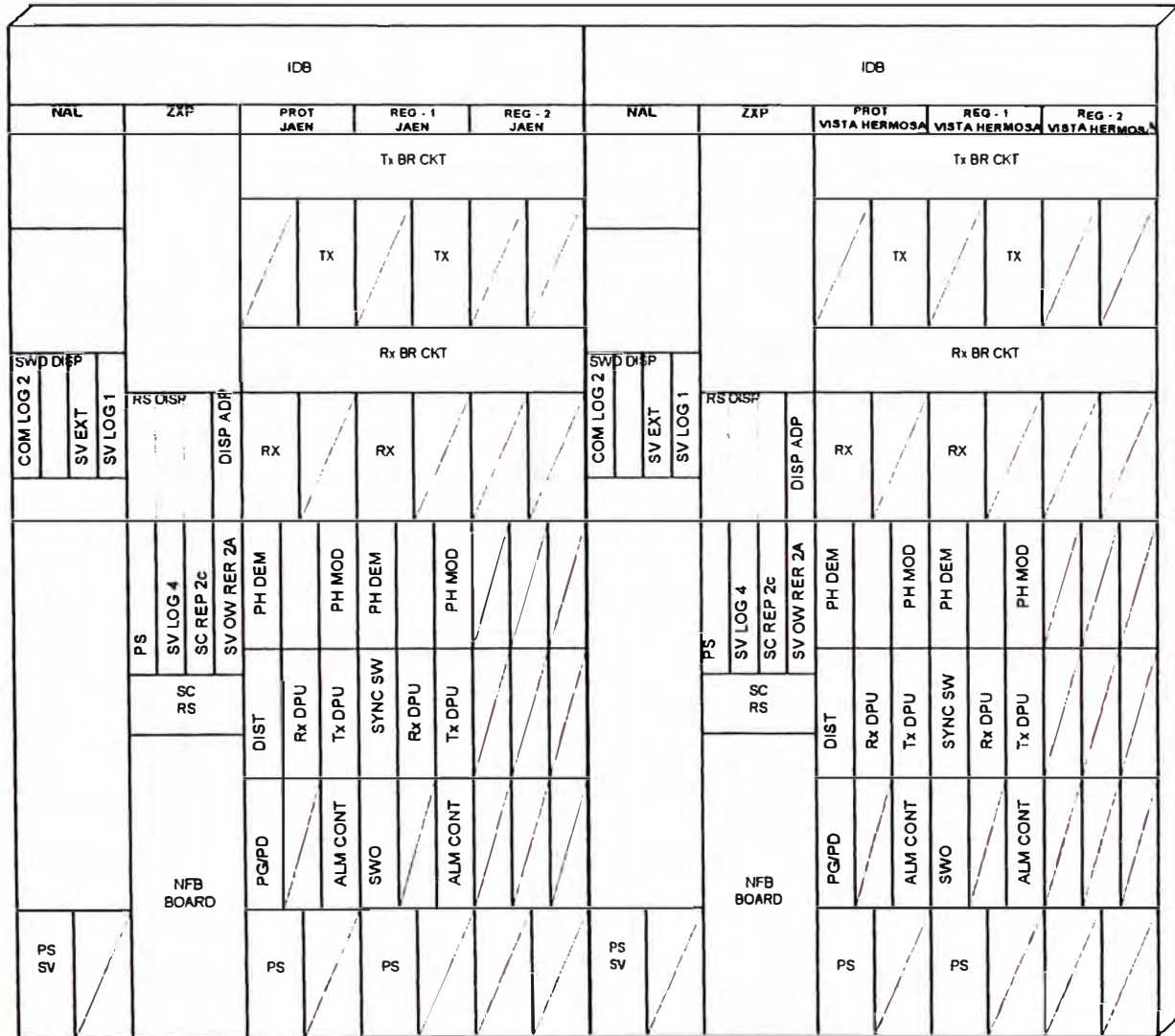
- NAL** : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP** : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
JAEN**

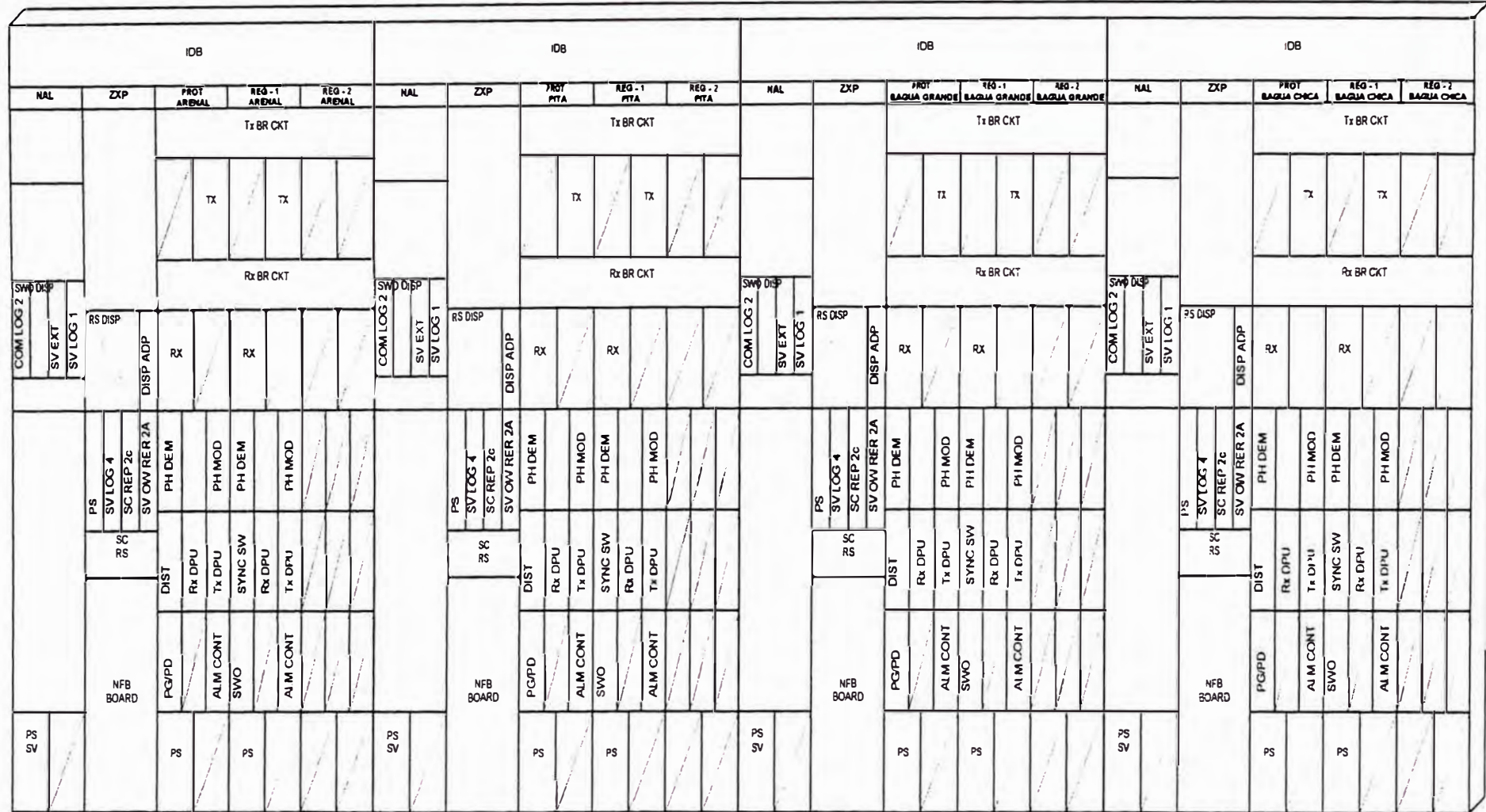


- NAR** : EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL [NAR - 701 TP]
- NAL** : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP** : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2** : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
ARENAL**



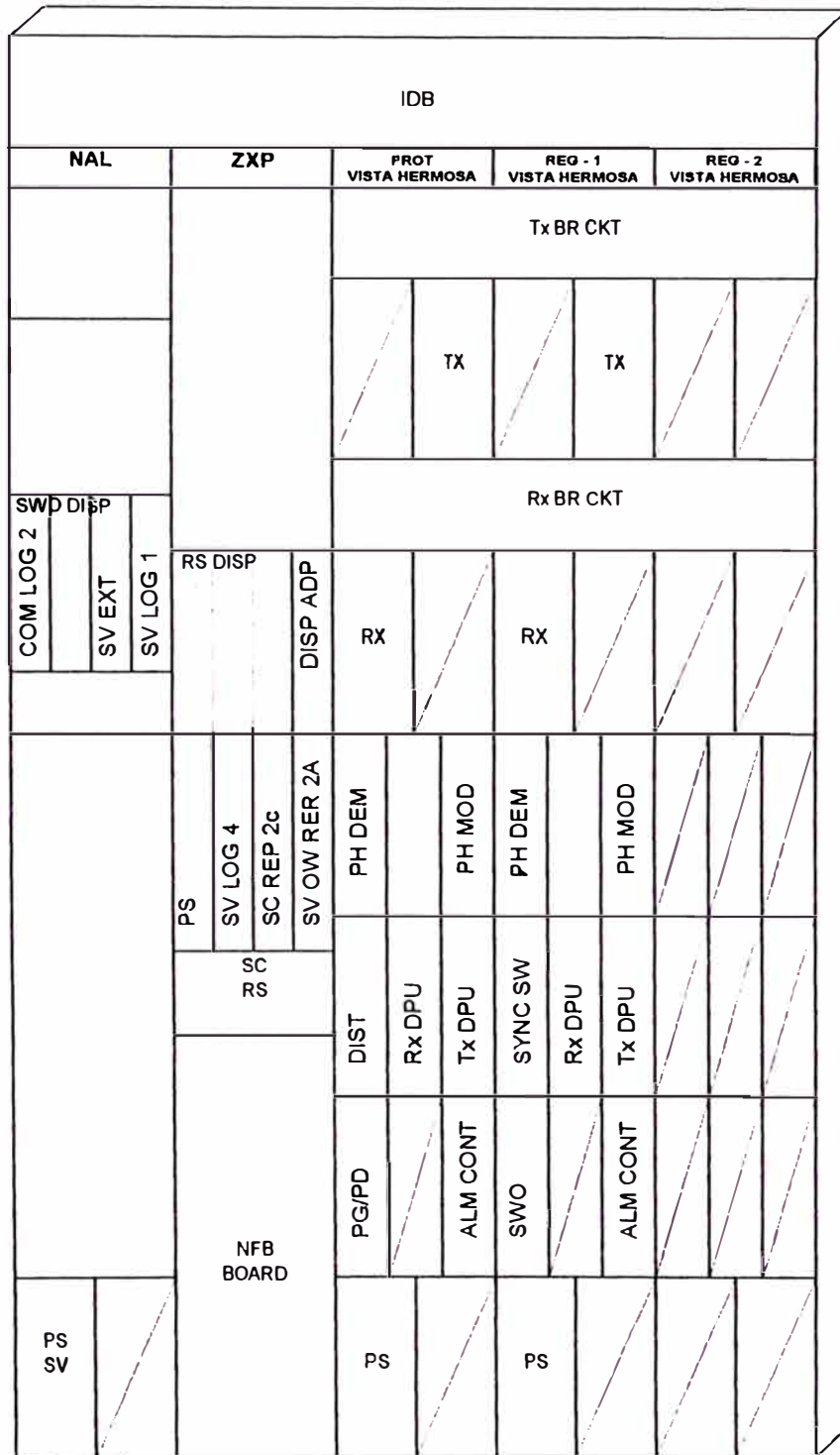
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]



- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

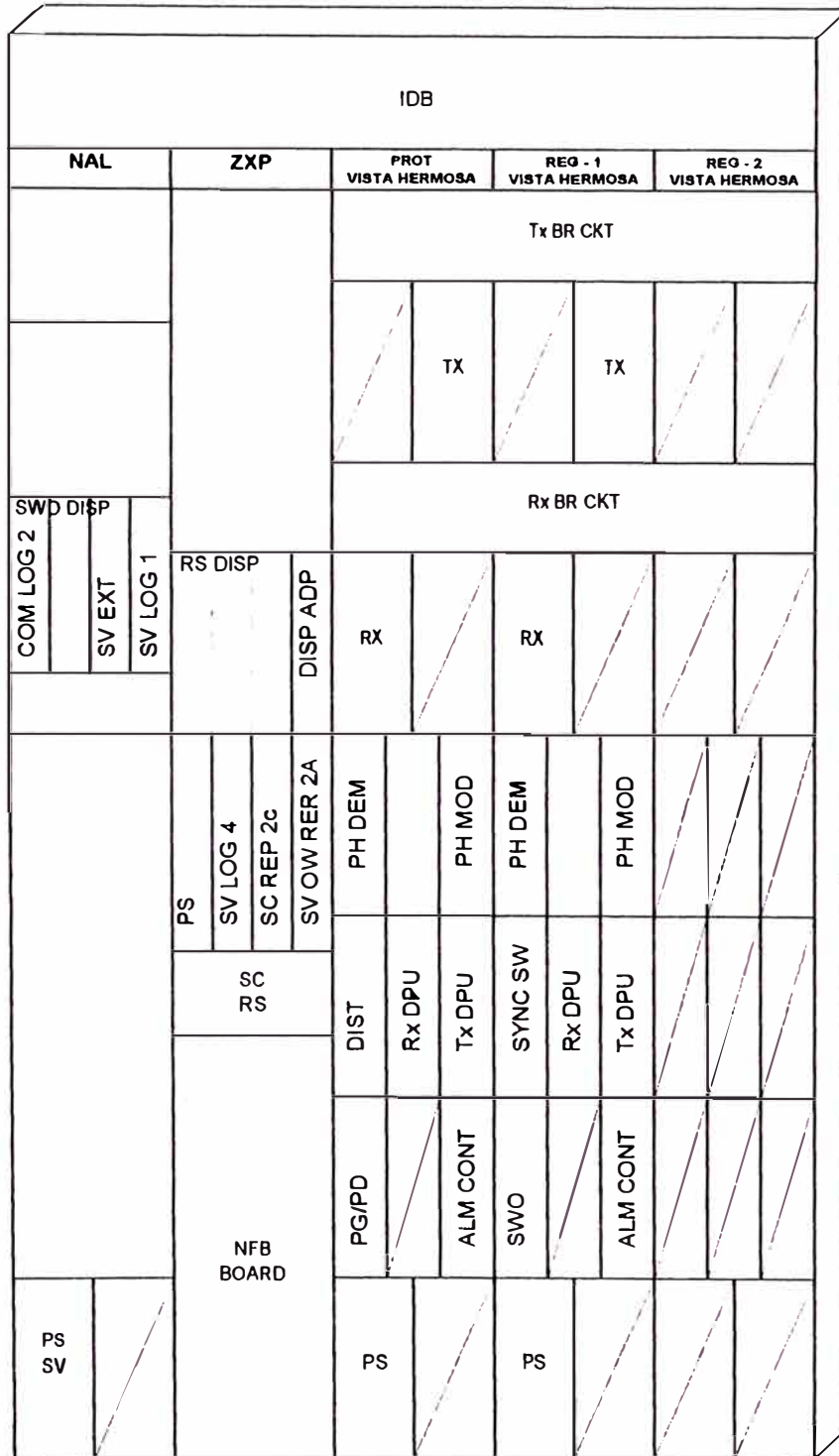
**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
VISTA HERMOSA**

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
BAGUA GRANDE**



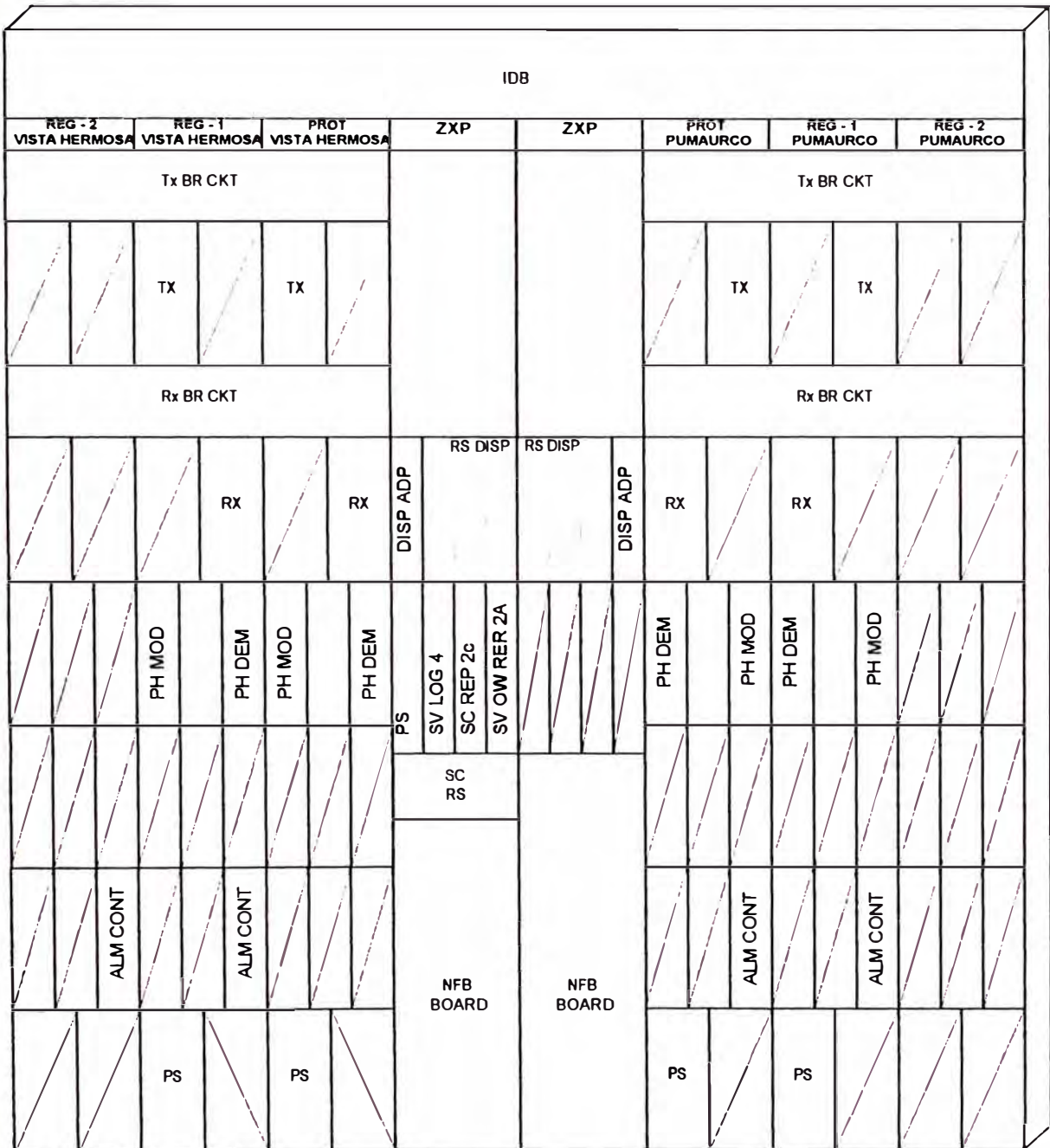
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
BAGUA CHICA**



