

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**“ RADIO ENLACE DIGITAL POR MICROONDAS
PARA INTERCONECTAR LAS OPERACIONES
DE PETROPERU EN EL NOROESTE”**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

Manuel José Canto Gamboa

Lima - Perú

1996

A MI QUERIDO PADRE, A MI ADORADA ESPOSA E HIJAS QUE INCENTIVARON Y OFRECIERON SU APOYO CONSTANTE; VA PARA ELLOS MI PROFUNDO AGRADECIMIENTO.

SUMARIO

Para atender ésta demanda de servicio, se decidió reemplazar la Red de Microondas Analógica que venia funcionando desde hace 10 años y en los últimos 4 años con limitaciones y baja confiabilidad por no disponer de equipos para ampliar la cantidad de canales ni contar con soporte técnico en el suministro de módulos de repuestos por haberse retirado del mercado el fabricante de estos equipos.

La ejecución de éste proyecto permitió atender la demanda del servicio de telecomunicaciones en la zona norte de Talara en cantidad, calidad y confiabilidad disponiéndose de un equipamiento flexible para adecuarse a futuros cambios en la demanda de servicio.

El presente informe muestra las diferentes etapas desarrolladas durante el proceso de ejecución del proyecto que fue desde la justificación técnico/económica inicial hasta la puesta en operación y servicio dentro de los plazos previstos.

RADIO ENLACE DIGITAL POR MICROONDAS
PARA INTERCONECTAR LAS OPERACIONES DE
PETROPERU EN EL NOROESTE

EXTRACTO

TITULO : “ RADIO ENLACE DIGITAL POR MICROONDAS
PARA INTERCONECTAR LAS OPERACIONES DE
PETROPERU EN EL NOROESTE ”

AUTOR : Manuel José Canto Gamboa

GRADO QUE OPTA : Ingeniero Electrónico

FACULTAD : Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

UNIVERSIDAD : Universidad Nacional de Ingeniería

CIUDAD : Lima - Perú

AÑO : 1996

El trabajo profesional realizado comprende el reemplazo de la red de microondas analógico por una red de microondas digital.

Con la ejecución del presente trabajo permitió atender la demanda de servicio de comunicación de voz/datos presentados en El Alto y en Laguna Zapotal debido al traslado de oficinas del Area de Producción de la ciudad de Talara a El Alto y Laguna Zapotal.

Los alcances del trabajo son :

- Justificación técnico - económica del proyecto para ser considerado dentro del presupuesto de inversiones del año siguiente y su correspondiente asignación de fondos.
- Coordinación con los representantes de las principales marcas de equipos de

telecomunicaciones para que presenten propuestas a las necesidades de PETROPERU.

- Confección de las bases técnicas administrativas para el concurso de compra del equipamiento.
- Ejecución del concurso , evaluación de las propuestas y adjudicación de la Buena Pro.
- Instalación y puesta en servicio del radio enlace digital por microondas.
- Propuesta.

La ejecución del proyecto fue necesario debido al traslado a El Alto y Laguna Zapotal de las oficinas operativas y administrativas del área de Explotación, anteriormente ubicadas en la ciudad de Talara, motivados por el proceso de cambios estructurales a interior de la empresa.

El planeamiento y diseño del proyecto se efectuó dentro de un clima de continuos cambios estructurales de la empresa, por lo cual se planteo una serie de alternativas considerando estos cambios y tratando de prever los futuros cambios.

La toma de la decisión final de la configuración del proyecto se tomo al conocerse el monto aprobado para invertir.

Como en todo proyecto, dentro del proceso de ejecución, el proyecto fue sometido a continuas evaluaciones sobre la conveniencia del proyecto y el dimensionamiento del equipamiento pero todas estas observaciones se superaron satisfactoriamente lo cual permitió continuar con el proyecto.

Del mismo modo durante la etapa de instalación se efectuaron cambios en las ubicaciones de los equipos y la redistribución de canales lo cual se pudo efectuar por la flexibilidad del equipamiento adquirido.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	2
1.1 Introducción	2
1.2 Descripción de sistema de telecomunicaciones anterior	5
1.3 Descripción del sistema propuesto	17
CAPITULO II	
EVALUACION TECNICO ECONOMICA	36
2.1 Justificación técnica.	36
2.2 Cálculos del radio enlace propuesto.	37
2.3 Justificación económica.	50
CAPITULO III	
PROCESO DEL CONCURSO POR COMPETENCIA.	59
3.1 Descripción del proceso.	59
3.2 Bases técnicas administrativas.	60
CAPITULO IV	
EJECUCIÓN DEL PROYECTO.	63
4.1 Calendario de ejecución.	63
4.2 Instalación y características técnicas de la etapa de Radio.	65
4.3 Instalación y características técnicas de la etapa de Mux.	86

4.4	Descripción del Software para Radio y Mux utilizado.	96
4.5	Problemas técnicos presentados durante el proceso de ejecución . . .	99
CAPITULO V		
PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		104
5.1	Puesta en servicio y pruebas de la etapa de Radio	104
5.2	Puesta en servicio y pruebas de la etapa de Mux	107
5.3	Prueba integral del sistema de telecomunicaciones	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		111
ANEXOS		116
BIBLIOGRAFIA		142

INTRODUCCION

Debido a cambios en los modos de operación y a la reestructuración interna de la empresa en el Noroeste, se trasladó a la zona norte de Talara las áreas administrativas y operativas relacionadas a la explotación de petróleo, con lo cual también la demanda de servicio telecomunicaciones se incrementó en esa zona.

Para atender esta demanda de servicio, se decidió reemplazar la Red de Microondas Analógica que venía funcionando desde hace 10 años y en los últimos 4 años con limitaciones y baja confiabilidad por no disponer de equipos para ampliar la cantidad de canales ni contar con soporte técnico en el suministro de módulos de repuestos por haberse retirado del mercado el fabricante de estos equipos.

La ejecución de este proyecto permitió atender la demanda de servicio telecomunicaciones en la zona norte de Talara en cantidad, calidad y confiabilidad disponiéndose de un equipamiento flexible para puede adecuarse a futuros cambios de demanda de servicio.

El presente informe muestra las diferentes etapas desarrolladas durante el proceso de ejecución del proyecto que fue desde la justificación técnico/económica inicial hasta la puesta en operación y servicio dentro los plazos previstos.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 Introducción

PETROPERU S.A. empresa estatal dedicada a la explotación, refinación y comercialización de combustibles, tiene su Oficina Principal en la ciudad de Lima con operaciones en Lima Metropolitana como son las refineries de La Pampilla y Conchan, las plantas de ventas de La Pampilla y Aeropuerto, la planta de Lubricantes Callao.

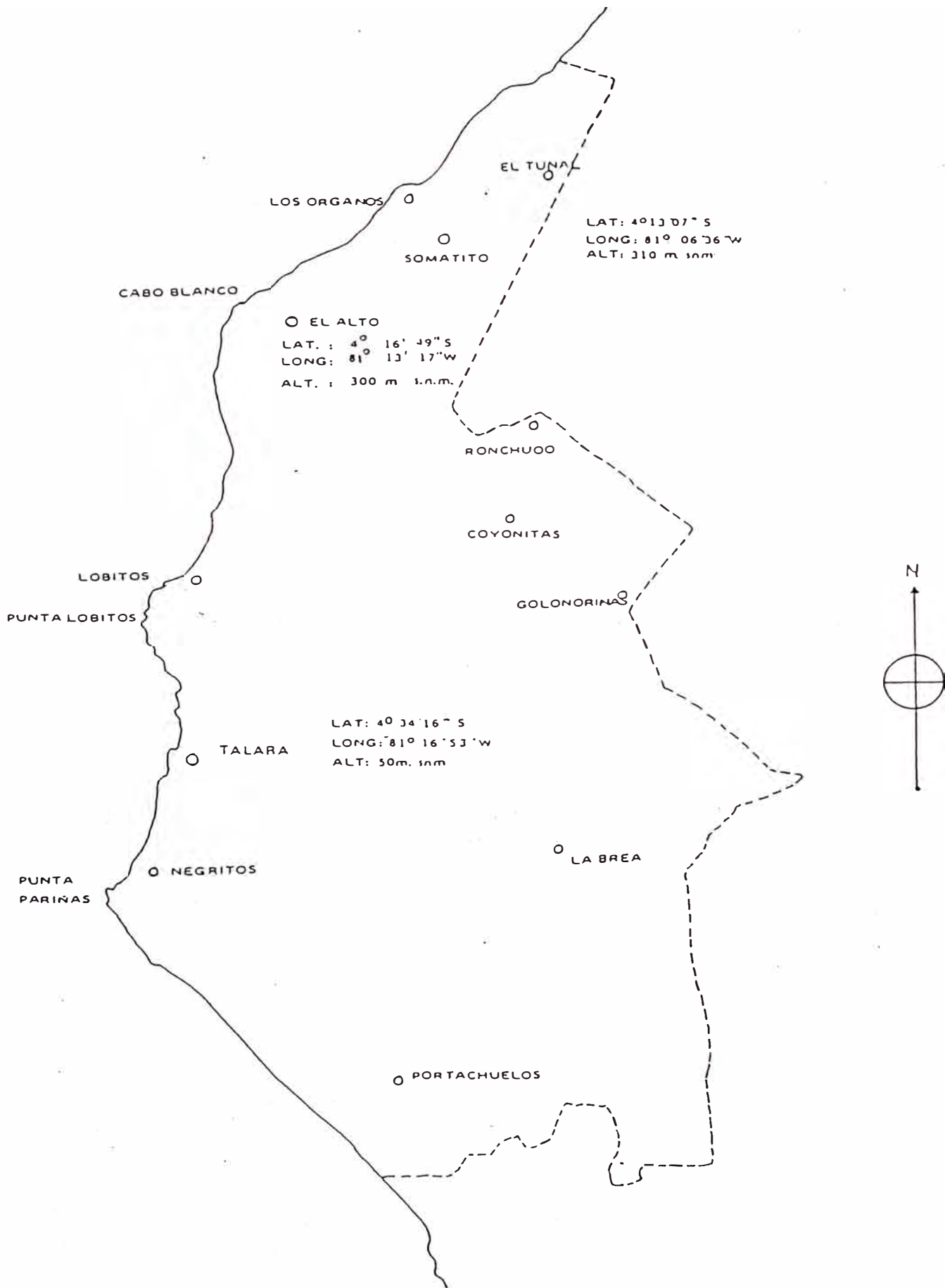
Así mismo cuenta con operaciones en el interior del país denominadas Noroeste en Talara, Oleoducto con oficina en Piura, Selva con oficinas en Iquitos y Plantas de Venta a nivel nacional.

En Operaciones Noroeste se desarrolla las actividades de explotación, refinación y comercialización de petróleo. Actualmente ésta Operación se encuentra dividido en Unidades de Negocio denominadas Lote X y Refinería Talara.

Las instalaciones operativas y administrativas en el Noroeste se encuentran ubicadas en Talara, El Alto, Somatito, Laguna Zapotal, Los Organos, y otras instalaciones en el campo.

En la Figura 1.1 se muestra las principales ubicaciones de las instalaciones de la empresa en la provincia de Talara.

UBICACION DE LAS PRINCIPALES INSTALACIONES
DE PETROPERU EN EL NOROESTE



MAPA DE LA PROVINCIA DE TALARA
Figura 1.1

Los servicios públicos de telecomunicaciones brindado por la Cía Telefónica del Perú S.A. en la zona del Noroeste se presta en forma limitada para las necesidades de PETROPERU.

- En la ciudad de Talara se cuenta con servicio telefónico público (domiciliario y comercial) y con circuitos de datos hasta 4,800 baudios.
- En la ciudad de El Alto, hasta la fecha continua restringido el servicio telefónico público contándose únicamente con 3 centros comunitarios que hacen uso de líneas extendidas de la central telefónica de Piura.
- En las instalaciones de Somatito no se cuenta con servicio Telefónico público.
- En el campamento de oficinas Laguna Zapotal tampoco se cuenta con servicio telefónico público.
- En la ciudad de Los Organos se cuenta únicamente con 3 centros comunitarios con anexos extendidos de la central telefónica de Piura.

Debido a estas limitaciones del servicio público de telecomunicaciones y ante la necesidad de disponer de una comunicación inmediata, continua y confiable durante las coordinaciones operativas, PETROPERU dispone de su propio Sistema Privado de Telecomunicaciones:

Este Sistema de Telecomunicaciones que funciona en forma integrada, permite disponer de las siguientes facilidades :

- Comunicación telefónica entre Talara, El Alto, Somatito, Laguna Zapotal y Los Organos.
- Comunicación radial móvil VHF entre las unidades móviles que se desplazan en toda la zona de concesión, las plantas de bombeo de crudo y gas, las plantas de Generación Eléctrica, las Plantas de Gas Natural, las Estaciones de fiscalización,

etc.

- Comunicación directa de teléfono a radio y de radio a teléfono mediante equipos autopatch.
- Comunicación telefónica directa con la Oficina Principal Lima mediante el alquiler de 3 circuitos dedicados.
- Comunicación telefónica directa con las Operaciones de Oleoducto Piura, mediante el alquiler de 3 circuitos dedicados.
- Accesar desde las localidades de Talara, El Alto y Laguna Zapotal al Computador Central de PETROPERU ubicado en Oficina Principal - Lima.

Para integrar todas estas facilidades hasta abril-95 se contaba con dos Sistemas de Microondas Analógicos que venían funcionando con baja confiabilidad debido a la antigüedad de los equipos (10 años), la dificultad para ampliar canales y la falta de suministro de módulos de repuestos por haber desaparecido el fabricante del mercado.

Con la finalidad de recuperar la confiabilidad del medio de enlace y así evitar que se queden aislados telefónicamente localidades donde la empresa tiene sus Operaciones se dispuso el reemplazo del Sistema de Microondas Noroeste.

Se pasó de tecnología analógica a tecnología digital lo cual permitió ampliar la capacidad de canales para voz, datos y control, mejorar la calidad y confiabilidad de las Telecomunicaciones.

El presente informe trata del proceso de reemplazo de los dos Sistema de Microondas iniciado en diciembre-93 con la solicitud de fondos para invertir hasta la puesta en servicio del Radio Enlace Digital por Microondas el 26.04.95

1.2 Descripción del Sistema de Telecomunicaciones anterior

La configuración principal del Sistema Integral de Telecomunicaciones de PETROPERU se mantiene hasta la fecha, habiendo variado solo las cantidades de : los circuitos de troncal Tie Line para interconexión de centrales telefónicas, los teléfonos extendidos de la red pública en las localidades de El Alto y Laguna Zapotal y los abonados internos de las centrales telefónicas de Talara, El Alto y Laguna Zapotal. Las variaciones se debieron al cambio en el modo de operación y a la reestructuración de la empresa en la Zona Noroeste.

El sistema de telecomunicaciones PETROPERU esta conformado por

a) Centrales telefónicas

Se dispone de cinco (05) centrales telefónicas privadas ubicadas en Talara, El Alto, Laguna Zapotal y Los Organos. En la Figura 1.2.a se muestra el esquema básico de interconexión de centrales.

Talara

Se cuenta con dos centrales telefónicas, una de marca Harris, modelo D1200 ubicada en la Refinería Talara y otra de marca Ericsson modelo ASB100 ubicada en el campamento de viviendas Laguna Zapotal.

-La central marca Harris, tiene capacidad máxima para 1568 anexos y tiene capacidad instalada para 820 anexos de los cuales 792 anexos están en uso.

Del total de anexos, 450 están instalados en el Campamento de Viviendas Punta Arenas.

Este Campamento se encuentra ubicado en una área adyacente a la Refinería Talara y cuenta con 400 viviendas asignados al personal supervisor que laboran en el área de Refinación y en el área de Explotación.

Los restantes 342 anexos están distribuidos en las oficinas de la Refinería

SISTEMA TELEFONICO PETROPERU TALARA

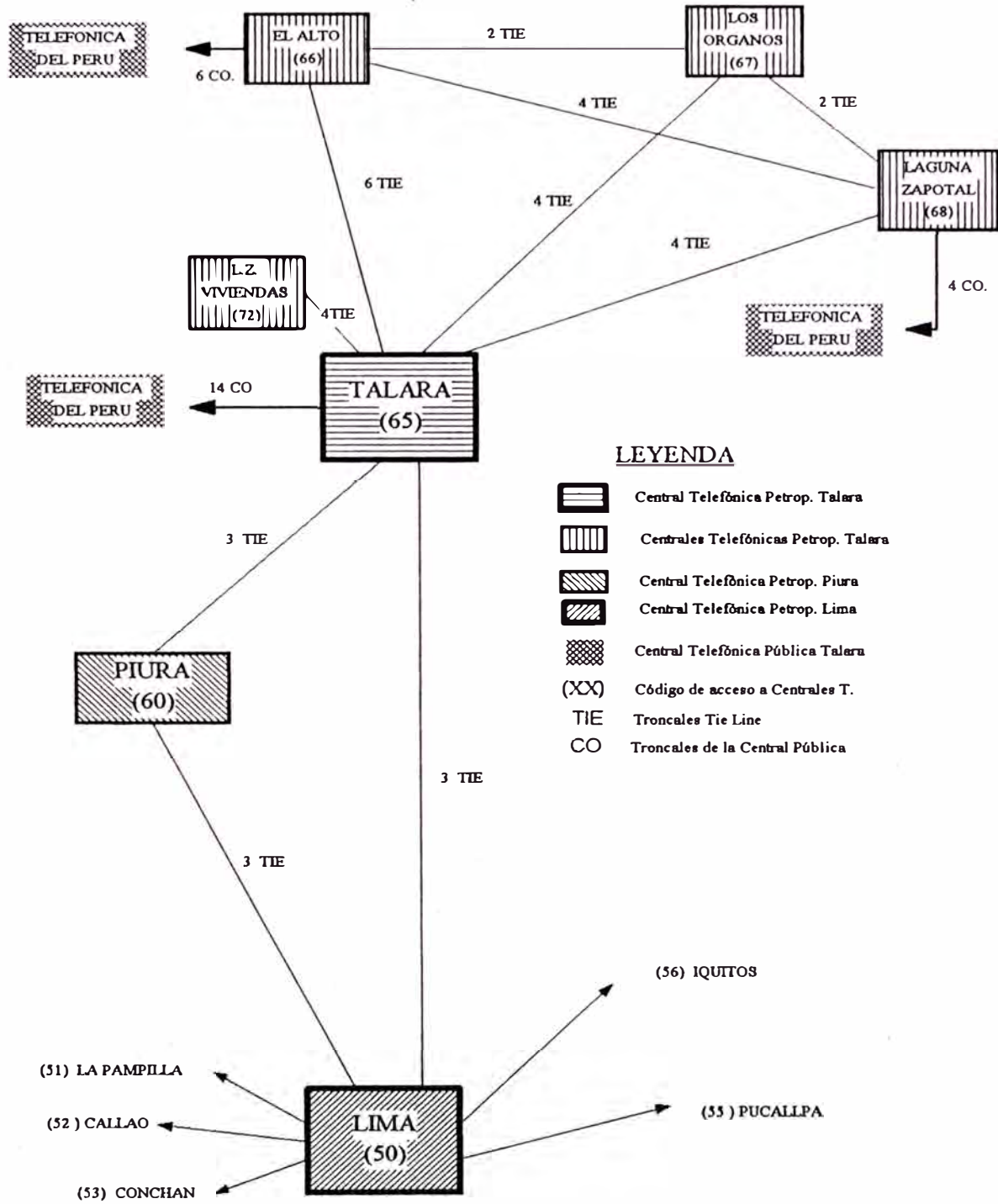


Figura 1.2.a

Talara, algunas viviendas de trabajadores en la población de Talara, oficinas de entidades públicas tales como capitania de puerto, fiscalía, aduanas, policía nacional, defensa civil, etc. que constantemente efectúan coordinaciones con la empresa.

Esta central esta interconectada con la Central Pública Talara de Telefónica, con las centrales PETROPERU de Oficina Principal Lima, Oleoducto Piura, El Alto, Los Organos, Laguna Zapotal viviendas y Laguna Zapotal Oficinas

- La central electrónica marca Ericsson ASB100 tiene capacidad máxima instalada para 48 anexos y se encuentra instalada en el Campamento de Viviendas Laguna Zapotal.

Este Campamento esta localizado a 2.5 km. de la Refinería Talara y cuenta con 40 viviendas asignadas al personal supervisor que labora el área de Refinación y en el área de Explotación.

Esta central telefónica está interconectada con la central Harris y a través de ella al resto de las localidades.

El Alto

Se dispone de una central telefónica digital marca ITT, modelo 5200BCS, con capacidad para 120 anexos, estando en uso 112 anexos. Esta central esta ubicada en las oficinas del área de Explotación.

Los anexos se distribuyen 32 para viviendas (en la población) de propiedad de trabajadores de la empresa que frecuentemente es requerido después del horario regular de labor para trabajos de emergencia.

Los restantes 80 anexos están instalados en las oficinas del área de Explotación, compañías contratistas, autoridades militares, policiales y la entidad bancaria que presta servicio financiero a la empresa.

Esta central esta interconectada por medio del Sistema de Microondas con la Central Pública de Telefónica del Perú S.A., las centrales de Talara, Laguna Zapotal y Los Organos.

Laguna Zapotal Oficinas

Se cuenta con una central telefónica electrónica marca Ericsson modelo ASB100 (idéntica a la central del campamento de viviendas Laguna Zapotal), tiene una capacidad máxima para 48 anexos encontrándose en uso toda su capacidad. Esta central esta ubicada en el campamento de oficinas del área de Explotación.

Se conecta por medio del sistema de microondas con la central telefónica pública de Telefónica, las centrales de Talara y de El Alto.

Los Organos

Se cuenta con una central telefónica digital marca ITT modelo 5200BCS (idéntica a la central de El Alto), con capacidad para 120 anexos, estando en uso 72 anexos.

Los anexos se distribuyen 42 para uso en viviendas de la empresa asignadas al personal supervisor ubicadas en la población y para viviendas de propiedad de trabajadores, autoridades policiales, y la entidad bancaria

Los restantes 30 anexos están instalados de las oficinas del área de Explotación, compañías contratistas, autoridades policiales y la entidad bancaria.

Esta central esta interconectada por medio del sistema de microondas con las centrales de Talara y de El Alto

b) Sistemas de Microondas

Se cuenta con dos Sistemas de Microondas analógicos. Una con 3 saltos de marca Granger Associates, modelo 6018A que enlaza Talara, El Alto, Somatito y Los Organos. La otra de un salto, marca Motorola, modelo START POINT enlaza directamente Talara con Laguna Zapotal Oficinas.

El Sistema de Microondas marca Granger con capacidad radial para 72 canales, a nivel de Mux la capacidad máxima de canales varia según la cantidad de shelf's instalados en cada localidad. Cada shelf de Mux tiene capacidad para 12 canales.

En Talara se encuentra instalado dos shelf's (24 Canales), en El Alto dos shelf's (24 canales), en Somatito un shelf (12 canales) y en Los Organos un shelf (12 canales).

Este Sistema permite la interconexión de las centrales telefónicas, controlar en forma remota desde Talara a repetidoras radiales VHF ubicados en El Alto y Somatito, conectar los módem ubicados en Talara y El Alto así también los módem's del banco Interbanc.

El sistema de microondas marca Motorola, modelo Startpoint con capacidad radial para 120 canales, a nivel de Mux tiene capacidad máxima para 18 canales (tres shelf's).

Permite interconectar las centrales de Talara y Laguna Zapotal, los módem's ubicados en Talara y Laguna Zapotal para el On Line, los teléfonos extendidos de Telefónica para uso de voz y fax.

SISTEMAS DE MICROONDAS PETROPERU TALARA

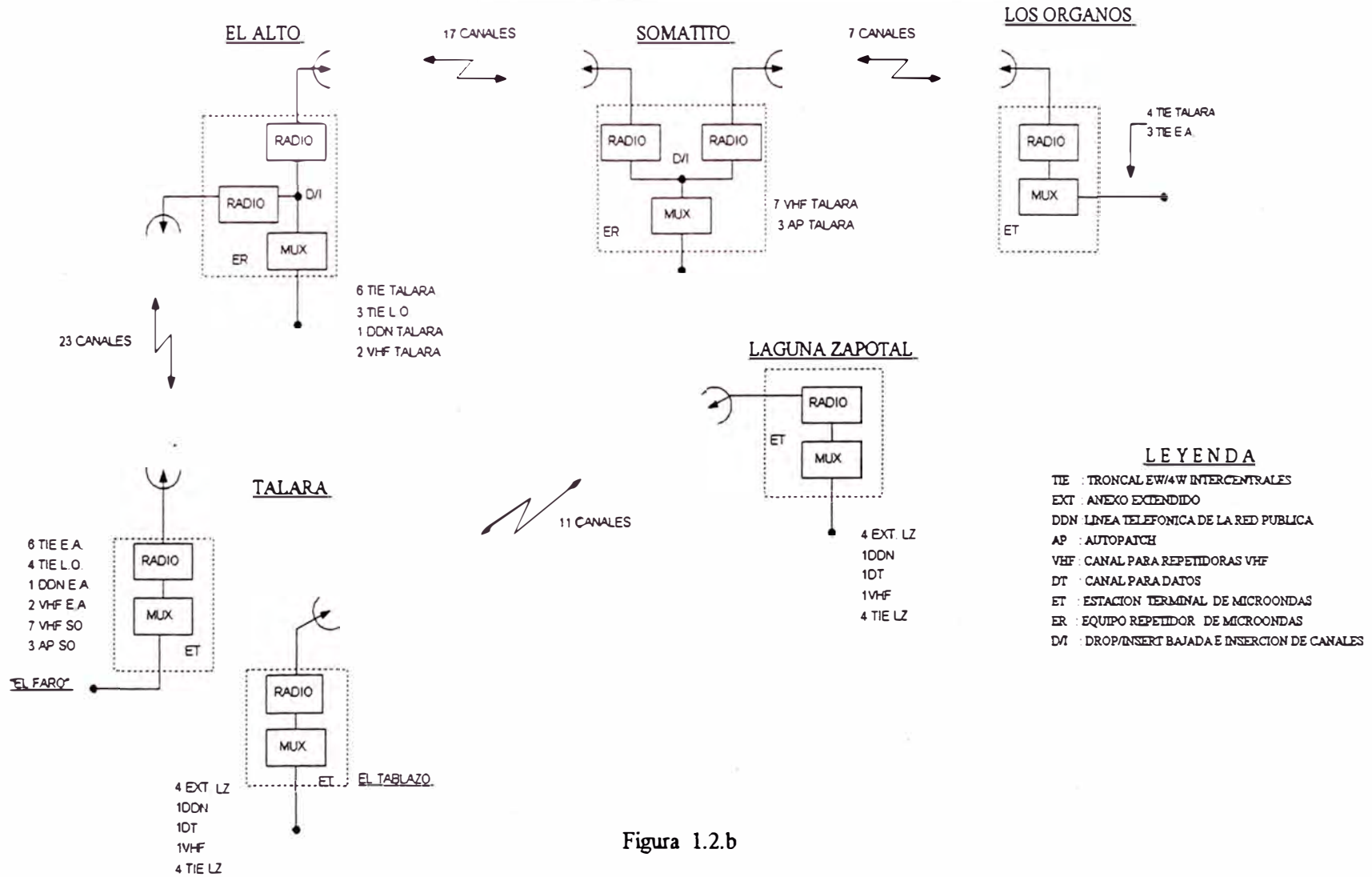


Figura 1.2.b

c) Sistema Radial VHF

El Sistema Radial VHF convencional, marca Motorola esta conformado por 15 repetidoras, 28 estaciones bases, 64 equipos portátiles, 320 equipos móviles, 16 consolas de radio, 13 codificadores/decodificadores para llamada selectiva, 19 Beepers y un centro de control centralizado para despacho por operador.

En la Figura 1.2.c se muestra el esquema básico del Sistema Radial VHF.

El Centro de Control esta ubicado en Talara y desde aquí se controla a 15 repetidoras. Este Centro de Control permite conectar a nivel de audio, repetidoras de frecuencias diferentes, efectuar llamadas en simultáneo por todas las repetidoras, identificar la unidad de radio que esta transmitiendo, verificar si los equipos de radio están operativos (encendidos), enviar tonos de alerta a un equipo de radio determinado, etc.

Las repetidoras están agrupadas en dos localidades, 8 en Talara para cubrir radialmente la zona sur y 7 en Somatito para cubrir radialmente la zona norte, adicionalmente en El Alto se tiene dos Receptores Satélites para asegurar una adecuada recepción de las unidades móviles.

En la Figura 1.2.d. se muestra la zona de cobertura radial de las repetidoras.

Las repetidoras están interconectadas a la central telefónica de Talara mediante equipos autopatch, con los cual un equipo de radio (móvil o portátil) desde cualquier punto dentro de la cobertura radial puede llamar directa y automáticamente al numero telefónico interno tanto en Talara como en Oficina Principal Lima y a través del despachador (operador) a teléfonos de la red pública.

Las bandas de operación de este sistema son : 170 MHz para Refinería Talara, y 155 MHz para un sector del área de Producción y 38 MHz. para el resto de las

SITEMA RADIAL MOVIL VHF PETROPERU - TALARA

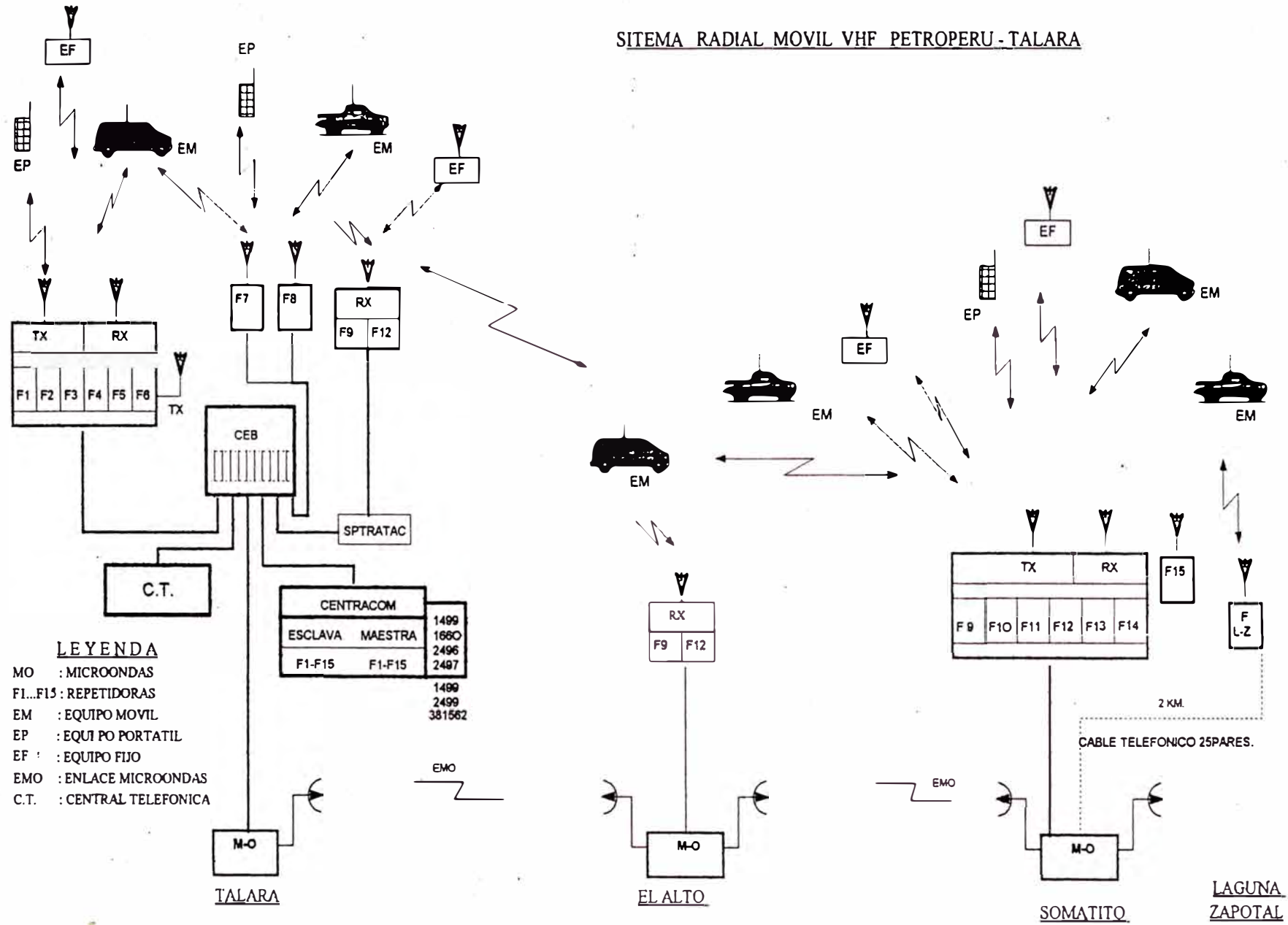


Figura 1.2.C

COBERTURA RADIAL DEL SISTEMA VHF PETROPERU TALARA

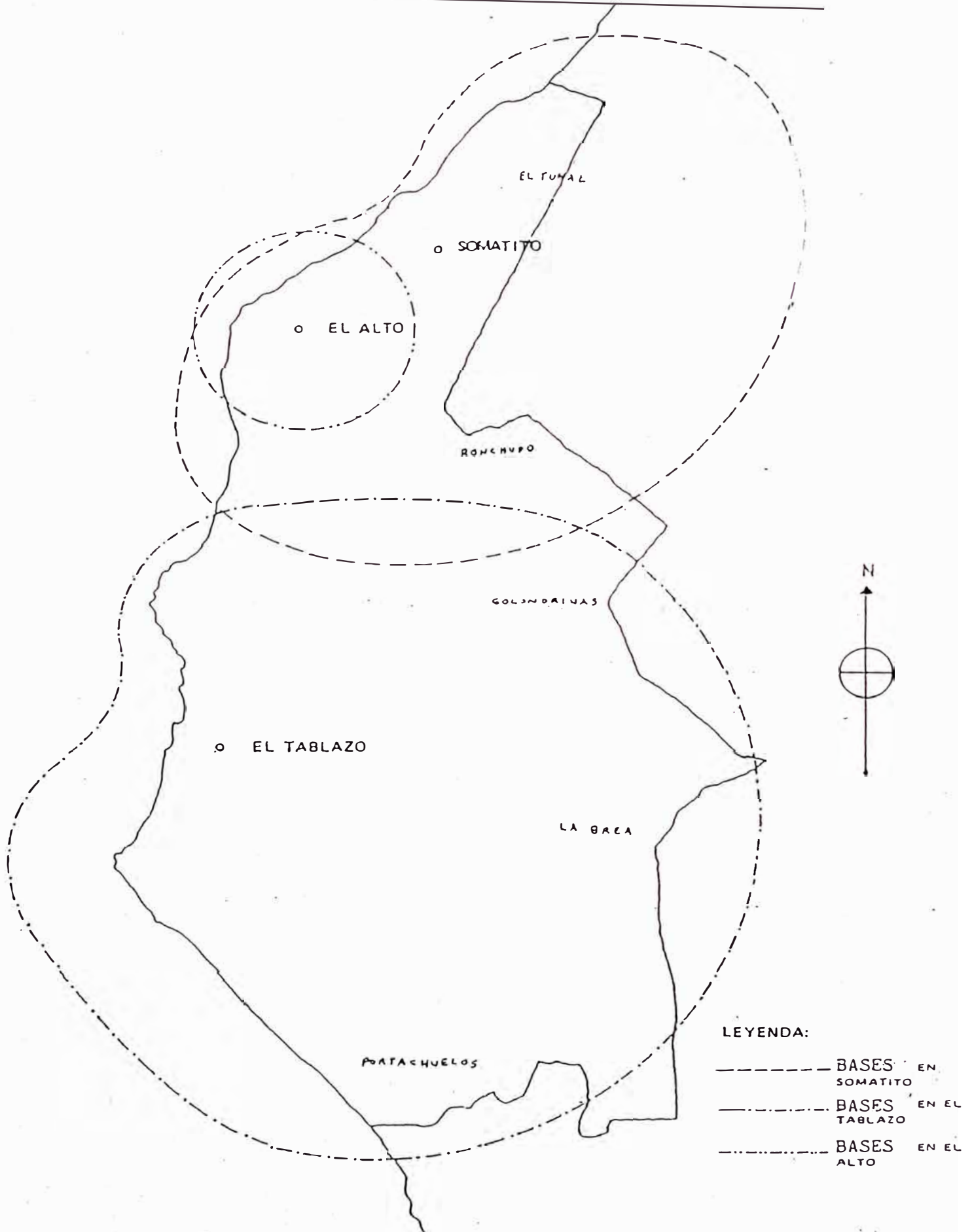


Figura 1.2.d

dependencias.

