

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



**PROYECTO DE TESIS DE GRADO**

**Enlace de Microondas para la Zona  
Afectada por el Sismo del 31 de  
Mayo de 1971**

**Nestor Garcia Negrillo**

**PROMOCION 1964**

A mis seres queridos:

    Mi esposa, mi hijo, y  
            mis padres.

I N D I C E

	Generalidades .....	Pág. 1
CAPITULO I :	Elección y reconocimiento de la ruta del enlace ...	3
CAPITULO II :	Plan de encaminamiento, - plan de frecuencias y cál- culo de atenuación de ru- ta .....	12
CAPITULO III:	Especificaciones técnicas de equipo, sistemas irra- diantes y obras civiles .	30
CAPITULO IV :	Cálculo de costos y reco- mendaciones técnico-lega- les .....	74
	Conclusiones .....	93
	Bibliografía .....	94

.°.°°°°.

## GENERALIDADES

Gracias a que como Jefe del Departamento de Líneas de la Sub-Dirección de Telégrafos, tuve la oportunidad de participar en la rehabilitación del Servicio Telegráfico en el Callejón de Huaylas, afectado por el sismo del 31 de Mayo de 1970, pude apreciar la forma de dar un eficiente medio de comunicación a esta bella región, hasta la fecha reducida a la Telegrafía por Morse y a la Telefonía por hilos.

Posteriormente, tuve la suerte de que la Dirección General de Comunicaciones me brindara, como Jefe de Planeamiento, la ocasión de hacer realidad el proyecto de un sistema de comunicaciones para la Zona del Sismo.

Es así como con la colaboración de otros Ingenieros de la Oficina de Planeamiento de Comunicaciones de la citada Dirección General, y con la asistencia de un ingeniero de la Asesoría Alemana, me permito exponer en esta Tesis, una parte del sistema mencionado que hemos diseñado para la Zona tan duramente castigada.

El Sistema consiste esencialmente de un enlace de microondas con capacidad de 120 canales que unirá las principales ciudades del Callejón de Huaylas a la Red Nacional de Telecomunicaciones en su estación terminal de Chimbote.

Para las demás ciudades del Departamento de Ancash se ha considerado una red de HF (que no será tratado en esta Tesis), que se interconecta con el enlace de microondas en sus estaciones terminales de Huaraz, Caraz, Corongo y Recuay.

Al proyecto de Ingeniería en oficina le siguió un reconocimiento de la ruta del enlace planeado, el cual fue realizado por el suscrito con asistencia de un Ingeniero de la Asesoría Alemana. Este reconocimiento sirvió para corregir errores en la ruta y sirvió de base para hacer un estimado del costo del Sistema; tal como se puede apreciar en el primer capítulo de esta Tesis.

Aunque en las bases de licitación para el suministro e instalación del Sistema mencionado, se ha dejado en libertad a los fabricantes de equipos de telecomunicaciones de elegir la banda de frecuencia y poner a consideración de la entidad licitante los cálculos respectivos, en los siguientes capítulos de esta Tesis, he completado el proyecto del Sistema recomendando la banda de 7 GHz y efectuando los cálculos de atenuación correspondientes.

En general esta Tesis se debe tomar algo así como un estudio que un Consultor presentaría a requerimiento de la entidad que le solicita sus servicios.

Finalmente, quiero agradecer al Director General de Comunicaciones, que con su amplia visión hace posible por intermedio de CRYRZA que nuestros hermanos damnificados cuenten con un importante instrumento de rehabilitación y desarrollo que son las telecomunicaciones, y a mis compañeros de labor, con quienes dejando de lado la obligación rutinaria, nos hemos dado íntegramente para lograr lo más eficientemente posible, el planeamiento del Sistema aludido en beneficio de esta región.

Asimismo, hago extensivo mi agradecimiento a la Asesoría Alemana que tan desinteresadamente nos han ayudado en este objetivo.

## C A P I T U L O I

### ELECCION Y RECONOCIMIENTO DE LA RUTA DEL ENLACE

#### 1.1.0 Introducción

La ruta del enlace se proyectó utilizando cartas topográficas de la zona, impresas por la Corporación Peruana del Santa a la escala de 1: 25000, y del Instituto Geográfico Militar a la escala de 1: 100000. En la elección de los puntos de la ruta se tuvo en consideración los siguientes factores:

- Interconectar las principales ciudades del Callejón de Huaylas
- Elegir cerros o lugares que en lo posible tengan fácil acceso y presenten línea de vista
- Evitar etapas de repetición innecesarias

La ruta obtenida de las cartas topográficas fue reconocida y modificada en el terreno.