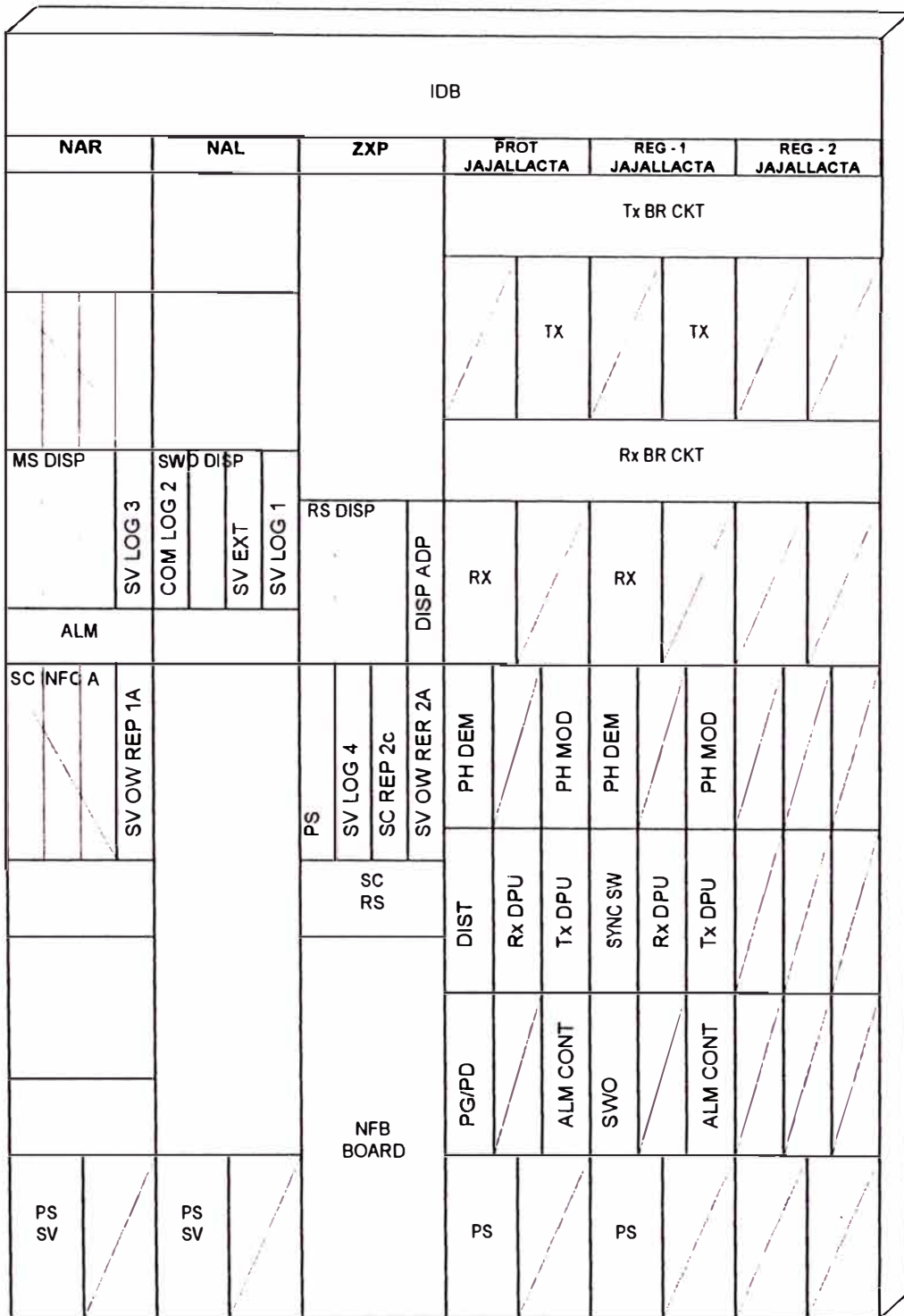
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
PITA**



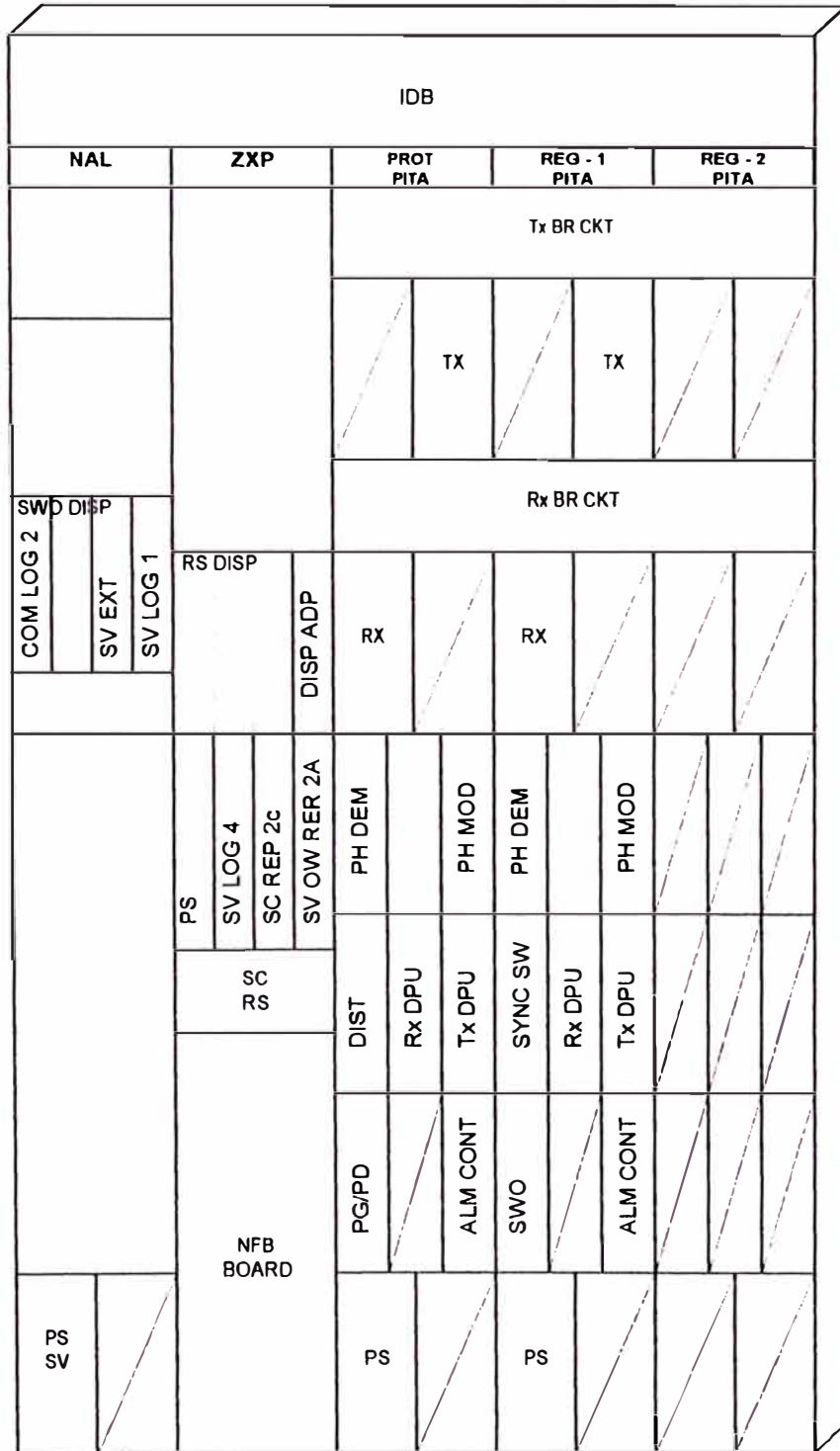
ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M] / [ZXP-WG/DSC-770M]
 PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
 REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
 REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
CUSCO**



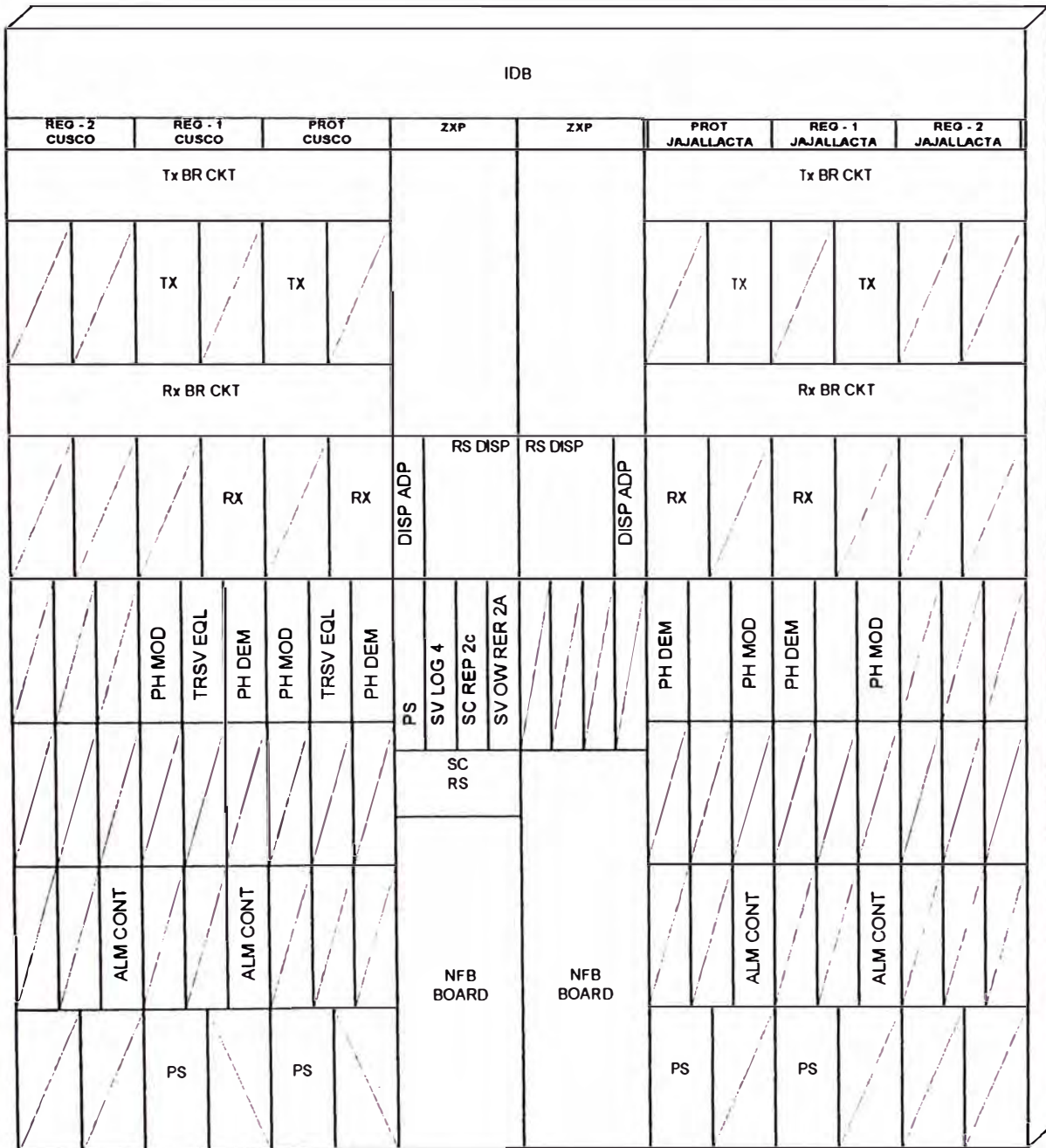
- NAR : EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL [NAR - 701 TP]
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
PUMAUROCO**



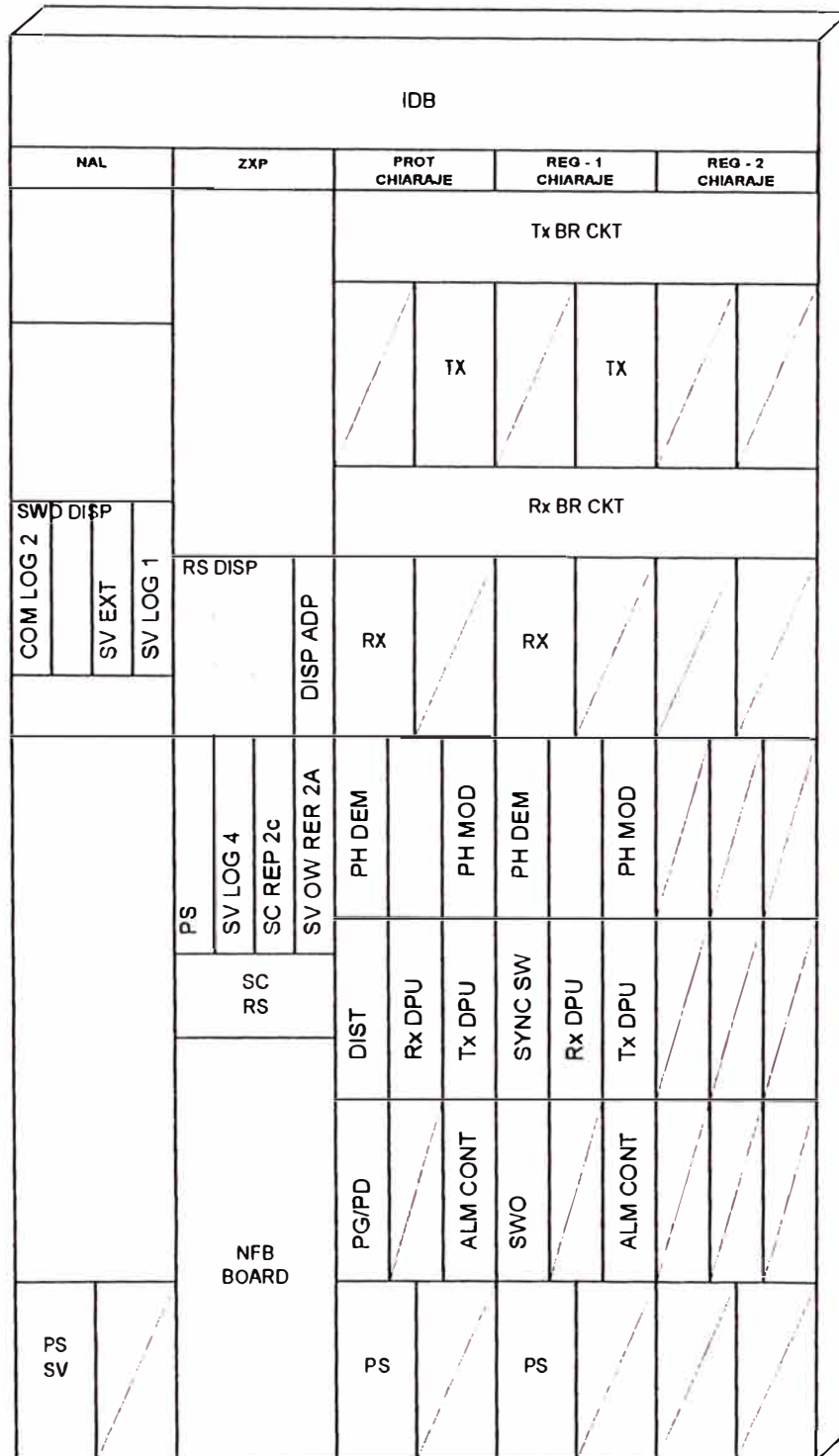
- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]