Las estaciones bases están instalados en las estaciones de bombeo de crudo, estaciones de gas, en las centrales eléctricas, en las estaciones de fiscalización, en los equipos de perforación, etc.

Los equipos móviles cuentan con un dispositivo de identificación que es enviado cada vez que se transmite y están instalados en unidades móviles de las diferentes dependencias que se desplazan por toda la zona de concesión Noroeste.

d) Red de Datos

La Red de datos PETROPERU es del tipo On Line con Computador Central IBM ubicado en Oficina Principal - Lima a la cual accesan todas las Operaciones y algunas Plantas de Ventas. mediante módem's.

En la Figura 1.2.e se muestra el esquema de interconexión la Red de Datos PETROPERU Talara. Para el caso de Talara se alquila a Telefónica del Perú S.A. un circuito dedicado para enlazar los módem.

También dispone de una ruta alterna entre Talara y Piura que es usado en caso de falla de la ruta directa entre Talara y Lima.

Para el enlace de los módem entre Talara - El Alto y Talara - Laguna Zapotal se usan los Sistemas de microondas PETROPERU.

En Talara para las dependencias ubicadas a distancias mayores de 1.5 km. como es el caso de la Planta de Ventas Talara, y Oficinas en la población también se usan módem enlazados por pares telefónicos dedicados.

e) Planta Externa Telefónica

Se dispone de Planta Externa Telefónica en las zonas Talara, El Alto, Laguna Zapotal y Los Organos. Estos pares telefónicos son usados para comunicación

RED DE DATOS PETROPERU TALARA

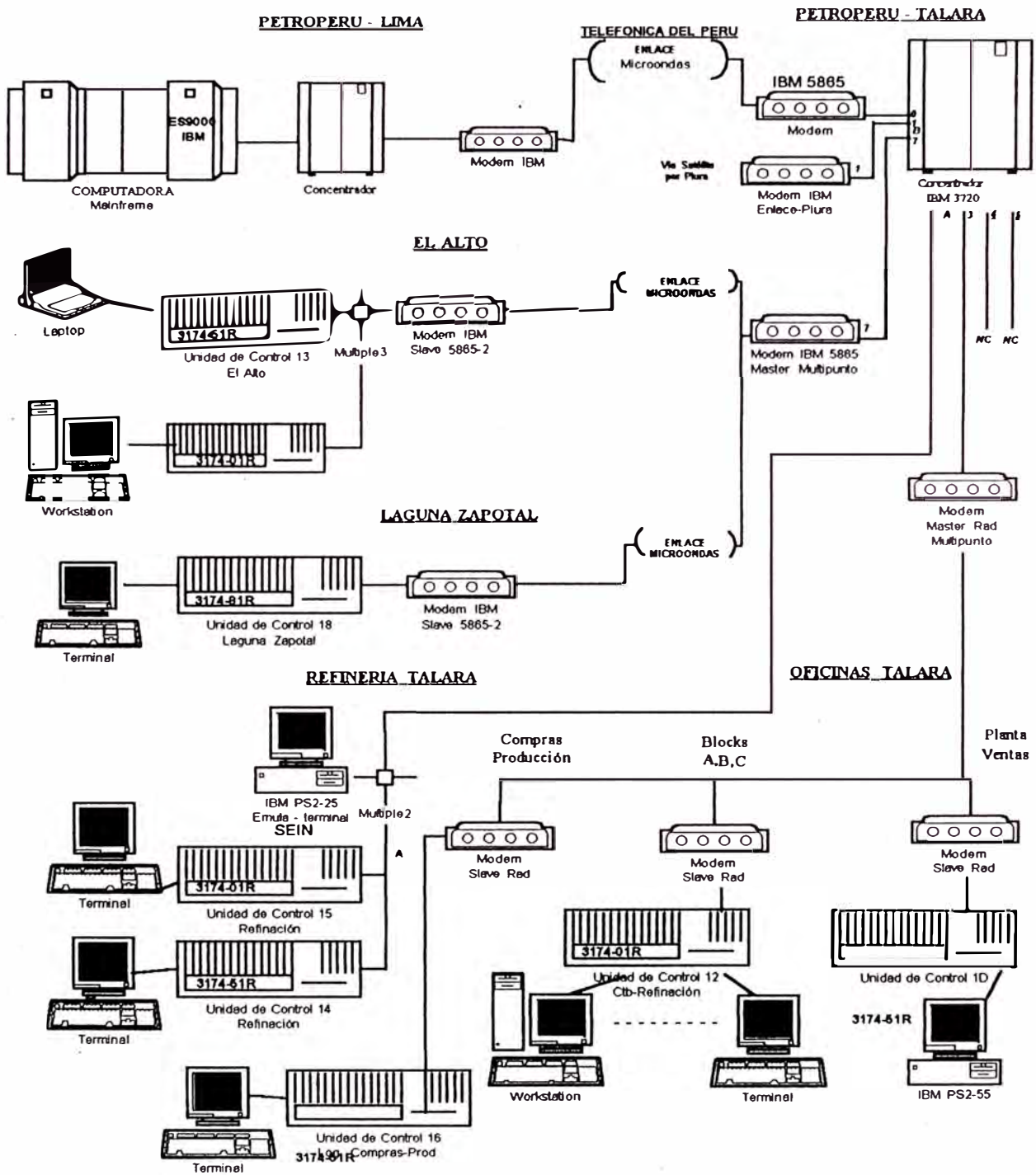


Figura 1.2.e

telefónica, radial y datos.

En Talara la Planta Externa brinda servicio a las oficinas de la Refinería Talara, los campamentos de viviendas Punta Arenas y Laguna Zapotal y también en la Población las oficinas de autoridades civiles y policiales y a las viviendas de trabajadores de la empresa. Teniéndose instalados un total de 900 aparatos telefónicos.

En El Alto la Planta Externa brinda servicio a las oficinas y a las viviendas de trabajadores de la empresa, autoridades civiles, policiales y militares y banco Interbanc.

En Laguna Zapotal el servicio es exclusivo para las oficinas.

En los Organos la Planta Externa telefónica brinda servicio a las oficinas, a las viviendas de trabajadores de la empresa, a las autoridades civiles, policiales y a la entidad Bancaria.

f) Circuitos Especiales

Los circuitos especiales comprende los canales de microondas y los pares telefónicos dedicados alquilados a Telefónica del Perú S.A. para comunicación telefónica y datos con Oficina Principal - Lima y Piura.

Los canales alquilados son los siguientes:

- Circuitos de voz alquilados a Telefónica entre Talara - Lima (03 Tie Line)
- Circuitos de voz alquilados a Telefónica entre Talara - Piura (03 Tie Line)
- Circuitos de datos alquilados a Telefónica entre Talara - Lima (01 canal)
- Circuitos de datos alquilados a Telefónica entre Talara - Piura (01 canal)

13 Descripción del sistema propuesto

El proyecto propuesto, inicialmente contempló el reemplazo de la totalidad del

Sistema de Microondas Analógico por un Sistema de Microondas Digital pero posteriormente se tuvo que adecuar los requerimientos al monto de la inversión aprobada que fue de MUS\$ 365,80 (miles de dólares).

Inicialmente los enlaces a reemplazar fueron :

Talara - El Alto

El Alto - Somatito

Somatito - Los Organos

Talara - Laguna Zapotal

El resto de los sistemas de Telecomunicaciones no se alteraría, por lo cual el Sistema de Microondas Digital propuesto debería ser totalmente compatible para interconectarlo con las centrales telefónicas PETROPERU, las líneas de datos, los canales para control remoto de las repetidoras VHF, los teléfonos extendidos internos y extendidos de la red pública de Telefónica del Perú S.A.

Para determinar el medio de enlace a emplear, es decir si usar enlace físico o enlace radial se efectuó un rápido análisis de cada alternativa, determinando finalmente que es más conveniente usar enlace radial.

A continuación se describen las Principales Alternativas planteadas que permitieron tomar la decisión mas conveniente.

Enlace físico usando Par Telefónico

Un enlace físico con cable telefónico multipar, técnica y económicamente no es conveniente. Debido principalmente a la distancia de los tramos de 35, 14 y 8 km. (distancias de los tramos en Línea Recta), a posibles sustracciones del cable telefónico y el costo de los materiales requeridos para la instalación tales como :

- Regeneradores analógicos para cada circuito.

- Cable telefónico autoportado de 200 pares (capacidad de pares requeridos para atender la demanda de servicio) a un costo de US\$ 10.00 por metro
- Postes telefónicos a costo unitario de US\$ 120.00 para ser instalados cada 50 mt.
- Ferrería necesaria para cada poste a costo unitario de US\$ 50.00.

Enlace físico usando Fibra óptica

Un enlace físico por fibra óptica también quedo descartado por que

- No justifica el uso de un medio de transmisión de gran capacidad para los 60 canales requeridos. La fibra óptica (tipo monomodo, 8 hilos) tiene un costo de US\$ 5.98 por metro y representa el 60 % del valor de cable telefónico.
- Son elevados los costos de las obras civiles para la instalación de la fibra debido a la geografía del terreno bastante accidentada.
- Adicionalmente se requieren interfaces D/A equivalentes en costo a los multiplexores para conectarse al sistema analógico.

Enlace Radial

Un enlace radial es técnica y económicamente más conveniente para nuestras necesidades por las siguientes razones

- El costo de los equipos de microondas para los dos tramos principales entre Talara/El Alto y El Alto/Laguna Zapotal se encuentra dentro del presupuesto asignado de MUS\$ 365.80
- Existe infraestructura en buen estado tales como torres, casetas totalmente acondicionadas con suministro eléctrico, vías de acceso vehicular para el traslado de equipos , protección (vigilancia) a las instalaciones
- Técnicamente el enlace radial esta asegurada, al existir el radio enlace analógico funcionando en la banda de 1.8 GHz.

Dentro de la alternativa de enlace radial se esbozaron otras sub-alternativas debido principalmente a

- El tope presupuestal que imposibilitaba el reemplazo total de los equipos analógicos.
- La relativa cercanía (2 Km.) entre Somatito y Laguna Zapotal que para la transmisión de voz podría ser irrelevante escoger cualquiera de las dos localidades pero para datos es más conveniente Laguna Zapotal para la instalación de la estación terminal de microondas por que estaría dentro de las mismas instalaciones de la sede administrativa de la Gerencia División Producción.
- La futura disponibilidad de equipos analógicos cuando entre en servicio la red digital
- Para el nuevo sistema a instalar se recibió instrucciones de dar prioridad la localidad de Laguna Zapotal Oficinas por que sería la futura sede administrativa de la Gerencia División Producción.

Las sub-alternativas planteadas fueron las siguientes

a) Primera Sub-Alternativa

Reemplazar totalmente el sistema analógico es decir los enlaces : Talara - El Alto, El Alto - Somatito, Somatito - Los Organos y Talara - Laguna Zapotal.

Para el tramo de 2 km. entre Somatito y Laguna Zapotal se utilizaría enlace físico digital mediante módem E1.

Después de evaluar costos se observa que ésta alternativa excede el monto autorizado para invertir.

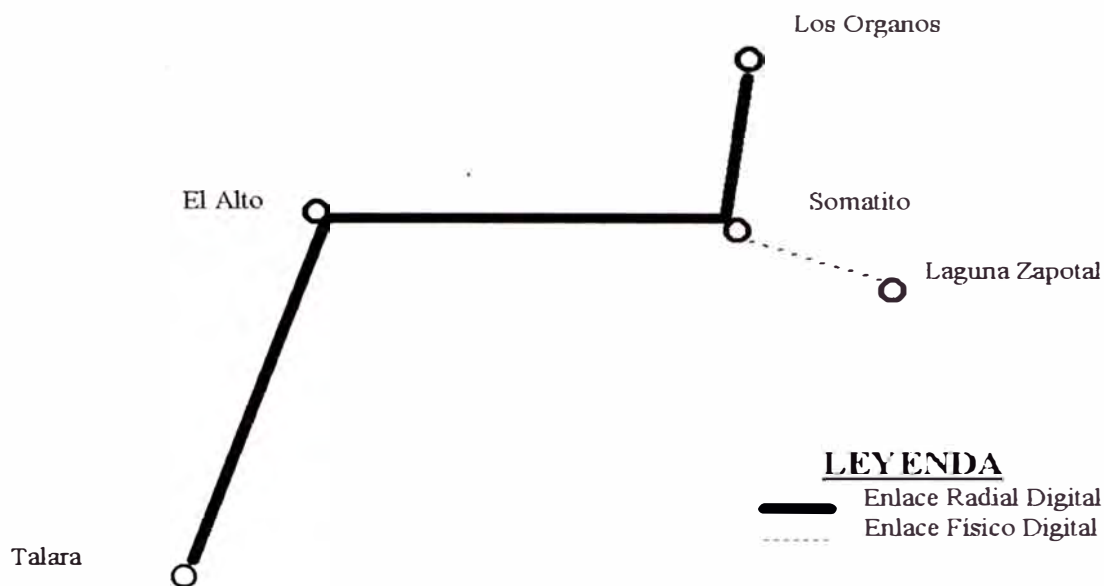


Figura 1.3.a

b) Segunda Sub-Alternativa

Como Laguna Zapotal debe ser priorizado y se requiere reemplazar todos los enlaces analógicos.

Se evaluó la siguiente configuración :

- Enlace radial digital entre Talara, El Alto y Laguna Zapotal
- Enlace físico digital entre Laguna Zapotal y Somatito
- Enlace radial digital entre Somatito y Los Organos.

Económicamente esta alternativa es idéntica a la primera, lo único que varía es la ubicación de los equipos.

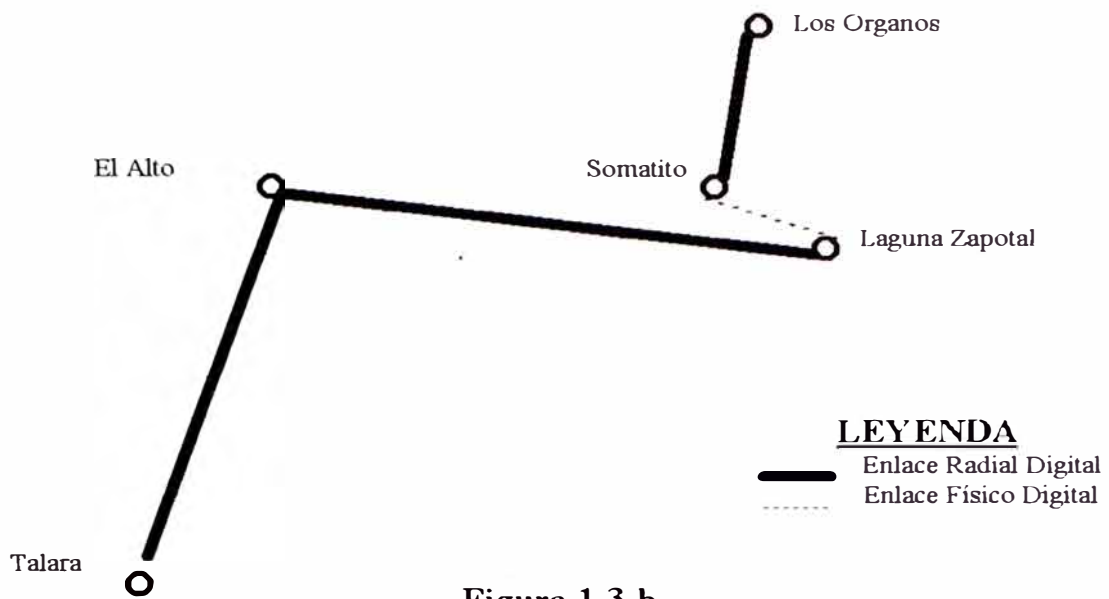


Figura 1.3.b

c) Tercera Sub-Alternativa

Se evaluó la siguiente configuración :

- Enlace radial digital nuevo entre Talara, El Alto y Laguna Zapotal
- Enlace Físico analógico entre Laguna Zapotal y Somatito y enlace radial analógico (antiguo) entre Talara, Somatito y Los Organos

Económicamente esta alternativa está dentro del presupuesto pero mantiene los costos de mantenimiento por la continuidad de los enlaces analógicos.

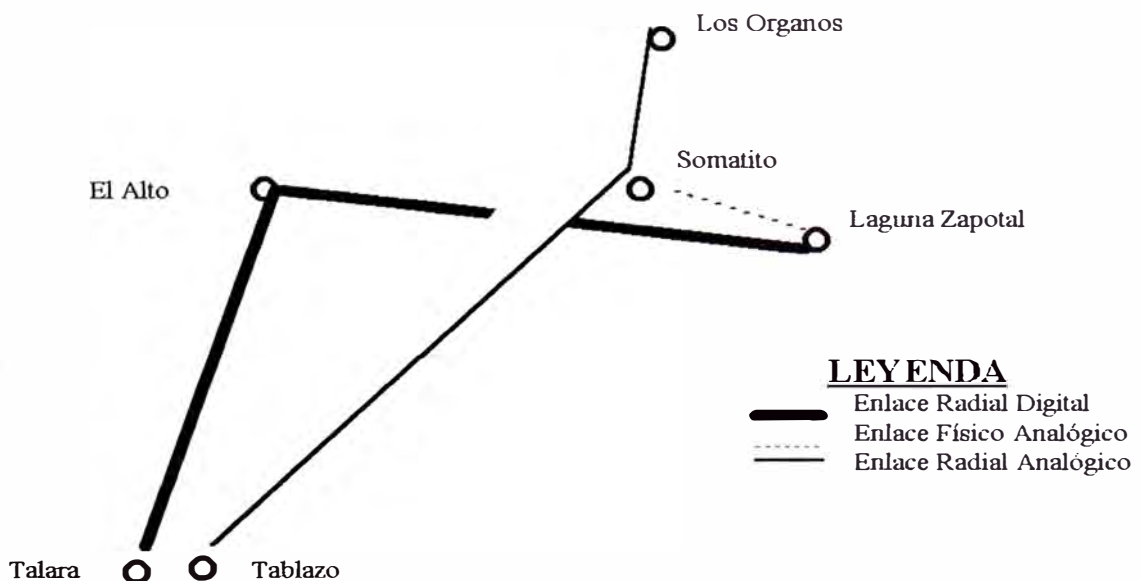


Figura 1.3.c

d) Cuarta Sub-Alternativa

Se evaluó la siguiente configuración :

- Enlace radial digital entre Talara, El Alto, Laguna Zapotal y Los Organos
- Enlace físico digital entre Laguna Zapotal y Somatito

Económicamente ésta configuración excede el presupuesto aprobado.

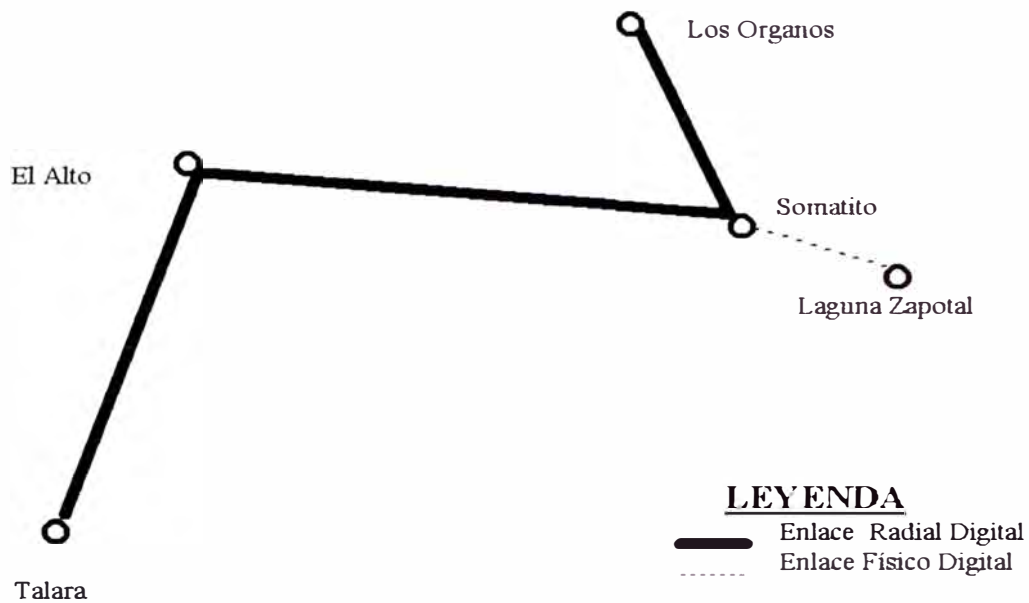


Figura 1.3.d

e) Quinta Sub-Alternativa

Se evaluó la siguiente configuración :

- Enlace radial digital entre Talara,- El Alto y Laguna Zapotal
- Enlace físico digital entre Laguna Zapotal y Somatito

Enlace radial analógico (antiguo) entre Somatito y Los Organos

Económicamente esta dentro del presupuesto aprobado.

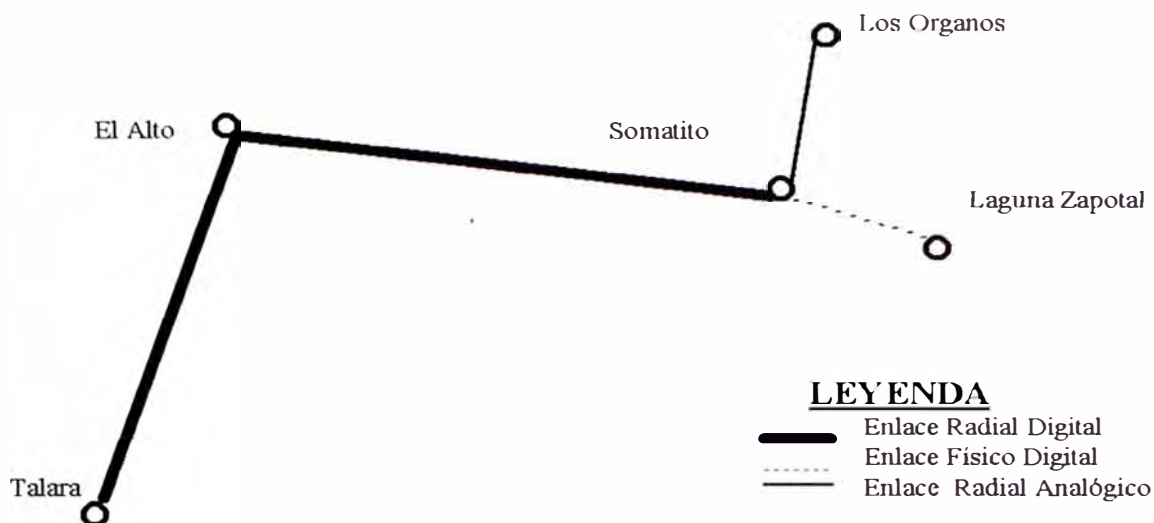


Figura 1.3.e

f) sexta Sub-Alternativa

Se evaluó la siguiente configuración :

- Enlace radial digital entre Talara, El Alto, y Somatito
- Enlace físico digital entre Somatito y Laguna Zapotal
- Enlace radial analógico (antiguo) entre Somatito y Los Organos

Económicamente la alternativa esta dentro del presupuesto aprobado pero no prioriza Laguna Zapotal.

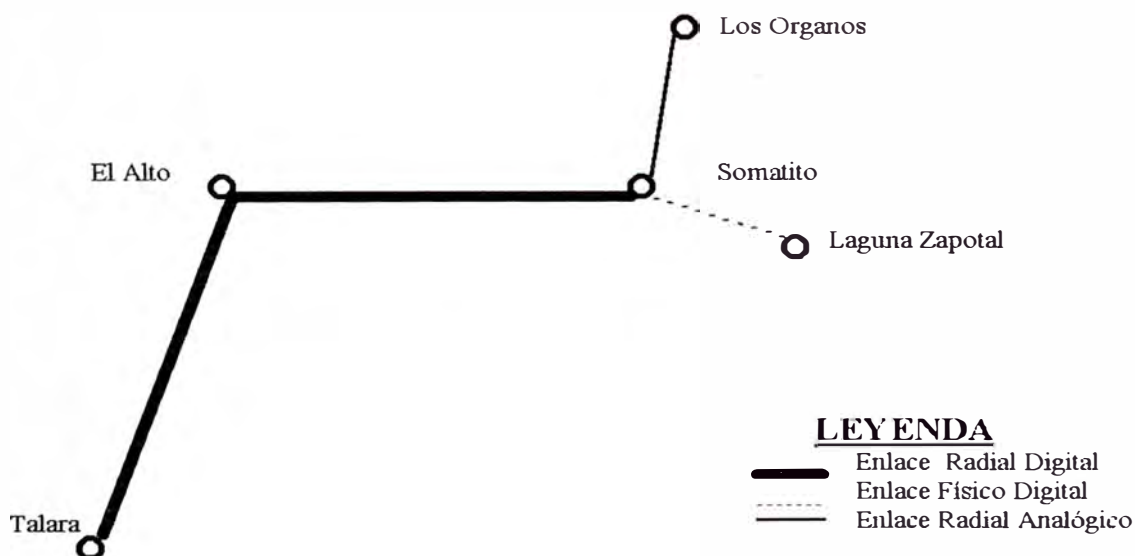


Figura 1.3.f

La cuarta sub-alternativa es la que más responde a nuestras necesidades pero económicamente está limitada, por lo cual se decidió de efectuar un concurso donde se solicitó ofertar tres alternativas.

Las alternativas estaban diferenciadas solo en el numero de saltos

Alternativa I 2 saltos (Talara-El Alto-Laguna Zapotal)

Alternativa II 3 saltos (Talara-El Alto-Laguna Zapotal-Somatito)

Alternativa III 4 saltos (Talara-El Alto-Laguna Zapotal-Los Organos y Laguna Zapotal-Somatito)

Como vemos la Alternativa III es ampliación de la Alternativa II y ésta es ampliación de la Alternativa I.

Debido a la relativa corta distancia entre Laguna Zapotal y Somatito se dejo libertad a los postores para decidir el tipo de enlace a usar.

También con la finalidad de abaratar costos se les hizo notar la disponibilidad de un cable telefónico (aéreo de 25 pares) recientemente instalado entre estos lugares.

A continuación se detalla las alternativas solicitadas en el concurso:

ALTERNATIVA I

Lugares de enlace : Talara - El Alto - Laguna Zapotal

Cantidad de canales instalados :

Voz : 63 Total

- 32 Tie Line (4W/2W EM)

- 31 Teléfonos Extendidos (FXO/FXS)

Datos : 3 Total (Programable de 64 a 256 Kbps)

PLAN DE CANALIZACION DE LA RED DE MICROONDASTALARA (TA)EL ALTO (EA)L. ZAPOTAL (LZ)

9 TIE LINE		6 TIE LINE
11 T. EXTENDIDOS		
1 DATOS		1 DATOS
	17 TIE LINE	
	20 T. EXTENDIDOS	
	1 DATOS	

RESUMEN

CANALES	E N L A C E			TOTAL
	TA-EA	TA-LZ	EA-LZ	
TIE LINE	9	17	6	32
T. EXTENDIDOS	11	20		31
DATOS	1	1	1	3
TOTAL :				66

ALTERNATIVA III

Lugares de enlace : Talara - El Alto - Laguna Zapotal - Somatito - Los Organos

El tramo L. Zapotal - Somatito : Puede ser por enlace radial o físico (Fibra óptica, cable multipar o par trenzado)

Cantidad de canales instalados :

Voz : 65 Total

- 34 Tie Line (4W/2W EM)

- 31 Teléfonos Extendidos(FXO/FXS)

Datos : 3 Total (Programable de 64 a 256 Kbps)

PLAN DE CANALIZACION DE LA RED DE MICROONDAS

TALARA (TA) EL ALTO (EA) L.ZAP. (LZ) SOMAT. (SO) L.ORG. (LO)

9 TIE LINE	4 TIE LINE	2 TIE LINE
11 T. EXT.	2 TIE LINE	
1 DATOS	1 DATOS	
6 TIE LINE		
11 T. EXT.		
1 DATOS		
7 TIE LINE		
7 T. EXTENDIDOS		
4 TIE LINE		
2 T. EXTENDIDOS		

RESUMEN

CANALES	E N L A C E							TOTAL
	TA-EA	TA-LZ	TA-SO	TA-LO	EA-LZ	EA-LO	LZ-LO	
TIE LINE	9	6	7	4	4	2	2	34
T. EXT.	11	11	7	2				31
DATOS	1	1			1			3
TOTAL :								68

Luego de decidir la ruta que debería seguir el Sistema de Microondas Digital se procedió a dimensionar la capacidad de los equipos de radio y multiplexores.

Para dimensionar la capacidad de El's (tramas de 2.048 Mb) del equipo de radio y del equipo Mux, se determinó la demanda de servicio en cada localidad, primero en base a lo existente y luego a las ampliaciones inmediatas, teniendo como resultado las cantidades indicadas en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.3

CANALES	E N L A C E							TOTAL
	TA-EA	TA-SO	TA-LZ	TA-LO	EA-LZ	EA-LO	LZ-LO	
TIE LINE R	2	7	1					10
TIE LINE CT	6		4	4	4	2	2	22
T. EXT. CT.	6		4					10
T. EXT. PR.	5	7	7	2				21
TIE LINE D	1		1					2
DATOS DG	1		1		1			3
TOTAL :								68

Las cantidades de canales del Cuadro 1.3 se obtuvieron de la siguiente manera:

a) TIE LINE R. (Canales para control de repetidoras de radio VHF)

Cantidad determinada por la sumatoria de canales requeridos para controlar remotamente desde Talara las repetidoras de radio VHF, ubicadas dos (02) en El Alto, siete (07) en Somatito y uno (01) en Laguna Zapotal totalizando diez (10) equipos.

b) TIE LINE CT. Y T. EXT. CT. (Troncales Tie Line y troncales CO. para conexión a centrales telefónicas)

Cantidades determinadas por la sumatoria de troncales Tie Line intercentrales

y troncales C● de la central telefónica pública conectadas a las centrales telefónicas de El Alto, Laguna Zapotal y Los ●rganos.