Dicho reconocimiento se realizó con dos grupos de técnicos, usando el siguiente equipo y material:

- Dos transceptores HF "manpack", los cuales se usaron para las comunicaciones de coordinación.
- Dos transceptores VHF "walkie-talkie" para tener idea aproximada de la propagación en cada tramo.
- Dos largavistas, dos espejos, dos banderolas y globos meteorológicos para comprobación visual de la línea de vista
- Dos teodolitos, dos alfileres y dos brújulas para ubicar en el terreno los puntos elegidos
- Dos winchas, dos miras y jalones para medir con ayuda de los teodolitos, la distancia del punto elegido a la carretera más cercana y tener idea aproximada del trazo de la vía
- Dos camionetas.

No se utilizó equipos de medición, de propagación y desvanecimiento en microondas, por no poseerlos.

Al final se anexan los perfiles respectivos y a continuación se describen cada uno de los puntos del enlace que se muestra en el anexo N° 1.

### 1.2.0.- Chimbote

En esta localidad habrá dos estaciones a saber:

1.2.1 Estación : Repetidora, inatendida  
Altitud : 276 m.  
Latitud : 9° 01' 38"  
Longitud : 78° 35' 40"  
Local : Existente  
Vía de acceso: : Existente

Esta estación es la actual repetidora de una Red de Microondas de la Compañía Nacional de Teléfonos del Perú (CNTP), que ENTEL-PERU convertirá en estación repetidora con derivación a Chimbote.

El postor cotizará el equipo de radio necesario hasta el nivel de Base Banda y el sistema irradiante con dirección a la repetidora en el Cerro sobre el Puerto Casma. Se debe tener presente que en la estación repetidora de Chimbote existe una torre de 79 mts. de altura y que tal vez ENTEL, para la derivación citada instale una torre más.

1.2.2 Estación : Terminación y estación HF  
Ubicación : En la ciudad de Chimbote, a determinarse  
Local : Por cuenta de ENTEL-PERU  
ENTEL-PERU entregará la señal que viene conjuntamente con la señal derivada en la repetidora arriba descrita, a nivel de Base de Banda, en consecuencia el postor ofertará únicamente el equipo terminal (multiplex) N° 2

### 1.3.0.- Cerro sobre Puerto Casma

Altitud : 232 m.

Longitud : 78°23'35"  
Estación : Repetidora, Inatendida  
Vía de acceso : A construir aproximadamente 1 km. a partir del Puerto Casma, por la hoyada abajo mencionada.

Local : Por construir por cuenta del postor  
Sobre el Puerto Casma, dirección oeste se divisa un cerro con dos picos, el elegido es el pico Sur al cual se llega siguiendo el curso de la hoyada que baja a dicho Puerto.

La línea de vista entre los tramos Chimbote- Puerto Casma y Puerto Casma - Cerro Llamacorral, no pudieron ser comprobados visualmente por la neblina y nubes existentes permanentemente en este tiempo en dichos tramos. Mediante las cartas topográficas se logra la línea de vista en el primer tramo, usando en ambos puntos torres de más de 40 metros de altura; en el segundo no hay dificultad.

#### 1.4.0.- Cerro Llamacorral

Altitud : 4,628 m.  
Latitud : 9°34'48"  
Longitud : 77°38'00"  
Estación : Repetidora con derivación hacia Recuay; inatendida.

Vía de acceso : A construir aproximadamente 1/2 km. a partir de la carretera que parte de la de Casma a Huaraz en la Punta Callán.

Local : Por construir, por cuenta del postor  
Para llegar a este Cerro, se sigue unos 5.8 Km. por la carretera que se deriva hacia el sur, de la carretera Casma-Huaraz a la altura de la Punta Callán (marcada con una cruz) en la cumbre de la Cordillera Negra hasta encontrar una piedra que se ha marcado con una flecha en pintura blanca. La flecha señala al Llamacorral, a media subida se ha pintado otra flecha en una piedra señalando la cima. El punto elegido está en la



cima del Cerro y se ha marcado con tres veces "M" en otras tantas rocas con pintura blanca.