**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION REPETIDORA
(34 MB 1 + 1)
JAJALLACTA**



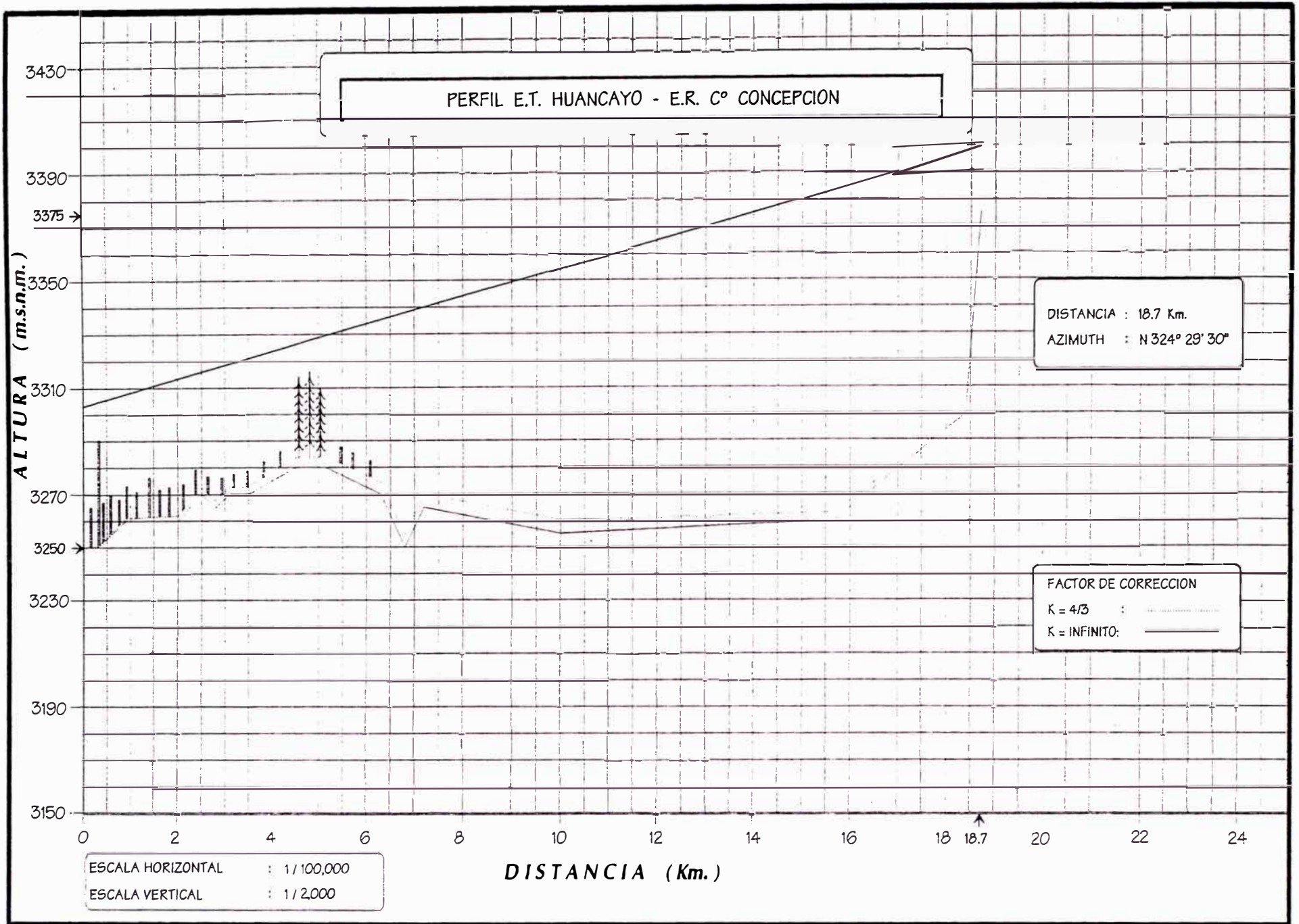
ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]/[ZXP-WG/DSC-770M]
PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]
REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770N]

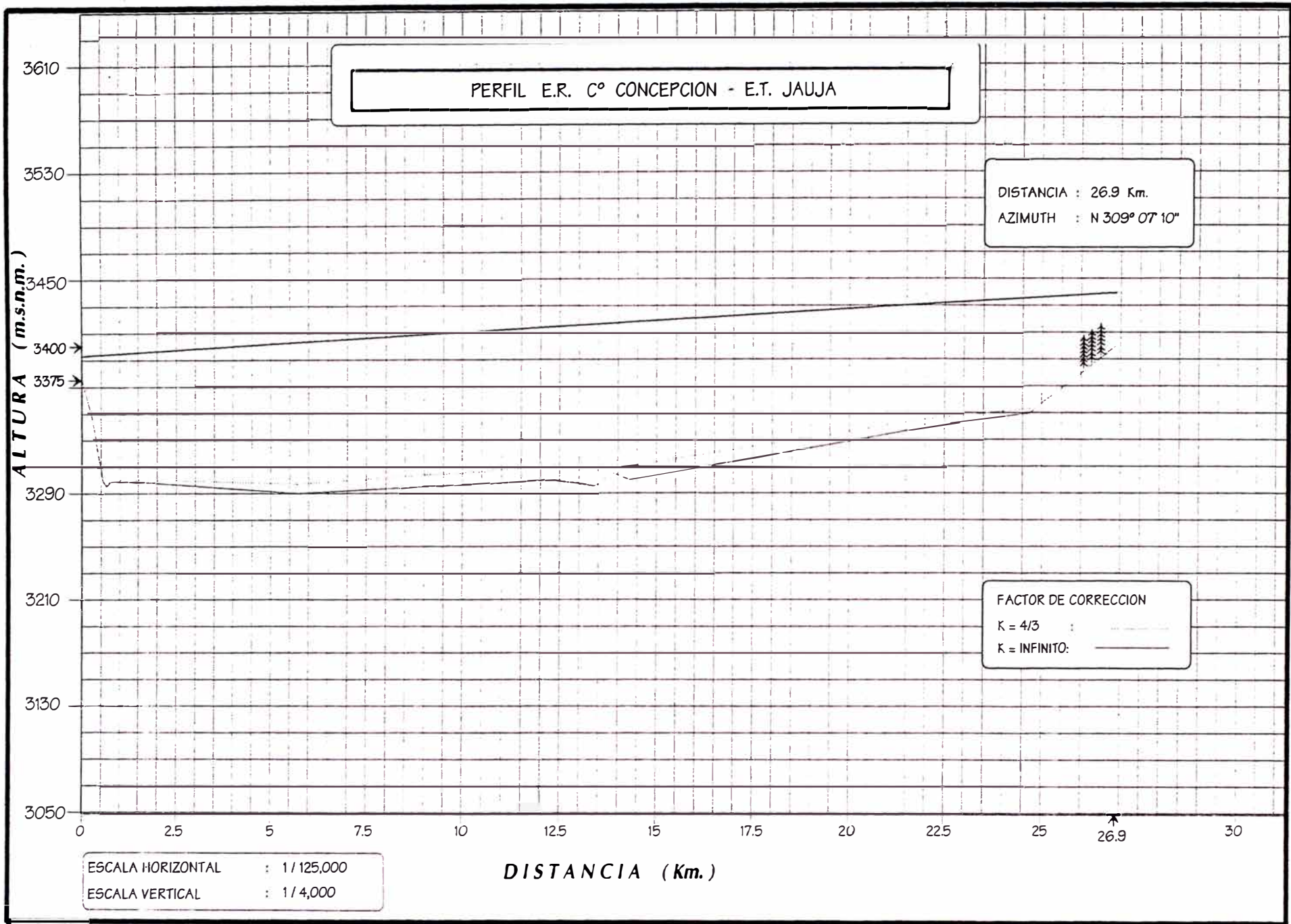
**PLANO DE ARREGLO EN BASTIDOR ESTACION TERMINAL
(34 MB 1 + 1)
SICUANI**



- NAL : EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION [NAL - 771P]
- ZXP : EQUIPO DE INTERFAZ [ZXP-WG-770M]
- PROT : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-1 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]
- REG-2 : TRANSMISOR RECEPTOR [TRP-7G34MB-770M]



APENDICE D - PERFILES DEL TERRENO





PERFIL E.T. TARMA - E.R. LOMA INCATACUNAN

DISTANCIA : 1.6 Km.
AZIMUTH : N 213° 30' 40"

FACTOR DE CORRECCION
K = 4/3 : 
K = INFINITO: 

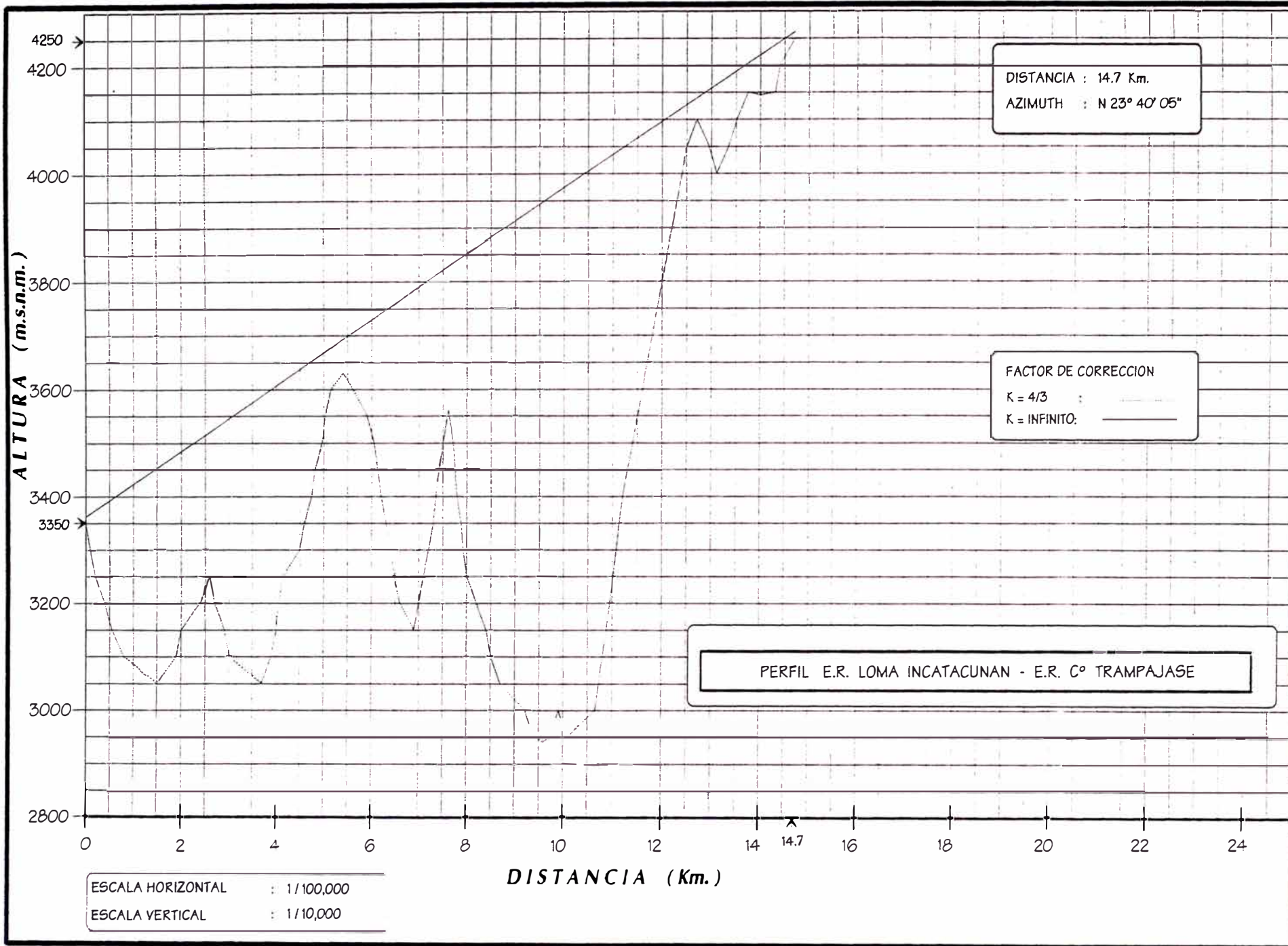
ALTURA (m.s.n.m.)

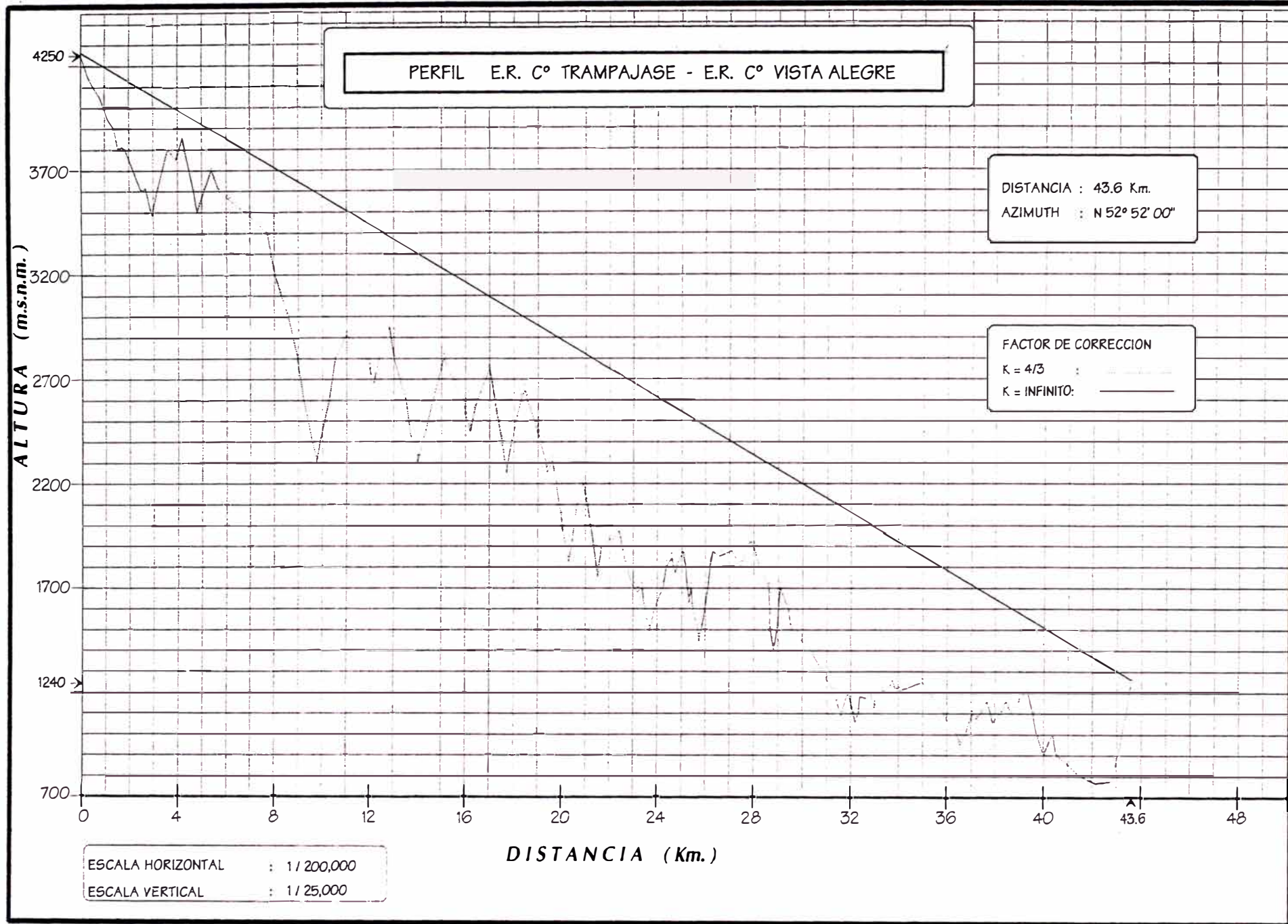
3420
3350 →
3300
3240
3180
3120
3050 →
3000

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4

DISTANCIA (Km.)