Si bien la cantidad de troncales del cuadro 1.3 fue determinada con anticipación a la ejecución del proyecto a continuación se da algunos conceptos básicos usados para dimensionar las troncales en cada localidad.

1.- CENTRAL TELEF●NICA EL ALT●

- Cantidad de abonados = 112

- Trafico promedio por abonado = 0.12 E. (para comunicaciones en oficinas, viviendas, entidades públicas)

- Probabilidad estimada de bloqueo = 5%

- Trafico Total = $0.12 \times 112 = 13.44$ E.

- De la Tabla 1.3, para el 5% de bloqueo y 13.44 E. se tiene que el total de troncales requeridos es 18.

- Considerando :

Porcentaje de trafico El Alto - Central Pub. Talara = 33% = 6 C●.

Porcentaje de trafico El Alto - Talara = 33% = 6 Tie

Porcentaje de trafico El Alto - Laguna Zapotal = 22% = 4 Tie

Porcentaje de trafico El Alto - Los ●rganos = 12% = 2 Tie

2.- CENTRAL TELEF●NICA LAGUNA ZAP●TAL

- Cantidad de abonados = 48

- Trafico promedio por abonado = 0.2 E. (para comunicaciones en oficinas destinadas a supervisión de contratistas.)

- Probabilidad estimada de bloqueo = 5%

- Trafico Total = $0.2 \times 48 = 9.6$ E.

TABLE 1.3

—TRUNK LOADING CAPACITY—FULL AVAILABILITY. ERLANG B EQUATION. From Bulletin 486,
© 1958, Automatic Electric Company.

Trunks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100		Grade of Service 1 in 50		Grade of Service 1 in 20	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
1	0.04	0.001	0.07	0.002	0.2	0.005	0.4	0.01	0.7	0.02	1.8	0.05
2	1.8	0.05	2.5	0.07	4	0.11	5.4	0.15	7.9	0.22	14	0.38
3	6.8	0.19	9	0.25	13	0.35	17	0.46	22	0.60	32	0.90
4	16	0.44	19	0.53	25	0.70	31	0.87	39	1.09	55	1.52
5	27	0.76	32	0.90	41	1.13	49	1.36	60	1.66	80	2.22
6	41	1.15	48	1.33	58	1.62	69	1.91	82	2.28	107	2.96
7	57	1.58	65	1.80	78	2.16	90	2.50	106	2.94	135	3.74
8	74	2.05	83	2.31	98	2.73	113	3.13	131	3.63	163	4.51
9	92	2.56	103	2.85	120	3.33	136	3.78	150	4.34	193	5.37
10	111	3.09	123	3.43	143	3.96	161	4.46	183	5.08	224	6.22
11	131	3.65	145	4.02	166	4.61	186	5.16	210	5.84	255	7.08
12	152	4.23	167	4.64	190	5.28	212	5.88	238	6.62	286	7.95
13	174	4.83	190	5.27	215	5.96	238	6.61	267	7.41	318	8.83
14	196	5.45	213	5.92	240	6.66	265	7.35	295	8.20	350	9.73
15	219	6.08	237	6.58	266	7.38	292	8.11	324	9.01	383	10.63
16	242	6.72	261	7.26	292	8.10	319	8.87	354	9.83	415	11.54
17	266	7.38	286	7.95	318	8.83	347	9.65	384	10.66	449	12.46
18	290	8.05	311	8.64	345	9.58	376	10.44	414	11.49	482	13.38
19	314	8.72	337	9.35	372	10.33	404	11.23	444	12.33	515	14.31
20	339	9.41	363	10.07	399	11.09	433	12.03	474	13.18	549	15.25
21	364	10.11	388	10.79	427	11.86	462	12.84	505	14.04	583	16.19
22	389	10.81	415	11.53	455	12.63	491	13.65	536	14.90	617	17.13
23	415	11.52	442	12.27	483	13.42	521	14.47	567	15.76	651	18.08
24	441	12.24	468	13.01	511	14.20	550	15.29	599	16.63	685	19.03
25	467	12.97	495	13.76	540	15.00	580	16.12	630	17.50	720	19.99
26	493	13.70	523	14.52	569	15.80	611	16.96	662	18.38	754	20.94
27	520	14.44	550	15.28	598	16.60	641	17.80	693	19.26	788	21.90
28	546	15.18	578	16.05	627	17.41	671	18.64	725	20.15	823	22.87
29	573	15.93	606	16.83	656	18.22	702	19.49	757	21.04	858	23.83
30	600	16.68	634	17.61	685	19.03	732	20.34	789	21.93	893	24.80
31	628	17.44	662	18.39	715	19.85	763	21.19	822	22.83	928	25.77
32	655	18.20	690	19.18	744	20.68	794	22.05	854	23.73	963	26.75
33	683	18.97	719	19.97	774	21.51	825	22.91	887	24.63	998	27.72
34	711	19.74	747	20.76	804	22.34	856	23.77	919	25.53	1033	28.70
35	739	20.52	776	21.56	834	23.17	887	24.64	951	26.43	1068	29.68
36	767	21.30	805	22.36	864	24.01	918	25.51	984	27.34	1104	30.66
37	795	22.03	834	23.17	895	24.85	950	26.38	1017	28.25	1139	31.64
38	823	22.86	863	23.97	925	25.69	981	27.25	1050	29.17	1175	32.63
39	851	23.65	892	24.78	955	26.53	1013	28.13	1083	30.08	1210	33.61
40	880	24.44	922	25.60	986	27.38	1044	29.01	1116	31.00	1246	34.60
41	909	25.24	951	26.42	1016	28.23	1076	29.89	1149	31.92	1281	35.59
42	937	26.04	981	27.24	1047	29.08	1108	30.77	1182	32.84	1317	36.58
43	966	26.84	1010	28.06	1078	29.94	1140	31.66	1215	33.76	1353	37.57
44	995	27.64	1040	28.88	1109	30.80	1171	32.54	1248	34.68	1388	38.56
45	1024	28.45	1070	29.71	1140	31.66	1203	33.43	1282	35.61	1424	39.55
46	1053	29.26	1099	30.54	1171	32.52	1236	34.32	1315	36.53	1459	40.54
47	1083	30.07	1129	31.37	1202	33.38	1268	35.21	1349	37.46	1496	41.54
48	1111	30.88	1159	32.20	1233	34.25	1300	36.11	1382	38.39	1531	42.54
49	1141	31.69	1189	33.04	1264	35.11	1332	37.00	1415	39.32	1567	43.54
50	1170	32.51	1220	33.88	1295	35.98	1364	37.90	1449	40.25	1603	44.53

- De la Tabla 1.3, para el 5% de bloqueo y 9.6 E. se tiene que el total de troncales requeridos es 14.

- Considerando :

Porcentaje de trafico Laguna Z. - Central Pub. Talara = 30% = 4 CO.

Porcentaje de trafico Laguna Z. - Talara = 30% = 4 Tie

Porcentaje de trafico Laguna Z. - El Alto = 30% = 4 Tie

Porcentaje de trafico Laguna Z. - Los Organos = 10% = 2 Tie

3.- CENTRAL TELEFONICA LOS ORGANOS

- Cantidad de abonados = 72

- Trafico promedio por abonado = 0.06 E. (para comunicaciones de viviendas, oficinas y almacenes)

- Probabilidad estimada de bloqueo = 5%

- Trafico Total = $0.06 \times 72 = 4.32$ E.

- De la Tabla 1.3, para el 5% de bloqueo y 4.32 E. se tiene que el total de troncales requeridos es 8.

- Considerando :

Porcentaje de trafico Los Organos - Talara = 50% = 4 Tie

Porcentaje de trafico Los Organos - El Alto = 25% = 2 Tie

Porcentaje de trafico Los Organos - Laguna Z. = 25% = 2 Tie

Para todos los casos se considera troncales bidireccionales, con el mismo volumen de trafico en ambas direcciones es decir 50% para trafico entrante y saliente.

c) T. EXT. PR. (Teléfonos privados)

Cantidad determinada por la sumatoria de canales de las líneas telefónicas

extendidas de anexos de la central telefónica PETROPERU Talara y de la central telefónica pública Talara de Telefónica del Perú S.A. que totalizan 21 canales.

En El Alto se emplean cinco (05) líneas extendidas de la central telefónica pública Talara para ser usados como teléfonos privados y asignados a las jefaturas de las diferentes dependencias ubicadas en la localidad.

En Somatito se emplean siete (07) líneas extendidas de la central telefónica PETROPERU Talara para ser conectadas a las repetidoras VHF mediante equipos “autopatch” para que los usuarios radiales desde cualquier punto del campo tengan acceso directo a cualquier anexo de las centrales telefónicas PETROPERU.

En Laguna Zapotal se emplean siete (07) líneas extendidas de la central telefónica pública Talara para ser usados como teléfonos privados y asignados a las jefaturas de las diferentes dependencias ubicadas en la localidad.

En Los Organos se emplean dos (02) líneas extendidas de la central pública Talara para ser usados como teléfonos privados y asignados a la residencia de gerencia y huéspedes de gerencia ubicados en la localidad.

d) TIE LINE D. (Canal para transmisión de datos en forma analógica)

Cantidad determinada por los canales utilizados por el sistema de datos ONLINE lo cual permite acceder al Computador Principal (Mainframe) ubicado en Oficina Principal Lima desde cualquier terminal ubicado en Talara y/o El Alto y/o Laguna Zapotal.

e) DATOS DG. (Canal para transmisión de datos en forma digital)

Cantidad determinada por los canales de datos de transmisión digital entre Talara, El Alto y Laguna Zapotal totalizando tres (03) canales formando un anillo de datos.

Este sistema de datos aun se encuentra en proceso de implementación y culminación. Se usará cuando se desactive el Computador Principal ubicado en Oficina Principal Lima.

Del cuadro 1.3 se deduce que se requiere un radio de microondas con capacidad mínima para 59 canales (sumando los canales que enlazan con Talara), pero comercialmente la capacidad más próxima que se fabrican los equipos de radio es para 4E1's (120 canales).

Para los multiplexores podemos apreciar que la capacidad requerida en cada localidad es:

2E1 en Talara,

2E1 en El Alto

1E1 en Somatito

1E1 en Laguna Zapotal

1E1 en Los Organos

Las características técnicas generales del sistema propuesto fueron

- Radio enlace digital
- Equipos No Hot Stand By.
- Capacidad del radio para 4E1
- Banda de operación de 1.8 a 2 GHz.
- Norma Europea (30 + 2 canales)
- Canales PCM a 64 Kbps.

En el "Anexo I" del presente informe se detalla las especificaciones técnicas, las recomendaciones del CCIR para la etapa de radio y las recomendaciones del CCITT para la etapa de mux.

Así también las características de las otras etapas y actividades a desarrollarse tales como :

- Las Tarjetas de interface de Mux a planta externa (troncales Tie Line, FXO y FXS para los anexos extendidos, datos a 64 Kbps, etc.).
- La etapa de energía AC/DC
- La etapa de supervisión/mantenimiento
- Entrenamiento al personal de PETROPERU en operación y mantenimiento de los equipos suministrados

CAPITULO II

EVALUACION TECNICO ECONOMICA

2.1 Justificación técnica

Como podemos apreciar el Sistema de Telecomunicaciones es recurso importante en la gestión y el desarrollo de las funciones que tienen asignadas las diferentes dependencias de la empresa.

Los siguientes servicios requieren del enlace de microondas para poder operar en forma integral y satisfacer las necesidades de los usuarios

- El Centro de Control radial móvil VHF, hace uso del radio enlace por microondas para poder controlar remotamente a siete repetidoras en Somatito y a dos Receptores Satélites en el Alto, de esta manera se cubre radialmente toda la zona de concesión en el noroeste desde un punto centralizado ubicado en Talara
- Las líneas telefónicas de la red pública que tienen asignados los ejecutivos de las diferentes dependencias ubicados en El Alto y Laguna Zapotal.
- Las líneas telefónicas de la red pública conectadas a las centrales telefónicas de El Alto y Laguna zapotal para trafico telefónico entrante y saliente.
- Las líneas telefónicas conectadas a los equipos facsímiles.
- Los módem, para conectar los terminales de El Alto y Laguna Zapotal con el Computador principal ubicado en Oficina Principal-Lima.
- Las troncales telefónicas Tie Line para interconectar las centrales telefónicas de

Talara, El Alto, Laguna Zapotal y Los Organos.

- Las líneas telefónicas internas conectadas a las Repetidoras VHF ubicados en Somatito para que los equipos de radio con teclado puedan acceder directamente a la central telefónica de Talara mediante el auto patch.

El incremento de la demanda de servicio telefónico por el traslado de Talara a Laguna Zapotal y a El Alto de las Dependencias del Área de Explotación no podía ser cubierto en calidad ni en cantidad con el uso del anterior Sistema de Microondas de tecnología analógica ya que el fabricante de estos equipos había desaparecido del mercado, con lo cual decreció la confiabilidad del Sistema de Telecomunicaciones por no tener soporte en el suministro de módulos de repuestos o módulos para mantenimiento o ampliación de canales.

La antigüedad de los equipos y la tecnología analógica hace crítico la ampliación de canales, originando interferencia entre canales.

En conclusión, el desplazamiento de la demanda de comunicación de Talara a El Alto y Laguna Zapotal sumado a la dificultad de disponer de módulos para ampliar la capacidad y la intermodulación producida en el equipo de microondas analógico hizo necesario la adquisición de un Sistema de Microondas Digital de tecnología actual para mantener la confiabilidad de las telecomunicaciones en las Operaciones Noroeste de PETROPERU.

2.2 Cálculos de propagación del radio enlace propuesto

Para preparar las bases técnicas del concurso y evaluar las propuestas técnicas de los postores se efectuaron los principales cálculos de propagación de los enlace Talara/El Alto y El Alto/Somatito.

Las ubicaciones geográficas de las casetas de microondas son

		<u>Gr.</u>	<u>Min.</u>	<u>Seg.</u>
Talara	: LS	4	34	16.0
	LO	81	16	53.0
El Alto	: LS	4	15	45.0
	LO	81	13	15.0
L. Zapotal	: LS	4	13	06.0
	LO	81	06	00.0
Somatito	: LS	4	13	07.0
	LO	81	06	36.0
Los Organos	: LS	4	10	33.0
	LO	81	07	45.0

Altitud del terreno (msnm)

Talara (Faro)	: 50.0 mt.
Talara (Tablazo)	: 90.0 mt.
El Alto	: 300.0 mt.
L. Zapotal	: 310.0 mt.
Somatito	: 305.0 mt.
Los Organos	: 5.0 mt.

Distancia entre Las Estaciones (Aprox. \pm 1 Km.)

Talara (El Faro) - El Alto	: 35.0 Km.
Talara (Tablazo) - El Alto	: 37.5 Km.
El Alto - Somatito	: 13.6 Km.
El Alto - L. Zapotal	: 16.0 Km.
L. Zapotal - Somatito	: 2.0 Km.

Somatito - Los Organos : 8 Km.

Las estructuras metálicas donde se instalaran las antenas son :

Talara (El Faro)	: Mástil	08 mt.
Talara (Tablazo)	: Torre autosop.	37 mt.
El Alto	: Torre ventada	27 mt.
L. Zapotal	: Mástil	25 mt.
Somatito	: Torre ventada	30 mt.
Los Organos	: Torre ventada	15 mt.

Cálculos de programación del enlace Talara - El Alto

En la figura 2.2.a se muestra el perfil topográfico del enlace Talara - El Alto.

Para el cálculo de la potencia en la entrada del receptor de radio se usa la siguiente formula general :

$$P_r = P_t + (G_t + G_r) - A_o - (L_t + L_r) \text{ ----- } @$$

1.- Potencia de Transmisión (P_t)

En el mercado se dispone de varias marcas con las siguientes potencias de transmisión :

$$P_t = 30 \text{ dBm}$$

$$P_t = 28 \text{ dBm}$$

$$P_t = 18 \text{ dBm}$$

2.- Ganancia de las antenas (G_t , G_r)

La ganancia de una antena parabólica viene dada por la formula :

$$G = 20 \text{ Log } \frac{4\pi \eta A_e}{\lambda^2}$$

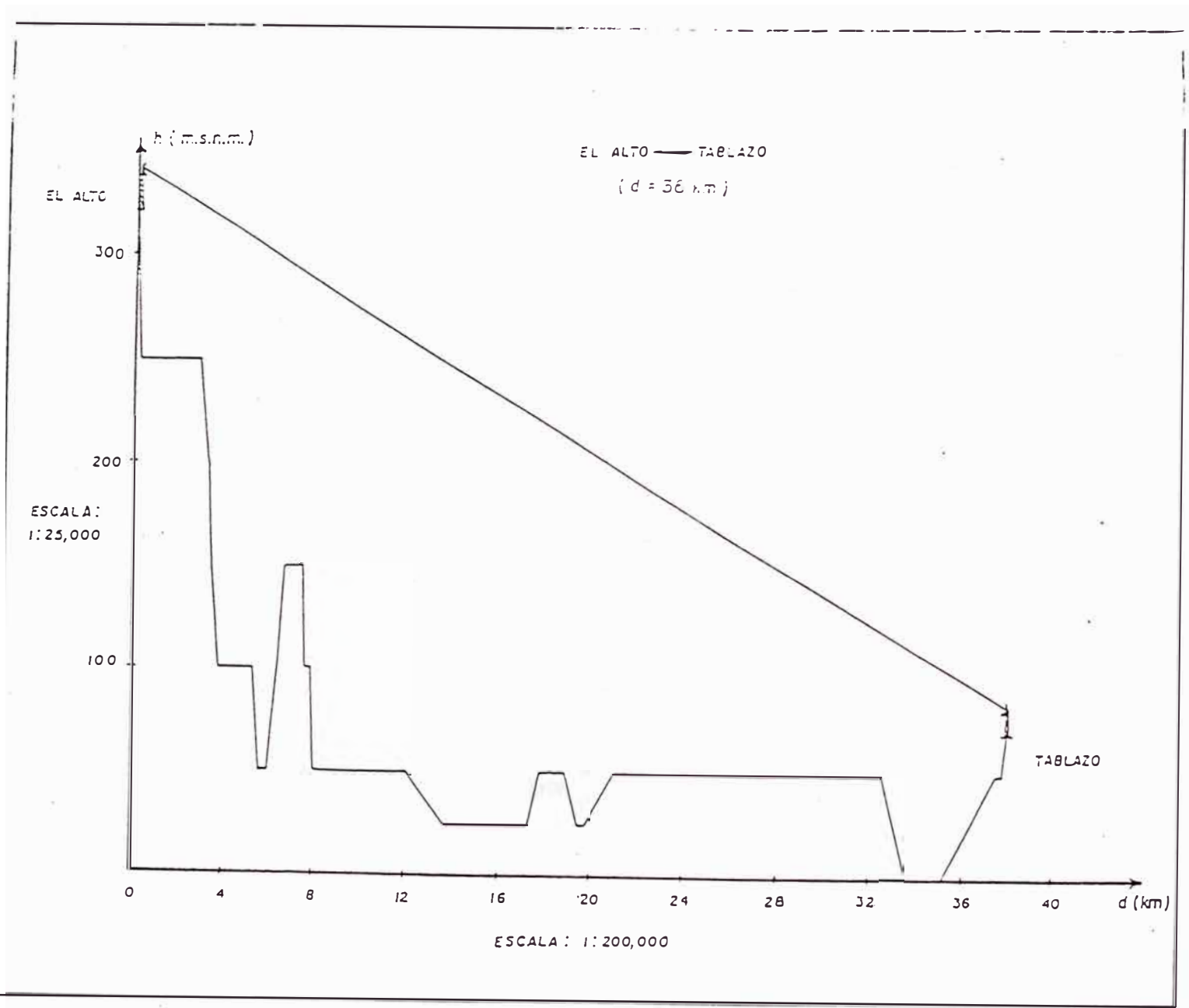


Figura 2.2.a PERFIL TOPOGRAFICO TALARA - EL ALTO

donde :

η = Eficiencia del reflector

λ = Longitud de onda (mt.)

A_e = Área efectiva (m^2)

En el mercado encontramos antenas con reflectores sólidos con/sin radomen y de grilla con diámetros de 4, 6, 8, 12 ft. etc. dependiendo de la frecuencia y ganancia requerida.

Para la distancia de 35 km. y frecuencia de trabajo de 1.8 GHz. seleccionamos antenas de grilla de 6 Ft. de diámetro y polarización simple.

Para estas características la ganancia de la antena es :

$$G = 27.7 \text{ dB}_i$$

3.- Pérdida por espacio libre (A_o)

La pérdida de espacio libre esta en función de la frecuencia de trabajo tal como se puede apreciar en la siguiente formula :

$$A_o = 10 \text{ Log} \left(\frac{4 \Pi d}{\lambda} \right)^2$$

donde :

d = Distancia del enlace (Km.)

f = Frecuencia media de trabajo (MHz)

$$\lambda f = C = 300 \times 10^6 \text{ m/seg.}$$

Para nuestro caso $d = 35 \text{ Km.}$, $f = 1,750.25 \text{ MHz.}$

$$A_o = 20 \text{ Log} (4 \Pi / 0.3) + 20 \text{ Log} (d \times f)$$

$$A_o = 32.45 + 20 \text{ Log} (d \times f)$$

$$A_o = 32.45 + 20\text{Log}(35 \times 1,750.25)$$

$$A_o = 128.19$$

4.- Perdida por cable de antena (L_t , L_r)

Dependiendo del tipo de cable a usar, es dato del fabricante los valores de perdida por cada 100 mts.

$$L_t = \alpha (h_t + l_a)$$

donde :

$$\alpha = \text{Perdida } \text{dB}/_{100\text{mt.}}$$

$$h_t = \text{Altura de la antena (mt)}$$

$$l_a = \text{Longitud adicional para acometida.(mt)}$$

Para el proyecto se usó cable tipo heliax 7/8' de diámetro, para el cual la atenuación es $a = 6.3 \text{ dB}/100 \text{ mt.}$

La perdida en el cable del transmisor es :

$$L_t = 6.3 (10 + 10) / 100 \quad h_t = 10 \text{ mt.}$$

$$L_t = 1.26 \text{ dB}$$

La perdida en el cable del receptor es :

$$L_r = 6.3 (25 + 10) / 100 \quad h_r = 25 \text{ mt.}$$

$$L_r = 2.20 \text{ dB}$$

Reemplazando en @

$$P_r = P_t + (G_t + G_r) - A_o - (L_t + L_r)$$

$$P_r = P_t + (27.7+27.7) - 128.19 - (1.28+2.20)$$

La potencia de recepción será :

$$P_r = -46.27 \text{ dBm para } P_t = 30 \text{ dBm}$$

$$P_r = -48.27 \text{ dBm para } P_t = 28 \text{ dBm}$$

$$P_r = -58.27 \text{ dBm para } P_t = 18 \text{ dBm}$$

5.- Nivel de umbral (P_{th})

$$P_{th} = 10 \text{ Log} (K T B) + F + 30 \text{ dBm}$$

donde :

$$K = \text{Constante de Boltzman } (1.38 \times 10^{-23})$$

$$T = \text{Temperatura absoluta } ^\circ\text{K } (300 \text{ } ^\circ\text{K} = 27 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$B = \text{Ancho de banda FI (Nyquist)}$$

$$= 2 \times (2.048) \times (1+0.5)$$

$$= 6.14 \text{ MHz}$$

$$F = \text{Factor de ruido del receptor}$$

$$= 5.5 \text{ dB (dato del fabricante)}$$

$$P_{th} = 10 \text{ Log}[1.38 \times 10^{-23} \times 300 \times 6.14 \times 10^6] + 5.5 + 30$$

$$P_{th} = -230 + 10 \text{ Log}(1.38) + 10 \text{ Log}(300) + 60 + 10 \text{ Log}(6.14) + 5.5 + 30$$

$$P_{th} = -230 + 1.4 + 24.8 + 67.9 + 35.5$$

$$P_{th} = -100.4 \text{ dB}_m$$

6.- Margen de desvanecimiento (F_d)

$$F_d = 10 \text{ Log}(P_R / T) \text{ ----- } (\beta)$$

Donde :

P_R : Probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento tipo Rayleigh

T : Probabilidad de tiempo permisible de interrupción

a) Probabilidad de ocurrencia desvanecimiento tipo Rayleigh (P_R)

$$P_R = (f/4)^{1.2} \times Q \times d^{3.5}$$

Donde :

f = Frecuencia (GHz.)

d = Distancia del tramo (Km.)

Q = coeficiente de la trayectoria.

$Q = 2.1 \times 10^{-9}$ Zona montañosa

$Q = 5.1 \times 10^{-9}$ Zona plana.

$Q = 3.8 \times 10^{-7} \sqrt{1/h}$ Mar o zona costera

$h = (h_1 + h_2)/2$ Es la .Altura media de la trayectoria en mt.

Entonces :

$$P_R = (1.75025/4)^{1.2} \times [3.8 \times 10^{-7} / \sqrt{(60+325)/2}] \times 35^{3.5}$$

$$10 \text{ Log } P_R = 12 \text{ Log}(0.43) + 10 \text{ Log}(2.7 \times 10^{-8}) + 35 \text{ Log} 35$$

$$10 \text{ Log } P_R = -26.04 \text{ dB}$$

b) Probabilidad del tiempo permisible de interrupción (T)

$$T = t_x d/D \%$$

donde

$$t = 0.005 \%$$

d = Distancia del enlace (Km.)

D = Distancia del circuito de referencia

$$T = 5 \times 10^{-5} \times 35/200$$

$$T = 8.75 \times 10^{-6}$$

$$10 \text{ Log } T = -50.58$$

en (β)

$$F_d = 10 \text{ Log} (P_R) - 10 \text{ Log} (T)$$

$$F_d = -26.04 - (-50.58)$$

$$F_d = 24.54 \text{ dB}$$

7.- Relación (C/N) por ruido térmico.

a) Sin desvanecimiento

$$(C/N)_o = P_r - P_{th}$$

$$(C/N)_o = P_r - 10 \text{ Log KTBF}$$

Para $P_t = 30 \text{ dBm}$

$$(C/N)_o = -46.27 - (-100.4)$$

$$(C/N)_o = 54.13 \text{ dBm}$$

Para $P_t = 18 \text{ dBm}$

$$(C/N)_o = -58.27 - (-100.4)$$

$$(C/N)_o = 42.13 \text{ dBm}$$

b) Con desvanecimiento

$$(C/N)_d = P_r - F_d - P_{th}$$

$$(C/N)_d = P_r - 10 \text{ Log}(P_r / T) - 10 \text{ Log KTBF}$$

Para $P_t = 30 \text{ dBm}$

$$(C/N)_d = -46.27 - 24.54 - (-100.4)$$

$$(C/N)_d = 29.59 \text{ dBm}$$

Para $P_t = 18 \text{ dBm}$

$$(C/N)_d = -58.27 - 24.54 - (-100.4)$$

$$(C/N)_d = 17.59 \text{ dBm}$$

Para $BER = 10^{-6}$ se debe considerar :

$$(C/N)_d = 19 \text{ dBm (mínimo)}$$

Comparando :

P_t	$(C/N)_d$	$(C/N)_d$ Min.	EXCESO
18	18.69	19	-0.31
28	28.68	19	9.69
30	30.69	19	11.69

Entonces es conveniente usar un $T_x = 30 \text{ dB}_m$

Con lo cual aseguramos un adecuado nivel de recepción para $BER = 10^{-6}$ donde el nivel de recepción será $P_r = -46.27 \text{ dB}_m$ para el mejor de los casos sin llegar a saturar el receptor, ya que los equipos aceptan hasta -25 dB_m para $BER = 10^{-3}$

Cálculos de propagación del enlace El Alto - Somatito

En la figura 2.2.b se muestra el perfil topográfico del enlace El Alto - Somatito.

Aplicando las mismas fórmulas del tramo El Alto - Talara se tiene :

$$P_r = P_t + (G_t + G_r) - A_o - (L_t + L_r) \quad \text{--- --- --- @}$$

1.- Potencia de Transmisión (P_t)

$$P_t = 30 \text{ dB}_m$$

$$P_t = 28 \text{ dB}_m$$

$$P_t = 18 \text{ dB}_m$$

2.- Ganancia de las antenas (G_t, G_r)

Para distancia de 14 km. y frecuencia de trabajo de 1.8 GHz. seleccionamos antenas de grilla de 4 Ft. de diámetro y polarización simple.