#### 1.5.0.- Huaraz

Altitud : 3,115 m.  
Latitud : 9°32'15"  
Longitud : 77°34'25"  
Estación : Terminal, con derivación hacia el Callejón de Huaylas. Planta transmisora HF, inatendible.  
Local : A construir, por cuenta del postor.

El punto elegido está en la parte alta de la Ciudad, al pie de la Cordillera Blanca, al lado del cementerio, en una cancha imprevista de foot ball.

La línea de vista de los tramos Huaraz - Cerro Llamacorral y Huaraz - Cerro Alcujiroca se ha comprobado visualmente.

El postor cotizará el cable telefónico de 150 pares entre la estación en cuestión y la central telefónica, incluyendo la instalación de dicho cable.

#### 1.6.0.- Cerro Alcujiroca

Altitud : 3,350 mt.  
Latitud : 9°26'88"  
Longitud : 77°34'25"  
Estación : Repetidora, inatendida  
Vía de acceso : A construir aproximadamente 5 km. partiendo del pueblo de Jangas, hacia el sur, siguiendo más o menos el tramo del camino herradura.

Local : A construir por cuenta del postor

Para llegar al cerro aludido, se sigue un caminito de herradura, que parte de la carretera Huaraz - Carhuaz, a la altura de la Hacienda Mullaca (unos 3 km. al norte del Hotel Montecristo) baja al río Santa y lo cruza por un puente de peatones, continúa hacia el norte hasta el caserío Huantallón, luego se toma la bifurcación de este camino que va al caserío Huanja dirección Oeste, ascendiendo por el cerro se llega al caserío Alcujiroca.

timo mencionado ubicado en una especie de meseta que corona al Cerro Huantallán. De este lugar mirando al norte, el primer cerro o loma que se ve cruzando de Oeste a Este es el cerro buscado, el camino de herradura llega hasta dicho lugar y aún continúa hasta el Distrito de Jangas, ya en el Cerro se desciende por su loma hasta encontrar el punto elegido, casi al mismo nivel del caserío Huanja y está marcado con "M" en pintura blanca sobre una piedra.

#### 1.7.0.- Cerro Cuntuyoc

Altitud : 3,715 m.  
Latitud : 9°19'00"  
Longitud : 77°38'20"  
Estación : Repetidora con derivación a Carhuaz, inatendida

Vía de acceso : A construir aproximadamente 8 km. partiendo del puente que une la carretera del aeropuerto de Anta con la carretera Huaraz-Carhuaz, siguiendo más o menos el trazo de camino de herradura.

Local : A construir, por cuenta del postor.

Este Cerro se encuentra con dirección oeste de Marcará y su pico más alto se visualiza del extremo norte de la pista de aterrizaje de Anta y cierra la quebrada que baja a dicha pista. Para llegar al punto buscado se sigue el camino de herradura que parte del puente antes mencionado, hasta llegar a la base del pico citado, luego se dirige a la loma del lado derecho (norte) de la quebrada aludida y descendiendo por ella de Oeste a Este se llega a un primer pico que es el punto elegido y está marcado con "M" en pintura blanca sobre una piedra. Siguen dos picos más en dirección este sobre la loma.

La línea de vista de los tramos Cerro Cuntuyoc - Cerro Alcu jirca y Cerro Cuntuyoc - Caraz se ha comprobado visualmente.

La línea de vista de la derivación Cerro Cuntuyoc-Carhuaz se comprueba visualmente en la parte alta de actual ubicación de la ciudad de Carhuaz ( al pie de la Cordillera - Blanca), en su futura ubicación en Huanchac (3 km. al sur de la actual), el punto para la línea de vista se tendrá que buscar en la parte alta también.

#### 1.8.0 Carhuaz

Estación : Terminal, atendida

Local : Por cuenta de ENTEL-PERU

Aún no se ha determinado exactamente la ubicación de esta estación porque depende de la ubicación futura de Carhuaz. Pero de todas maneras dicha ubicación de la estación será en la parte alta de la Ciudad al pie de la Cordillera Blanca Aunque se proyecta construir la central telefónica en el lugar descrito, es probable que esto no sea posible para una Planta Externa adecuada; en este caso el postor cotizará alternativamente una estación terminal inatendida incluyendo local, interconectada a la central telefónica por cable telefónico de unos 30 pares.

#### 1.9.0 Caraz

Altitud : 2,320 m.