ESCALA HORIZONTAL : 1/10,000
ESCALA VERTICAL : 1/3,000

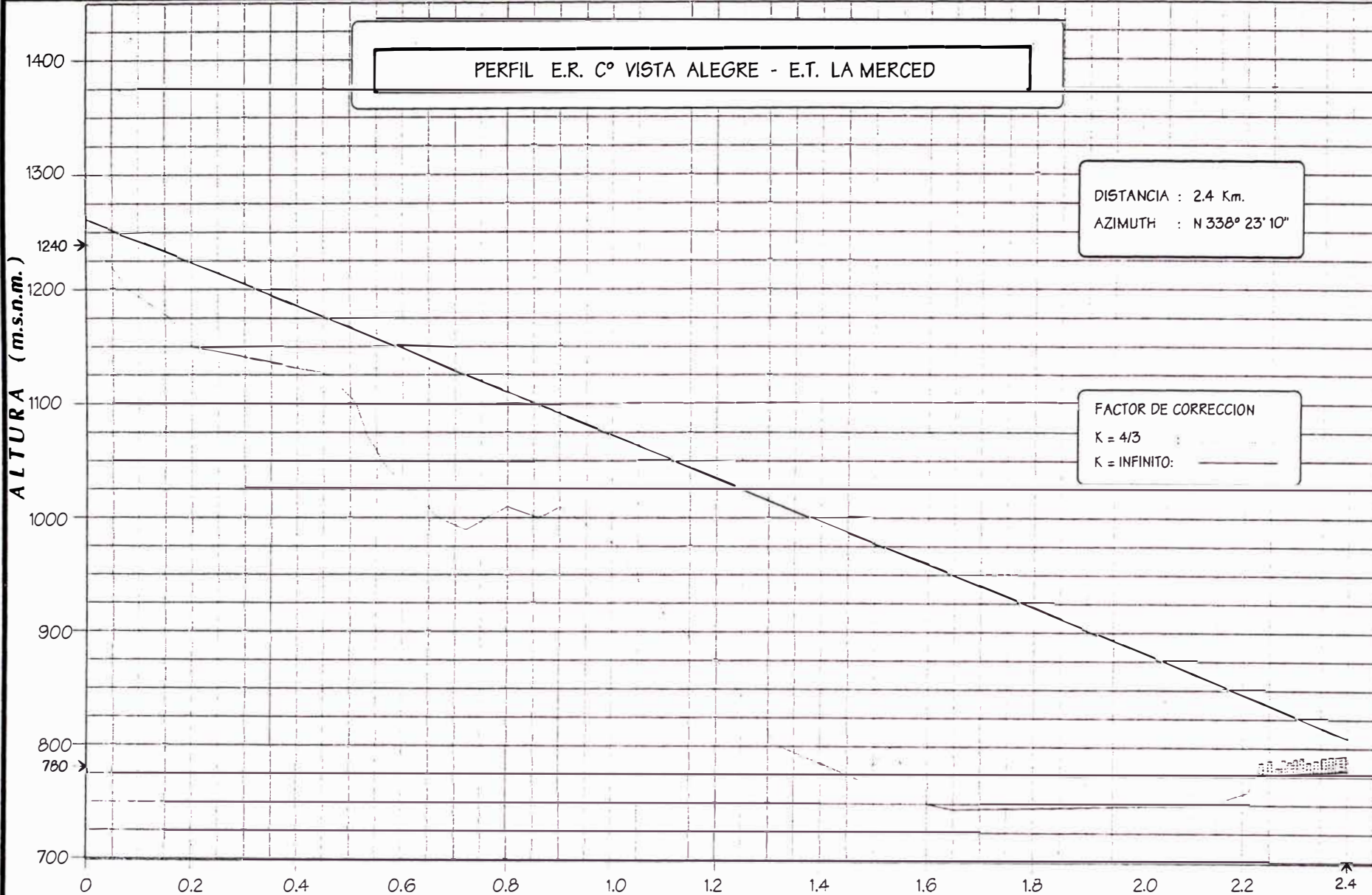




PERFIL E.R. C° VISTA ALEGRE - E.T. LA MERCED

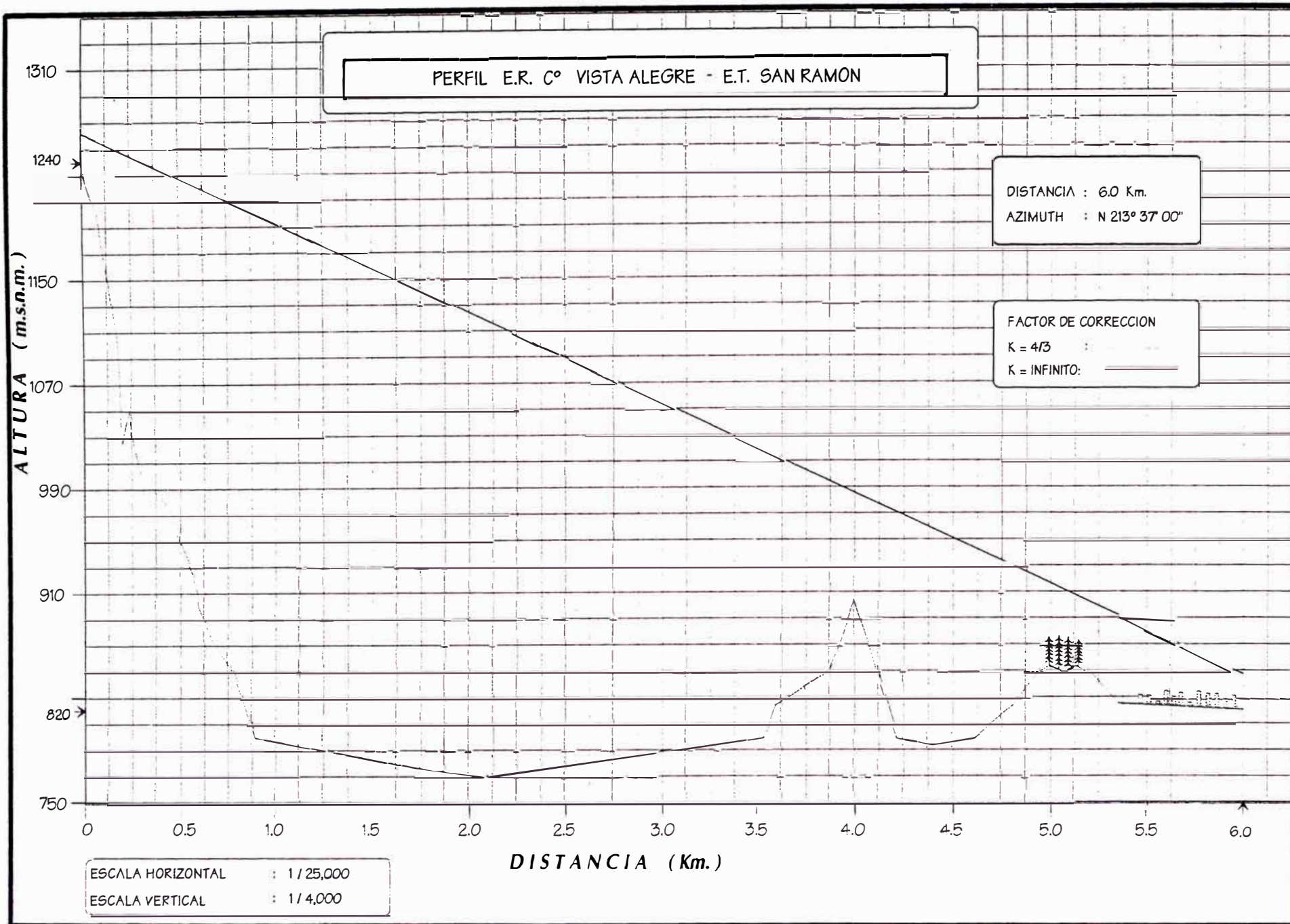
DISTANCIA : 2.4 Km.
AZIMUTH : N 338° 23' 10"

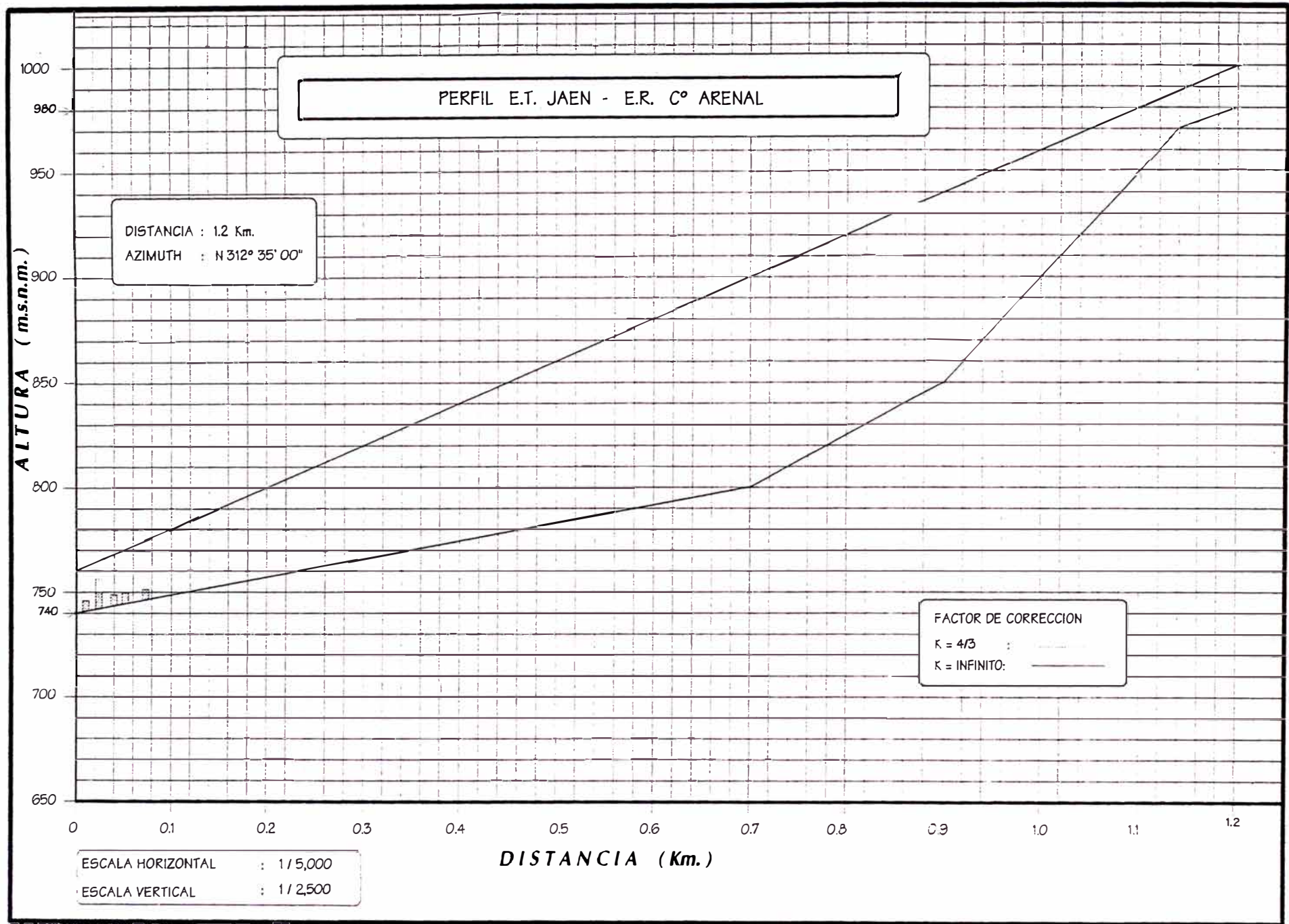
FACTOR DE CORRECCION
K = 4/3
K = INFINITO:

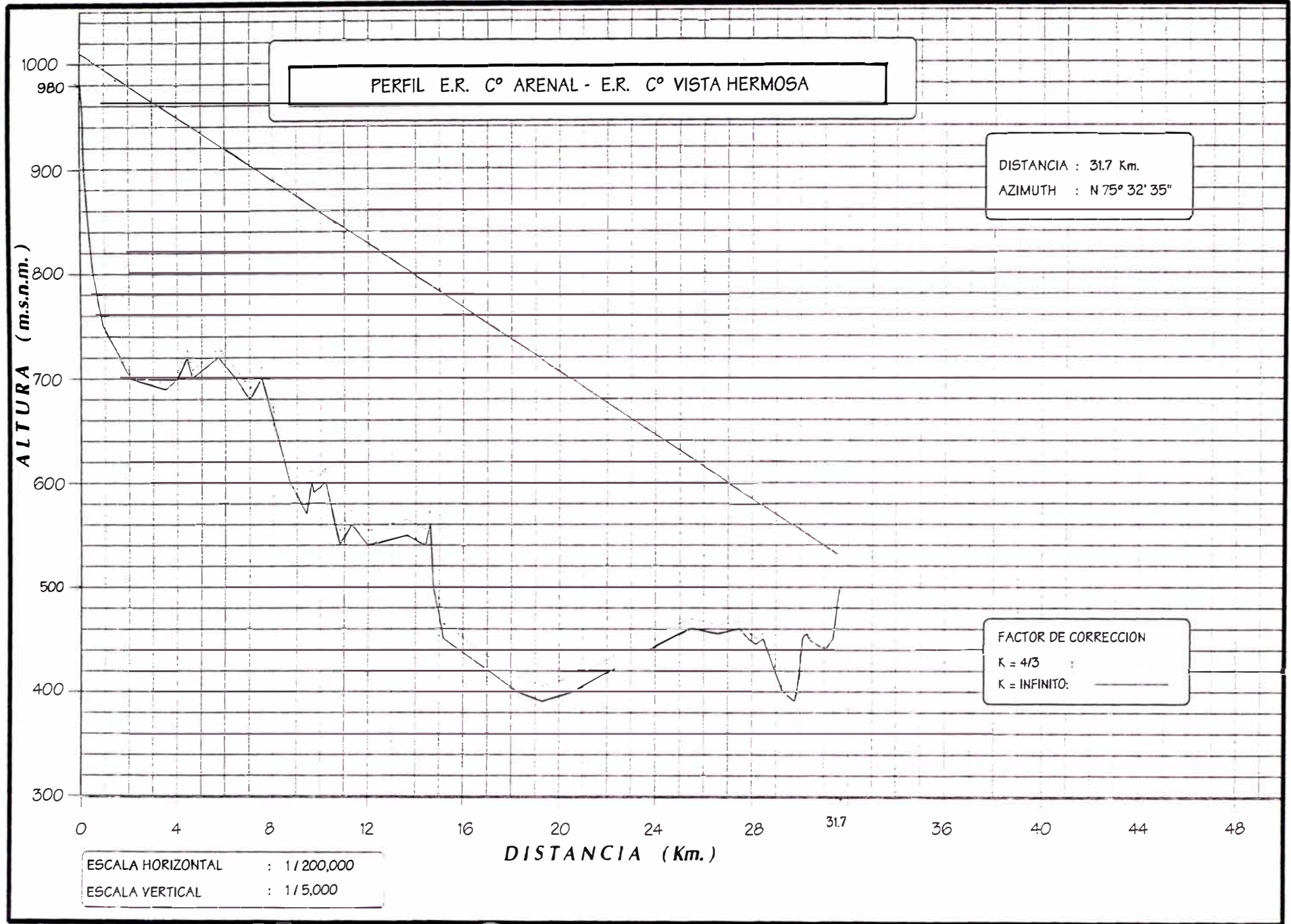


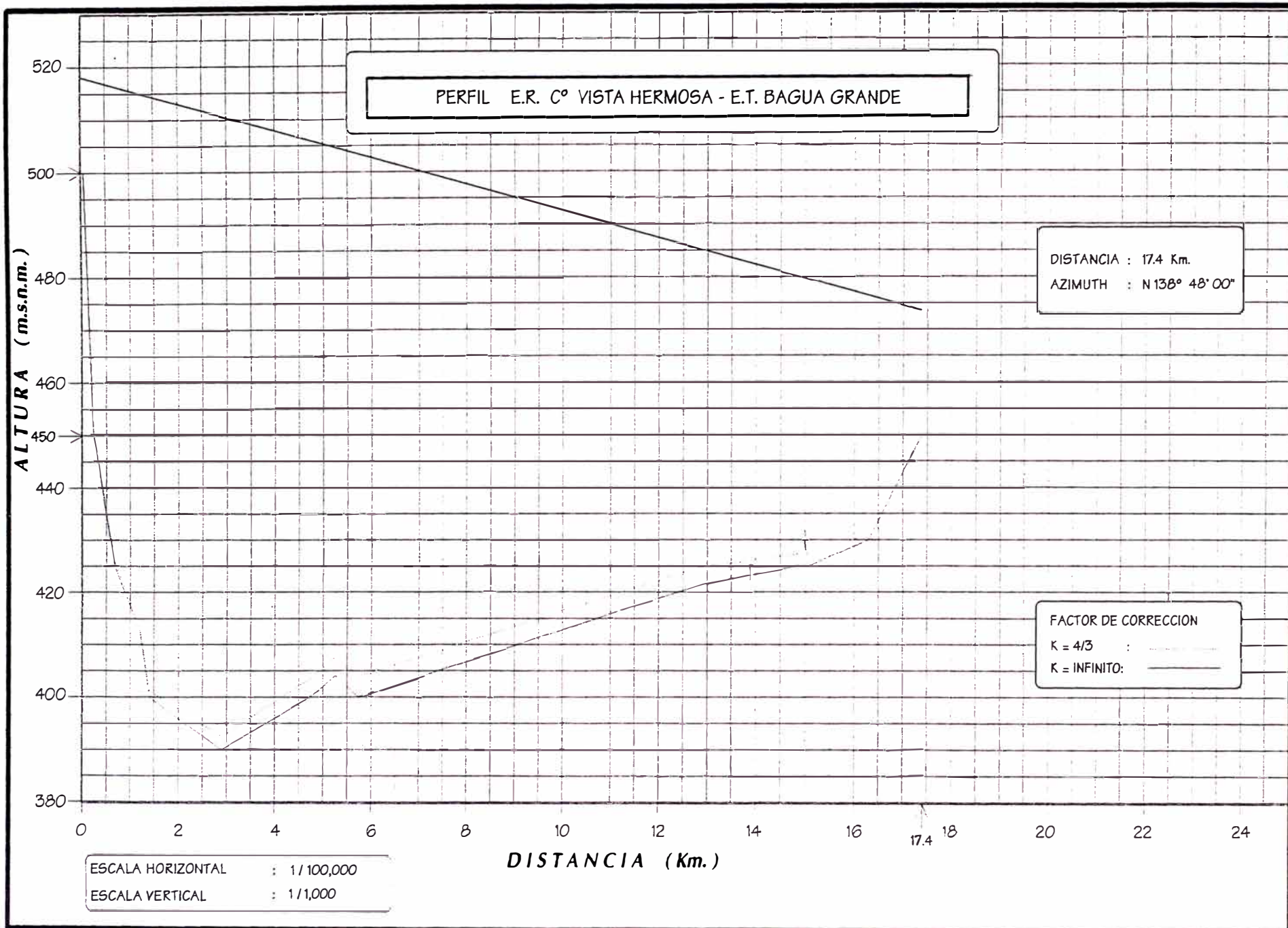
ESCALA HORIZONTAL : 1/10,000
ESCALA VERTICAL : 1/5,000

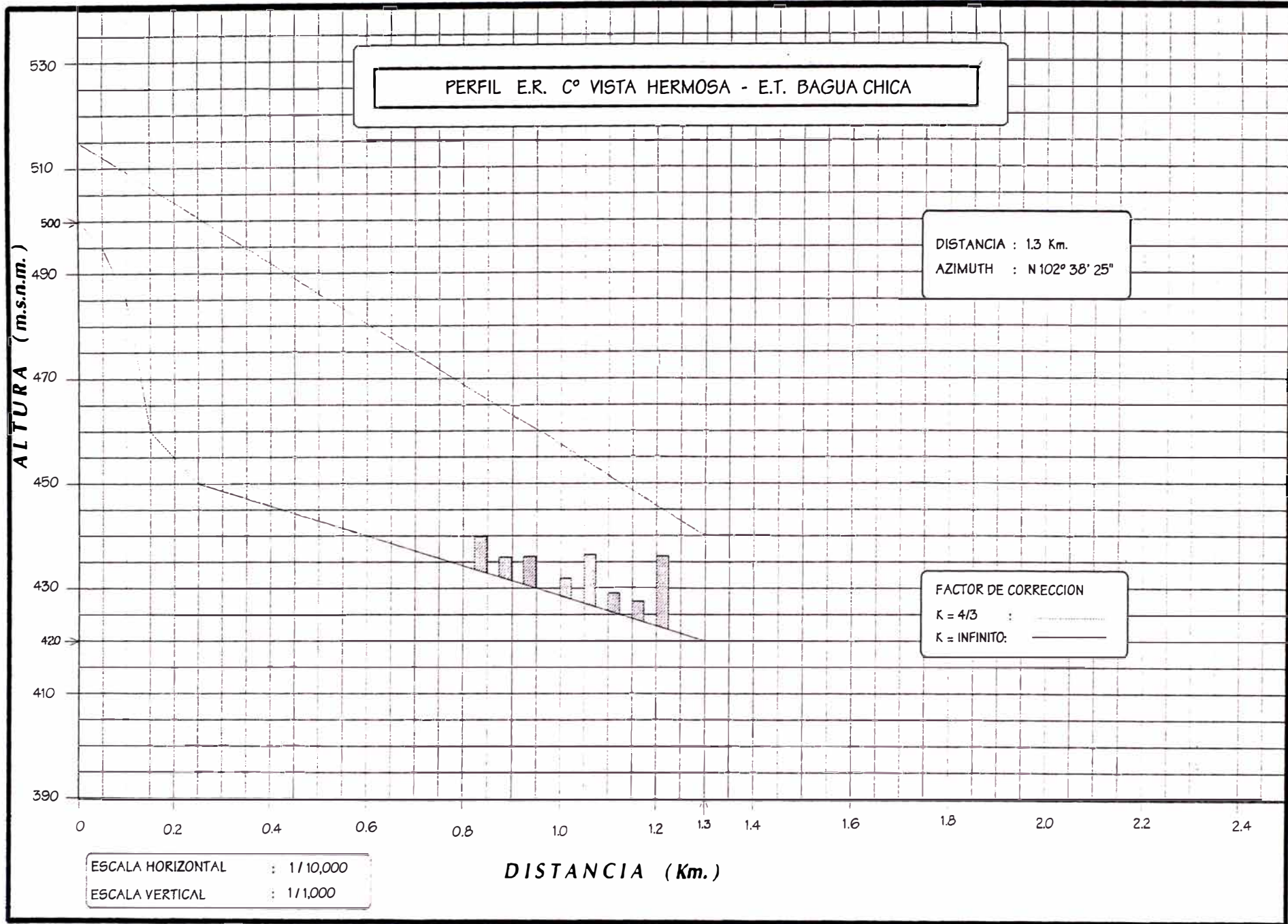
DISTANCIA (Km.)