Para estas características la ganancia de la antena es :

$$G = 24.5 \text{ dB}_i$$

3.- Perdida por espacio libre (A_o)

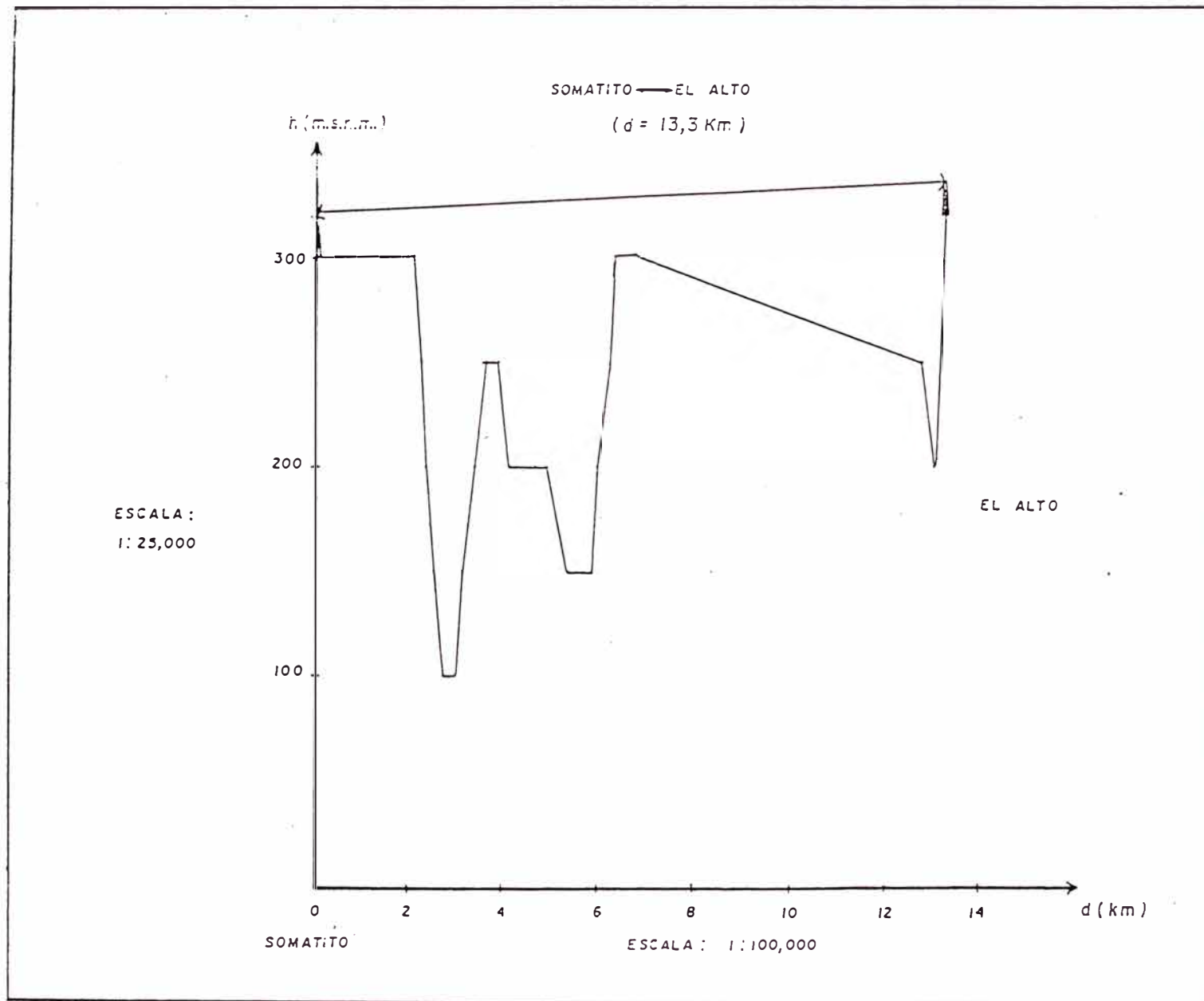


Figura 2.2.b PERFIL TOPOGRAFICO EL ALTO - SOMATITO

Para $d = 14 \text{ Km.}$, $f = 1,736.25 \text{ MHz.}$

$$A_o = 20 \text{ Log} (4 \Pi / 0.3) + 20 \text{ Log} (d \times f)$$

$$A_o = 32.45 + 20 \text{ Log} (d \times f)$$

$$A_o = 32.45 + 20 \text{ Log} (14 \times 1,736.25)$$

$$A_o = 120.16$$

4.- Perdida por cable de antena (L_t , L_r)

La perdida en el cable del transmisor es :

$$L_t = 6.3 (22 + 8) / 100 \quad h_t = 22 \text{ mt.}$$

$$L_t = 1.89 \text{ dB}$$

La perdida en el cable del receptor es :

$$L_r = 6.3 (25 + 5) / 100 \quad h_r = 25 \text{ mt.}$$

$$L_r = 1.89 \text{ dB}$$

Reemplazando en @

$$P_r = P_t + (G_t + G_r) - A_o - (L_t + L_r)$$

$$P_r = P_t + (24.5 + 24.5) - 120.16 - (1.89 + 1.89)$$

La potencia de recepción será :

$$P_r = - 44.94 \text{ dBm} \quad \text{para} \quad P_t = 30 \text{ dBm}$$

$$P_r = - 46.94 \text{ dBm} \quad \text{para} \quad P_t = 28 \text{ dBm}$$

$$P_r = - 56.94 \text{ dBm} \quad \text{para} \quad P_t = 18 \text{ dBm}$$

5.- Nivel de umbral (P_{th})

$$P_{th} = -100.4 \text{ dB}_m$$

6.- Margen de desvanecimiento (F_d)

$$F_d = 10 \text{ Log} (P_R / T) \quad \text{-----} \quad (\beta)$$

a) Probabilidad de ocurrencia desvanecimiento tipo Rayleigh (P_R)

$$P_R = (f/4)^{1.2} \times Q \times d^{3.5}$$

Entonces :

$$P_R = (1.73625/4)^{1.2} \times [3.8 \times 10^{-7} \sqrt{(322+335)/2}] \times 14^{3.5}$$

$$10 \text{ Log } P_R = 12 \text{ Log}(0.43) + 10 \text{ Log}(2.09 \times 10^{-8}) + 35 \text{ Log} 14$$

$$10 \text{ Log } P_R = -41.08 \text{ dB}$$

b) Probabilidad del tiempo permisible de interrupción (T)

$$T = 5 \times 10^{-5} \times 14/200$$

$$T = 3.50 \times 10^{-6}$$

$$10 \text{ Log } T = -54.56$$

en (β)

$$F_d = 10 \text{ Log } (P_R) - 10 \text{ Log } (T)$$

$$F_d = -41.08 - (-54.56)$$

$$F_d = 13.48 \text{ dB}$$

7.- Relación (C/N) por ruido térmico.

a) Sin desvanecimiento

$$(C/N)_o = P_r - P_{th}$$

Para $P_t = 30 \text{ dBm}$

$$(C/N)_o = -44.94 - (-100.4)$$

$$(C/N)_o = 55.46 \text{ dB}_m$$

Para $P_t = 18 \text{ dBm}$

$$(C/N)_o = -56.94 - (-100.4)$$

$$(C/N)_o = 43.46 \text{ dB}_m$$

b) Con desvanecimiento

$$(C/N)_d = P_r - F_d - P_{th}$$

$$(C/N)_d = P_r - 10\text{Log}(P_R/T) - 10\text{Log}kTBF$$

Para $P_t = 30$ dBm

$$(C/N)_d = -44.94 - 13.48 - (-100.4)$$

$$(C/N)_d = 41.98 \text{ dBm}$$

Para $P_t = 18$ dBm

$$(C/N)_d = -56.94 - 13.48 - (-100.4)$$

$$(C/N)_d = 29.98 \text{ dBm}$$

Para $BER = 10^{-6}$ se debe considerar :

$$(C/N)_d = 19 \text{ dBm (mínimo)}$$

Comparando :

P_t	$(C/N)_d$	$(C/N)_d$ Min.	EXCESO
18	29.98	19	10.98
28	39.98	19	20.98
30	41.98	19	22.98

Entonces podemos usar un $T_x = 18$ dBm

Con lo cual aseguramos un adecuado nivel de recepción para $BER = 10^{-6}$ donde el nivel de recepción será $P_r = -56.94$ dBm para el mejor de los casos sin llegar a saturar el receptor ya que los equipos aceptan hasta -25 dBm para $BER = 10^{-3}$

2.3 Justificación económica

Como el proyecto no está relacionado directamente dentro del proceso productivo de la empresa es difícil cuantificar la utilidad o la pérdida producida al no ejecutarse el proyecto.

Sin embargo es válido comparar los costos del servicio que brindaría el proyecto versus el costo de alquilar el servicio a la entidad prestadora de servicio

público, que en nuestro caso es Telefónica del Perú S.A.

Bajo este criterio se evaluó la factibilidad económica del proyecto tomando las siguientes consideraciones

- Telefónica del Perú como empresa privada que presta servicio público estaría en condiciones técnicas de atender (hasta la fecha aún no le es posible) la demanda de servicio telefónico en los lugares requeridos por PETROPERU.
- Por lo tanto proceder a alquilar a Telefónica del Perú S.A. los circuitos telefónicos, circuitos de datos y circuitos dedicados requeridos en El Alto, Somatito, Laguna Zapotal y Los Organos.
- La inversión aprobada para el proyecto fue de MUS\$ 365.80 (incluye IGV)
- Depreciación anual de 10% para los equipos adquiridos.
- Desembolsos anuales desde el primer año por gastos de operación del Sistema.
- Desembolsos anuales por gastos de mantenimiento a partir del segundo año (el primer año es cargo de la garantía del suministro).
- Se consideró como ingreso (utilidad) el monto que costaría alquilar a Telefónica del Perú los circuitos dedicados desde Talara hacia las localidades requeridas.
- Los Montos fueron convertidos a dólares para uniformizar la moneda.

Costo de alquiler de los canales de microondas

El costo de alquiler de los canales dedicados tienen costo fijo mensual, la variación viene dada por reajustes de tarifas autorizadas por el organismo supervisor OSIPTEL.

La tarifa por minuto del servicio telefónico para tráfico nacional de la Cía Telefónica del Perú se divide en tres rangos según distancia del enlace

Rango A : Para distancias menos de 100 km.(Lobitos, Negritos, El Alto,

Somatito, Laguna Zapotal, Los Organos, Sullana, Paita, etc.)

Rango B : Para distancias de 100 a 450 km. (Piura, Chiclayo, Tumbes, Bayovar, etc.)

Rango C : Para distancias mayores a 450 km. (Lima, Trujillo, Iquitos, Pucallpa, Tacna, Arequipa, Mollendo, Pisco, etc.)

Para nuestro caso los enlaces están comprendidos en el Rango A ya que las distancias del enlace se encuentran entre 35 y 2 Km.

La renta fija de un canal dedicado para voz se obtiene de multiplicar los 4,000 minutos de conversación por el costo del minuto "Rango A" más costo de los pares telefónicos requeridos para cada circuito y a todo esto se aplica el 18 % del IGV. El monto resultante es la renta mensual por cada canal de voz.

De igual forma se calcula la renta mensual de los canales dedicados para datos, pero en este caso la facturación es por 5,000 minutos en vez de 4,000 minutos.

La Renta Mensual por canal la podemos expresar con la siguiente formula :

$$R_m = [(m \times Ct_m) + P_r \times Cls] \times [IGV]$$

Donde :

R_m = renta mensual por canal

m = minutos tarifados (4,000 para voz y 5,000 para datos)

Ct_m = costo del minuto según el rango

P_r = Cantidad de pares requeridos según el circuito (2 para sistema radial, 3 para Tie Line, 2 para datos y 1 para teléfonos extendidos.)

Cls = costo de línea especial (par telefónico)

IGV = impuesto general a las ventas

En el siguiente cuadro se muestra los costos a diciembre-93, fecha en que se

efectuó la justificación económica .

Cuadro 2.3.a

DESCRIPCION	MINUTO	LINEA ESP.	IGV	TIPO CAMBIO
COSTO VOZ	0.19	124.33	18 %	2.16 S/.por \$
COSTO DATOS	0.19	220.00	18 %	2.16 S/.por \$

De las necesidades previamente evaluadas se determinó que los circuitos

requeridos son :

Sistema Radial	10
Troncales Tie Line	27
Teléfonos Extendidos	20
Circuitos de Datos	3

Pasamos a calcular la renta mensual total:

$$R_m = [m \times C_{tm} + Pr \times Cls] \times [IGV]$$

$$R_{mt} = 10[4,000 \times 0.19 + 2 \times 124.33] \times 1.18 + 27[4,000 \times 0.19 + 3 \times 124.33] \times 1.18 \\ + 20[4,000 \times 0.19 + 1 \times 124.33] \times 1.18 + 3[5,000 \times 0.19 + 2 \times 220.00] \times 1.18$$

$$R_{mt} = 11,902.19 + 36,097.06 + 20,870.19 + 4,920.60$$

$$\text{Renta anual total} = 12 \times R_{mt}$$

$$\text{Renta anual total} = 12 \times 73,790.04$$

$$\text{Renta anual total en s/.} = 885,480.48$$

$$\text{Renta anual total en \$} = 885,480.48 / 02.16$$

$$\text{Renta anual total en \$} = 409,944.66$$

Esta cantidad se considera como ingreso.

Egresos :

Como egresos se debe considerar los gastos por mantenimiento y los gastos por operación del sistema.

$$\text{Egresos} = \text{Gasto Mantenimiento} + \text{Gastos de Operación}$$

Los principales gastos anuales por mantenimiento se muestran en el siguiente cuadro :

Cuadro 2.3.b

DESCRIPCION	CANTIDAD US\$
- Materiales varios tales como fusibles, leds, agua destilada para el banco de baterías, etc.	500.00
- Mantenimiento de torres, mástiles, pozos de tierra, etc. reparación de módulos	2,500.00
- Servicio contratado anual por calibración general del sistema de microondas : US\$	3,000.00
- Mantenimiento mayor cada cinco años	6,000.00

Los gastos anuales de operación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.3.c

DESCRIPCION	CANTIDAD US\$
- Personal técnico a cargo del mantenimiento (192 horas a 20 US\$/h-hombre)	3,840.00
- Gastos de transporte	1,200.00
- Gastos por mantenimiento de casetas, suministro de fluido eléctrico, agua, etc.	960.00

El resumen de los egresos anuales es :

Cuadro 2.3.d

Año	Egresos US\$
1	6,000
2 al 4 y 6 al 9	12,000
5 y 10	18,000

Con los datos obtenidos pasamos a calcular los principales parámetros de la evaluación económica del proyecto como son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) , el Índice de Valor Actual (IVA) y el tiempo en que se recupera la inversión (PAYOUT).

En el Cuadro 2.3.e se tiene el resultado de aplicar las fórmulas de los indicadores económicos.

Brevemente pasamos a definir los indicadores económicos utilizados.

DEFINICION DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS

1.- Valor Actual Neto (VAN)

Es igual a la actualización del flujo neto de fondos de un proyecto o inversión a la tasa de descuento de 15% o 20% según corresponda.

para nuestro caso en el cuadro 2.3.e se tiene el flujo neto de fondos.

Con la siguiente formula se calcula el VAN

$$VAN = \sum_{J=0}^{J=n} \frac{(FNF)_J}{(1+i)^J}$$

$$VAN = 1,088.03 \text{ MUS\$} \quad \text{al } 15 \%$$

2.- Indice de Valor Actual (IVA)

Es el resultado de dividir el Valor Actual Neto (VAN) entre la inversión.

Para nuestro caso es :

$$IVA = 1,088.03 / 365.80$$

$$IVA = 2.97$$

3.- Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa a la cual el Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto es igual a cero. Su calculo requiere de un procedimiento iterativo o en su defecto la utilización de programas de calculo preestablecidos.

Así tenemos que para el flujo de caja anterior se calculan los VAN a distintas tasas de descuento hasta encontrar aquella a la cual el Van del proyecto se hace cero.

$$\text{TIR} = 79.39 \%$$

4.- Growth Rate Return (GROR)

Este índice es particularmente útil como criterio de priorización de inversiones cuando el TIR y el VAN dan resultados contradictorios al comparar diferentes oportunidades de inversión.

El GROR se calcula mediante la siguiente fórmula :

$$\text{GROR} = (\text{CF} / \text{PV})^{1/n} - 1$$

Donde :

CF = Valor futuro de flujos de caja positivos al final del periodo de evaluación del proyecto o inversión.

PV = Valor presente de la inversión.

n = Numero de años.

5.- Valor presente del costo unitario.

Este índice se calcula para los proyectos de Exploración - Producción (fase de desarrollo) y se define por la siguiente fórmula :

$$\text{VPCU} = \frac{\sum \text{Egresos}_j * F_j}{\sum \text{Volumen}_j * F_j} \quad j = 0, n$$

Donde :

Egreso_j : Representa los egresos para el año j, expresado en US\$.

Volumen_j : Representa el incremento de producción del petróleo por efectos del proyecto para el año j.

F_j : Factor de actualización del periodo j a la tasa i.

6.- PAYAOUT

Se llama así al tiempo de recuperación de la inversión de un proyecto o inversión; es decir al número de años al cabo de los cuales se logra recuperar la inversión inicial y remunerar al capital a una tasa correspondiente a la tasa de actualización

Para nuestro caso del cuadro 2.3.e se tiene que

$$\text{PAYAOUT} = 1 \text{ año} + (365.80 - 255.42) \times 12 / 218.93$$

$$\text{PAYAOUT} = 1 \text{ año} + 6 \text{ meses}$$

La inversión se recupera a partir de 1 año y 6 meses, tiempo en el cual la suma del flujo descontado se hace cero.

CUADRO 2.3.e

ANALISIS ECONOMICO (EN MILES DE US\$)

Proyecto : Radioenlace digital para interconectar las operaciones en el Noroeste PETROPERU

Impuestos 30.00%

Interés 15.00%

Vida 10

VAN: **1,087.82**

TIR: **79.38%**

En Miles de U.S.Dólares

Año	Inversión	Aborros	Gastos	Depreciación	Monto Imponible	Impuestos	Utilidad Neta	Flujo Fondos	Factor Descuento	Flujo Descontado
0	(365.80)			0.00	0.00	0.00	0.00	(365.80)	1.00	(365.80)
1		409.94	(6.00)	(36.58)	367.36	110.21	257.15	293.73	0.87	255.42
2		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.76	218.93
3		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.66	190.37
4		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.57	165.54
5		409.94	(18.00)	(36.58)	355.36	106.61	248.75	285.33	0.50	141.86
6		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.43	125.17
7		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.38	108.85
8		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.33	94.65
9		409.94	(12.00)	(36.58)	361.36	108.41	252.95	289.53	0.28	82.30
10		409.94	(18.00)	(36.58)	355.36	106.61	248.75	285.33	0.25	70.53

CAPITULO III

PROCESO DEL CONCURSO POR COMPETENCIA

3.1 Descripción del proceso

PETROPERU para sus adquisiciones se rige por un Reglamento de Adquisición de Bienes que tiene varias modalidades de adquisición los cuales están en función al monto concursado.

Para otorgar la Buena Pro se selecciona la oferta técnico-económica más favorable para la empresa, es decir que no solo se considera el menor precio sino calidad, oportunidad en la entrega, experiencia del postor en adquisiciones anteriores etc.

Las modalidades según el monto a concursar son

Licitación Pública

Concurso Público

Concurso por competencia

Negociación Directa

Por el monto aprobado para el proyecto, la adquisición se efectuó bajo la modalidad de concurso por competencia. Bajo esta modalidad es menor el tiempo de duración del concurso, no necesita de publicaciones en los diarios y se invita en forma directa por escrito alcanzando las bases del concurso a las compañías que se desea que participen en el proceso.

De preferencia como mínimo deben ser tres las compañías que presenten sus ofertas o se excusen de no participar con la finalidad de considerarlos en posteriores concursos.

En caso que solo se presente un postor , es potestad de la comisión evaluadora del concurso en coordinación con el área operativa (usuario) determinar la continuidad del proceso de adquisición o postergar la fecha de apertura de sobres.

La ventaja de este proceso es que al invitar directamente a los participantes se evita que participen compañías no calificadas dilaten innecesariamente el proceso de adquisición.

El desarrollo del concurso no presentó ningún contratiempo.

Se invitaron a ocho compañías de las cuales tres presentaron sus ofertas y el resto se excuso de no participar.

Luego de la apertura de sobres se formó la comisión técnica conformada por cuatro ingenieros perteneciente al área operativa (Telemática) para evaluar las ofertas de los postores.

Para agilizar la evaluación a cada miembro se le asignó una etapa de los equipos que fue dividido en : Radio, Mux, Datos, Energía, Supervisión y alarmas.

La evaluación se efectuó en base a los Criterios y Parámetros de Evaluación Técnico-Económica indicados en las Bases del Concurso, dando como resultado que la misma compañía cumple técnicamente con lo especificado en las Bases Técnicas del Concurso y económicamente su oferta es la más baja, este detalle facilitó la adjudicación de la Buena Pro.

3.2 Bases técnicas administrativas

Las bases técnicas administrativas estuvo a cargo de dos áreas.

La área logística (adquisiciones) se encargó de preparar las bases administrativas donde se indicaba la modalidad del proceso, lugar, fecha, hora en que se deben efectuar las consultas y presentar las ofertas con los documentos sustentatorios solicitados en las mismas bases.

La área operativa (Telemática) se encargó de preparar las especificaciones técnicas de acuerdo a las necesidades y estudios previos realizados.

Para disponer de información técnica actualizada se cursó invitación adjuntando las necesidades y configuraciones referenciales requeridos a las compañías representantes de equipos de microondas de marcas reconocidas.

Los Representantes de las marcas Alcatel, Nec, ATI y Ericsson aceptaron nuestra invitación y se realizaron exposiciones de sus equipos en las oficinas de PETROPERU - Talara.

Sin costo alguno todos los expositores presentaron alternativas de solución a nuestras necesidades.

De las charlas informativas se sacaron interesantes conclusiones

- El tipo de modulación RF difiere según la marca del radio.
- Diferencia de marca en los equipos de radio, equipo multiplexor, las fuentes, antenas, excepto la marca Nec que dispone de Radio y Mux.
- La mayoría de las compañías instalan sistemas de telecomunicaciones integrando diferentes marcas por ello se autodenominan integradores.
- Alianzas entre grandes fabricantes para ingresar a mercados nuevos para sus productos.

Con la información obtenida se procedió a preparar las Bases Técnicas

A las Bases Técnicas se le dio la forma de marco general para que

técnicamente todos los invitados tengan posibilidad de participar en el concurso y PETROPERU disponga de varias alternativas para atender sus necesidades.

En el “ANEXO I” del presente informe se adjunta las Bases Técnicas con las cuales se concursó la adquisición del equipamiento del proyecto.

CAPITULO IV

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Calendario de ejecución

El plazo requerido para la ejecución del proyecto fue de cinco meses contados a partir de la fecha de colocada la Orden de Compra al ganador de la Buena Pro.

El calendario propuesto por el ganador de la Buena Pro y aceptado por PETROPERU fue el siguiente :

Cuadro 4.1

ACTIVIDAD	PLAZO
Equipos en fabrica	90 días
Equipos en Callao	10 días
Nacionalización e internamiento	10 días
Equipos en Talara	5 días
Instalación	30 días

Sin embargo la ejecución se sufrió una pausa de dos meses en el proceso de adquisición, debido a los momentos de cambio y reestructuración interna de la empresa.

Por disposición de la Alta Administración se dispuso revisar las necesidades actuales y futuras de la empresa, a fin de no sobredimensionar el equipamiento y buscando la forma de ahorrar un monto significativo en la adquisición de los

equipos para lo cual se formó una comisión integrada por ingenieros de las áreas de Telecomunicaciones de Oficina Principal Lima y de Talara.

Al termino de la revisión, la comisión concluyó continuar con el proceso de adquisición sin variar el equipamiento originalmente concursado.

La decisión se sustentó en las siguientes razones

- Se reconfirmó (de acuerdo a las bases del concurso) la necesidad de disponer de un radio enlace con capacidad para 4E1 de los cuales se daría uso inmediato a 2E1, quedando los restantes 2E1 para posibles usos en video conferencia u otros teleservicios que se implementen en futuro.
- El ganador de la Buena Pro oferto un radio con capacidad para 6E1, con lo cual cumple y excede los requerimientos de las Bases del Concurso. Además económicamente es la más favorable referente a las ofertas de los otros postores que propusieron 4E1.
- No es sustancial el ahorro de 1% al pasar de 6E1 a 3E1 para el mismo tipo de radio ya que solo se dejaría de adquirir una tarjeta de Muldem (cada tarjeta maneja 3E1's).
- Se verificó la necesidad de la demanda original de servicio en cada lugar sin alterar el plan de canalización de los Mux.

Reiniciado el proceso, se entregó la Orden de Compra a la Cía Ganadora de la Buena Pro, quienes inmediatamente solicitaron a su Casa Matriz la fabricación de los equipos, a lo cual fabrica respondió solicitando las Licencias o la Autorización correspondiente para el uso de las frecuencias con las cuales operarían los equipos de microondas.

Como la gestión de las Licencias o Autorización para el uso las nuevas

frecuencias no estaba contemplado en las bases, y la obtención de estas demandaría en el mejor de los casos, un mes de tramites. Se opto por usar las mismas frecuencias del Sistema de Microondas Analógico con la finalidad de no retrasar la ejecución del proyecto.

Es así que el calendario de ejecución se cumplió dentro de los plazos previstos, teniendo como fecha de termino el 26 de abril de 1,995.

4.2 Instalación y características técnicas de la etapa de Radio

La configuración original como fue concursado el proyecto sufrió tres variantes en su etapa de ejecución específicamente en la ubicación de los equipos, quedando finalmente el esquema mostrado en la Figura 4.2.

Estas variantes fueron

a) En Talara, la Estación Terminal de Microondas cambio de ubicación a la caseta Tablazo ubicado a 2 Km. al sur de la ubicación original caseta El Faro con lo cual la distancia del enlace se incrementó a 37.5 km.

El cambio se debió por que la caseta El Faro se encuentra dentro de las instalaciones de la Refinería Talara y el Sistema de Microondas para uso exclusivo del Área de Explotación para lo cual el proceso de privatización

dispone independización de las Unidades de Negocios. Esto implica que ellas deben funcionar en forma independiente tanto administrativa, técnica y materialmente por lo tanto no deben haber equipos ni instalaciones de otras Unidades de Negocios funcionando dentro de las instalaciones de la Refinería Talara.

b) En Laguna Zapotal, la Estación Terminal de Microondas se cambio de ubicación a la caseta Somatito ubicado a 2 Km. al suroeste de la ubicación original

RED DE MICROONDAS DIGITAL PETROPERU TALARA

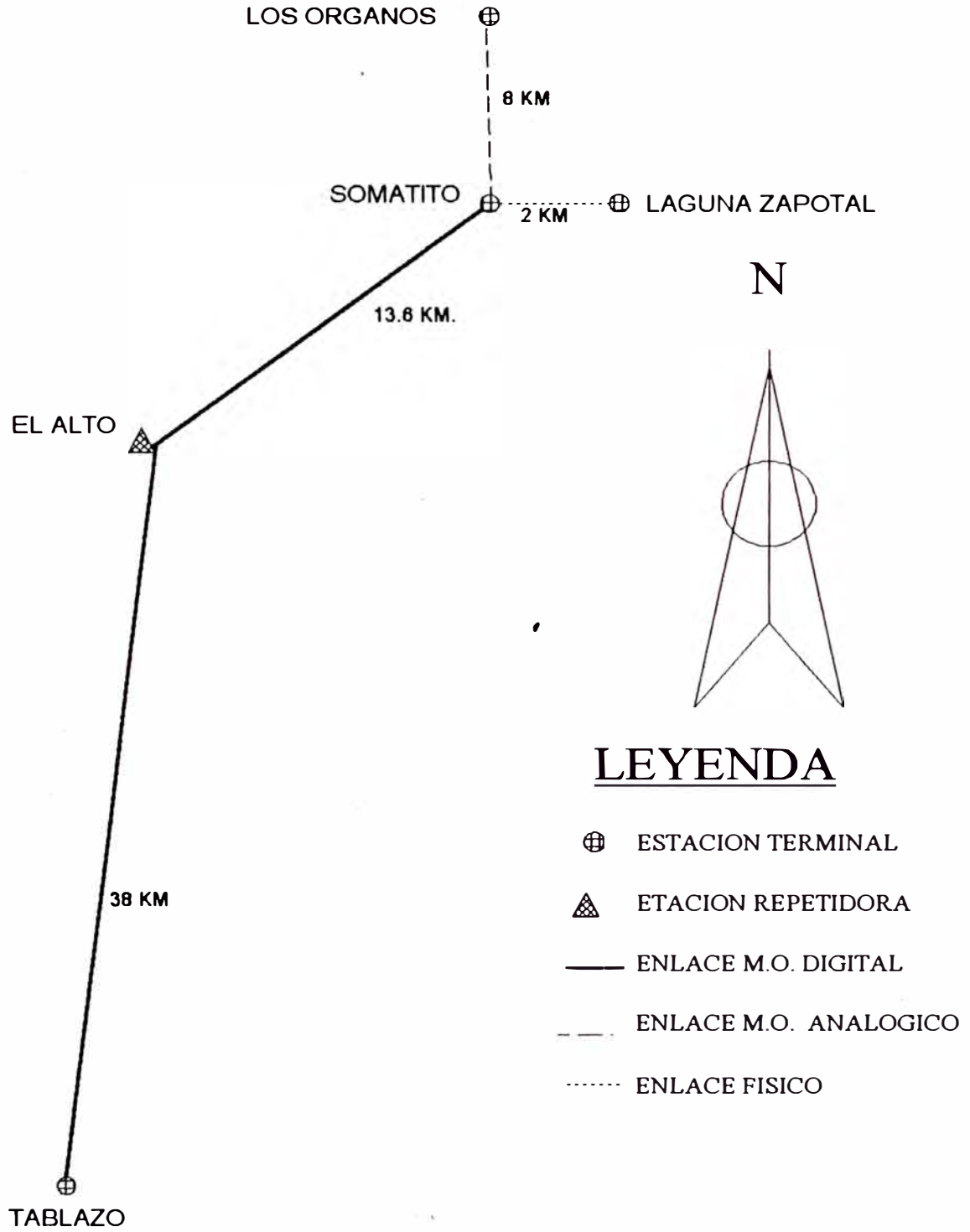


Figura 4.2

en la caseta Laguna Zapotal Oficinas con lo cual la distancia del enlace decreció a 13.6 km.

El cambio se debió a que la sede administrativa de la Gerencia División Producción cambiaría de residencia dentro de los próximos 6 meses trasladándose de las oficinas de Laguna Zapotal a las oficinas de El Alto.

c) Como consecuencia del punto b) se enlazó a Laguna Zapotal por cable telefónico y con modem's El.

Para Controlar el avance de la etapa final de ejecución del proyecto se preparo un Control de Avance separándolo en dos etapas y asignando valor porcentual a cada etapa.

- Instalación 40 %

- Programación y Pruebas de Funcionamiento del Sistema 60 %

Se dió mayor peso a la labor de programación y pruebas debido a que los trabajos demandarían precisión en las pruebas y ajustes de niveles de atenuación de los canales de Mux (Troncales Tie Line, Loop Ext., Datos), efectuándose estos trabajos inicialmente en los extremos y luego en simultáneo entre los puntos de enlace.

En el "ANEXO II" se adjunta las hojas de Control del Avance de Ejecución.

4.2.1 Instalación

El proceso de ubicación y fijación de los equipos fue relativamente rápido, demandando mayormente esfuerzo físico y buen conocimiento de las técnicas de instalación de sistemas de microondas.

En las Figuras 4.2.1.a, b, c, y d se muestran las ubicaciones de los equipos en el interior de las casetas de Talara, El Alto, Somatito y Laguna Zapotal.