Latitud : 9° 2' 26"

Longitud : 77° 48' 20"

Estación : Terminal con derivación hacia el Cerro Llimacllán, planta transmisora HF, inatendida

Local : A construir por cuenta del postor.

El punto elegido está en la parte alta de la ciudad en un solar de la Av. 28 de Julio N° 114, donde existe un campamento de "iglues" donados por el Gobierno Alemán.

El postor cotizará el cable telefónico de 100 pares entre la estación en cuestión y la central telefónica, incluyendo la instalación del cable.

### 1.10.0 Cerro Llimacllán

Altitud : 3,232 m.  
Latitud : 8° 49' 44"  
Longitud : 77° 55' 36"  
Estación : Terminal con derivación a Corongo, inatendida  
Vía de acceso : A construir con pendiente ligera, aproximadamente 2 km. a partir de la bifurcación de la carretera a Tambo, hacia una mina de arena  
Local : A construir por cuenta del postor

Partiendo de Huaylas hacia Huallanca se llega al desvío que conduce a Tambo, se sigue este desvío hasta su bifurcación hacia una mina de arena; de este punto se camina con dirección este (Huallanca) sobre la loma que se presenta, hasta pasar por tres picos, en el último que es el más alto, se encuentra el punto elegido y está marcado con una "M" de piedras sobre una piedra, la más grande de las que ahí existen. La línea de vista de los tramos Cerro Llimacllán- Corongo no se ha podido comprobar visualmente por las nubes que cubren constantemente a Corongo en este tiempo y además porque está interrumpida su carretera, pero por las cartas topográficas y por apreciación del horizonte se ve que no hay dificultad. En esta estación se instalará el equipo terminal (multiplex) que alimentará mediante cables telefónicos de 10 pares 0.7 mm autoportados y blindados dos canales para Huallanca y dos para Huaylas. El ofertante debe cotizar los cables citados y su instalación. Dichos canales quedarán en forma directa y permanentemente conectados a Caraz.

### 1.11.0 Corongo

Estación: Terminal, atendida y estación HF  
Local : Por cuenta de ENTEL-PERU  
Esta estación se debe ubicar de ser posible en el lugar más

apropiado de la ciudad, teniendo presente el enlace UHF/SHF y una futura Planta Externa Telefónica, en caso contrario el postor procederá al igual que en Carhuaz.

#### 1.12.0 Cerro Huamach

Altitud : 4,620 m.  
Latitud : 9° 37' 50"  
Longitud : 77° 39' 40"  
Estación : Repetidora, inatendida  
Local : A construir por cuenta del postor

No se ha efectuado el reconocimiento de este lugar, en consecuencia el postor buscará en dicho cerro el punto más apropiado y la vía de acceso más fácil.

#### 1.13.0 Recuay

Estación : Terminal, atendida y estación HF  
Local : Por cuenta de ENTEL-PERU

La ubicación de esta estación probablemente será la misma de la actual estación telefónica, en todo caso el postor elegirá el lugar más apropiado en la ciudad, teniendo presente el enlace UHF/SHF y la distribución telefónica existente.

#### 1.14.0 Misceláneos

- a. Cabe señalar que los pobladores de los lugares respectivos conocen perfectamente los cerros que se indican y son muy amables en dar la orientación correcta.
- b. Se prefiere que la derivación o repetición se haga a nivel de Base de Banda.
- c. Los locales para las estaciones restantes de la red HF serán por cuenta de ENTEL-PERU.
- d. En los lugares que no se necesite instalar torres para asegurar la primera zona de Fresnel libre de obstáculos con un valor de  $K = 1$ ; las antenas se instalarán sobre las casetas correspondientes.
- e. En las estaciones terminales del enlace UHF/SHF, de -

las ciudades de Corongo, Caraz, Huaraz, y Recuay, el postor deberá cotizar el equipo auxiliar necesario para interconectar los equipos de HF con los equipos de Onda Portadora (Multiplex).

## C A P I T U L O    I I

### ENCAMINAMIENTO DEL TRAFICO, PLAN DE FRECUENCIAS Y CALCULO DE ATENUACION DE RUTA

#### 2.1.0 ENCAMINAMIENTO DEL TRAFICO

El encaminamiento del tráfico para este enlace es el establecido en el Plan Nacional de Telecomunicaciones, el cual contempla que en Caraz y Huaraz, se deberá instalar estaciones nodales como vértices de estrellas formadas por estaciones terminales en las principales ciudades del departamento de Ancash. Dichas nodales a su vez se interconectarán a la estación regional de Chimbote. En las gráficas 1 a 4 se muestra el encaminamiento citado y se indica el número de canales previsto para satisfacer el tráfico hasta 1980.