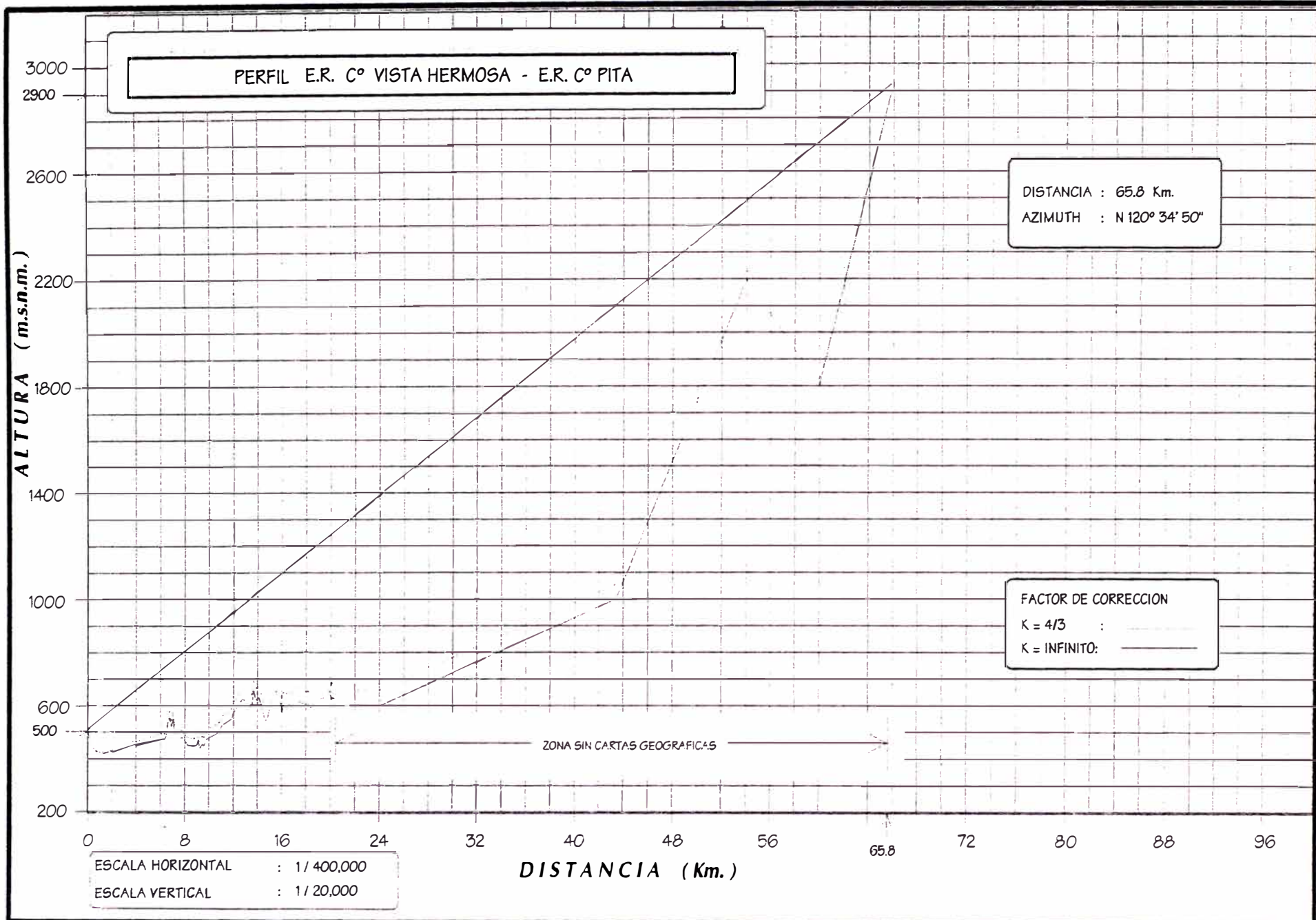


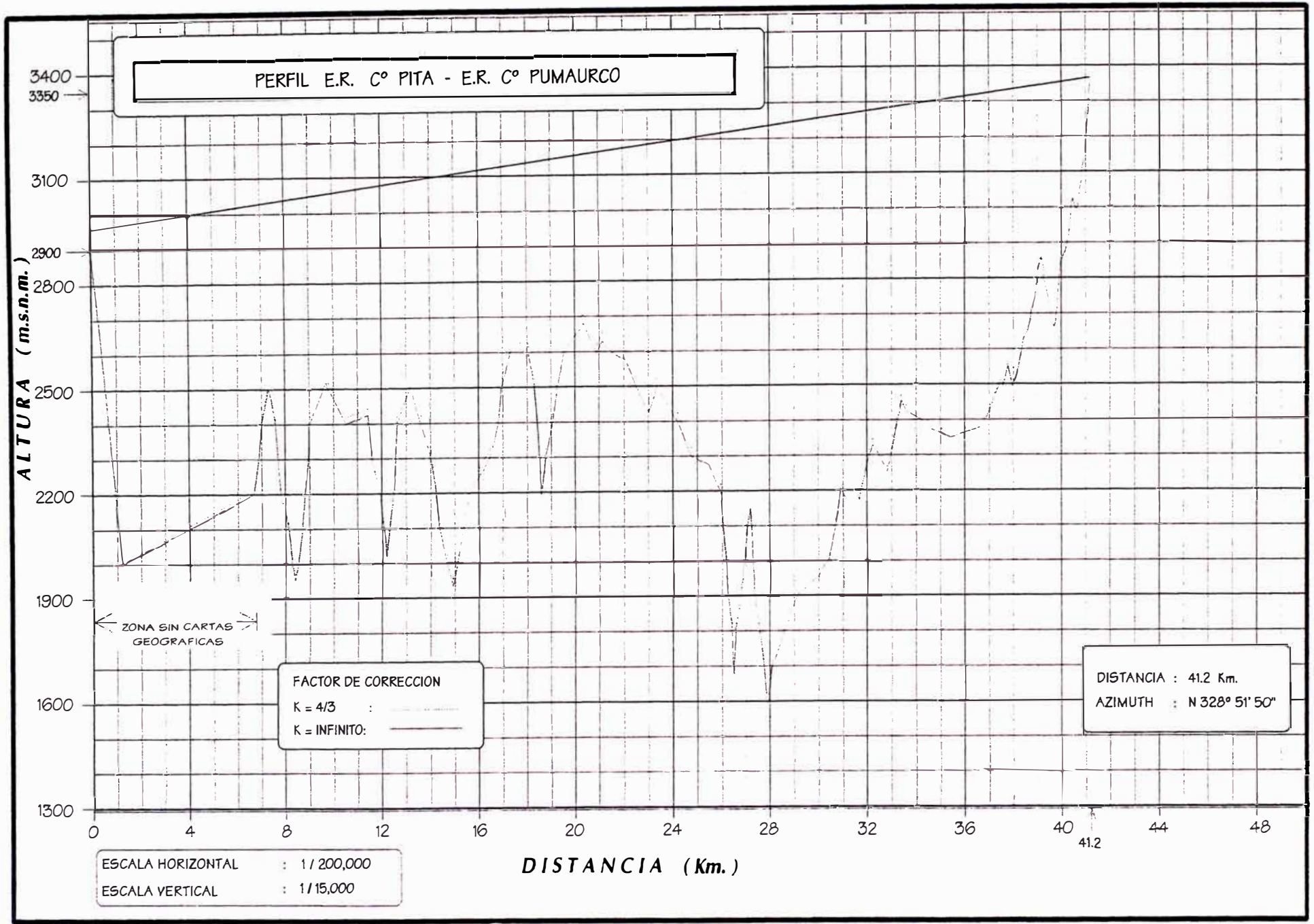


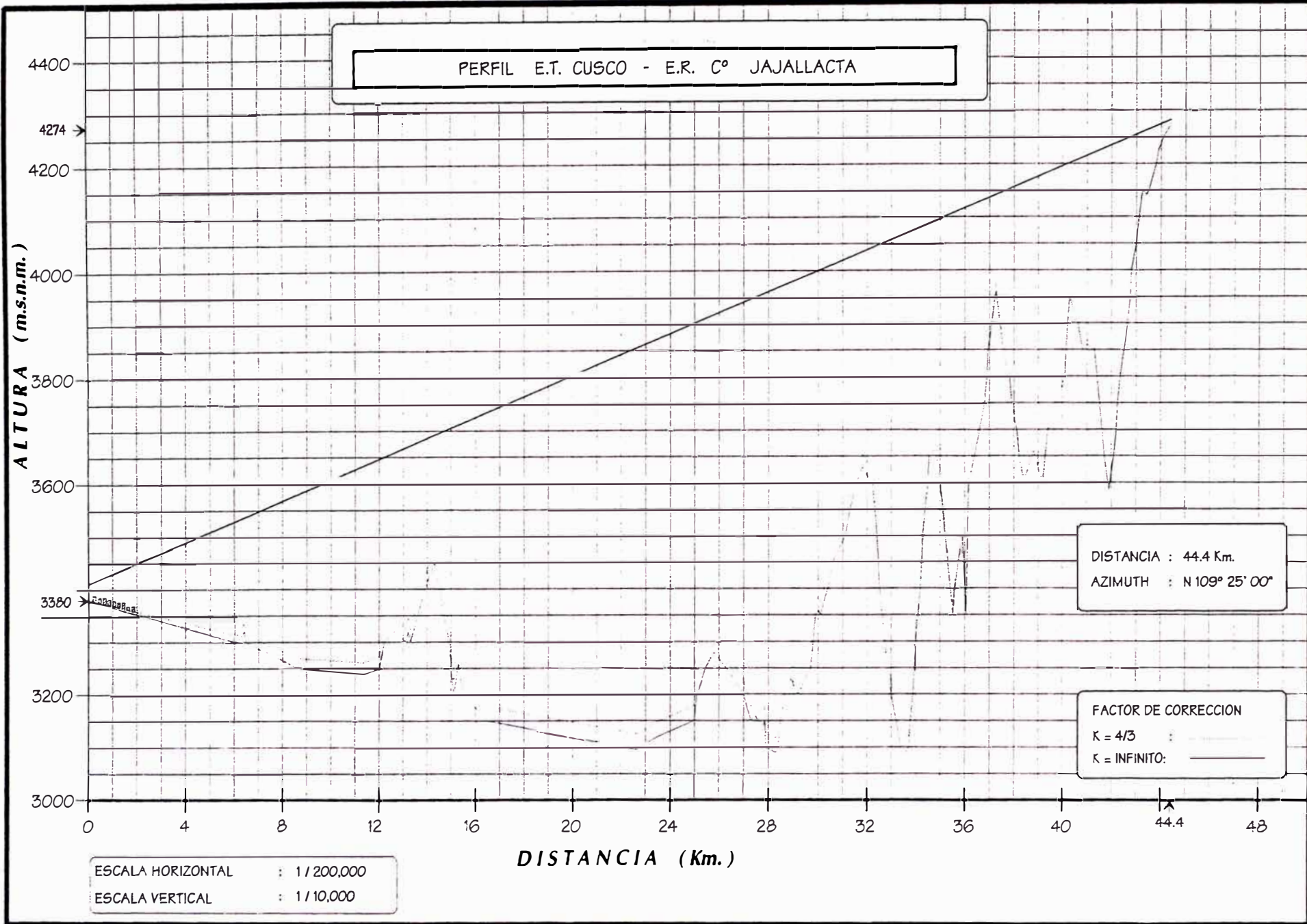


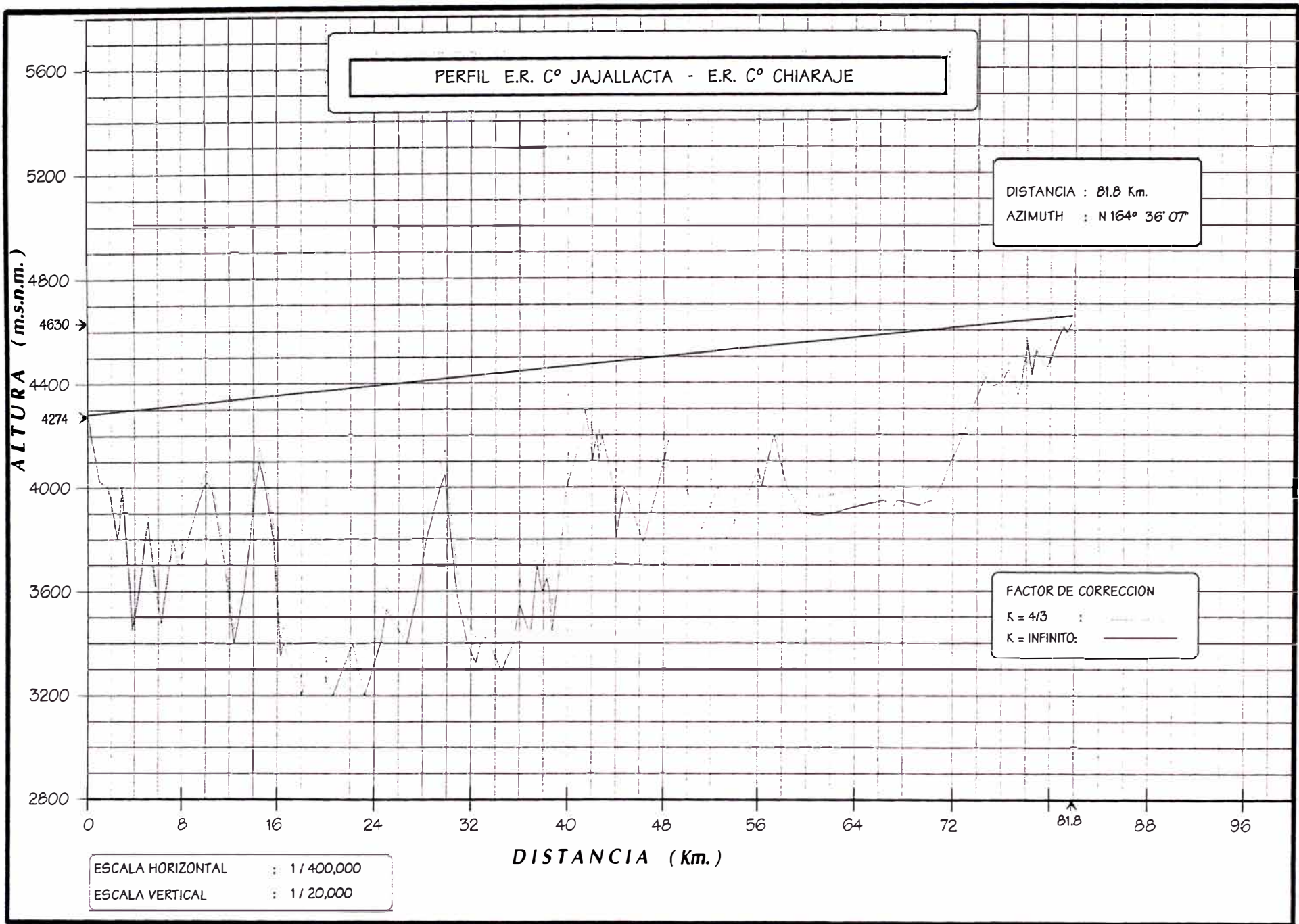


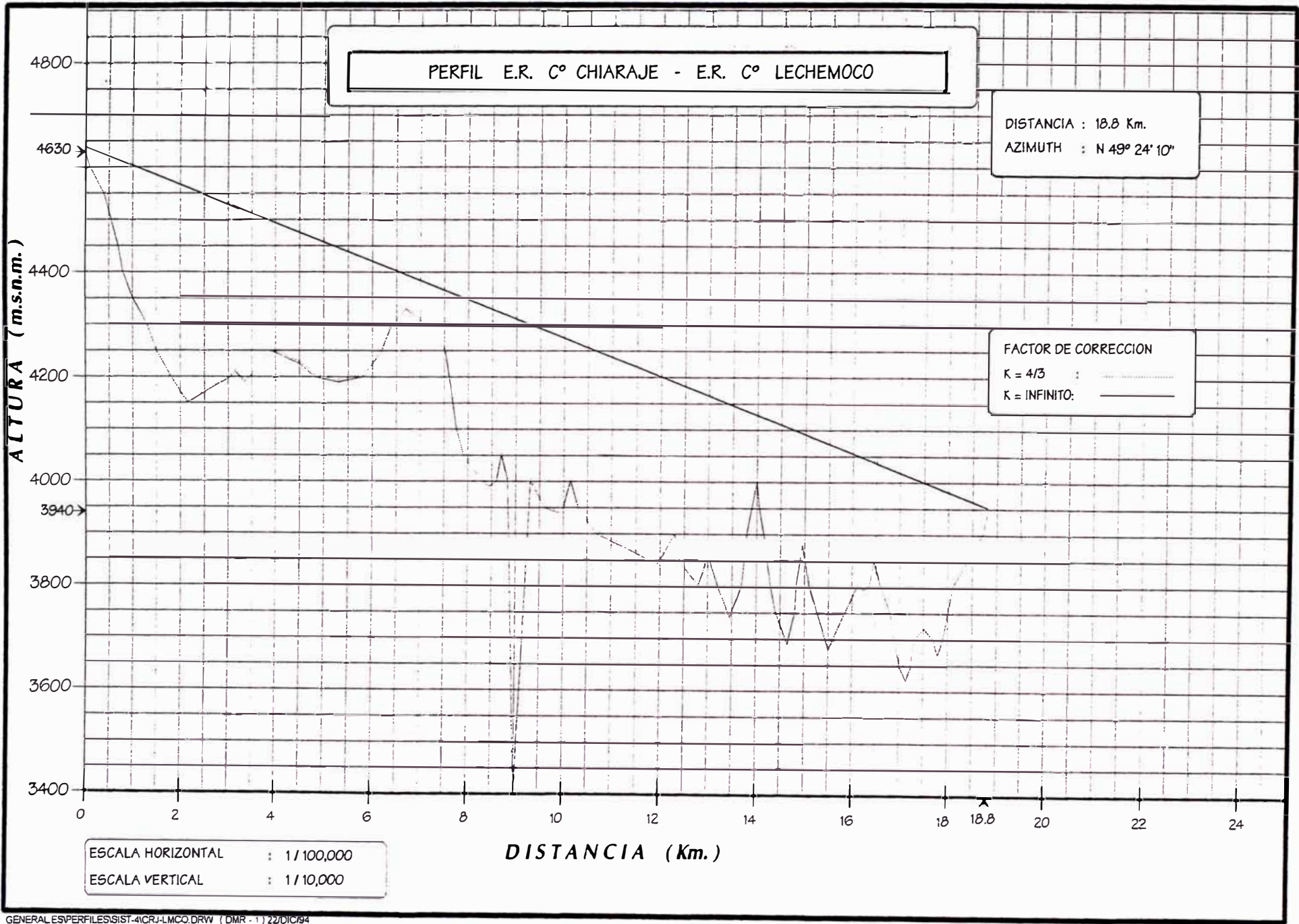


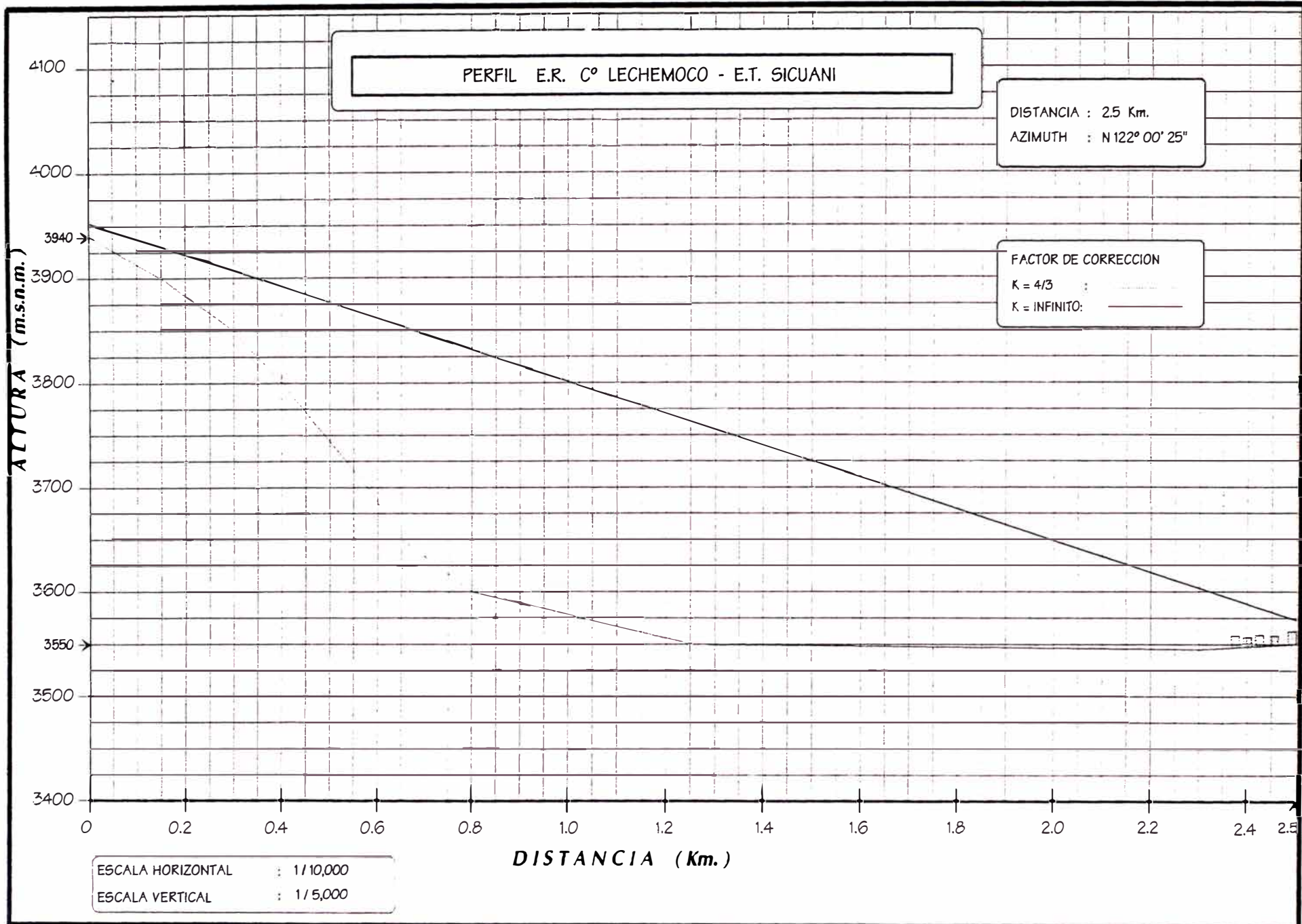






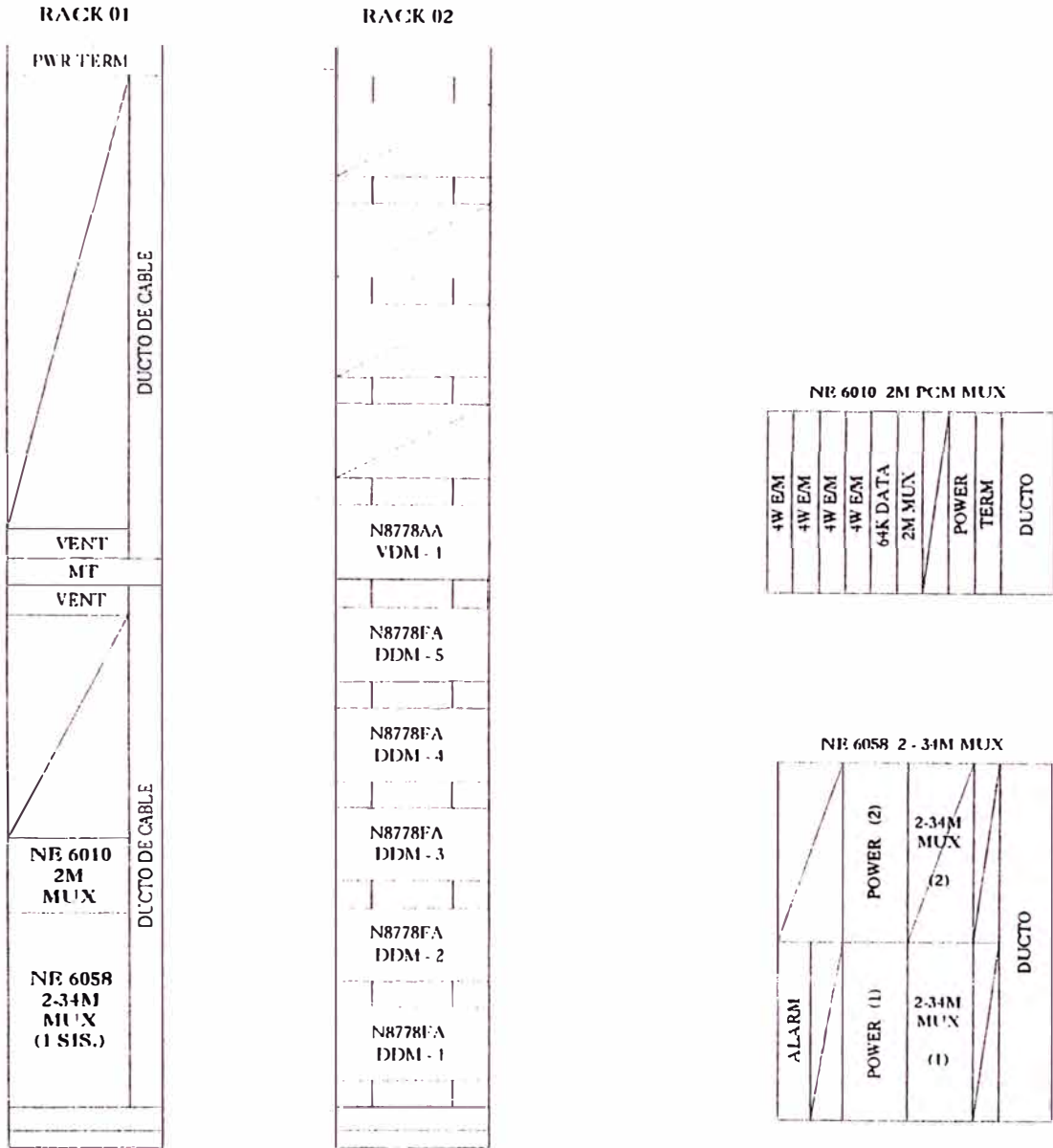




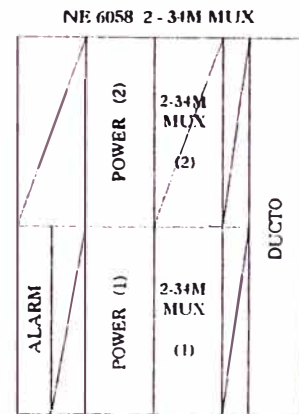