ESTACION DE MICROONDAS TABLAZO

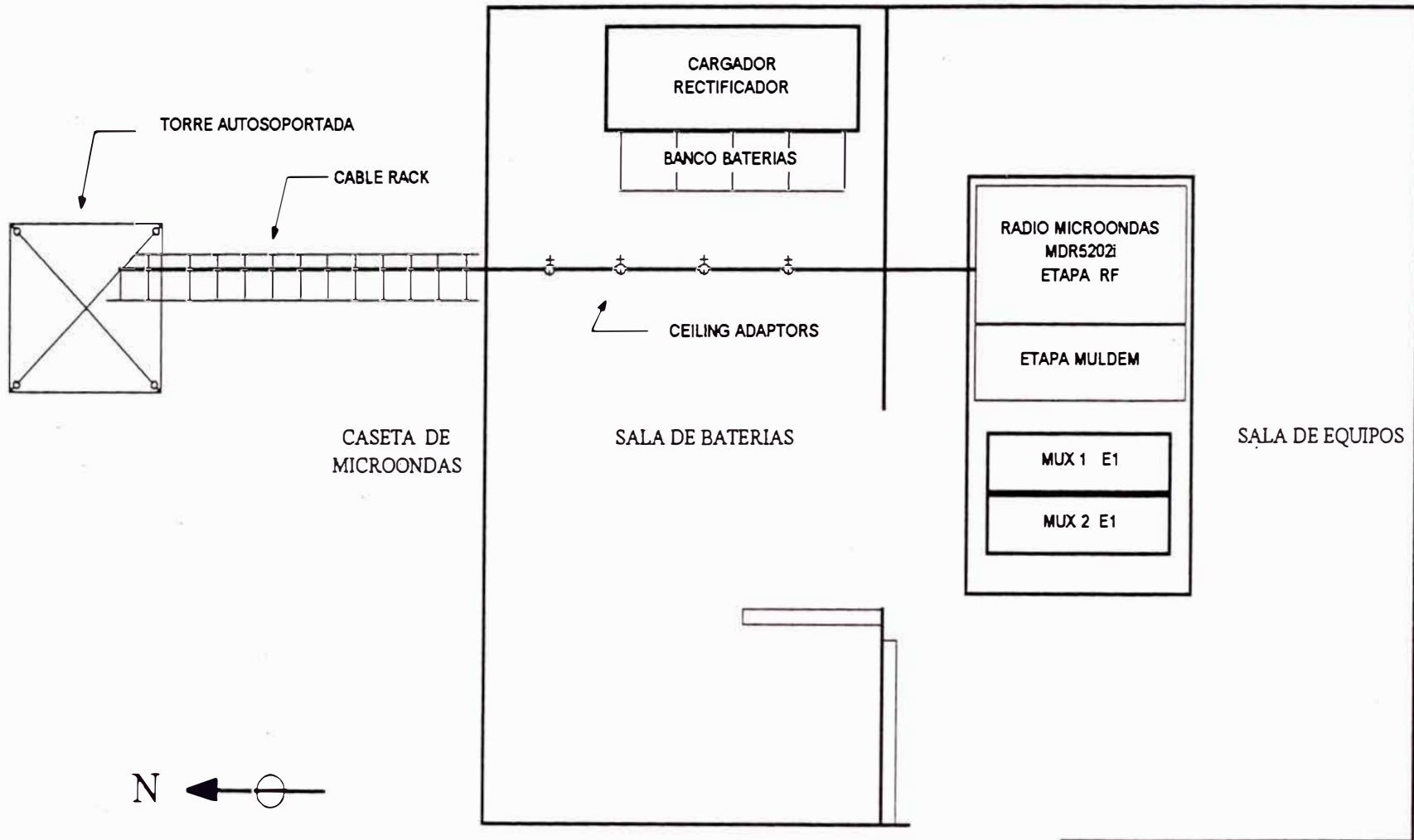


Figura 4.2.1.a

REPETIDORA DE MICROONDAS EL ALTO

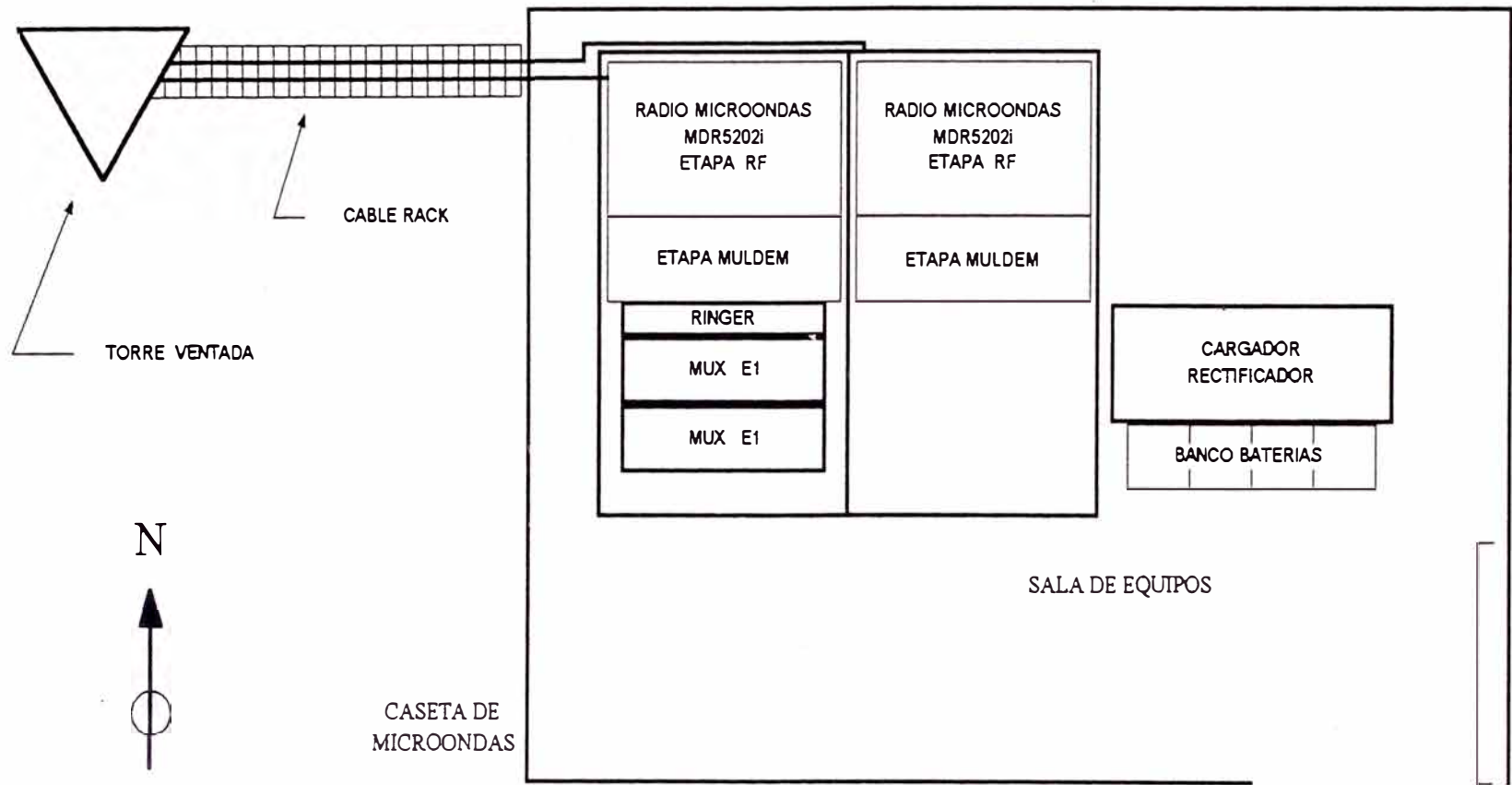


Figura 4.2.1.b

ESTACION LAGUNA ZAPOTAL

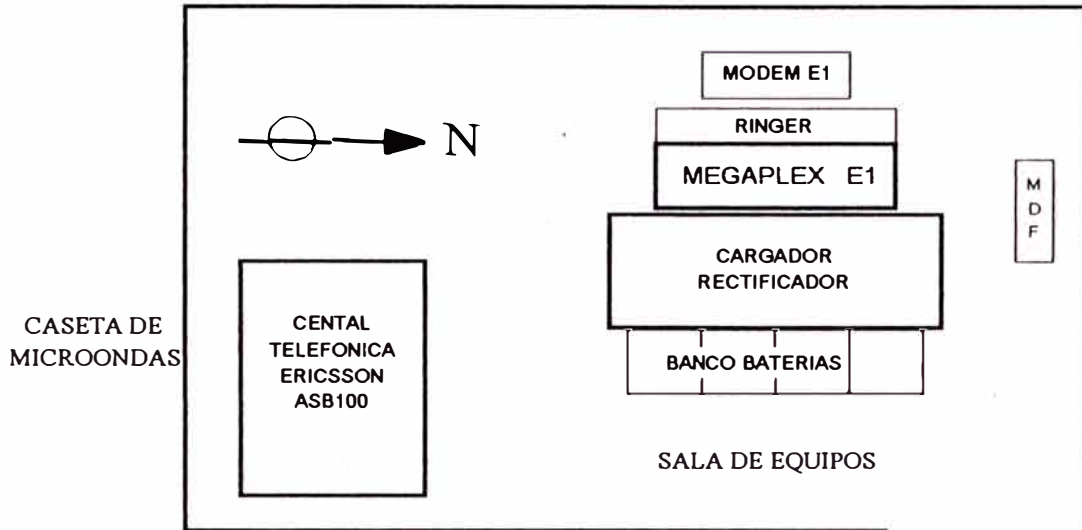


Figura 4.2.1.c

ESTACION DE MICROONDAS SOMATITO

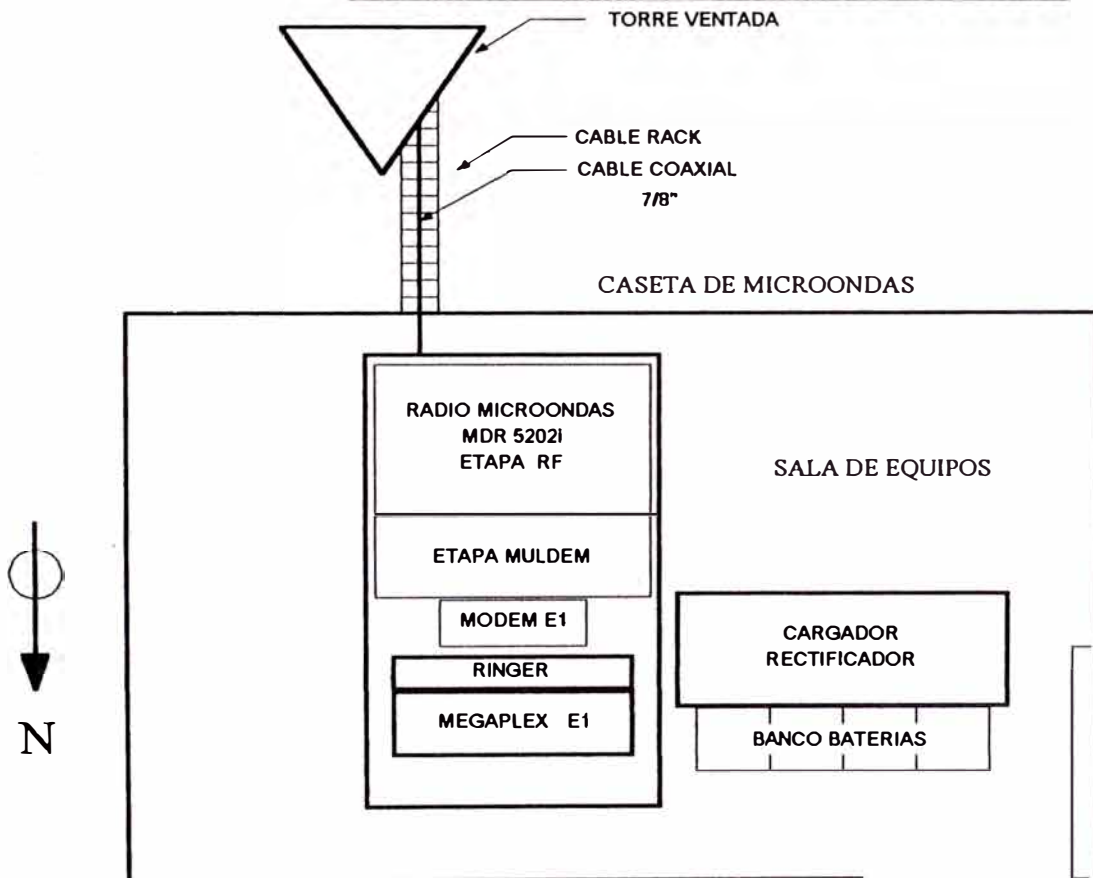


Figura 4.2.1.d

Los Equipos de radio

Las estaciones de radio fueron suministrados totalmente ensamblados y montados en un rack metálico de 83" de altura para ser fijados en piso.

El primer paso fue distribuir en su propio embalaje (venido de fabrica) el equipamiento correspondiente a cada localidad.

Para ubicar el equipo de radio en el interior de las casetas (en Tablazo, El Alto y Somatito) se seleccionó un lugar de fácil acceso para el cable de antena a fin de evitar dobleces innecesarias, también se consideró una separación mínima de 90 cm. entre la pared y el equipo de radio para permitir movilidad al personal técnico durante los mantenimientos y/o reparaciones.

Después de determinar la ubicación, se procedió a fijar el rack de radio al piso y para darle mayor estabilidad al rack se le aseguro a la pared mediante ángulos metálicos.

Cable coaxial

El cable utilizado en toda la instalación fue del tipo heliax 7/8" y conector tipo N.

En Tablazo y El Alto, para asegurar los tramos de acometida interna del cable de antena se usaron adaptadores (ceiling adapter) para fijarlos al techo de las casetas.

Para la acometida externa desde la pared de la caseta hasta la torre de antena se usaron rack's metálicos. Adicionalmente en El Alto debido a la distancia de separación de 4 mt. se usó un párrante (poste) fijado al piso para sostener al rack.

Estos soportes son necesarios para restar movilidad al cable por acción del viento, lo que evitara dañar el forro y blindaje del cable por fricción con la torre,

pared, etc.

Para la conexión del cable coaxial al equipo de radio se usó cables coaxiales tipo puente (Jump) de 1/2" de diámetro (para facilitar la conexión y evitar dañar el conector "N" de entrada al equipo de radio.

Para colocar los conectores en el cable coaxial se tuvo cuidado evitar que la viruta (originado al momento de cortar en cable) ingrese al interior del conductor central lo cual podría haber creado inconvenientes no previstos. Por ello se trabajó con el extremo inclinado hacia abajo para que la viruta quede en el exterior.

Para izar el cable coaxial en la torre se usó una malla (Hoisting Grip) de 50 cm. de longitud, que se ajusta alrededor del cable con lo cual se tiene más puntos de contacto y la tensión se distribuye mejor al momento de halar el cable.

Para otros casos si la altura de fijación y el peso del cable lo amerita se emplearía una polea para subir el cable.

Se fijó el cable coaxial a la torre se empleando abrazaderas (Cable Hanger , Hanger Mount) cada de 1.5 mt.

Antenas

Las antenas usadas fueron del tipo grilla. Con diámetros de 4 Ft. para El Alto-Somatito y 6 ft. de diámetro para el Tablazo-El Alto. Las antenas de 6 Ft. vinieron para se ensambladas en campo.

Antes de izar las antenas se verificó que los soportes de las antenas son los adecuados para la forma (angular o circular) y espesor de la sección del parante de la torre donde se instalaron.

Para izar la antena parabólica se fijó en la torre una polea a 2 mt. de altura mayor del punto donde se ubicó la antena, luego se amarró la parte posterior de la

antena con un cable (soga, driza) de longitud mayor al doble de la altura del punto donde se encuentra la polea, este cable servio para subir la antena. Para dirigir la subida y evitar que se pueda dañar el dipolo (feeder) se amarraron dos cables a la parte delantera inferior de la antena formando con el foco de la antena un ángulo de 120 grados, la longitud de estos cables fueron mayores a la altura donde se fijaron las antenas.

En la Figura 4.2.1.e se muestra las ubicaciones de las antenas.

En Tablazo la antena de 6 Ft. se ubicó a 13 mt. de altura.

En El Alto la antena de 6 Ft. se ubicó a 21 mt. y la de 4 Ft. se ubicó 15.6 mt. de altura.

En Somatito la antena de 4 Ft. se ubicó a 20.5 mt. de altura.

Alimentación AC/DC

La alimentación VDC es suministrado por un cargador rectificador 220VAC/ - 48VDC y un banco de baterías (4 celdas de 12VDC c/u) de libre mantenimiento que funciona como reserva en ausencia de fluido eléctrico 220 VAC. con autonomía de 24 horas.

4.2.2 Características técnicas del equipo de radio

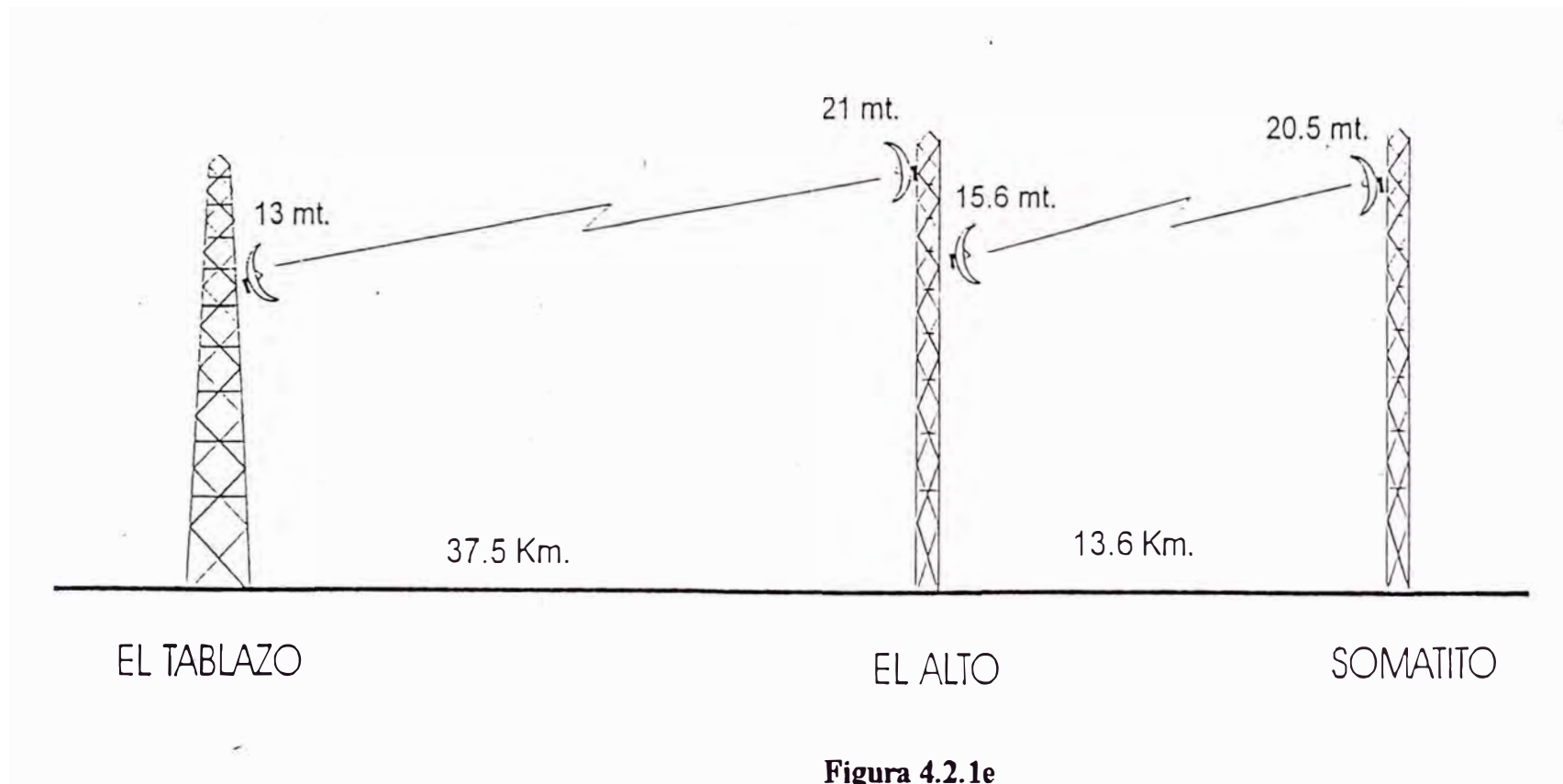
Las características del equipo de radio MDR2002i se indican en el Cuadro 4.2.2 y en la Figura 4.2.2. se muestra una configuración típica del Radio.

4.2.2.1 Dentro de las características del radio podemos resaltar :

- Construcción modular que facilita el reemplazo del modulo en caso de falla.
- Configuración No Hot Stand By.
- Acceso en forma remota mediante módem a los parámetros de funcionamiento y configuración del radio.

SISTEMAS DE MICROONDAS DE PETRO PERU - TALARA

ALTURA DE ANTENAS



Cuadro 4.2.2

ITEM	CHARACTERISTICS
1. Physical Characteristics	Width: 19 in. (483 mm)
a. Size	Depth: 13 in. (330 mm)
	Height: 7.0 ft (2134 mm)
b. Weight	140 lb
c. Interfaces	
RF in/out	Type N female
DS1 in/out	Amp Champ (optional wire-wrap connector)
Orderwire audio	Modulator handset connector (RJ-11) (external 4-wire)
Orderwire Aux chan	BNC female, 75 ohm (analog service channel module)
d. Digital Support System	Refer to table 6 for DSS interface
2. Service Conditions	
a. Ambient Temperature	
Spec Compliant	32° to 122°F (0° to 50°C)
Operating	
(FCC compliant)	-45° to 140°F (-20° to 60°C)
Nonoperating	-40° to 158°F (-40° to 70°C)
b. Relative Humidity	5 to 95 percent (without condensation)
c. Altitude	
Operating	-350 to 16400 ft (-106.7 to 4998 m)
Nonoperating	-350 to 40000 ft (-106.7 to 12192 m)
d. Vibration and Shock	Normal storage and handling
e. Duty	Continuous, unattended
3. Electrical Characteristics	
a. Primary Input Voltage	-21 to -28 or -42 to -56 V dc
b. Power Consumption	
Nonstandby w/ APC	94 watts typical
w/o APC	112 watts typical
Hot-Standby w/ APC	200 watts typical
w/o APC	210 watts typical

Características Físicas y Ambientales del Radio MDR 5202i

Cuadro 4.2.2

ITEM	CHARACTERISTICS			
3. Electrical Characteristics (cont)				
c. RF Output	MDR-5102	MDR-5202	MDR-5302	MDR-5402
Nominal, with APC	+17 dBm	+18 dBm	+18 dBm	+18 dBm
Nominal, with or w/o APC				
1.7 to 2.29 GHz	+28 dBm	+30 dBm	+30 dBm	+30 dBm
2.29 to 2.45 GHz	+30 dBm	+32 dBm	+32 dBm	+32 dBm
d. RF Bandwidth	3.5 MHz	3.2 MHz	1.6 MHz	5.0 MHz
e. Modulation Type	256 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM
f. Modulation Capacity	12 DS1 or 9 E1	8 DS1 or 6 E1	4 DS1 or 3 E1	12 DS1 or 9 E1
g. Data Rate (Mb/s)	18.528	12.352	6.176	18.528
h. Efficiency (b/s per Hz)	5.29	3.86	3.86	3.86
i. Baud Rate (Mb/s)	2.479	2.182	1.091	3.273
j. Frequency Stability	±0.001%	±0.001%	±0.001%	±0.001%
k. Receiver Noise Figure (typical – rcv filter input)	6 dB	5.5 dB	5.5 dB	5.5 dB
l. Max Receive Signal (10 ⁻³ BER)	-20 dBm	-17 dBm	-17 dBm	-17 dBm
m. Receiver Threshold				
Nonstandby System				
Typical 10 ⁻³ BER	-74.5 dBm	-82 dBm	-85 dBm	-80 dBm
Typical 10 ⁻⁶ BER	-72.5 dBm	-80 dBm	-83 dBm	-78 dBm
n. System Gain, Typical				
Nonstandby System				
10 ⁻³ BER w/ APC	104.5 dB	113 dB	116 dB	111 dB
10 ⁻³ BER w/o APC	102.5 dB	112 dB	115 dB	110 dB
o. Dispersive Fade Margin				
Minimum @ 10 ⁻³ BER	54 dB	61 dB	75 dB	55 dB
p. Threshold/Interference (cochannel), Typical	38 dB	33 dB	33 dB	33 dB
q. Threshold/Interference (adjacent channel), Typical	-10 dB	-13 dB	-13 dB	-13 dB
r. BER, Normal Propagation	Typically less than 1 X 10 ⁻¹¹			
s. Antenna Port Return Loss	23 dB minimum			

Características Físicas y Ambientales del Radio MDR 5202i

Cuadro 4.2.2

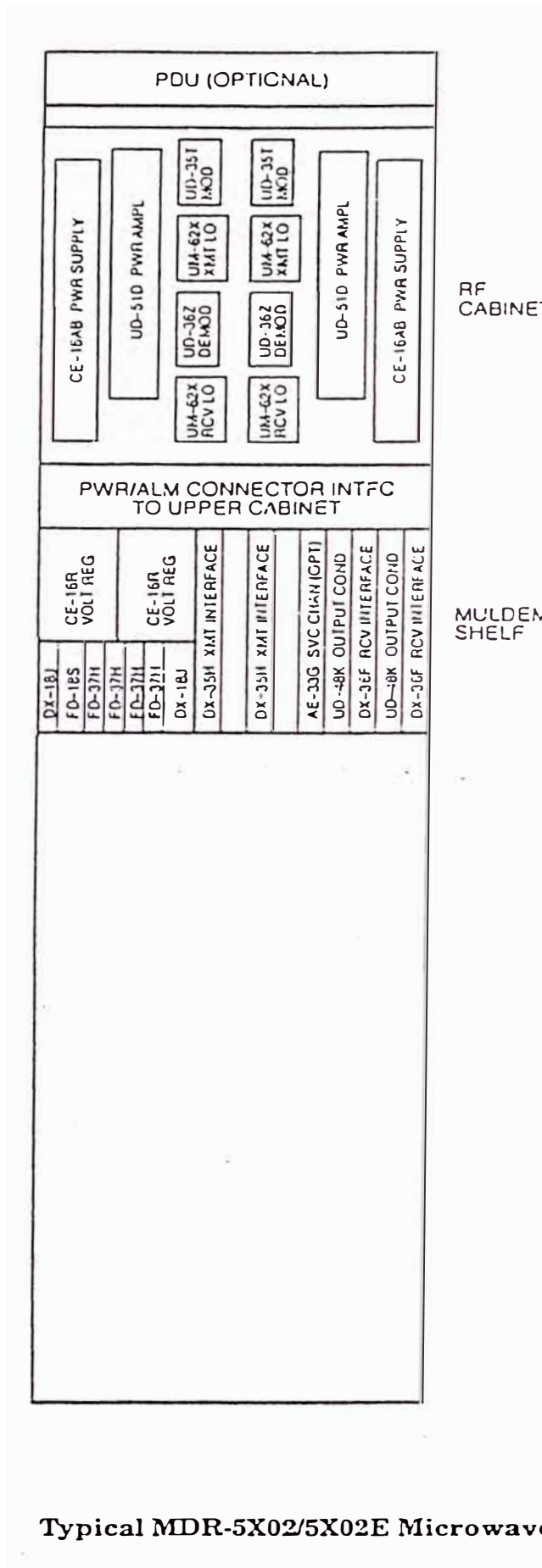
ITEM	CHARACTERISTICS
3. Electrical Characteristics (cont)	
t. Service Channel (analog)	(see drawing 650-5672-611 in Diagrams section)
Frequency Range	4 to 12 kHz
Auxiliary Channel Impedance	75 ohms, unbalanced
Level	
Transmit Input	-30 dBm nominal
Receive Output	-15 dBm nominal
Bridging Interface	
Impedance	600 ohms, balanced
Level	0 dBm, input and output
Audio SNR	45 dB
u. DS1 Interface Requirements	
Line Rate	1.544 Mb/s \pm 130 ppm
Line Impedance	110 ohms \pm 5%, balanced
Line Code	Bipolar, with at least 12.5% average 1s density, and no more than 15 consecutive 0s. AMI strapping option available.
Power Levels	For an all 1s transmitted pattern, the power in a 2 kHz band about 772 kHz shall be between 12.6 and 17.9 dBm, and the power in 2 kHz band about 1544 kHz shall be at least 29 dB lower than that at 772 kHz.
Pulse Width	324 \pm 30 ns (half amplitude)
Rise and Decay Time	Less than 80 ns (10 to 90%)
Trailing Edge Overshoot	10 to 30% of pulse amplitude, decaying to less than 10% of peak overshoot within 400ns.
Jitter	The multiplexer terminals shall not add more than 45° rms phase jitter to a DS1 signal when looped back-to-back at the radio interface baseband ports.
Cross-Connect Distance	660 ft maximum. (See drawing 650-5672-101/566 in the Diagrams section.)
v. CEPT Interface (E1) Requirements	
Line Rate	2.048 Mb/s \pm 130 ppm
Line Impedance	120 ohms nominal, line-to-line

Características Físicas y Ambientales del Radio MDR 5202i

Cuadro 4.2.2

ITEM	CHARACTERISTICS
<p>3. Electrical Characteristics (cont)</p> <p>v. CEPT Interface (E1) Requirements (cont)</p> <p>Line Code</p> <p>Input Waveshape</p> <p>Interfering Signal Tolerance</p> <p>Jitter Tolerance</p> <p>Peak Voltage</p> <p>Pulse Width</p> <p>Intrinsic Jitter</p> <p>Jitter Transfer</p>	<p>High density bipolar with 3 zeroes maximum (HDB3)</p> <p>The digital signal presented at the input port shall be equivalent to the specified output signal modified by the characteristics of the interconnecting cable pair. The attenuation of the cable pair shall be approximately proportional to the square root of frequency, and the loss at a frequency of 1024 kHz shall be between the range of 0 dB to approximately 3 dB.</p> <p>18 dB without affecting error-free performance.</p> <p>1.5 unit intervals peak-to-peak (UI p-p) from 20 Hz to 2400 Hz, falling at 20 dB/decade to 0.2 UI p-p at 10 kHz, and continuing at 0.2 UI p-p from 8 kHz to 100 kHz.</p> <p>logic 0 = 0.0 ±0.3 V, logic 1 = 3.0 V</p> <p>244 ns, nominal</p> <p>0.2 UI p-p – 10 Hz to 100 kHz, 0.05 UI p-p – 18 Hz to 100 kHz</p> <p>Jitter gain will not exceed 0.5 dB from 1 Hz, and will not exceed a gain line from 0.5 dB at 40 Hz falling (at 29 dB/decade) to -19.5 dB at 400 Hz.</p>

Características Físicas y Ambientales del Radio MDR 5202i



Typical MDR-5X02/5X02E Microwave Digital Radio

Figura 4.2.2

- Permite hacer loop local y remoto mediante hardware o software para efectuar mantenimiento.
- En modo APC (Automatic Power Control) el transmisor varia la potencia de salida dependiendo del nivel que llega al receptor lejano. En modo High la potencia de salida se fija en 30 dBm. En la Figura 4.2.2.1 se muestra el flujo de la señal durante la operación en modo APC.
- Modulación RF es 64QAM (BW = 3.2 MHz.)
- Código de línea HDB3 de la trama E1 (2.048 Mb) para conexión al multiplexor
- Permite conectar 4 alarmas de usuario que se visualizan en una PC.

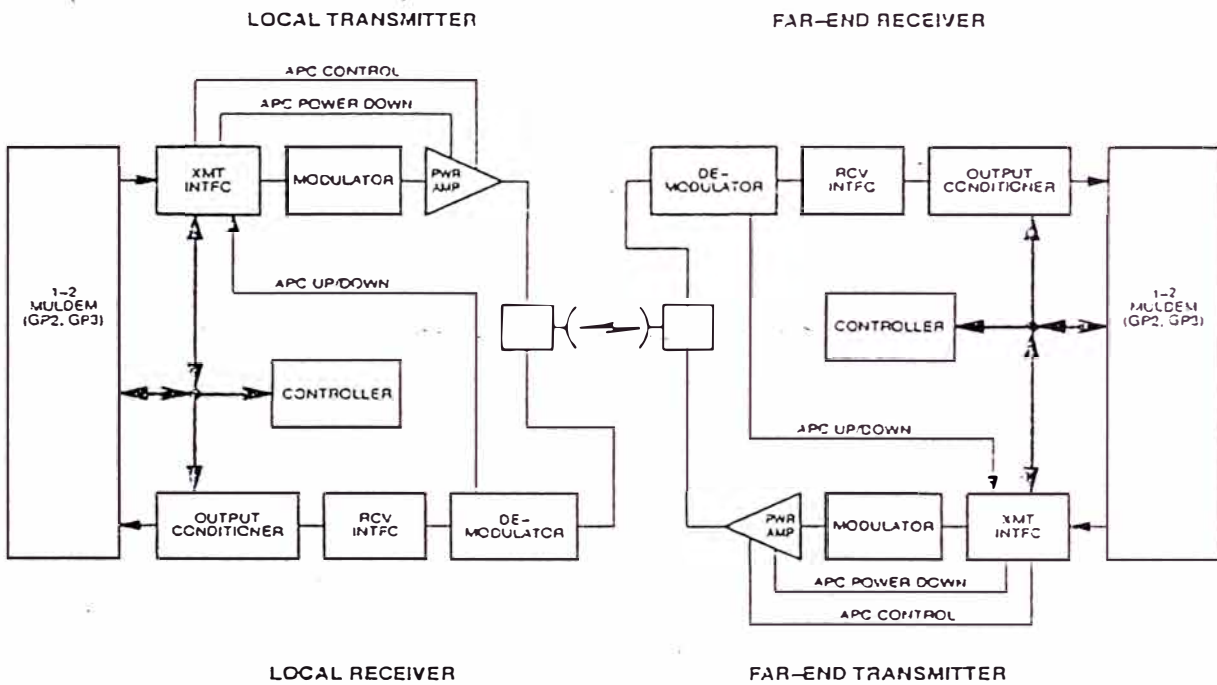
4.2.2.2 Funcionamiento de las etapas de Radio

Se divide en etapas de RF y Muldem, en la Figura 4.2.2.2.a se muestra el flujo de la señal en transmisión y en recepción. :

a) Gabinete RF

En la Figura 4.2.2.2.b se muestra la etapa de RF y esta conformado por las siguientes tarjetas :

- Fuente de alimentación (Power Supply 270-0038-010) : suministra energía (+9.5 v, -5 v, -12 v) a todas las tarjetas del equipo de radio.
- Amplificador RF (Power Amplifier UD 51D-1) : amplifica la señal RF de -17 dBm a +35 dBm.
- Modulador I-Q (UD 35T-1) : Modula a una sola señal RF las señales en banda base I-Q proveniente de la interfase de transmisión.
- Oscilador local para Transmisión (UM 62X-1) Determina la frecuencia de transmisión de la señal RF.
- Demodulador I-Q (UD 36Z-1) : demodula la señal RF en dos señales banda base



Block Diagram of Complete Hop Showing APC Paths
Figura 4.2.2.1

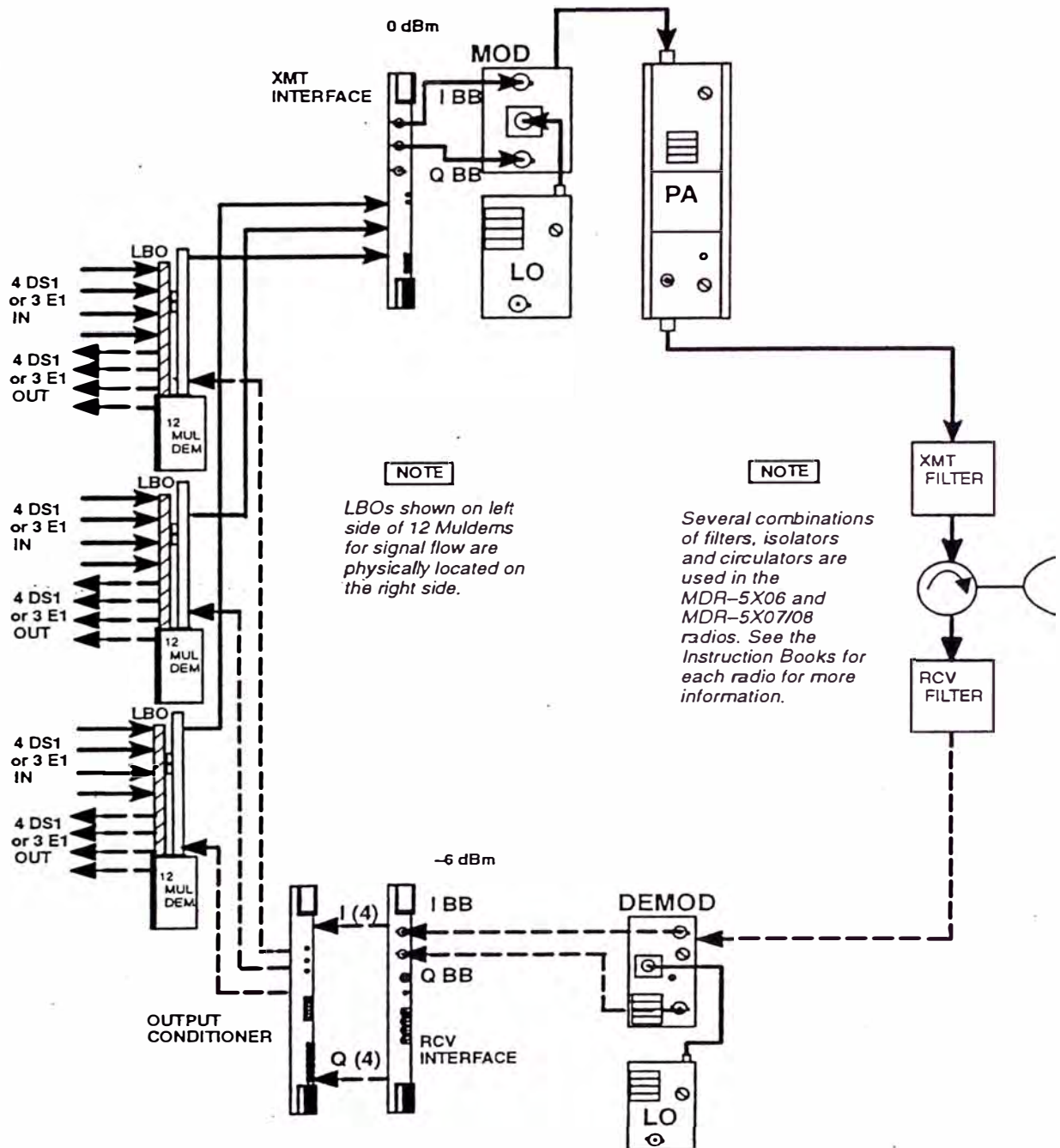


Figura 4.2.2.2.a

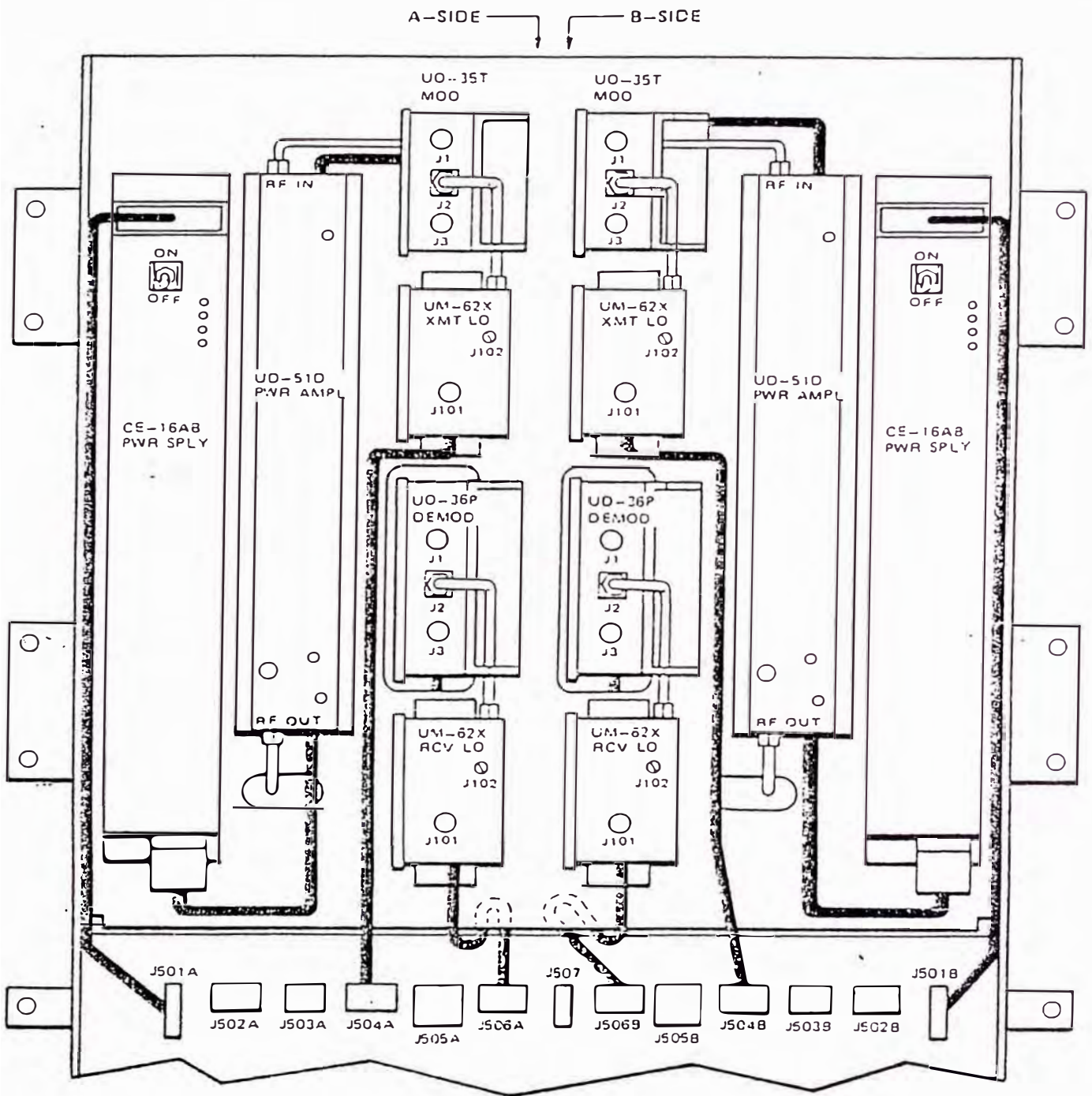


Figura 4.2.2.2.b

Typical Transmitter/Receiver Subsystem

I-Q para ser aplicada a la interface de recepción.