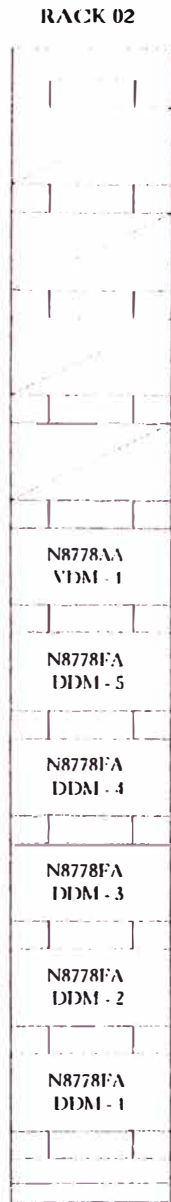


APENDICE E - DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX

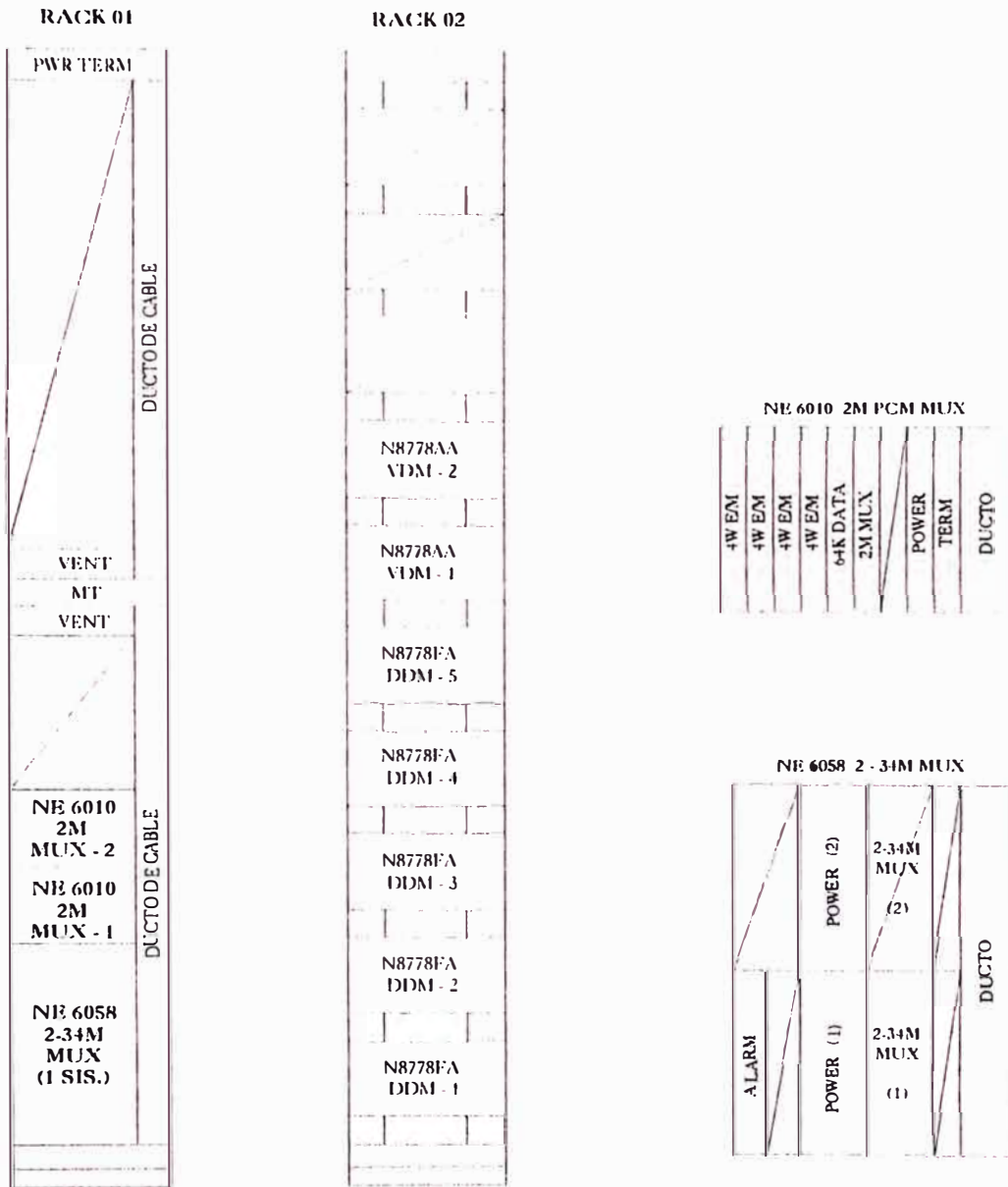
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX HUANCAYO



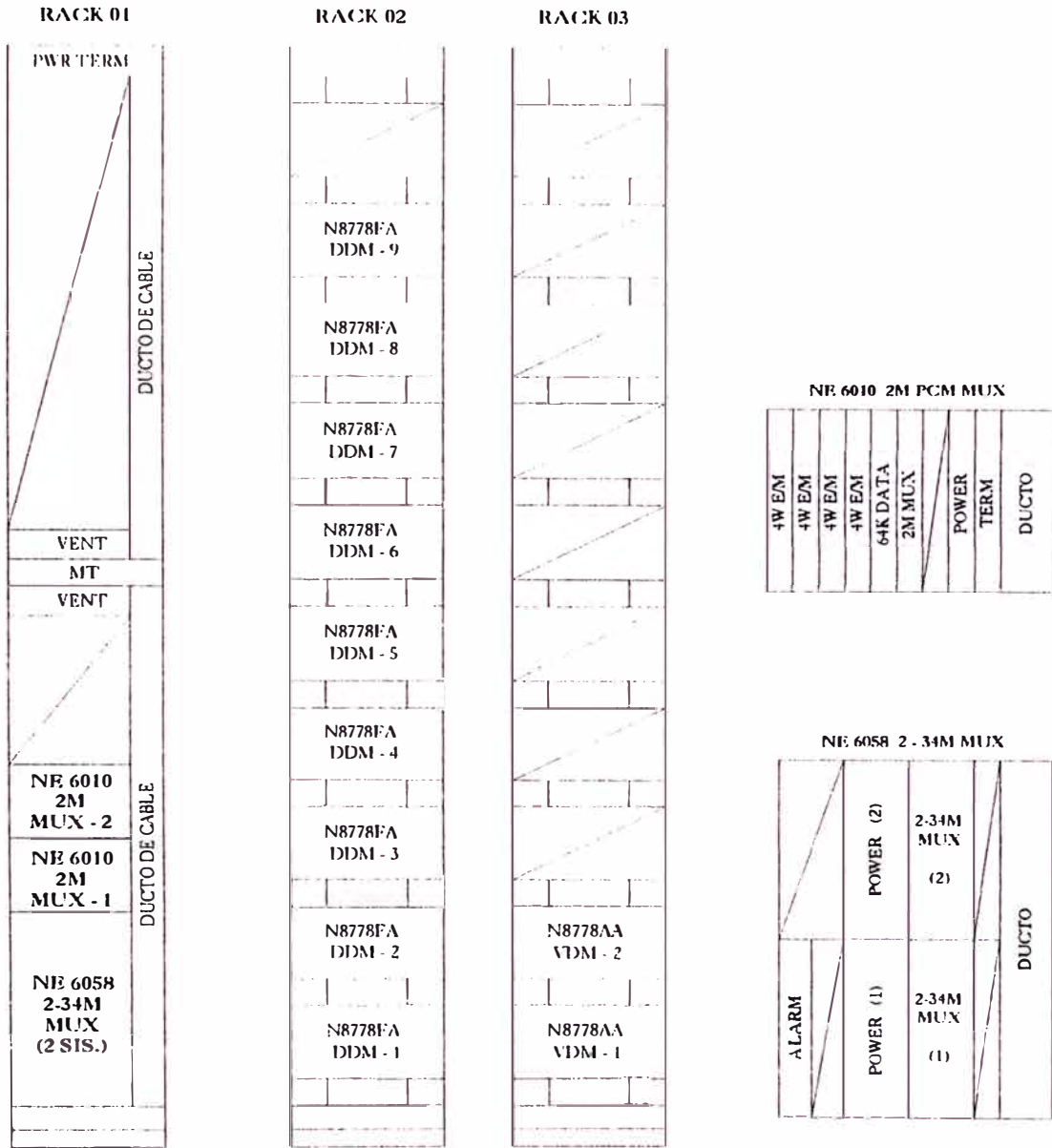
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX JAUJA