- Oscilador local para Recepción (UM 62X-1) Oscila a la frecuencia de recepción.

b) Shelf Muldem

En la Figura 4.2.2.2.c se muestra la distribución de tarjetas de la etapa Muldem :

- LBO : Tarjeta con transformadores para acoplar las señales proveniente del Multiplexor al equipo de Radio.

Hay tres tipos de LBO que se usan para acoplar los Multiplexores que distan del equipo de Radio entre 0 Ft. y 660 Ft.

- Interface de Muldem (FD 37G-1) : Cada tarjeta maneja 3 señales de E1's (tramas de 2.048 MHz.) que son multiplexadas y convertidas en una señal de 6.144 MHz. para ser conectada a la Interface de Transmisión.

El procedimiento se repite en forma inversa para el caso de recepción de la señal proveniente de la tarjeta Salida Acondicionadora.

- Interface de Transmisión (DX 35H-6) : Genera un clock de 6.144 MHz. para sincronizar la señal proveniente de la Interface Muldem.

Convierte la señal digital I-Q en señal de Banda Base I-Q.

- Interface de Recepción (DX 36F-6) : Decodifica la señal Banda Base I-Q en señal digital I-Q .

Recupera el Clock de la señal Banda Base.

- Salida Acondicionadora (UD 48K-2) : Convierte la señal I-Q en señal de 6.144 MHz para ser aplicado a la tarjeta Interface de Muldem. Tiene un Detector y Corrector de Error (DEFEC).

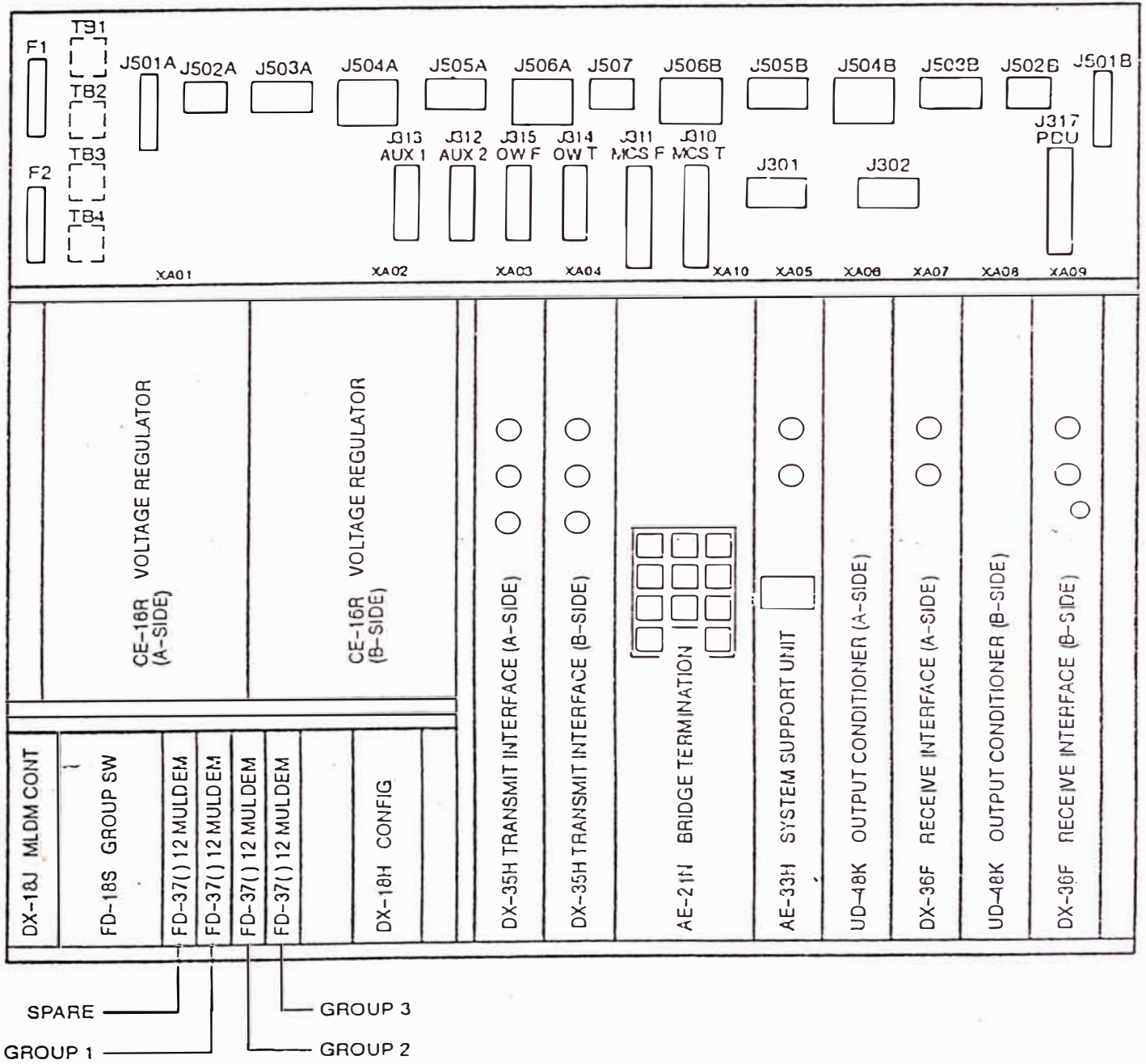


Figura 4.2.2.2.c

Muldem Subsystem

- Controladora de Muldem (DX 18J-2) : Tarjeta que permite visualizar mediante Led's las alarmas que se presentan en la etapa muldem.
- Canal de Servicio (AE 33H-2) : Además de canal de servicio sirve para transmitir las señales de alarmas de falla.

A esta tarjeta se conecta una PC para monitorear los niveles principales de los parámetros de funcionamiento y las alarmas del Sistema y de usuario.

En la Figura 4.2.2.2.d se muestra la conexión de una PC al equipo de radio.

- Unidad de Configuración (DX 18H-2) : Tarjeta para programar mediante SW's los E1's habilitados y para efectuar manualmente lazo remoto (Loop Back).

4.3 Instalación y características técnicas de la etapa de Mux

4.3.1 Instalación

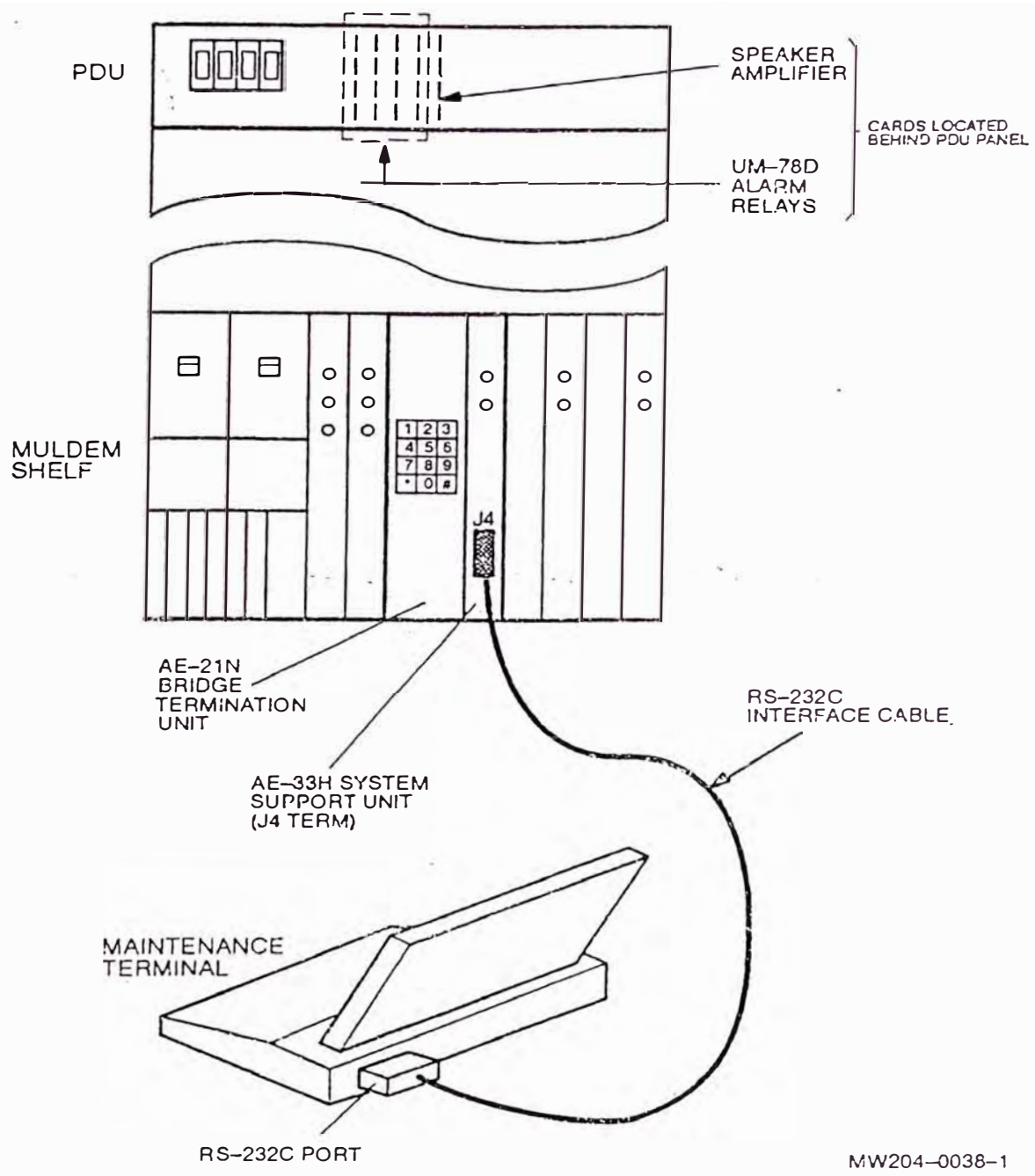
Antes de instalar los multiplexores en las localidades designadas, se procedió a colocar las tarjetas correspondientes en cada uno de las bandejas de los Multiplexores según la canalización prevista.

Luego en forma local mediante una PC y el software MP2000 se procedió a configurar y a asignar los intervalos de tiempo en cada uno de los canales del Multiplexor.

Finalmente se procedió a fijar las bandejas de Mux en el rack de radio según las ubicaciones asignadas.

En la Figura 4.3.1 se muestra la interconexión de los Multiplexores, los cuales fueron instalados dos (02) en Talara, dos (02) en El Alto, uno (01) en Somatito y uno (01) en Laguna Zapotal.

En El Alto, Somatito y Laguna Zapotal hay teléfonos extendidos para lo cual se han instalado módulos generadores de timbrado.



MW204-0038-1

Figura 4.2.2.2.d

DSS Subsystem Equipment

Para enlazar Somatito con Laguna Zapotal (2 km.) se usaron dos Módem's E1 marca RAD, modelo ASM400.

Los módem manejan 30 canales a 64 Kbps y usan 4 pares (8 hilos) telefónicos calibre 22 AWG, sin embargo según datos del fabricante pueden llegar a distancia de 3.9 km. usando par trenzado.

4.3.2 Características del Multiplexor

a) Dentro de las características generales podemos señalar :

- Cumple con la norma CCITT recomendación G.703, G.704, G.732, G.736 y G.823
- La capacidad de cada multiplexor es de 30 "Time Slots" a 64 kbps.
- Construcción modular que facilita el reemplazo del modulo en caso de falla
- En las figuras 4.3.2.a y 4.3.2.b se muestra la bandeja (shelf) del Multiplexor y tiene capacidad para 16 Puertos (slots) para tarjetas las cuales están ubicadas como sigue :
- Puertos 1 y 2 para las fuentes PS-3
- Puertos 3 y 4 para los enlaces ML-2
- Puertos 5 y 6 para la lógica común CL-1.
- Puertos 7 al 16 para cualquier tarjeta I/O
- Mediante compresión se puede ampliar la capacidad de canales
- Acceso en forma local y remota mediante módem a los parámetros de funcionamiento y configuración del Mux. Ver Figura 4.3.2c.
- Mediante software permite efectuar pruebas y mantenimiento del equipo, hacer loop local, generar tono de prueba, medición de BER, etc.
- Código de línea HDB3 de la trama E1 (2.048 Mb) para conexión al Radio

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE INTERCONEXION DE LOS MULTIPLEXORES E1

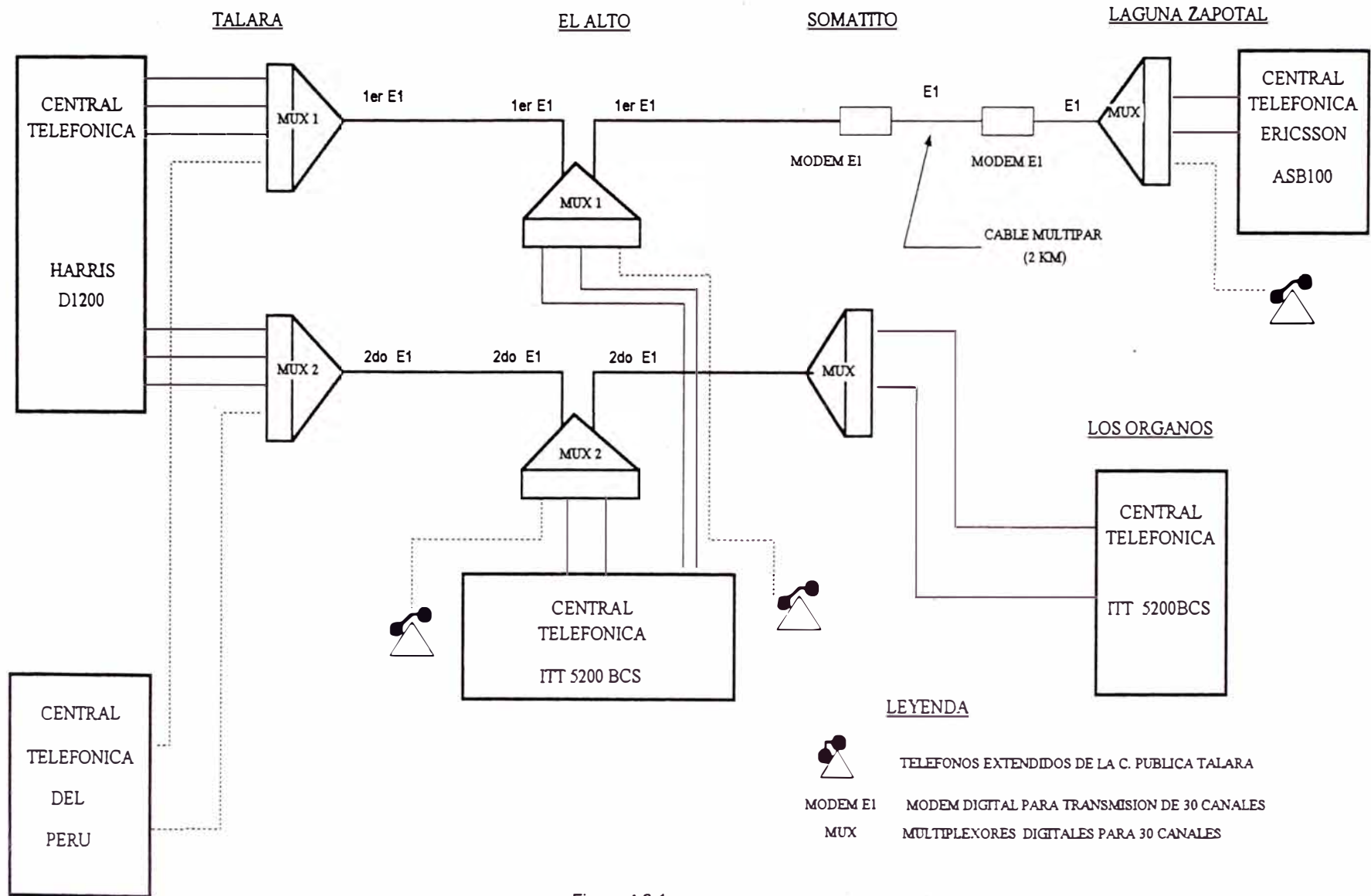


Figura 4.3.1

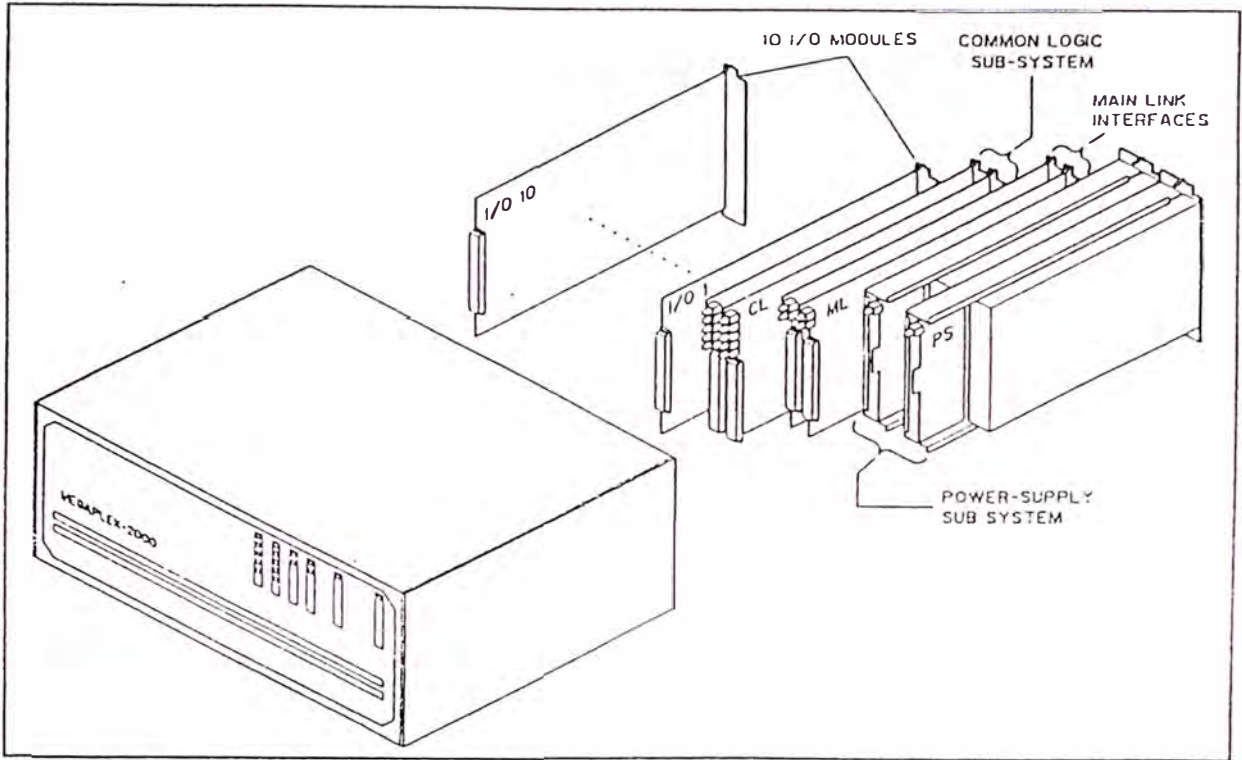


Figura 4.3.2.a MEGAPLEX-2000 Enclosure, General View

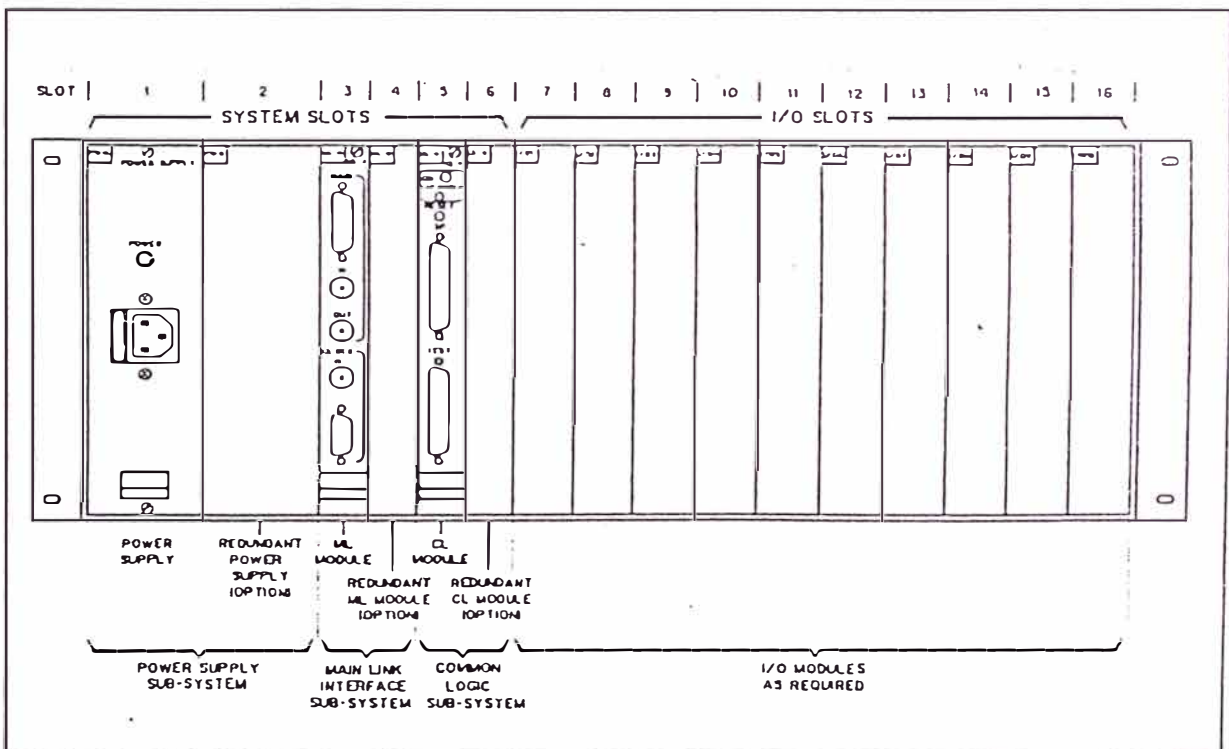


Figura 4.3.2.b MEGAPLEX-2000 Enclosure, Rear View

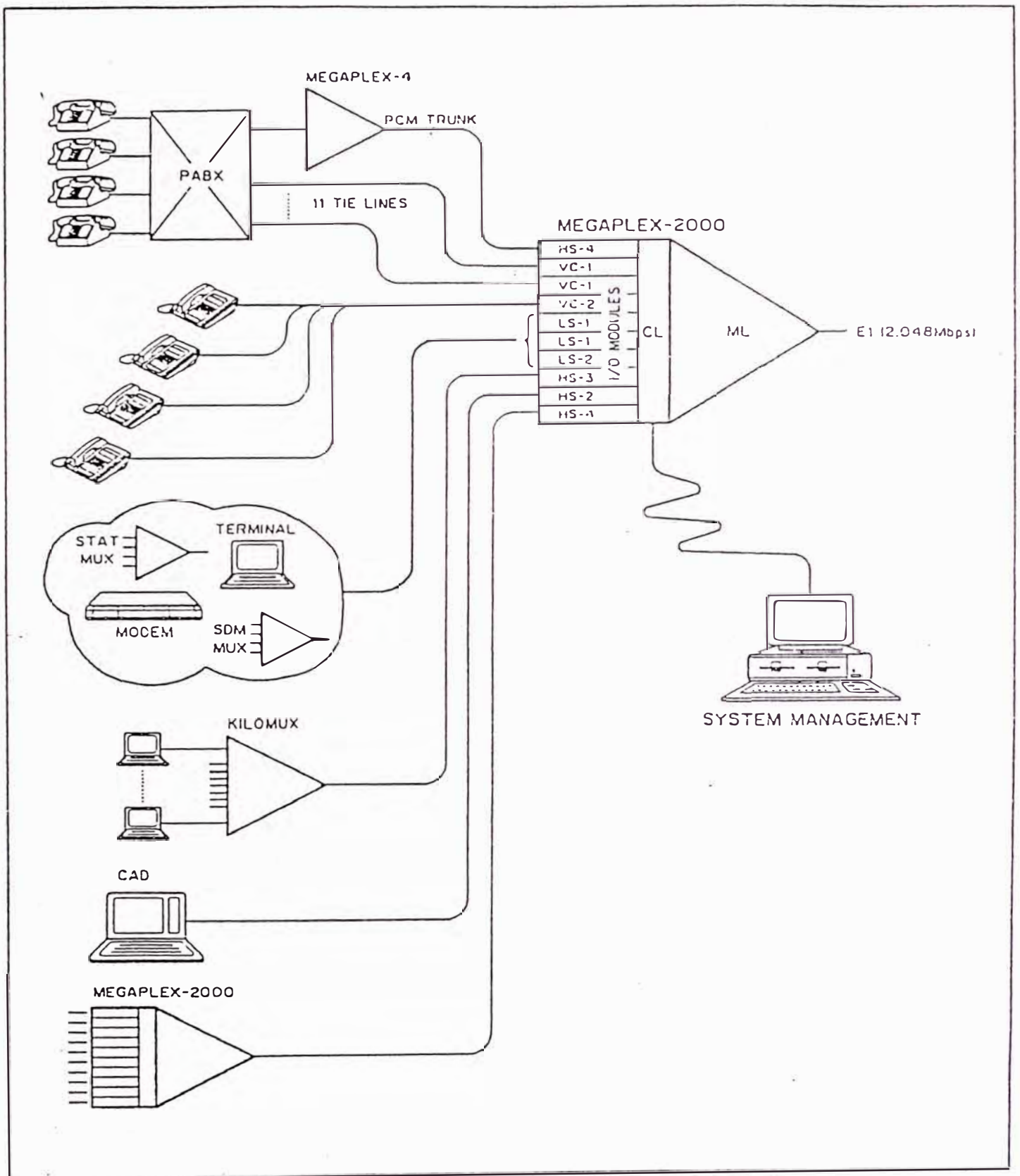


Figura 4.3.2.c MEGAPLEX-2000 System Applications

(impedancia 75 y 120 ohm)

La modificación de los parámetros de funcionamiento se efectúa únicamente por software con el uso de una PC mediante puerto serial RS232C.

- Permite efectuar Drop/Inset de Time Slots (canales). Ver Figura 4.3.2.d.

b) Funcionamiento de las principales tarjetas instaladas en los multiplexores :

- Fuente de Alimentación (Power Supply) :

suministra de energía a toda la bandeja del Multiplexor.

Se presentan en tres versiones PS1 para 115 VAC, PS2 para 230VAC y la PS3 (para -48VDC) usada en el proyecto.

En caso de requerirse se puede instalar una fuente adicional como respaldo (Back Up).

- Enlace Principal (Main Link)

Es la tarjeta que transmite y recibe la trama de E1 (2.048 Mb) para enlazar los Multiplexores.

Se presentan en cinco versiones que son ML-1 para T1, ML-11, la usada en el proyecto ML-2, ML-2 y ML-F para conectarse a fibra óptica.