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX TARMA



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX LA MERCED

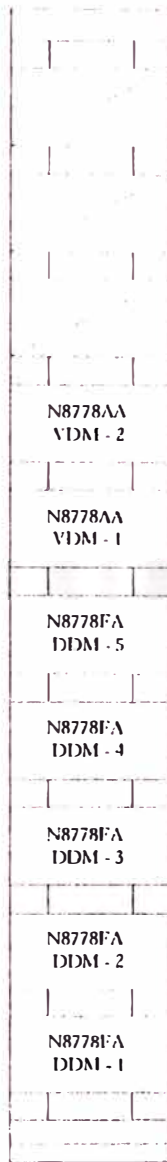


DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX SAN RAMON

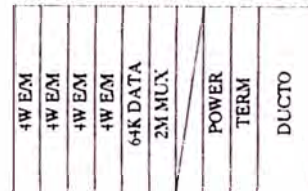
RACK 01



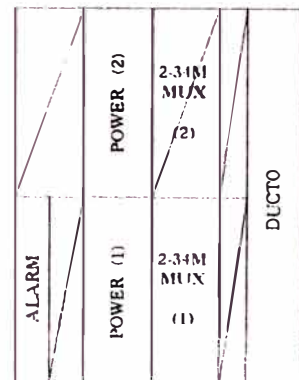
RACK 02



NE 6010 2M PCM MUX

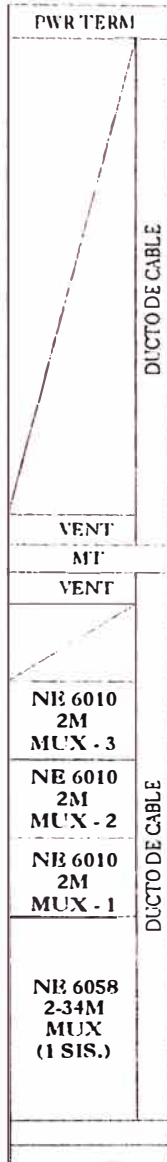


NE 6058 2 - 34M MUX

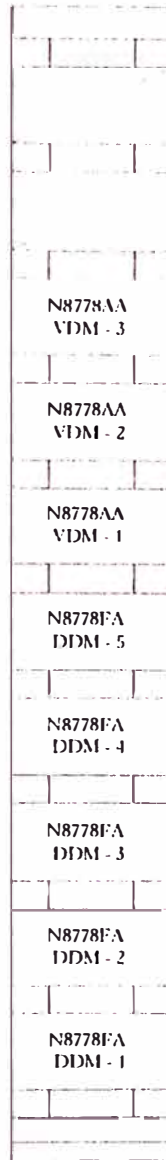


DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX JAEN

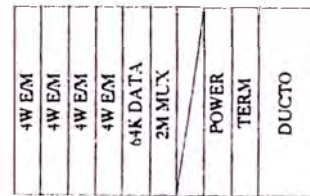
RACK 01



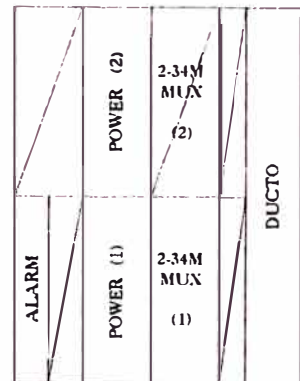
RACK 02



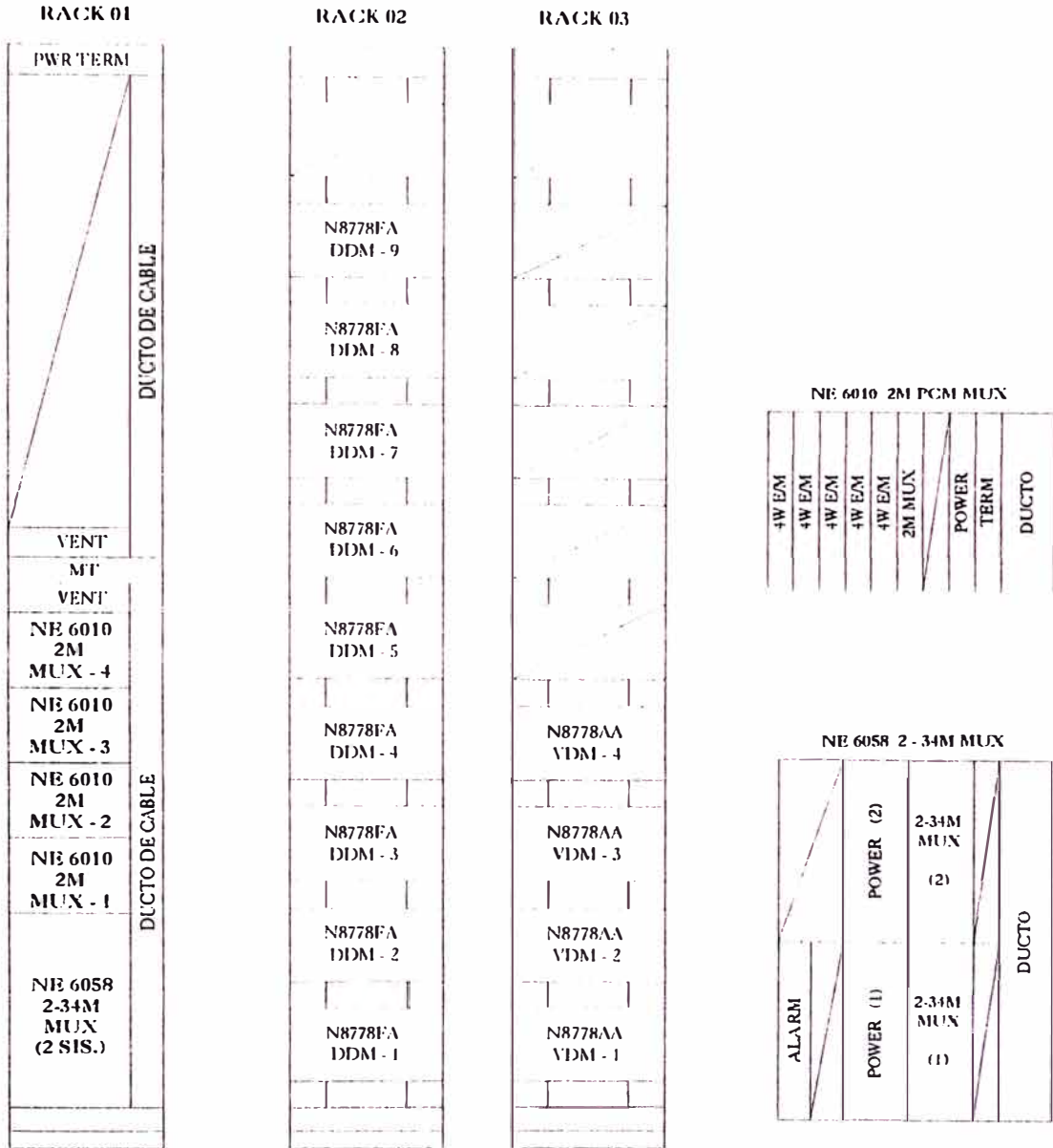
NE 6010 2M PCM MUX



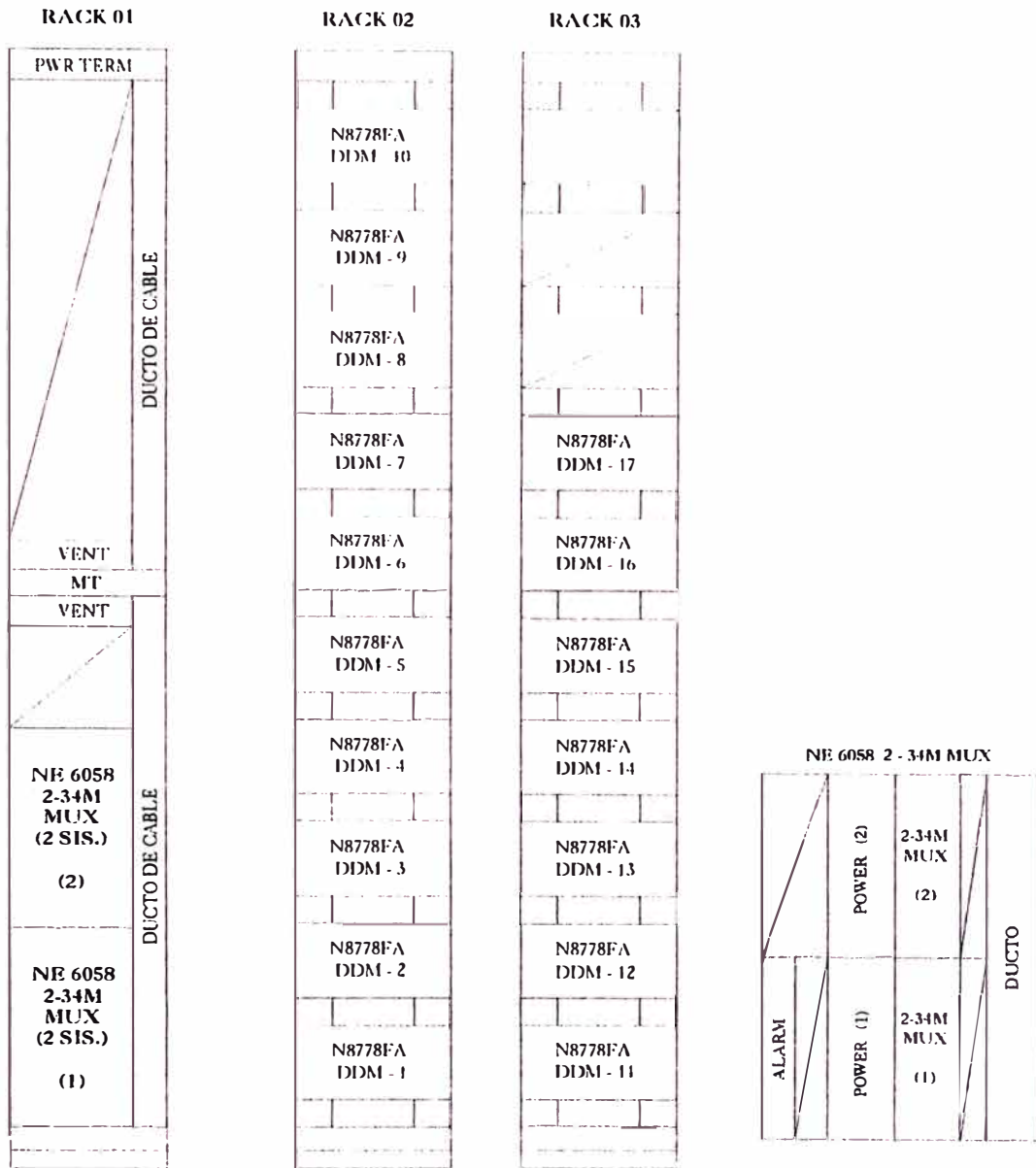
NE 6058 2 - 34M MUX



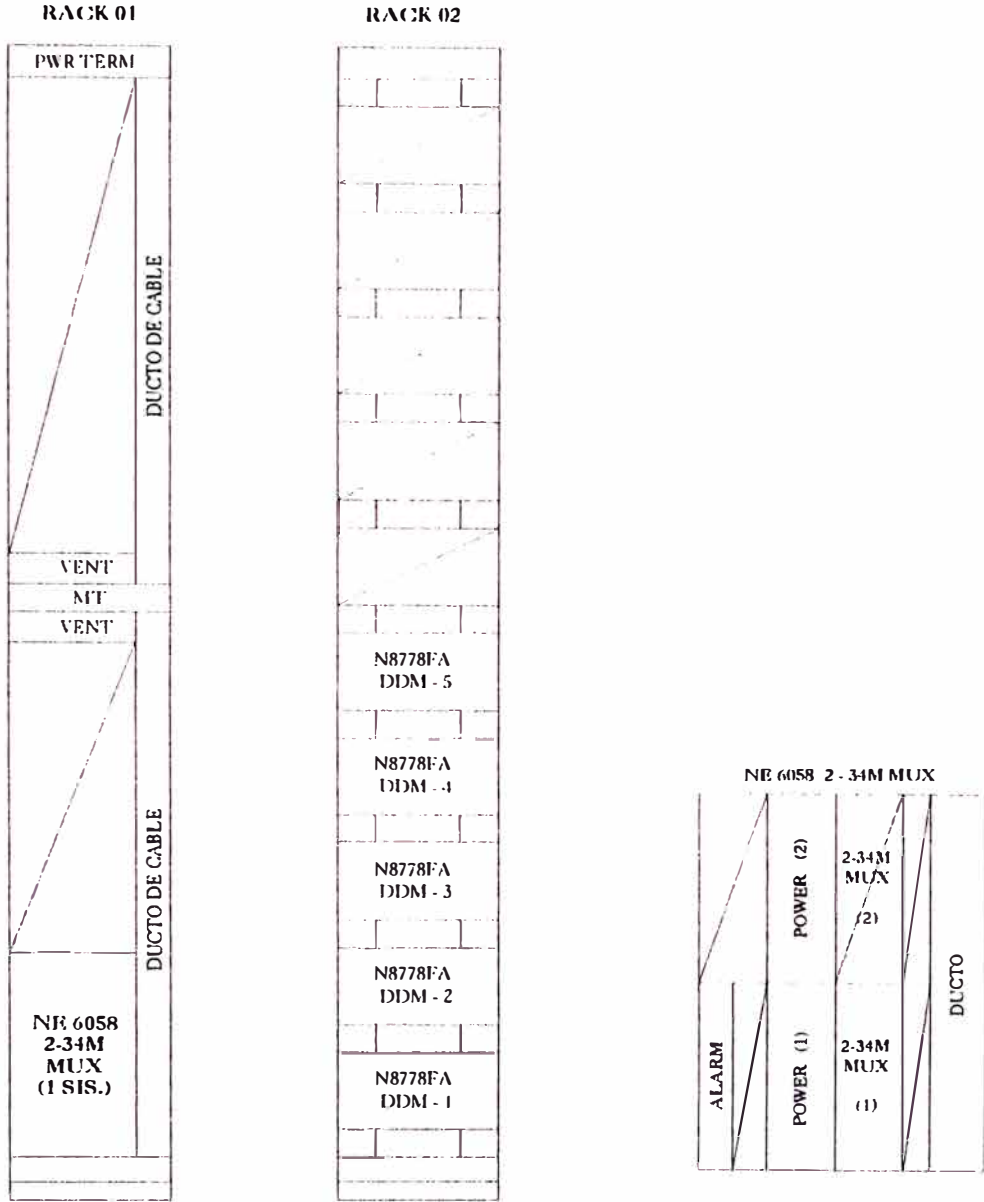
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX ARENAL



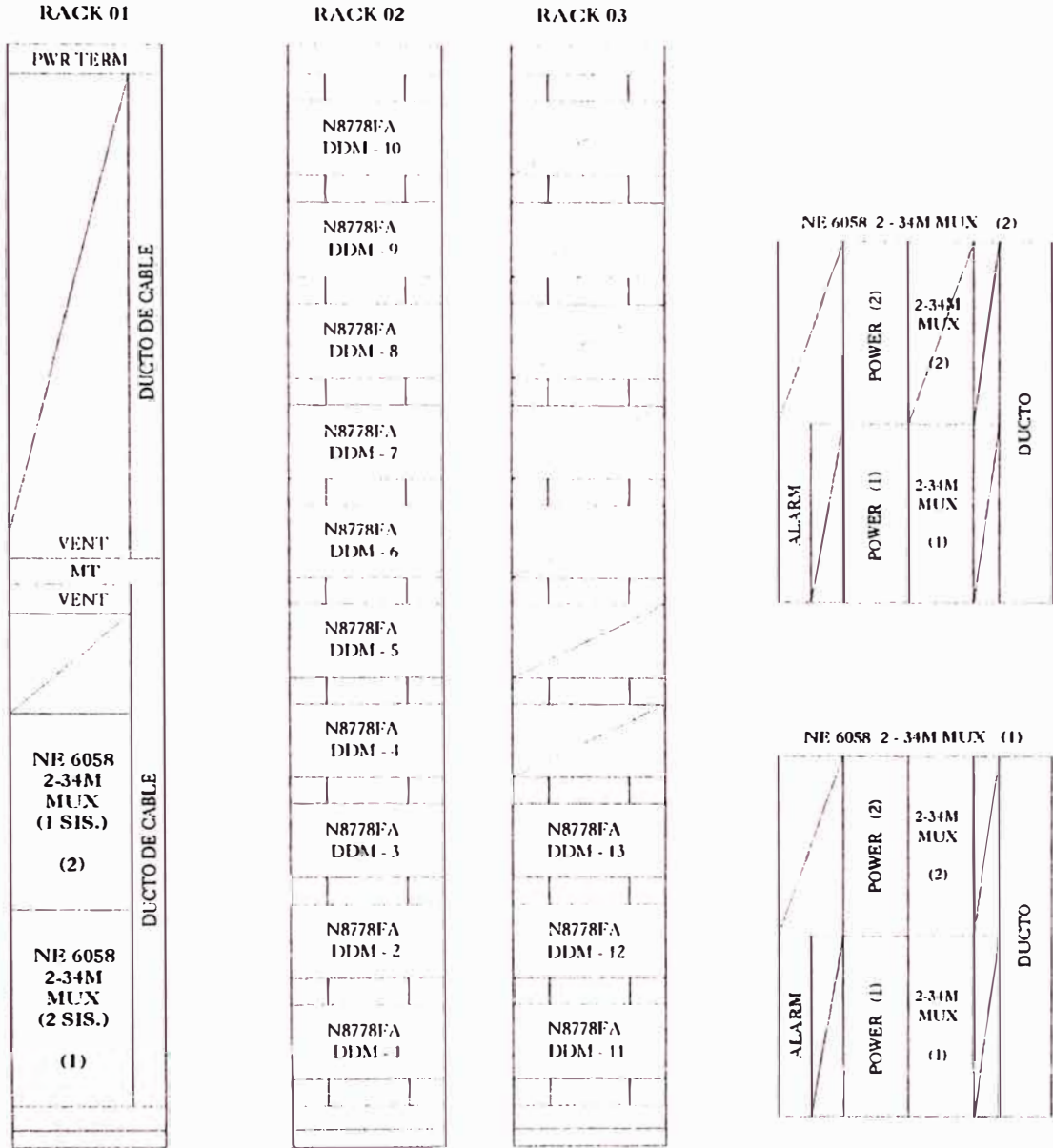
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX VISTA HERMOSA



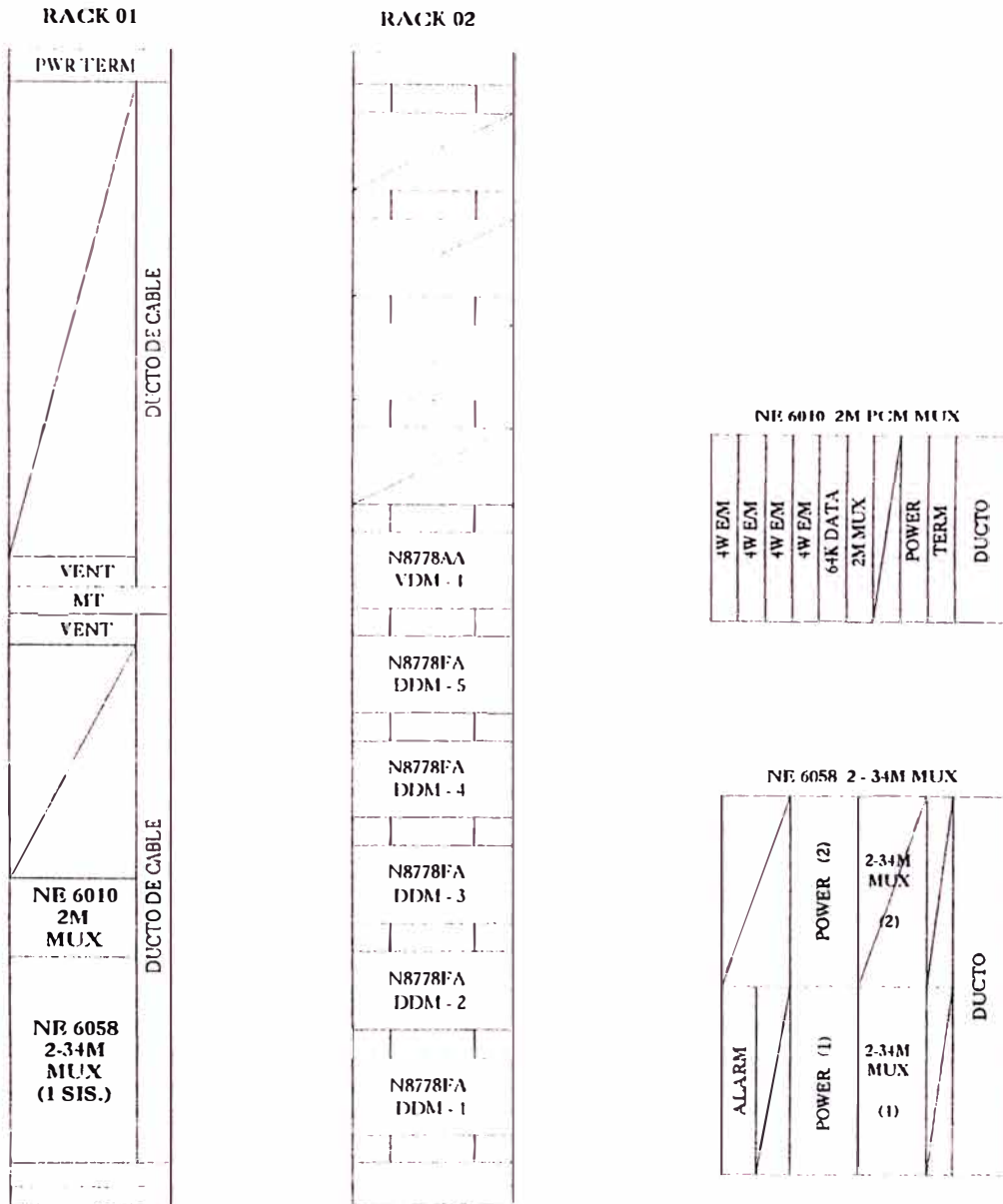
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX TRUJILLO



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX PUMAURCO



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX BAGUA GRANDE

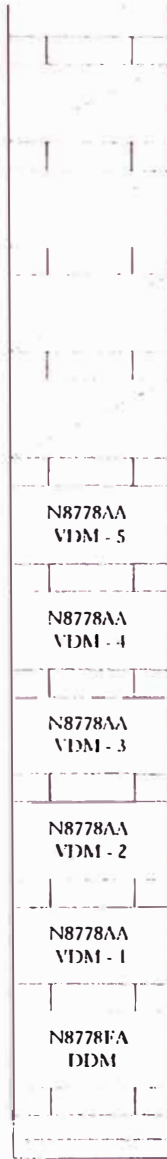


DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX CHICLAYO

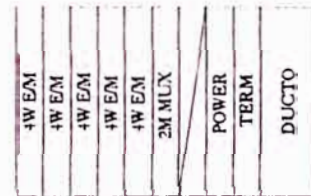
RACK 01



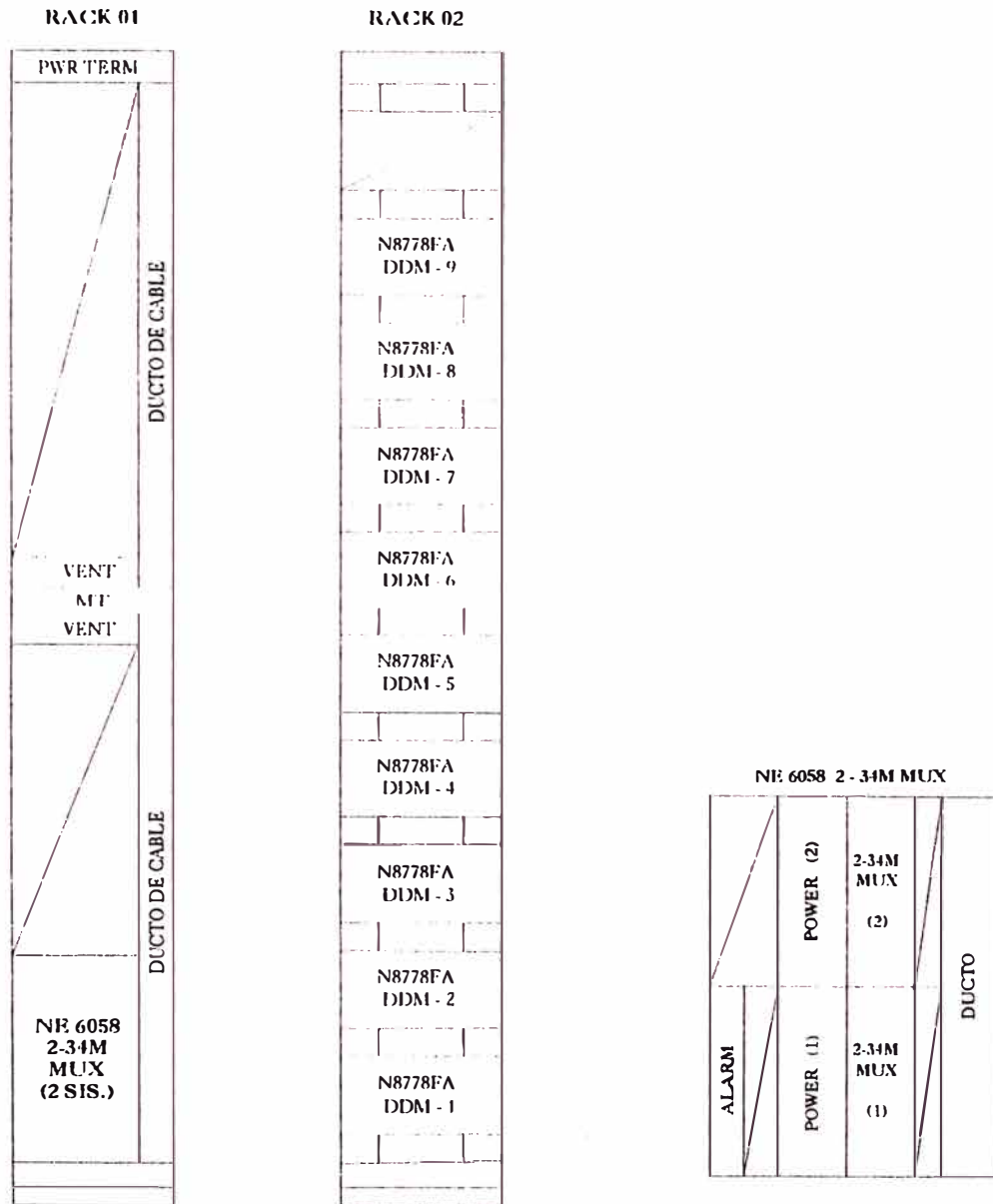
RACK 02



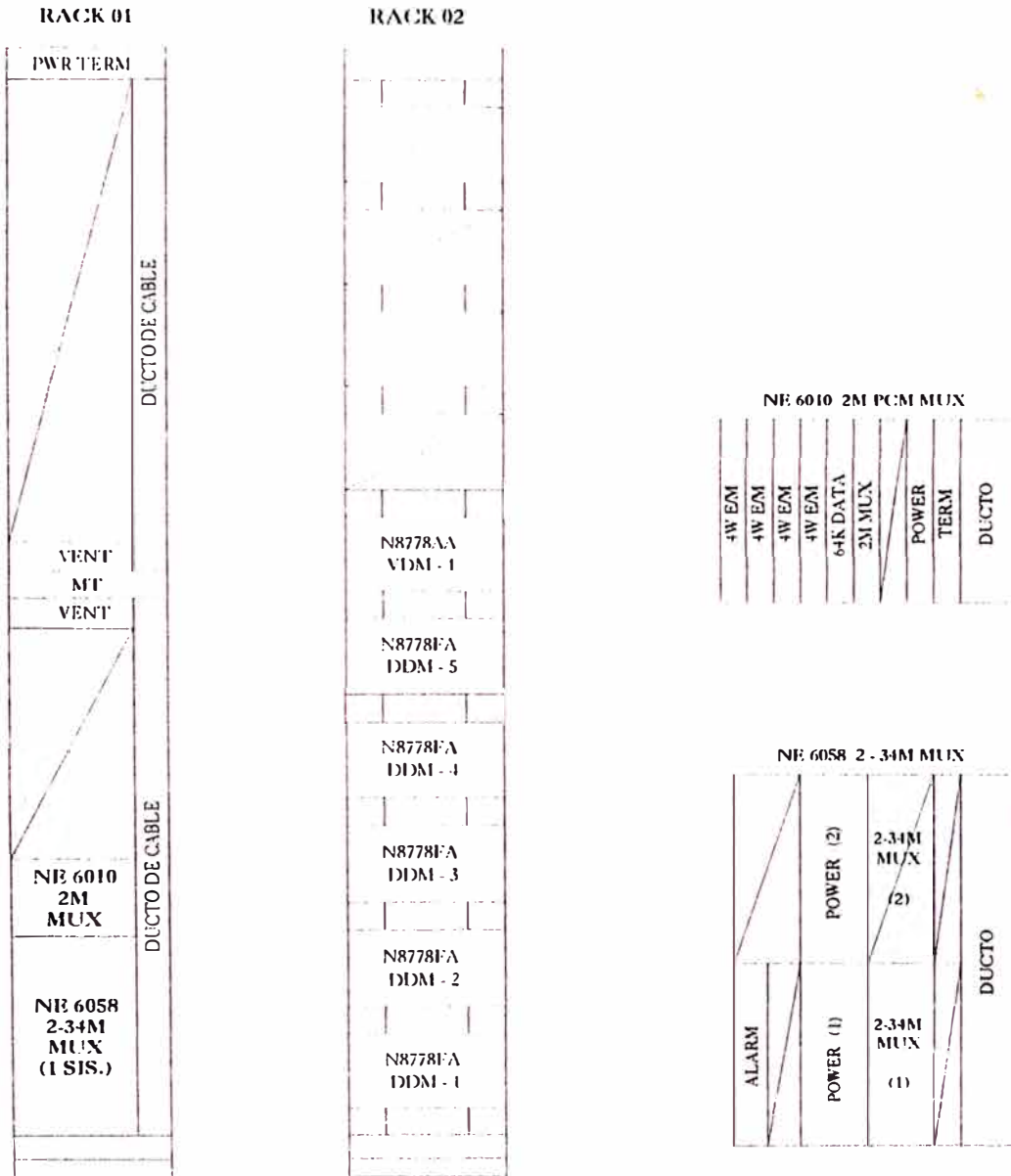
NE 6010 2M PCM MUX (1-5)



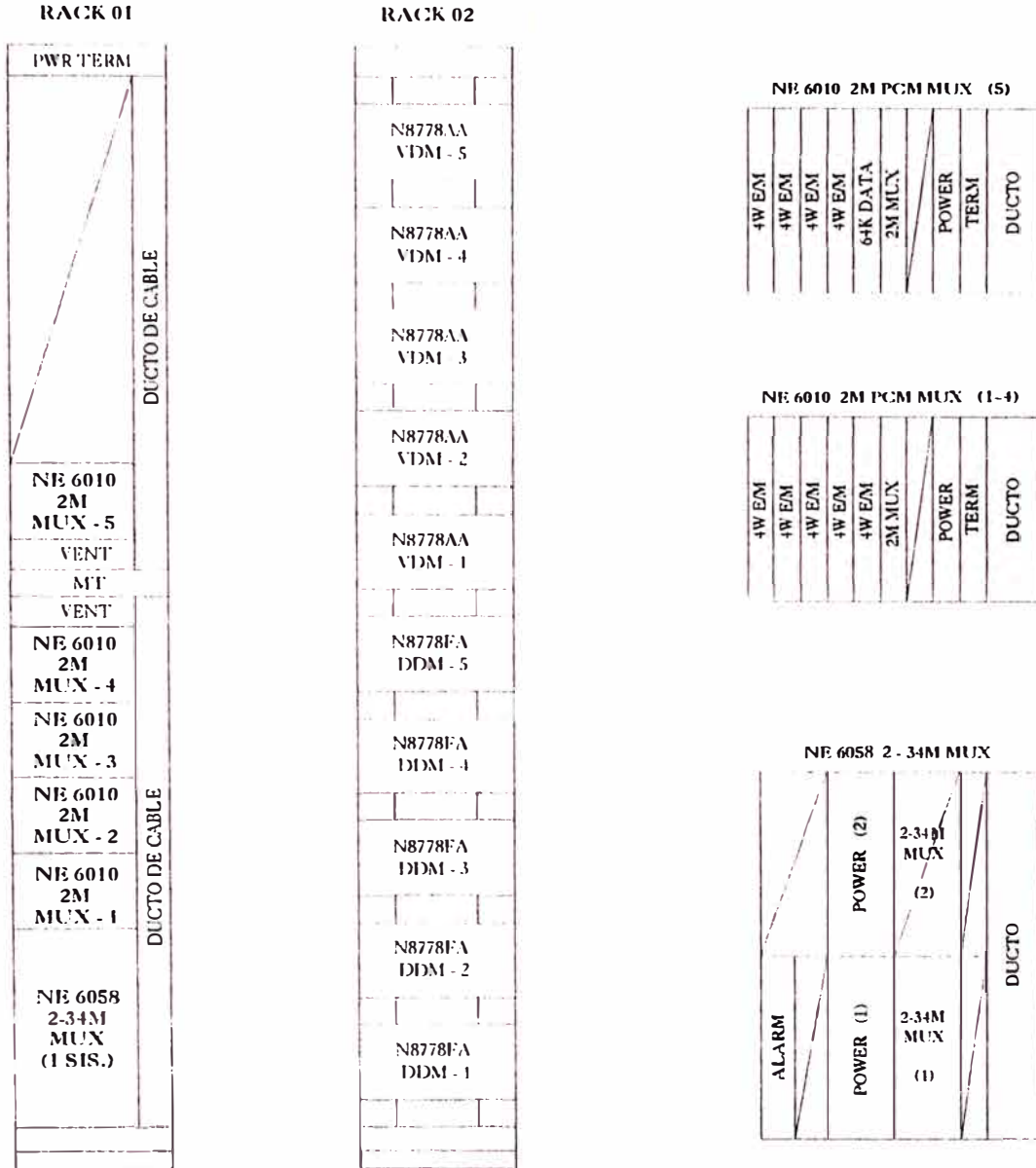
DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX CAJAMARCA



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX CUSCO



DISPOSICION FRONTAL DEL EQUIPO MUX SICUANI



BIBLIOGRAFIA

- Fundamentos de transmisión digital INICTEL (1992)
- Diseño de enlaces PCM por microondas INICTEL (1990)
- Recomendaciones G.XXX CCITT (UIT-T)
- Recomendaciones 338, 385,594,930 CCIR (UIT-R)
- Digital microwave radio NEC CORPORATION (1988)
- Manuales de equipos suministrados NEC CORPORATION (1994)