- Lógica Común (Common Logic) :

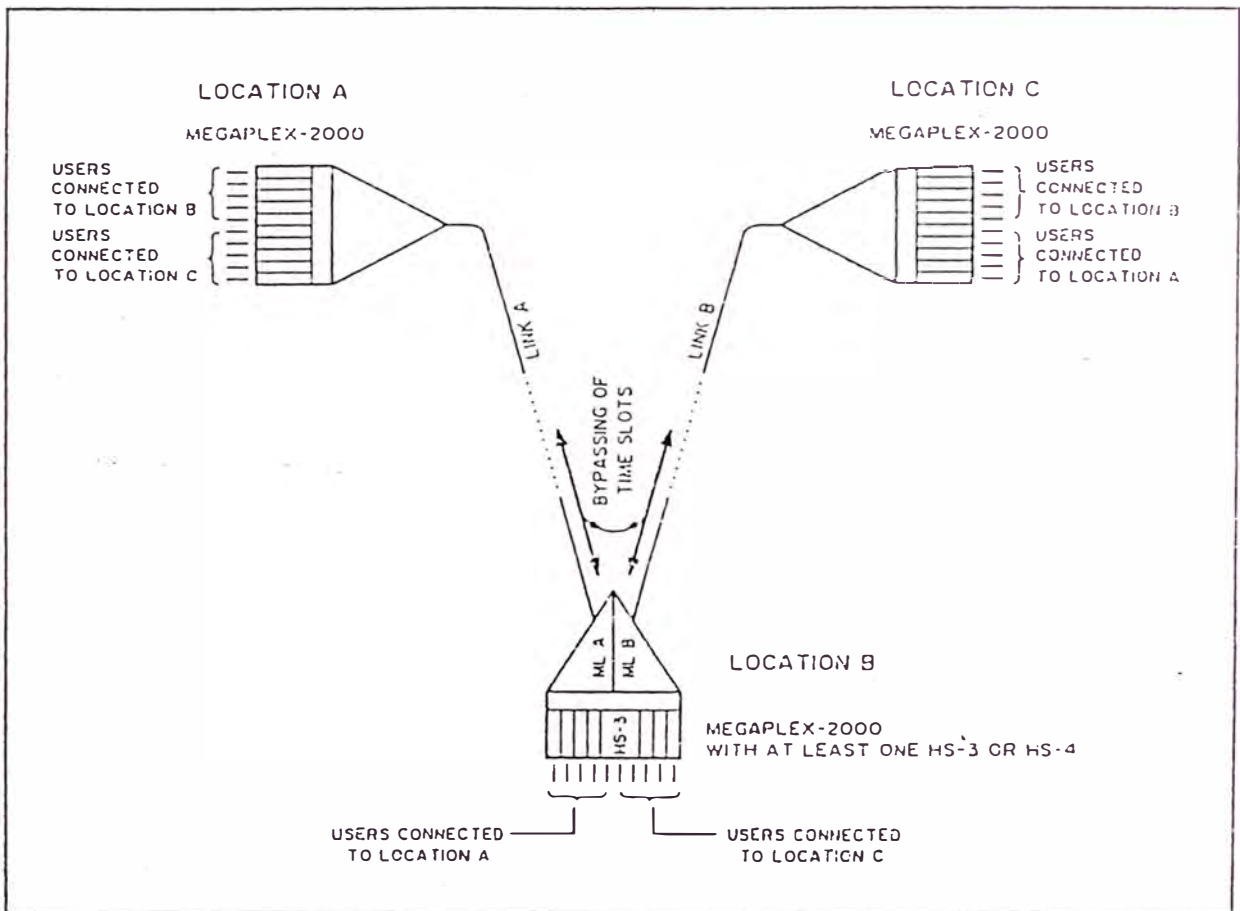
Es en esta tarjeta donde se guarda la configuración de todas las tarjetas I/O instalados en la Bandeja.

La versión utilizada es la CL-1

Tarjetas I/O

Presentan una variedad de tarjetas, las cuales se seleccionan en base a las necesidades.

Las tarjetas instaladas son



Typical Drop & Insert Configuration

Figure 4.3.2.d

VC2/E&M : Tarjeta para 4 troncales Tie Line a 64 Kb c/u, programable para 2W o 4W, usa señalización E/M RS-464 tipo I, II, III y V y BT SSDC5

VC2/FXO : Tarjeta para 4 anexos a 64 Kb c/u, usado en el lado de la central.

VC2/FXS : Tarjeta para 4 anexos a 64 Kb c/u, usado en el lado de abonado, requiere conectarse al generador de timbrado para funcionar.

VC1/E&M : Tarjeta para 5 troncales Tie Line usando 4 Time Slots, solo permite 4W, usa señalización E/M RS-464 tipo I, II, III y V y BT SSDC5

HS-2 : Tarjeta para 2 puertos de datos a alta velocidad V.35 programable para Nx64 Kb.

HS-3 : Tarjeta para 3 puertos de datos a alta velocidad V.35 programable para Nx64 Kb, además permite efectuar Drop/Insert de canales. Ver Figura 4.3.2.d.

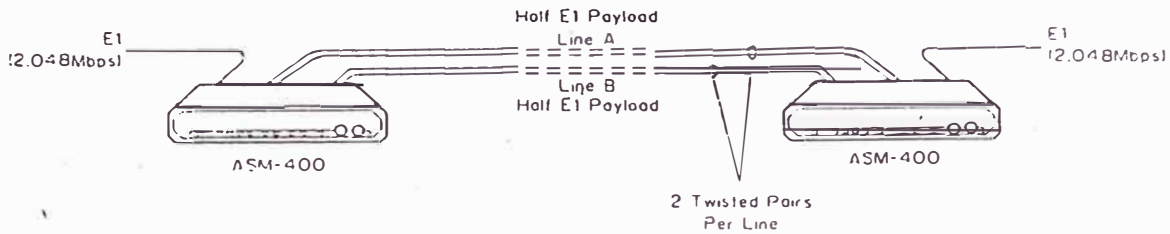
c) Los Modem's E1 cumplen con las recomendaciones del CCITT Rec. G703, G704 y G732.

Estos equipos transmiten en forma transparente la "Trama de E1" (2.048 Mb). En la Figura 4.3.2.e. se muestra la interconexión de modem's E1.

Para el proceso de transmisión, separa internamente la trama de 32 canales en dos subtramas de 16 canales "Línea A" y "Línea B" que los transmiten independientemente cada subtrama, por 2 pares telefónicos (1 par para Transmisión y 1 par para Recepción). Por la "Línea A" se transmiten los primeros 16 canales y por la "Línea B" se transmiten los restantes 16 canales. En las Figuras 4.3.2.f y 4.3.2.g se muestra las vistas frontal y posterior del "Módem E1".

El clock de sincronismo es recuperado de la Línea A.

En caso de algún disturbio en la comunicación, los módem's siempre priorizan los 16 primeros canales.



NOTE Maximum bundle size is up to 15 time slots.

Figura 4.3.2.e Typical ASM-400 Application

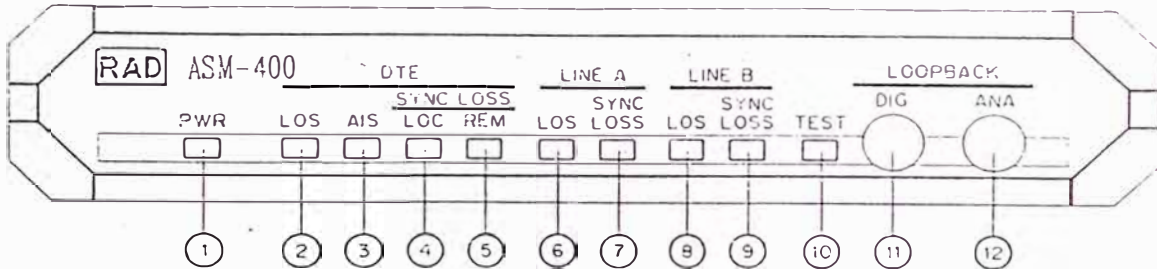


Figura 4.3.2.f ASM-400 Front Panel

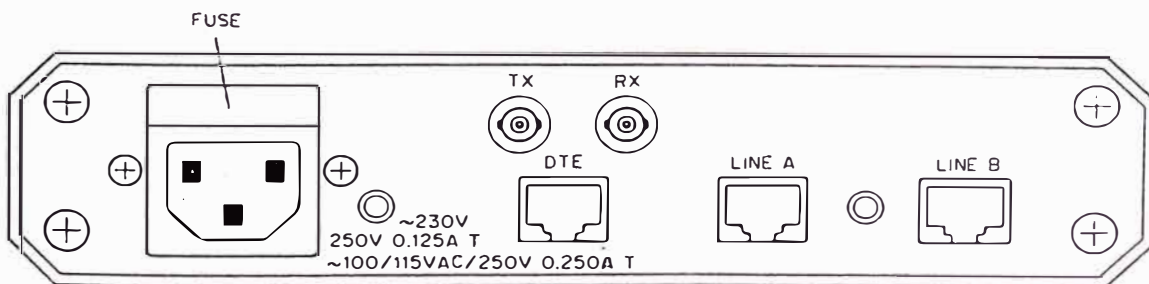


Figura 4.3.2.g ASM-400 Rear Panel

Para volver a juntar las dos subtramas, le dan un delay a la Línea A para enganchar con la Línea B.

El fabricante recomienda usar cables tipo par trenzados de calibre 26 AWG para distancia máxima de 2.6 km.; 24 AWG para distancia máxima de 3.2 km. y de 22 AWG para distancia máxima de 3.9 km.

4.4 Descripción del Software para Radio y Mux utilizado

4.4.1 Software de Radio

El software para radio viene en dos versiones

- DSS Digital Support System
- PC Master PC Master Station

El software DSS es el comúnmente suministrado por el fabricante que permite acceder al radio local y remoto del enlace.

El software PC Master tiene un costo adicional por que es más potente que el anterior y permite controlar desde un punto hasta 26 estaciones.

Mediante este programa es posible efectuar lazos (loop) de E1, variar los niveles de potencia de salida RF, monitorear los niveles de entrada RF a los receptores, la tasa de error del enlace, el tiempo (en segundos) de interrupción del enlace, las alarmas de módulos fallados y las alarmas que el usuario desee implementar que en su configuración básica viene para 4 puntos de monitoreo.

Para acceder a la etapa de modificación de parámetros de funcionamiento requiere de palabra clave (password) lo cual evita que personas no autorizadas puedan variar los parámetros del sistema que podría interrumpir el enlace.

En las figuras 4.4.1.a, 4.4.1.b, 4.4.1.c y 4.4.1.d se muestra algunas de las pantallas del software PC Master.

WELCOME
 TO THE
 ALCATEL NETWORK SYSTEMS
 MDR-5000 DIGITAL SUPPORT SYSTEM
 MASTER STATION
 PC VERSION 2.1
 SSU VERSION 3.3
 Copyright, (c), Alcatel, 1993

F1 LOCAL PROV F2 SYSTEM STATUS F3 F4 SYSTEM SETUP F5 PC SETUP F6 F7 SET PASSWORD F8 QUIT

Figura 4.4.1.a

ALM#	NAME	ALM#	NAME	ALM#	NAME
P-OFF D-OFF MDR-5X0X REMOTE DETAIL ALARMS A1A NRP 16:03:04 7/4/1996					
1.	A XMT On-line	ON	16.	B XMT NRP	31.
2.	B XMT On-line		17.	A RCV NRP	32.
3.	XMT Man Switch	ON	18.	B RCV NRP	33.
4.	A RCV On-line	ON	19.	A Frame Loss	34.
5.	B RCV On-line		20.	B Frame Loss	35.
6.	RCV Man Switch	ON	21.	A FEC Sync	36.
7.	APC Time Out		22.	B FEC Sync	37.
8.			23.	A Channel	38.
9.			24.	B Channel	39.
10.			25.	A Error	40.
11.	A PWR Supply		26.	B Error	41.
12.	B PWR Supply		27.		42.
13.	A RF Xmt Pwr		28.		43.
14.	B RF Xmt Pwr		29.	A RSL	44.
15.	A XMT NRP		30.	B RSL	45.
					ALM

F1 RSS STATUS F2 F3 RAS STATUS F4 RCD STATUS F5 F6 ACK COS F7 F8 SYS STATUS

Figura 4.4.1.b

P-OFF D-OFF MDR-5X0X REMOTE ANALOG STATUS A1A			16:09:17 7/4/1996		
#	NAME	VALUE	#	NAME	VALUE
1.			6.	B AGC Voltage	0.00
2.			7.	A Errored Seconds	0
3.	A PA Voltage	-5.97	8.	B Errored Seconds	0
4.	B PA Voltage	-0.00	9.	A Errors	0
5.	A AGC Voltage	4.19	10.	B Errors	0

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8
 RSS RDS RCD RESET SYS
 STATUS STATUS STATUS COUNTERS STATUS

Figura 4.4.1.c

P-OFF D-OFF MDR-5X0X REMOTE CONTROL STATUS A1A			16:10:17 7/4/1996		
CNTRL#	NAME	STATUS	CNTRL#	NAME	STATUS
1.	A XMT Switch	ON	14.	GP2 Channel 4 LPBK	
2.	B XMT Switch		15.	GP3 Channel 1 LPBK	
3.	A RCV Switch	ON	16.	GP3 Channel 2 LPBK	
4.	B RCV Switch		17.	GP3 Channel 3 LPBK	
5.	APC UP		18.	GP3 Channel 4 LPBK	
6.	APC DOWN		19.	USER 1	
7.	GP1 Channel 1 LPBK		20.	USER 2	
8.	GP1 Channel 2 LPBK		21.	USER 3	
9.	GP1 Channel 3 LPBK		22.	USER 4	
10.	GP1 Channel 4 LPBK		23.	USER 5	
11.	GP2 Channel 1 LPBK		24.	USER 6	
12.	GP2 Channel 2 LPBK		25.	USER 7	
13.	GP2 Channel 3 LPBK		26.	USER 8	

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8
 RSS RDS RAS CONTROL CONTROL SYS
 STATUS STATUS STATUS ON OFF STATUS

Figura 4.4.1.d

4.4.2 Software del Multiplexor

El Mux tiene un único tipo de software denominado Megaplex 2000 tiene dos niveles de acceso

- Principiante.- Solo permite lectura.
- Avanzado.- Acceso con password permite modificar sin restricción los parámetros de funcionamiento del Multiplexor.

Características principales del software

- Lee y/o borra las ultimas 100 alarmas y errores acumulados en la memoria RAM de la tarjeta CL-1. También transfiere la información a una PC grabándola en un archivo.
- La Terminal (PC) no necesita estar conectada al Mux para trabajar con el software. Esto facilita efectuar las modificaciones de una configuración los cuales pueden ser realizadas en laboratorio (u oficina) y guardándolo en un archivo para posteriormente actualizar la configuración en el equipo Multiplexor.
- El software tiene un detector de “Conflictos de Programación” que revisa la configuración efectuada y si los hubiera, señala los errores cometidos sugiriendo las correcciones que se deben efectuar.

En las figuras 4.4.2.a, 4.4.2.b, 4.4.2.c y 4.4.2.d se muestran algunas de las pantallas del software Megaplex-2000.

4.5 Problemas técnicos presentados durante el proceso de ejecución

- Cambio de ubicación geográfica de la Estación Terminal de Radio en Talara.

Se cambió de la caseta El Faro a la casta Tablazo, lo cual incrementó la distancia del enlace a 37,5 km. Este cambio obligo a realizar nuevos cálculos y otros trabajos no contemplados en el proyecto.

ALCATEL

MP-2000

PETROPERU -- TELECOMUNICACIONES
MEGAPLEX-2000 SYSTEM MANAGER

Please enter system password: *****

System Manager Version 5.13
(C) Copyright 1990-1995 All Rights Reserved.

Figura 4.4.2.a

NO TEST ALARM ON 07/04/96 07:44:38

MANAGER	CONFIGURATION	MUX STATUS	ALARMS	DIAGNOSTIC
	Multinet NET1 Network edit Mux edit			
		Select mux talaral Select Database #1		
				MODULES PARAMETERS
				PS- A - PS-3 IO- 3 - VC-2
				PS- B - ---- IO- 4 - VC-2
				ML- A - ML-2 IO- 5 - VC-2
				ML- B - ---- IO- 6 - VC-2
				CL- A - CL-1 IO- 7 - VC-2
				CL- B - ---- IO- 8 - VC-2
				IO- 1 - ---- IO- 9 - VC-2
				IO- 2 - ---- IO-10 - ----

Cursor keys scroll, <↵>-Select, <F2>-Choice list, <ESC>-Quit, <F10>-Exit/Execute

Figura 4.4.2.b

NO TEST

ALARM ON

07/04/96 07:46:11

MANAGER	CONFIGURATION	MUX STATUS	ALARMS	DIAGNOSTIC
TS ASSIGNMENT PER SLOT NUMBER				
SLOT	MODULE	CH	RATE	TS
====	=====	==	====	==
IO- 3	VC-2	1	64X1	1
IO- 3	VC-2	2	64X1	2
IO- 3	VC-2	3	64X1	3
IO- 3	VC-2	4	64X1	4
IO- 4	VC-2	1	64X1	5
IO- 4	VC-2	2	64X1	6
IO- 4	VC-2	3	64X1	7
IO- 4	VC-2	4	64X1	8
IO- 5	VC-2	1	64X1	9
IO- 5	VC-2	2	64X1	10
IO- 5	VC-2	3	64X1	11
IO- 5	VC-2	4	64X1	12

Cursor keys scroll, <F8>-Next page, <ESC>-Quit

Figura 4.4.2.c

NO TEST

ALARM ON

07/04/96 07:47:03

MANAGER	CONFIGURATION	MUX STATUS	ALARMS	DIAGNOSTIC
NET: NET1 MUX: talaral DATA BASE: #1				
MANUAL TS ASSIGNMENT				
1 - IO- 3	VC-2	CH- 1		
2 - IO- 3	VC-2	CH- 2		
3 - IO- 3	VC-2	CH- 3		
4 - IO- 3	VC-2	CH- 4		
5 - IO- 4	VC-2	CH- 1		
6 - IO- 4	VC-2	CH- 2		
7 - IO- 4	VC-2	CH- 3		
8 - IO- 4	VC-2	CH- 4		
9 - IO- 5	VC-2	CH- 1		
10 - IO- 5	VC-2	CH- 2		
11 - IO- 5	VC-2	CH- 3		
12 - IO- 5	VC-2	CH- 4		
13 - IO- 6	VC-2	CH- 1		
14 - IO- 6	VC-2	CH- 2		
15 - IO- 6	VC-2	CH- 3		

Cursor keys scroll, <↓>-Select, <F2>-Choice list, <ESC>-Quit, <F10>-Exit/Execute

Figura 4.4.2.d

Se instaló una torre autosoportada de 37 mt. en la Zona de Tablazo para instalar la antena (ya se disponía de la torre que había sido transferido de Operaciones Oleoducto).

Se tendió 1.8 Km. de cable telefónico troncalero de 100 pares desde la Central telefónica Talara hasta la caseta Tablazo.

- Cambio de ubicación geográfica de la Estación Terminal de Radio en Laguna Zapotal.

Se cambió de la caseta Laguna Zapotal a la caseta Somatito lo cual disminuyó la distancia del enlace a 13.6 km. Este cambio fue beneficioso técnicamente debido a que se instaló en la misma caseta de la microondas analógica lo cual facilitó las conexiones de los circuitos telefónicos a Los Organos y las conexiones a las Repetidoras de Radio VHF ubicadas en Somatito.

- El software del Mux no permite configurar una tarjeta Tie Line a 2W en un extremo y a 4W al otro extremo.

Se colocó transformadores híbridos (convierten de 2 hilos a 4 hilos) para los circuitos de troncal entre El Alto y Laguna Zapotal.

- El Proveedor suministró equipos con diferentes voltajes de alimentación.

Los equipos fueron devueltos por que según las Bases del Concurso todos los equipos principales deben tener un único “voltaje de alimentación” para nuestro caso fue de -48 vdc.

- La aparente interferencia sobre las Repetidoras VHF de Somatito que coincidentemente se presentó al termino de las instalación y puesta en servicio del Sistema Digital.

Fue resuelto después de efectuar mantenimiento al Sistema de Puesta a Tierra

de las Repetidora VHF de Somatito.

- Uso de diferentes versiones del software Megaplex-2000.

Se uniformizó las versiones del software y de paso se actualizó las versiones de hardware (cambiando memorias EPROM) de la tarjeta CL-1 de los Multiplexores.

- Perdida de sincronismo en los modem's E1 entre Somatito y Laguna Zapotal haciendo que los teléfonos extendidos de Laguna Zapotal empiecen a timbrar aleatoria e indefinidamente.

Se resolvió apantallado con los pares libres (sin uso) del cable multipar a los pares telefónicos usados por los modem's.

- Intermittencia en el Acceso Remoto al equipo de radio mediante módem usando línea telefónica conmutada.

Se tuvo que usar otro módem tipo externo en reemplazo de la tarjeta Fax/Módem PMCIA suministrado con la Notebook marca COMPAQ.

- Imposibilidad de transmitir correo electrónico desde Laguna Zapotal, usando un teléfono extendido de la central Talara de Telefónica. Sin embargo no había ningún inconveniente en la transmisión de facsímiles o Datos On Line (a 19,200 baudios).

Después de muchas pruebas y revisar las conexiones, se resolvió esta situación ajustando los niveles de transmisión y recepción en el canal del teléfono extendido.

CAPITULO V

PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Terminado de fijar los equipos de radios, antenas, cables coaxiales, multiplexores "E1", cargadores/rectificadores 48vdc, bancos de baterías, interruptores AC y DC se procedió a efectuar las pruebas de funcionamiento bajo la siguiente secuencia

- Activación y pruebas de las estaciones de Radio de microondas.
- Activación y pruebas de los multiplexores "E1"
- Prueba integral de los circuitos de enlace.

5.1 Activación, pruebas y puesta en servicio de las estaciones de Radio Digital

Las pruebas de enlace se inició con los radios del tramo El Alto-Somatito por ser el enlace de menor distancia por lo tanto con mayor facilidad para establecer enlace desde el primer instante. Los datos obtenidos servirán de base para las pruebas del tramo de mayor distancia Talara-El Alto.

La prueba inicial consistió en medir los niveles de RF en las etapas de recepción de cada extremo para lo cual se contó con la ayuda de una PC (Notebook) cargado con el software DSS (o PC Master) conectado al equipo de radio mediante interface serial RS 232C.

Con la finalidad de optimizar el nivel de la señal RF en los receptores de los equipos de radio, se procedió a orientar con más precisión las antenas en lados

extremos de los enlaces.

La metodología usada fue de prueba-error, repitiéndose el procedimiento hasta en tres oportunidades verificando haber llegado al máximo nivel de la señal. RF

El siguiente paso fue verificar los diversos parámetros de funcionamiento del equipo de radio se encuentren dentro de los valores óptimos, tales como la tasa de error, el voltaje AGC y los segundos errados:

Después de 24 horas concluido las pruebas se procedió a tomar los valores de los parámetros indicados.

- Tasa de error = 0 (Errores no corregidos por el FEC.- corrector de errores).
- Voltaje AGC. = (Dentro del rango especificado por el fabricante)
- Segundos errados. = 0 (Tiempo en segundos durante el cual se presentaron errores)

Luego se procedió a probar los 6 circuitos de las tramas de “E1” haciendo lazo (Loop) remoto para cada circuito E1, verificándose la operatividad de los mismos y dejándolos listos para conectarlos a los multiplexores para proceder a probar a nivel de canal.

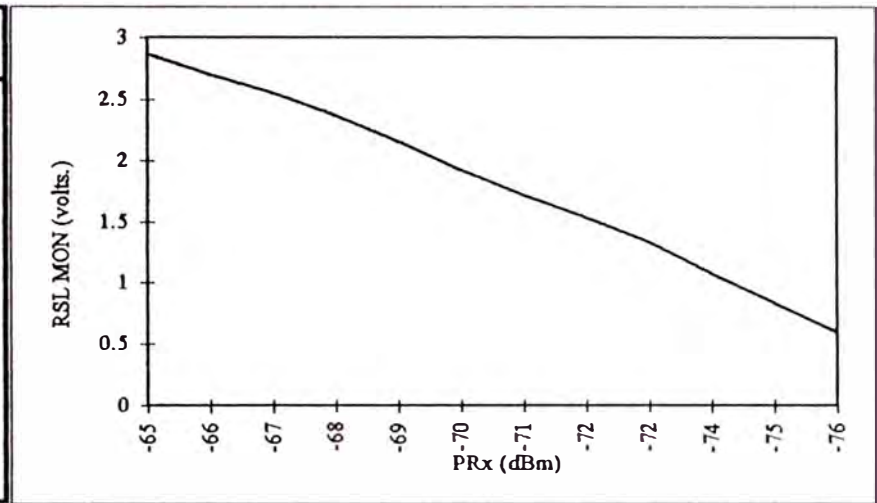
Concluidas las pruebas se procedió a levantar las curvas proporcionales “RF vs VDC” para los niveles de recepción y las potencias de transmisión de la señal RF.

Para el caso de la etapa receptora (demodulador) se dispone de un punto de monitoreo (RSL Mon) que permite tomar valores de Voltaje DC proporcionales al nivel de entrada de señal RF. Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 5.1.a y en la Figura 5.1.a.

Para el caso de la etapa transmisora (PA) se dispone de un punto de monitoreo (DC Mon) que permite tomar valores de Voltaje DC proporcionales al nivel de

Potencia de Recepción

PRx dBm	RSL MON (VOLTS.)
-65	2.87
-66	2.705
-67	2.554
-68	2.366
-69	2.16
-70	1.925
-71	1.722
-72	1.537
-72	1.332
-74	1.074
-75	0.834
-76	0.594

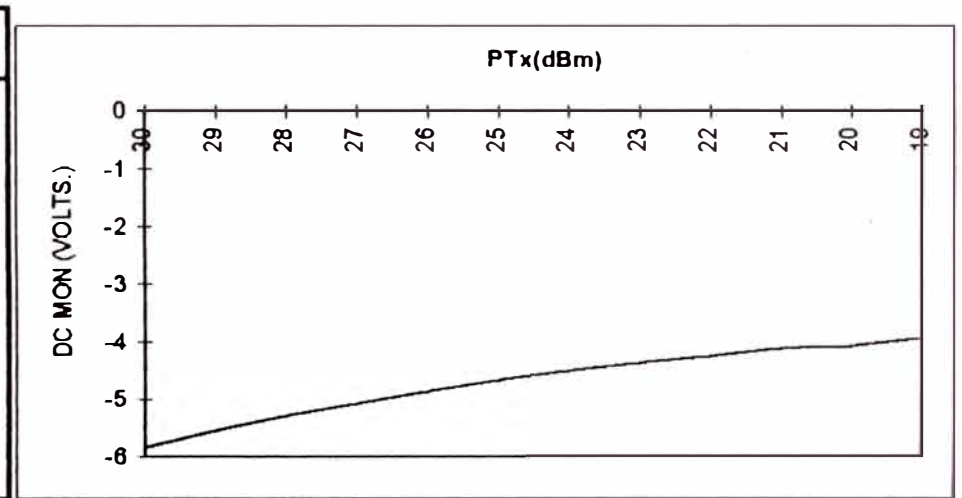


Cuadro 5.1.a

Figura 5.1.a

Potencia de Transmisión

PTx (dBm)	DC MON (VOLTS.)
30	-5.85
29	-5.56
28	-5.3
27	-5.08
26	-4.86
25	-4.68
24	-4.52
23	-4.38
22	-4.26
21	-4.13
20	-4.09
19	-3.95



Cuadro 5.1.b

Figura 5.1.b

salida de señal RF. Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 5.1.b y en la Figura 5.1.b.

5.2 Activación, pruebas y Puesta en servicio de la etapa MUX “E1”

Las pruebas iniciales se efectuaron en Talara las cuales consistieron en configurar mediante software los shelves de Mux con sus respectivas tarjetas de control y de canales voz/datos de acuerdo al Cuadro 1.3, verificando que no presenten conflictos de programación en la asignación de slots físicos y time slots.

Luego se procedió a interconectarse los seis (06) Multiplexores “E1” (directamente mediante cables, tal como se muestra en la Figura 4.3.1) configurando la Red del Sistema con la finalidad de simular y evaluar los enlaces a nivel de trama (de 30 + 2 canales) para lo cual se hicieron lazos (Loop) externo, se efectuando mediciones de BER y se observaron que no presentaban ninguna pérdida de sincronismo de trama.

A continuación se procedió a fijar (mediante software) los niveles de transmisión y recepción de todos los canales compensando (amplificando) las pérdidas (atenuación) en los pares telefónicos de la planta externa telefónica debido a las distancias entre el Multiplexor y los equipos terminales y/o principales (centrales, radios, módem, etc.) en cada extremo de los enlaces.

Concluido satisfactoriamente las pruebas en Talara se procedió a instalar físicamente los shelves de Mux. en cada localidad (2 en Talara, 2 en El Alto, 1 en Somatito, y 1 en Laguna Zapotal) con la finalidad de fijarlos definitivamente y conectarlos a los equipos de radio y dejar preparado los canales para la interconexión con la planta externa telefónica.

5.3 Prueba integral del sistema de telecomunicaciones

Concluido las pruebas de funcionamiento de las etapas de Radio y Mux se procedió a conectarse los pares telefónicos correspondientes a sus respectivos circuitos

- Las Troncales Tie Line para las centrales telefónicas de Talara, El Alto, Laguna Zapotal y Los Organos.

El tramo Somatito - Los Organos se enlazó a través de la microondas analógica.

- Los anexos extendidos para conexión a autopatch en Somatito.

- Los teléfonos extendidos de la central pública para uso como teléfonos privados, transmisión de fax y para conexión a las centrales telefónicas en El Alto y Laguna Zapotal.

- Los canales asignados para el control remoto de los radios repetidores VHF ubicados en El Alto y Somatito.

- Los canales asignados para conexión de los módem's para el enlace de datos On Line en El Alto y Laguna Zapotal.

- Los canales asignados para la conexión de los modem's del banco Interbanc en El Alto y Los Organos.

El siguiente paso fue probar uno a uno los circuitos de

Tie Line para troncales : Tomando las troncales en forma selectiva desde las consolas de operadora de las centrales telefónicas se establecieron comunicaciones en ambas direcciones, verificándose la uniformidad en el nivel de audio de todas las troncales.

En forma similar se probaron todas las líneas desde anexos telefónicos.

También, se verificó la operatividad de los indicadores (led) luminosos de las

señalizaciones E y M de los Muxs al momento de tomar las troncales.

Tie Line Para Radio : Desde el centro de control radial Talara se procedió a activar las repetidoras de El Alto, Somatito y Laguna Zapotal estableciéndose comunicación en ambas direcciones con los usuarios radiales que en ese momento se encontraban en el campo dentro de la cobertura radial.

Tie Line Para datos : Desde el Módem Maestro (IBM) ubicado en centro de computo de Talara se procedió a efectuar la prueba analógica que disponen estos equipos, que consiste en enviar un tono de prueba de 1 KHz. a 0 dB. (generado por el módem MASTER) que al ser recibido por el módem esclavo (SLAVE), responde enviando un tono de prueba de 1 KHz. a 0 dB.

Concluida la prueba analógica, inmediatamente el módem MASTER emite un reporte de comportamiento de los siguientes parámetros

- Nivel de recepción local y remoto (optimo entre -6 y -12 dB).
- Relación señal a ruido de la armónica fundamental (optimo 45 dB).
- Relación señal a ruido de la segunda armónica (optimo 45 dB).
- Relación señal a ruido de la tercera armónica (optimo 45 dB).
- Corrimiento en frecuencia (optimo 0).
- Desplazamiento en fase (optimo 0).
- Impulsos de ruido (optimo 0).
- Cortes de enlace (optimo 0).
- Retardo (optimo de 0 a 0.01)

Los resultados fueron de niveles y valores óptimos.

Línea Ext. para central : Son líneas telefónicas de la central pública Talara que se extienden desde Talara hasta El Alto y Laguna Zapotal a través del radio enlace

digital.

Primero se efectuaron pruebas llamando individualmente a cada línea, observado sin contestar, el inicio del primer timbrado y el termino del ultimo con el propósito de observar si había algún retardo en el timbrado. Luego contestando se mantuvo la conversación por el tiempo de 1 hora.

Luego se volvieron a repetir las pruebas, pero en simultáneo con todas las líneas extendidas (06 en El Alto y 04 en Laguna Zapotal).

Estas pruebas también permitió evaluar la respuesta de los generadores de timbrados usados para las líneas extendidas.

Línea Ext. Privada : Se efectuaran las mismas pruebas del ítem anterior con la diferencia que las líneas no van conectadas a centrales telefónicas sino a aparatos telefónicos comunes como es el caso de las líneas de la red pública (05 en El Alto, 07 en Laguna Z. y 02 en Los Organos) y para el caso de las 07 líneas de la central PETROPERU Talara van conectadas a los 07 equipos autopatch ubicados en Somatito.

Datos Digitales : La prueba de los 03 canales de datos a 64 Kbps. quedó pendiente hasta que PETROPERU implemente su red de datos de transmisión digital.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Fue positivo las exposiciones técnicas que a solicitud de PETROPERU efectuaron los representantes de equipos de telecomunicaciones.
- Los momentos de cambio reestructuración de la empresas hizo que el proyecto se adecuara a nuevas necesidades de los usuarios.
- La Cía ganadora de la Buena Pro brindó un adecuado soporte técnico y logístico con lo cual se superó los inconvenientes presentados durante la ejecución y entregó el proyecto dentro de los plazos previstos.
- El Sistema de Microondas Digital compatibilizó plenamente con el resto de equipos.
- Se mejoró la calidad y confiabilidad del Sistema de Telecomunicaciones.
- Se atendió la demanda de servicio y se dispone de capacidad para futuras ampliaciones sin inversión adicional.
- Se simplificó las labores de mantenimiento y/o reparación por la construcción modular del equipamiento y por el acceso a los principales parámetros de funcionamiento mediante software. Disponiéndose de la facilidad de supervisar el funcionamiento de las tres estaciones en forma remota usando módem y línea telefónica conmutada

RECOMENDACIONES

- Ejecutar proyectos de alta rentabilidad y que tengan cortos tiempos (entre 1 a 2 años) de recupero de la inversión. Por que los cambios estructurales dentro de una empresa pueden ser tan rápidos que fácilmente podrían superar al cambio tecnológico del equipamiento haciendo obsoleto en cuanto a la necesidad del proyecto ejecutado.

- Diseñar proyectos flexibles que puedan adecuarse a cambios sustanciales durante su ejecución. Por que la coyuntura actual del país hace que las empresas busquen mayor competitividad mejorando su productividad para lo cual recurren a la aplicación de la reingenieria en sus procesos productivos lo cual hace variar radicalmente sus procedimientos de operación y como consecuencia también varia y/o se redistribuye sus necesidades de comunicación.

- Supervisar estrechamente al proveedor para que cumpla con las condiciones de las Bases del Concurso y demás condiciones pactadas en la Orden de Compra. Básicamente debido a que casi la totalidad del suministro es importado por lo tanto hay parámetros que están fuera del control del proveedor tales como posibles retrasos y/o inconvenientes y/o modificaciones en la fabricación, transporte, desaduanaje del equipamiento, pero con una supervisión cercana y con la debida oportunidad se puede plantear alternativas de solución dentro de la flexibilidad que permite las Bases del Concurso.

Así mismo cada empresa cliente (adquiriente) tiene una realidad diferente en sus necesidades y procedimientos de comunicación por lo tanto es importante mantener una coordinación permanente durante todo el proceso de ejecución a fin de que el suministro funcione y opere a satisfacción de los usuarios finales.

- Tener presente los avisos de precauciones de seguridad que es común encontrar en

los manuales o sobre los equipos tales como “WARNING”, “CAUTION” y “NOTE” cuando se efectúa trabajos sobre los equipos.

“WARNING” es un aviso que por lo general indica que hay ciertas etapas que funcionan a altas temperaturas y/o generan alta intensidad de corriente ante un eventual cortocircuito accidental lo cual podría dañar a la persona. “CAUTION” es un aviso que por lo general indica que la manipulación de esa etapa podría dañar al equipo o interrumpir el tráfico. “NOTE” es un aviso que por lo general indica una condición o un procedimiento a seguir.

En la Figura 6.a se muestran un ejemplo de los avisos.

- Los equipos sensibles (construidos con componentes CMOS y MOSFET) a la electricidad estática se deben manipular, transportar, embalar, almacenar y proteger adecuadamente por que podría dañar o destruir al equipo o interrumpir el enlace si no se manipula adecuadamente con los cuidados recomendados usando materiales antiestaticas tales como brazaletes a tierra, pisos, cremas, bolsa, etc.

En la Figura 6.b se muestra un ejemplo de los avisos impresos o etiquetados sobre los equipos o sus envolturas alertando del cuidado que se debe tener en su manipulación.

- Poner especial cuidado cuando se fije los niveles de Tx. y Rx. de los canales de teléfonos extendidos para la transmisión de correo electrónico. Ya que estos circuitos usan solo un par telefónico y un exceso en los niveles de Tx o Rx podría generar una realimentación y saturación en la línea lo cual distorsionaría la señal del módem. Y si los niveles son muy bajos el módem tendrá problemas para discriminar la señal del ruido inductivo de la línea telefónica.

WARNING

*Possibility of
Personal Injury*

Short-circuits in low-voltage, low-impedance dc circuits produce high current flow, resulting in localized overheating that can cause burns or eye injury. Remove rings, watches, and other metal jewelry while working with primary circuits. Exercise extreme care around power input terminals.



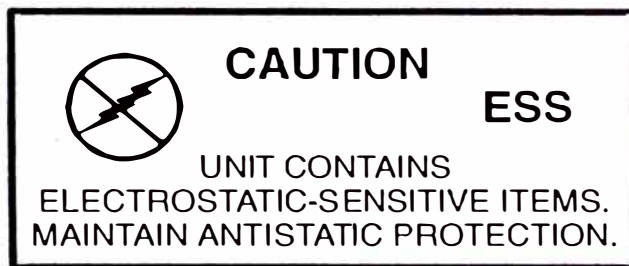
*Possibility of
Equipment Damage
and Service Interruption.*

This procedure is potentially service-affecting. Observe local practices and perform this procedure only during low-traffic periods.

NOTE: *A non-programmable terminal must have VT-52 or VT-100 compatibility. A programmable interface requires a separate software package.*

Figura 6.a

Examples of Warnings, Cautions, and Notes



Common plastic, white foam, cellophane and masking adhesive tapes must not come in contact with ESS devices or their packaging.

Etiquetas Alertando Sobre Dispositivos Sensibles a la Estática

Figura 6.b

ANEXOS

ANEXO I
BASES TECNICA DEL CONCURSO POR COMPETENCIA
RED DIGITAL POR MICROONDAS - OPERACIONES NOROESTE -
TALARA

A) CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED DE MICROONDAS

Configuración	No Hot Stand By (1+0)
Banda de operación	De 1.8 a 2.0 Ghz. (Programable en campo)
Lugares de enlace	Presentar tres alternativas según especificaciones de los adjuntos I, II, III (Cotizar las tres alternativas).

Frecuencias de Operación

Talara	Tx	Indicar Rx	Indicar	
El Alto	Tx	Indicar Rx	Indicar	
	Tx	Indicar Rx	Indicar	
Laguna Zapotal	Tx	Indicar Rx	Indicar	
	Tx	Indicar Rx	Indicar	(*)
Somatito	Tx	Indicar Rx	Indicar	(*)
	Tx	Indicar Rx	Indicar	(*)
Los Organos	Tx	Indicar Rx	Indicar	(*)
Separación Mínima entre Tx y Rx			40 MHz.	

(*) Si es que la alternativa lo requiere.

El tramo Laguna Zapotal - Somatito puede ser por enlace radial o físico.

Norma : CEPT (COMMITTEE OF EUROPEAN POST AND TELEGRAPH)

Que cumplan con las recomendaciones de la CCITT para 4E1 (4x2.048 Mbps).

B) UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS EQUIPOS

Ubicación de las Estaciones

		<u>Gr.</u>	<u>Min.</u>	<u>Seg.</u>
Talara	LS	4	34	16.0
	LO	81	16	53.0
El Alto	LS	4	15	45.0
	LO	81	13	15.0
L. Zapotal	LS	4	13	06.0
	LO	81	06	00.0
Somatito	LS	4	13	07.0
	LO	81	06	36.0
Los Organos :	LS	4	10	33.0
	LO	81	07	45.0

Altitud del terreno (msnm)

Talara	50.0 Mts.
El Alto	300.0 Mts.
Laguna Zapotal	310.0 Mts.
Somatito	305.0 Mts.
Los Organos	5.0 Mts.

Distancia entre Las Estaciones (Aprox. \pm 1 Km.)

Talara - El Alto 35 Km.

El Alto - L. Zapotal	16 Km.
L. Zapotal - Somatito	2 Km.
Somatito - Los Organos	8 Km.

C) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Capacidad para hacer Loop Back local, remota y externa para las pruebas de mantenimiento/reparación de cada etapa.

Reconfiguración local y remota.

Construcción modular.

DE LOS EQUIPOS DE RADIO

-Potencia nominal	30 dBm.
-Ancho de Banda	Para 120 Canales PCM (4x2 Mb, 4E1)
-Tipo de modulación	QAM o PSK o FSK
-Estabilidad en frecuencia	$\pm 0.001 \%$ (± 10 ppm) o mejor
-Figura de Ruido	5 dB. o mejor
-Sensibilidad	
Para 4E1 y BER de 10^{-6}	-83 dBm. o mejor
Para 4E1 y BER de 10^{-3}	Indicar
Para 4E1 y BER de 10^{-12}	Indicar
-Ganancia del Sistema	
Para 4E1 y BER de 10^{-6}	113 dB o mejor
-Código de línea	HDB3
-Interface Digital	Rec. G.703 CCITT
-Impedancia digital	120 / 75 Ohm

-Alimentación -24/-48 V DC.

DEL MULTIPLEXOR PCM

Multiplexor PCM para 30 canales con Slots flexibles para instalar tarjetas TIE LINE y/o FXS, FXO y/o tarjetas para Datos (De velocidad variable Nx64 Kbps)

Código de línea : HDB3

Impedancia digital al equipo de radio : 120 / 75 Ohm

Compatibilidad : Rec. G.703, G.713, G.732 de la CCITT

TARJETAS DE VOZ

Tipos	TIE LINE, FXS, FXO
Velocidad de cada canal	64 Kbps (un time slot)
Digitalización	PCM (Rec. G732, CCITT), Ley A.
Nivel Nominal	0 dBm.
Perdida por retorno	20 dB. o mejor.
Impedancia	600 Ohm.
Nivel de ruido en canal libre	: -70 dBm0 o mejor.
Generador de timbrado	En todas las estaciones.
Cantidad de circuitos	Indicar (ports) por tarjeta

TIE LINE :

-De 4W/EM y 2W/EM, seleccionable en la misma tarjeta de preferencia.

-Señalización de E y M Programable para los tipos RS 464 Tipo I, II, III, V y SSSDC5.

-Niveles de transmisión y recepción seleccionable en pasos de 1 dB. en el rango de +7 a -16 dBm y de +2 a -16 dBm respectivamente.

-De preferencia con indicadores (LED) para las señalizaciones E y M

-Impedancia nominal : 600 Ohm.

FXS

-Niveles de transmisión y recepción seleccionable en pasos de 1 dB. en el rango de +7 a -12 dBm y de +2 a -16 dBm respectivamente.

-De preferencia con indicadores (LED) para descolgado y llamada entrante.

-Señalización seleccionable : Loop Start o Ground Start

-Alimentación de línea (Tip/Ring): -24 o -48 V DC

Umbral de descolgado -3 a -12 V DC.

Umbral de colgado -40 a -48 V DC.

-Timbrado 65 V AC, 20 Hz.

FXO

-Niveles de transmisión y recepción seleccionable en pasos de 1 dB. en el rango de +2 a -16 dBm y de +0 a -16 dBm respectivamente.

-De preferencia con indicadores (LED) para timbrado y para descolgado remoto.

-Señalización seleccionable : Loop Start o Ground Start

-Detector de timbrado :

20 KOhm para 20 Hz.± 5 Hz., 65 V AC ± 5 V AC

-Resistencia de Loop

Descolgado 150 Ohm a 100 mA.

Colgado 1 M-Ohm

TARJETAS DE DATOS

De velocidad programable Nx64 Kbps (N = 1, 2, 3 ...)

Cantidad de circuitos (ports) por tarjeta : Indicar

DEL CANAL DE SERVICIO

-El canal de servicio debe permitir comunicarse en simultáneo entre las estaciones de microondas.

-Parlante con control de volumen

-Pulsador para llamar a las estaciones remotas

-Hand set con conector standar

DEL SISTEMA DE SUPERVISION Y ALARMAS.

El control maestro y panel de alarmas se ubicará en Talara

Debe permitir

Monitorear parámetros básicos de funcionamiento de los equipos ubicados en cada una de las estaciones.

Falla del Tx1, Tx2.

Falla del Rx1, Rx2.

Corte del fluido eléctrico.

Condición de carga del banco de baterías (descargadas, sobrecargadas)

El sistema de control, con el uso de una terminal PC compatible, debe permitir

-Reconfigurar el sistema en forma local y remota (fuera de las estaciones)

-Efectuar mantenimiento del sistema en forma local y remota.

ALIMENTACION DE LOS EQUIPOS

Todos los módulos principales deben tener un único tipo de alimentación, -24 o -48 V DC.

El voltaje V DC. lo suministrará el cargador/rectificador, disponiendo además de un banco de baterías como respaldo para una autonomía de 24 horas, funcionando con tráfico nominal.

Cada una de las estaciones debe contar con cargador/rectificador y banco de

baterías.

El cargador/rectificador debe estar protegido contra amplias variaciones de voltaje y picos de corriente (transitorios) mediante dispositivos internos y/o externos (filtros, estabilizadores, etc.)

Cargador / Rectificador

- Voltaje Entrada : 220 V AC \pm 20 % 60/50 Hz. \pm 5%
- Voltaje de salida : -24/-48 V DC \pm 1%
- Capacidad : Para la alimentación de los equipos y recarga del banco de baterías.
- Protección contra cortocircuito y sobrevoltaje
- Indicador frontal de voltaje y corriente
- Switch para carga flotante y equalizada.
- Controles para ajuste de voltaje flotante, equalizado, limitador de corriente, corte por sobrevoltaje, etc.
- Indicadores (LED) para señalar : V AC on, modo flotante, modo equalizado, falla del rectificador, sobre voltaje, fusible abierto etc.
- El suministro incluye accesorios de instalación, manuales de operación, mantenimiento, diagramas circuitales.

Banco de Baterías

- Tipo : Estacionarias
- Voltaje del Banco : -24/-48 V DC.
- Placas : Plomo - Calcio (Adjuntar certificación del fabricante)
- Capacidad : Para una autonomía de 24 hr.
- El suministro incluye accesorios y manuales de instalación y mantenimiento.

D) CONFIABILIDAD DEL SISTEMA

Requerido 99.99 %

MBTF (Mean Time Between Failure) Indicar

MTTR (Mean Time To Repair) Indicar

E) PAQUETE DE REPUESTOS

El paquete de repuestos para cada una de las tres alternativas estará comprendido por

-Todos los módulos (transmisor, receptor, modulador, demodulador, mux, etc.) que constituyan una estación terminal, no incluir circuladores, duplexers, aisladores, racks, cargador/rectificador, banco de baterías, cable coaxial.

-Tarjetas de Control : Un (01) juego

Incluye las tarjetas necesarias para convertir los Mux Terminales a Mux Drop/Insert.

-Fuentes de alimentación Un (01) juego

-Tarjetas TIE LINE Dos (02)

-Tarjetas FXO Dos (02)

-Tarjetas FXS Dos (02)

-Tarjetas de Datos Dos (02)

-Copia del software utilizado en el sistema.

-Y cualquier otro repuesto que asegure el funcionamiento del sistema.

F) EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR

-Todos los equipos de radio (transmisores, receptores, amplificadores de potencia, circuladores, duplexores, guías de onda, atenuadores, combinadores, acopladores, filtros, etc.) necesarios para enlazar los puntos indicados en la alternativa seleccionada.

- Todas las pilas (Ni/Cd, Litio, alcalinas, etc.) que requieran para su total operación las tarjetas de memoria, control, etc.
- Todas la antenas necesarias para la operación de la red de microondas, así también los accesorios de cada antena para su instalación en los mástiles y/o torres.
- Todos los cables (coaxiales, multipar, planos, trenzados, etc.) y los conectores (tipo N, BNC, V.25, RJ11, etc.) en la cantidad requerida para la interconexión de los módulos de radio, antenas, multiplexores, cargadores, baterías, sistema de alarmas y supervisión, terminal de mantenimiento etc.
- Un Terminal Portátil (Notebooks, 486/33 MHz, RAM 4mb, HD 127 Mb, DD 1.44 Mb 3.5", monitor VA, batería, cargador, cableado, maletín de transporte) con interface y cableado para conectarse a las estaciones de microondas, con el software de configuración y mantenimiento de la red.
- Modems necesarios para efectuar el mantenimiento remoto desde una terminal PC compatible.
- Todos los multiplexores digitales para el funcionamiento de los canales de voz y canales de datos de acuerdo a la distribución indicado en el adjunto correspondiente de la alternativa seleccionada.
- Todas las tarjetas de interface para datos y voz necesarias para la conexión de una PABX (TIE LINE, FXS, FXO, generador de timbrado) con la red digital de microondas
- Todos los Cargadores/ Rectificadores para cada una de las estaciones de la potencia requerida para alimentar a los equipos de microondas y recarga del banco de baterías.
- Todos los Bancos de Baterías estacionarias necesarias para una autonomía mínima

de veinticuatro (24) horas de funcionamiento de cada estación.

-Todos los paquetes de software usados en la red de microondas, incluyendo copia adicional de respaldo.

-Todas las herramientas básicas "Ad Hoc"

Los postores deberán cotizar como adicional, equipos no especificados en el presente pedido y que sea necesario para un adecuado funcionamiento de la red de microondas que cotiza.

G) MODALIDAD DEL SUMINISTRO

Llave en mano

Plazo Máximo de entrega del Sistema Operando : Cinco (5) meses, o menor tiempo (Contado a partir de colocada la Orden de compra)

Propuesto (Igual o menor tiempo) : Indicar

Adjuntar calendario de ejecución con :

- Tiempo de fabricación
- Tiempo en puerto de embarque
- Tiempo en puerto Peruano
- Tiempo de internamiento de los equipos
- Tiempo de Instalación y pruebas.
- Tiempo de entrega de la red

Es responsabilidad de los postores verificar (en campo o gabinete según su criterio) que las condiciones geográficas, de propagación, de perdidas, de desvanecimiento, etc. sean las adecuadas para el eficiente funcionamiento de la red que ofertan.

PETROPERU S.A. designará a su personal que estará a cargo de la supervisión

- Todas las pilas (Ni/Cd, Litio, alcalinas, etc.) que requieran para su total operación las tarjetas de memoria, control, etc.
- Todas la antenas necesarias para la operación de la red de microondas, así también los accesorios de cada antena para su instalación en los mástiles y/o torres.
- Todos los cables (coaxiales, multipar, planos, trenzados, etc.) y los conectores (tipo N, BNC, V.25, RJ11, etc.) en la cantidad requerida para la interconexión de los módulos de radio, antenas, multiplexores, cargadores, baterías, sistema de alarmas y supervisión, terminal de mantenimiento etc.
- Un Terminal Portátil (Notebooks, 486/33 MHz, RAM 4mb, HD 127 Mb, DD 1.44 Mb 3.5", monitor VA, batería, cargador, cableado, maletín de transporte) con interface y cableado para conectarse a las estaciones de microondas, con el software de configuración y mantenimiento de la red.
- Modems necesarios para efectuar el mantenimiento remoto desde una terminal PC compatible.
- Todos los multiplexores digitales para el funcionamiento de los canales de voz y canales de datos de acuerdo a la distribución indicado en el adjunto correspondiente de la alternativa seleccionada.
- Todas las tarjetas de interface para datos y voz necesarias para la conexión de una PABX (TIE LINE, FXS, FXO, generador de timbrado) con la red digital de microondas
- Todos los Cargadores/ Rectificadores para cada una de las estaciones de la potencia requerida para alimentar a los equipos de microondas y recarga del banco de baterías.
- Todos los Bancos de Baterías estacionarias necesarias para una autonomía mínima

de veinticuatro (24) horas de funcionamiento de cada estación.

-Todos los paquetes de software usados en la red de microondas, incluyendo copia adicional de respaldo.

-Todas las herramientas básicas "Ad Hoc"

Los postores deberán cotizar como adicional, equipos no especificados en el presente pedido y que sea necesario para un adecuado funcionamiento de la red de microondas que cotiza.

G) MODALIDAD DEL SUMINISTRO

Llave en mano

Plazo Máximo de entrega del Sistema Operando : Cinco (5) meses, o menor tiempo (Contado a partir de colocada la Orden de compra)

Propuesto (Igual o menor tiempo) : Indicar

Adjuntar calendario de ejecución con :

-Tiempo de fabricación

-Tiempo en puerto de embarque

-Tiempo en puerto Peruano

-Tiempo de internamiento de los equipos

-Tiempo de Instalación y pruebas.

-Tiempo de entrega de la red

Es responsabilidad de los postores verificar (en campo o gabinete según su criterio) que las condiciones geográficas, de propagación, de perdidas, de desvanecimiento, etc. sean las adecuadas para el eficiente funcionamiento de la red que ofertan.

PETROPERU S.A. designará a su personal que estará a cargo de la supervisión

de los trabajos involucrados en todo el proceso de instalación y pruebas

H) INSTALACIONES FACILITADAS POR PETROPERU S.A.

Las edificaciones (casetas con iluminación interna, energía 220 V AC. 60 Hz.) en los lugares (geográficamente indicados en el acápite B) donde se instalarán los equipos.

Las estructuras metálicas donde se instalaran las antenas

-Talara	Mástil	08 mt.
-El Alto	Torre ventada	27 mt.
-L. Zapotal	Mástil	25 mt.
-Somatito	Torre ventada	30 mt.
-Los Organos	Torre ventada	15 mt.

En caso que el diseño propuesto por los ofertantes requiera incrementar la altura de las estructuras, el costo deberá estar incluido dentro de la propuesta.

El tramo entre Laguna Zapotal y Somatito dispone de postes y cable telefónico aéreo autoportado de 25 pares, calibre 22 AWG, recientemente instalado.

Se recomienda a los postores visitar previamente las instalaciones.

I) ENTRENAMIENTO

1.- En fábrica

Participantes	Dos (02)
Nivel	Ingeniero
Tipo	Teórico (50%) y Práctico (50%)
Duración	Mínimo cuarenta (40) horas.

Material didáctico : Dos (02) juegos.

Contenido mínimo del curso

-Síntesis de fundamentos teóricos y fórmulas bases para un mejor desarrollo del curso.

-Descripción y funcionamiento del sistema

-Descripción y funcionamiento de cada módulo que compone una estación de microondas.

-Descripción y manejo del software del sistema.

-Ensamblaje modular, cableado, configuración por hardware y software de una estación, de la red de microondas.

-Mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo.

Incluye todos los gastos relacionados al entrenamiento de los participantes (pasajes, estadía, alimentación, material didáctico, etc.)

2.- En La Operación (Talara)

Participantes Seis (06)

Nivel Técnico

Tipo Teórico (50%) y Práctico (50%)

Duración Mínimo cuarenta (40) horas.

Material didáctico Seis (06) juegos.

Contenido mínimo del curso

-Síntesis de fundamentos teóricos para un mejor desarrollo del curso.

-Descripción y funcionamiento del sistema

-Descripción y funcionamiento de cada módulo que compone una estación de microondas.

-Descripción y manejo del software del sistema.

-Ensamblaje modular, cableado, configuración por hardware y software de una

estación, de la red de microondas.

-Mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo.

Incluye todos los gastos del instructor relacionados al entrenamiento (pasajes, estadía, alimentación, material didáctico, etc.)

J) MANUALES TECNICOS

El suministro incluye Dos (02) juegos de manuales por cada Estación, cada juego debe incluir

-Manuales de operación

-Manuales de componentes y partes de los módulos que constituyen la red de microondas.

-Manuales de servicio, mantenimiento y calibración

-Manuales con diagramas circuitales, esquemático y de los circuitos impresos que constituyen las diferentes etapas

-Manuales de uso y manejo del software del sistema.

-Libros técnicos complementarios relacionados al Sistema.

k) HOMOLOGACION

El sistema de microondas y sus partes debe cumplir con todas las Recomendaciones de la CCITT, CCIR para la norma europea uniformizada (estandarizado) en el Perú.

Todos los equipos de un mismo tipo deberán ser de una misma marca y modelo para todo el sistema de microondas ofertado.

L) GARANTIA DEL SUMINISTRO

La garantía será mínimo de un (1) año a partir de la fecha de "Recepcionado Conforme", operando y funcionando a satisfacción de PETROPERU S.A.

Condiciones previas para el inicio del período de garantía

- Acta de Prueba a los 5 días de funcionamiento de la red de microondas a satisfacción de PETROPERU S.A., las pruebas deberá contar con la asistencia técnica permanente en el sitio, del ingeniero proyectista del proveedor.
- Acta de prueba a los 30 días después de aprobado el ítem anterior con asistencia del ingeniero proyectista del proveedor.
- Inventario físico del sistema según detalle de la orden de compra y cotización del proveedor.
- Planos de instalación de los equipos con los niveles nominales y reales medidos en cada una de las etapas.
- Información del diseño de la red, adjuntando los cálculos, planos de ubicación, perfiles, etc.
- Justificaciones técnicas avalados por el fabricante y aceptado por PETROPERU S.A. a las posibles modificaciones que pudieran haberse efectuado a los equipos y/o al sistema durante la instalación con el fin de optimar la eficiencia del sistema.

Durante el periodo de garantía, sin costo alguno (tales como pasajes, viáticos, transporte, repuestos, etc) para PETROPERU S.A. el proveedor brindará, permanentemente servicio técnico por las fallas que se pudieran presentar como consecuencia de una inadecuada instalación inicial, programación inicial, configuración inicial, así también el remplazo de los módulos que se encuentren funcionando y del paquete de repuestos cuya falla sea originado por una falla de fabricación y/o dañados durante el proceso de instalación.

Carta compromiso del fabricante garantizando la continuidad de fabricación de los componentes y partes que constituyen la red suministrada.

CONTENIDO DE LA PROPUESTA ECONOMICA

Presentar una cotización por cada alternativa.

1.- Plazo requerido de entrega del Sistema operando Cinco meses o menos
Tiempo.

Propuesto : Indicar

Adjuntar calendario de ejecución con :

- Tiempo de fabricación
- Tiempo en puerto de embarque
- Tiempo en puerto Peruano
- Tiempo de internamiento de los equipos
- Tiempo de Instalación y pruebas.
- Tiempo de entrega de la red

2.- Llave en mano (Monto Global) US \$: Indicar

Desglosar Monto en :

A) Equipos de radio

US \$

Estación Talara

Estación El Alto

Estación L. Zapotal

Estación Somatito

Estación L. Organos

Total :

Cada Estación incluye os transmisores, receptores, amplificadores de potencia, circuladores, duplexores, guías de onda, atenuadores, combinadores, acopladores, filtros, antenas etc. todos con su kit de instalación.

B) Equipos mux	US \$
Estación Talara	_____
Estación El Alto	_____
Estación L. Zapotal	_____
Estación Somatito	_____
Estación L. Organos	_____

Total :

Cada Estación equipado con los shelves, las tarjetas de control, voz, datos, generador de timbrado, canal de servicio.

C) Equipos de Alimentación	US \$
Estación Talara	_____
Estación El Alto	_____
Estación L. Zapotal	_____
Estación Somatito	_____
Estación L. Organos	_____

Total :

Cada Estación equipado con banco de baterías, cargador/rectificador protección contra sobrevoltajes y picos de corriente kit de instalación.

D) Sistema de monitoreo y control	US \$:	Indicar
-----------------------------------	---------	---------

Monitoreo y control en las cuatro estaciones con el panel principal en Talara

E) Sistema de supervisión y mantenimiento. US \$: Indicar

Incluye los módems, tarjetas, interfaces, el terminal portátil (Notebooks), el software del sistema con todas sus aplicaciones, herramientas básicas "Ad Hoc"

F) Equipos de repuestos US \$: Indicar

Etapa de radio (detallar)

-Transmisor

-Receptor

-Modulador

-Demodulador

-Muldex

-Otros (especificar)

Todo lo que constituya una estación terminal, sin incluir racks, banco de baterías, cargador/rectificador, cable coaxial.

Etapa mux (detallar)

-Shelfs

-Generador de timbrado

-Un (01) juego de Tarjetas de Control

Incluye las tarjetas necesarias para convertir los Mux Terminales a Mux Drop/Insert.

-Un (01) juego de Fuentes de Alimentación

-Dos (02) Tarjetas TIE LINE

-Dos (02) Tarjetas FXO

-Dos (02) Tarjetas FXS

-Dos (02) Tarjeta de Datos

-Copia del software utilizado en el sistema.

-Y cualquier otro repuesto que asegure el funcionamiento del sistema.

G) ENTRENAMIENTO

US \$: Indicar

-En Fabrica

-En la Operación

Total :

H) MANUALES TECNICOS

US \$: Indicar

Dos (02) juegos de manuales por Estación, cada juego debe incluir :

-Manuales de operación

-Manuales de componentes y partes de los módulos que constituyen la red de microondas.

-Manuales de servicio, mantenimiento y calibración

-Manuales con diagramas circuitales, diagramas esquemáticos y de los circuitos impresos que constituyen las diferentes etapas

-Otros.

I) INSTALACION

US \$: Indicar

Indicar

-Tiempo de instalación

-Numero de personal

-Transporte de personal/equipos.

-Otros.

J) GARANTIA DEL SUMINISTRO

Mínimo de un (1) año

De acuerdo a las condiciones de las bases

3.- ADICIONALES

US\$: Indicar

Por equipos no especificados en el presente pedido y que sea necesario para un adecuado funcionamiento de la red de microondas que cotiza.

CRITERIOS Y PARAMETROS DE EVALUACION

No se adiciona puntaje en el mismo rubro. Solo se toma en cuenta la opción que brinda mayor puntaje.

FACTOR DE HOMOGENEIDAD

CONSIDERA LA HOMOGENEIDAD DE MARCAS ENTRE LOS EQUIPOS DE RADIO, MUX, SUPERVISION Y ALARMAS DEL SISTEMA A SUMINISTRAR E INSTALAR. SE EMPLEARA PARA MODIFICAR EL PUNTAJE DE LOS RUBROS 1, 2, 3 Y 4.

<u>Homogeneidad de Marca</u>	<u>Factor</u>
Para 100%	1.00
De 80 a 99%	0.80
De 60 a 79%	0.75
De 50 a 59%	0.70
De 00 a 49%	0.00

- 1.- CONTINUIDAD DEL FABRICANTE EN LA PRODUCCION DE EQUIPOS DE MICROONDAS DE CARACTERISTICAS SIMILARES AL OFERTADO. CONSIDERA SOLO EL MAYOR PUNTAJE QUE OBTENGA EL POSTOR ENTRE LOS EQUIPOS DE RADIO Y MUX. (SE AFECTA POR EL FACTOR DE HOMOGENEIDAD).

Continuidad de Producción	Puntos
Mayor de 15 años	30
De 11 a 15 años	25
De 05 a 10 años	20
Menor de 05 años	05

- 2.- EXPERIENCIA DE LA EMPRESA POSTORA EN EL SUMINISTRO, INSTALACION Y PUESTA EN OPERACION DE REDES DE MICROONDAS DE TECNOLOGIA DIGITAL. (SE AFECTA POR EL

FACTOR DE HOMOGENEIDAD).

Experiencia	Puntos
Mayor de 15 años	30
De 11 a 15 años	25
De 05 a 10 años	20
Menor de 05 años	05

- 3.- CANTIDAD DE SISTEMAS DE MICROONDAS (DE TRES O MAS ESTACIONES CON SALTOS MÍNIMOS DE 25 KM.) SUMINISTRADOS POR EL POSTOR EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS HASTA EL 31-12-93, INSTALADOS Y OPERANDO A SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS. (SE AFECTA POR EL FACTOR DE HOMOGENEIDAD).

Sistemas Instalados	Puntos
Más de 15	50
De 11 a 15	45
De 6 a 10	30
De 3 a 5	10
De 1 a 2	01

- 4.- CONDICIÓN DE LA EMPRESA POSTORA RESPECTO AL FABRICANTE DE LOS EQUIPOS DE RADIO Y MUX QUE OFERTA. (SE AFECTA POR EL FACTOR DE HOMOGENEIDAD).

Condición de la Empresa Postora	Puntos
Filial en el país (ambos equipos)	20
Representante único autorizado (ambos equipos)	15
No es representante autorizado único	05

- 5.- HOMOGENEIDAD DE MARCAS DE LOS EQUIPOS DE RADIO, MUX, SUPERVISIÓN Y ALARMAS DEL SISTEMA A SUMINISTRAR E INSTALAR.

Homogeneidad de Marca	Puntos
------------------------------	---------------

Para 100%	30
De 80 a 99%	28
De 60 a 79%	26
De 50 a 59%	24
De 00 a 49%	00

6.- NIVEL DE ACEPTACIÓN NACIONAL DE LOS SISTEMAS DE MICROONDAS POR TECNOLOGIA DIGITAL SIMILARES A LOS OFERTADOS POR EL POSTOR. SE REQUIERE UN MINIMO DOS REDES EN OPERACION PARA CONSIDERAR ESTE RUBRO.

Aceptación por :	Puntos
Empresa Telecomunicaciones (Ambito Nacional)	30
Instituciones Armadas	20
Otras Empresas/Instituciones nacionales	15

RESUMEN DEL PUNTAJE

Puntuación por Evaluación:	Mínimo	Máximo
1. Continuidad del fabricante	00	30
2. Experiencia del postor	00	30
3. Cantidad de sistemas suministrados	00	50
4. Condición de la empresa	00	20
5. Homogeneidad de marca	00	30
6. Disponibilidad Técnica del postor	01	30
TOTAL	00	190

EVALUACION FINAL.

El puntaje obtenido en la Evaluación Técnica se multiplica por el Precio Base (en dólares americanos excluyendo impuestos) y se divide por el Valor Cotizado puesto en Talara (en dólares americanos excluyendo impuestos) de la oferta Llave en Mano para cada una de las alternativas solicitadas. Como sigue :

PFO = Puntaje Final de la Oferta

PET Puntaje de la Evaluación Técnica

PB Precio Base sin impuestos en dólares

COT = Valor Total de la Cotización ofertada sin impuestos en dólares

$$PFO = PET \times PB / COT$$

Se confeccionarán cuadros finales para cada alternativa solicitada por PETROPERU.

PETROPERU decidirá por la alternativa a utilizar en el otorgamiento de la Buena Pro, de acuerdo a la mejor Relación Final de Costo/Beneficio.

. BIBLIOGRAFIA

1.- MANUAL TECNICO DE RADIO MICROONDAS

Radio Microondas

Digital MDR2002i

2.- MANUAL TECNICO DE MULTIPLEXOR

Multiplexor MP-2000

3.-MANUAL TECNICO DE MODEM E1

Módem ASM400

4.- DISEÑO POR ENLACES PCM

COTENTEL