En el anexo N° 2 se muestra la distribución del equipo multiplex que cumple con el encaminamiento descrito. Como se explica en el título "Generalidades" de esta Tesis, la finalidad del enlace es dar comunicación a las principales ciudades del Callejón de Huaylas, sin embargo como se aprecia en el anexo N° 2 en las terminales de Caraz, Corongo, Huaraz, Recuay, se prevé canales telefónicos para servir mediante una red de HF al resto de capitales de provincias de Ancash, hasta que se haga realidad en ellas el Plan Nacional de Telecomunicaciones.

La red HF no es materia del presente tema.

#### 2.2.0 PLAN DE FRECUENCIAS

##### 2.2.1 Elección de la banda de frecuencias del enlace.

De acuerdo al plan de frecuencias recomendado por el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) para la capacidad de 120 canales del en-

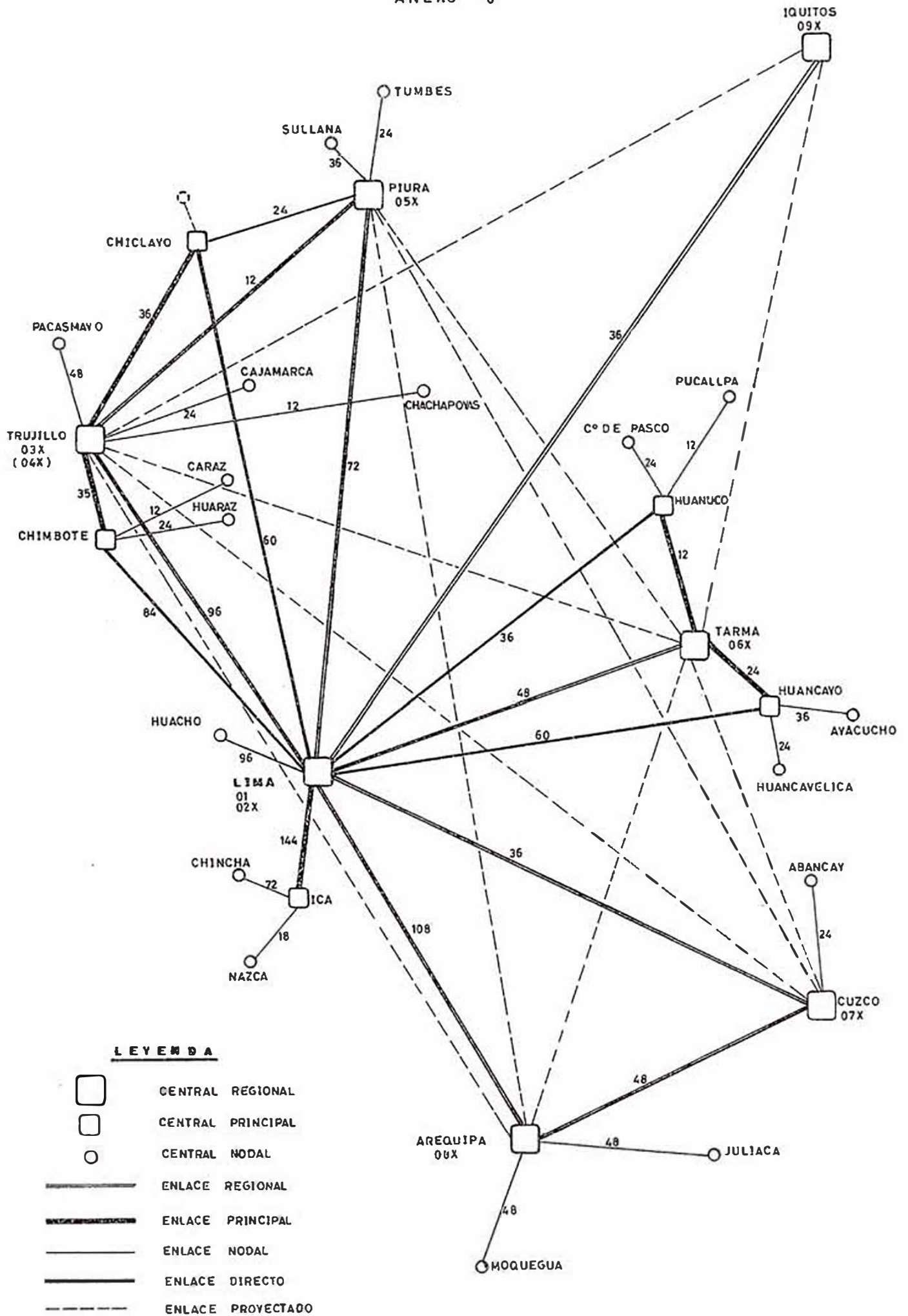


FIG.No.1 ESQUEMA DE LA RED TRONCAL TELEFONICA AUTOMATICA Y EL NUMERO DE CANALES NECESARIOS HASTA 1980



PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

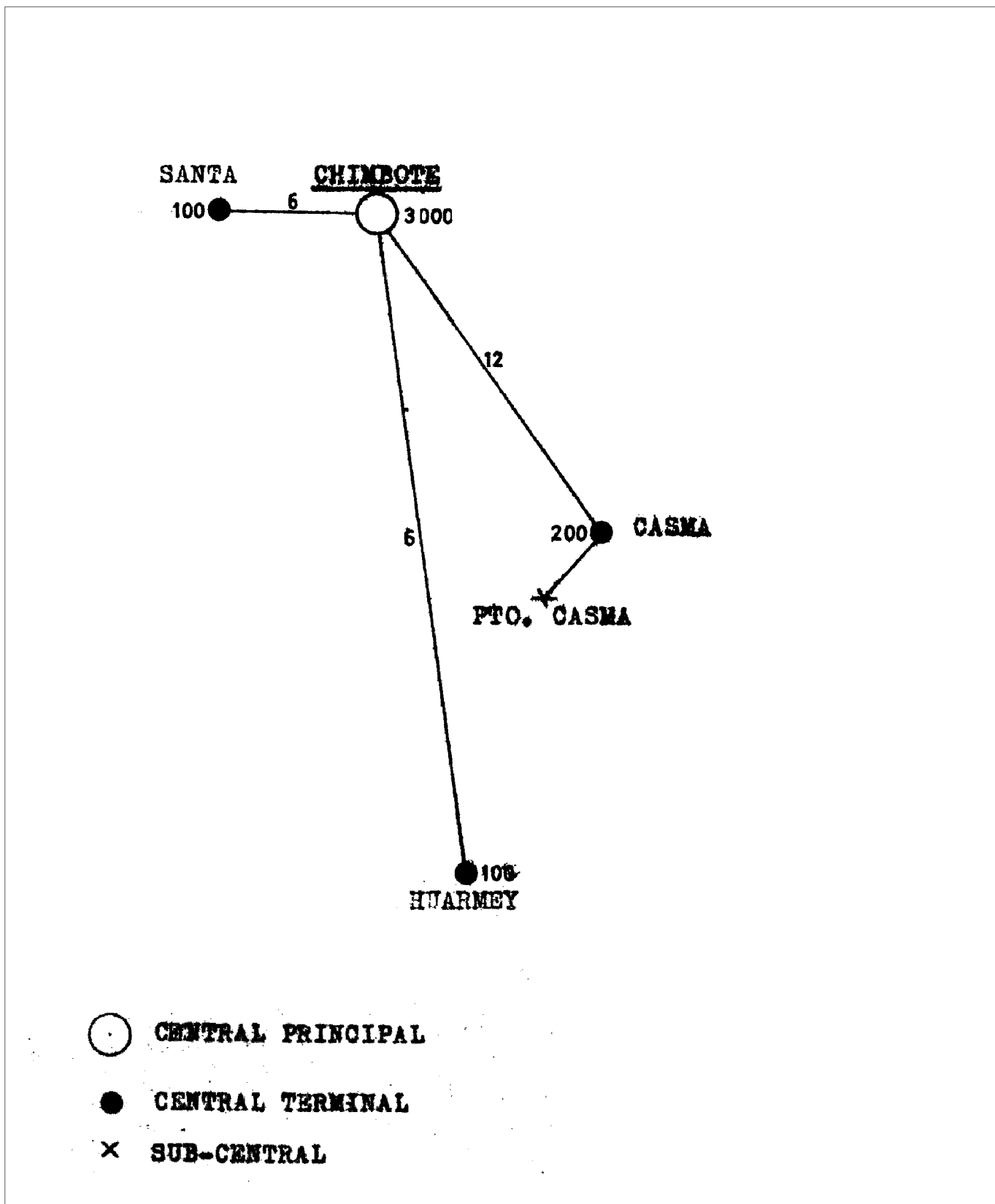


FIG. N°2 ZONA CHIMBOTE

ESQUEMA DE LA RED ZONAL TELEFONICA AUTOMATICA

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

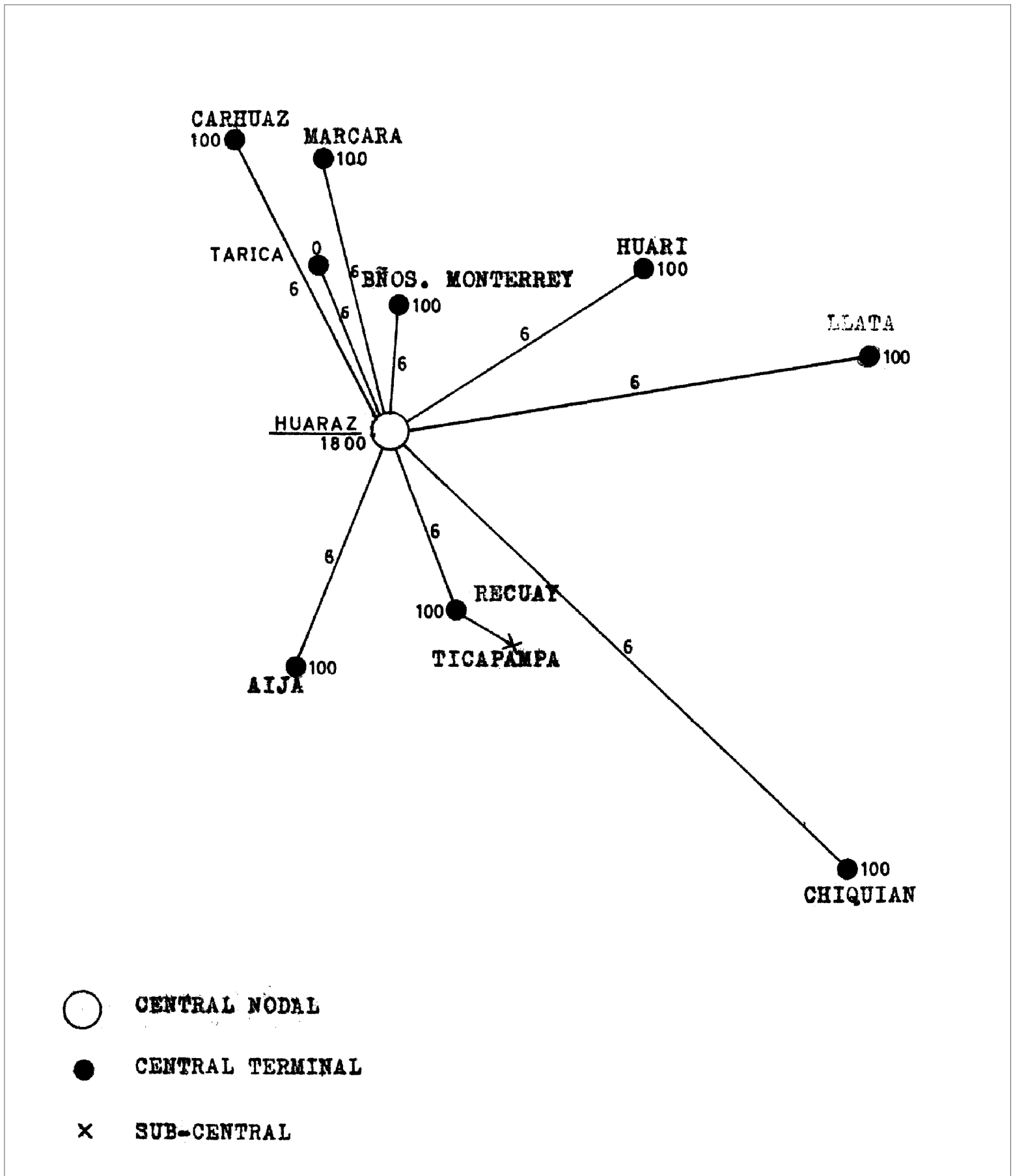
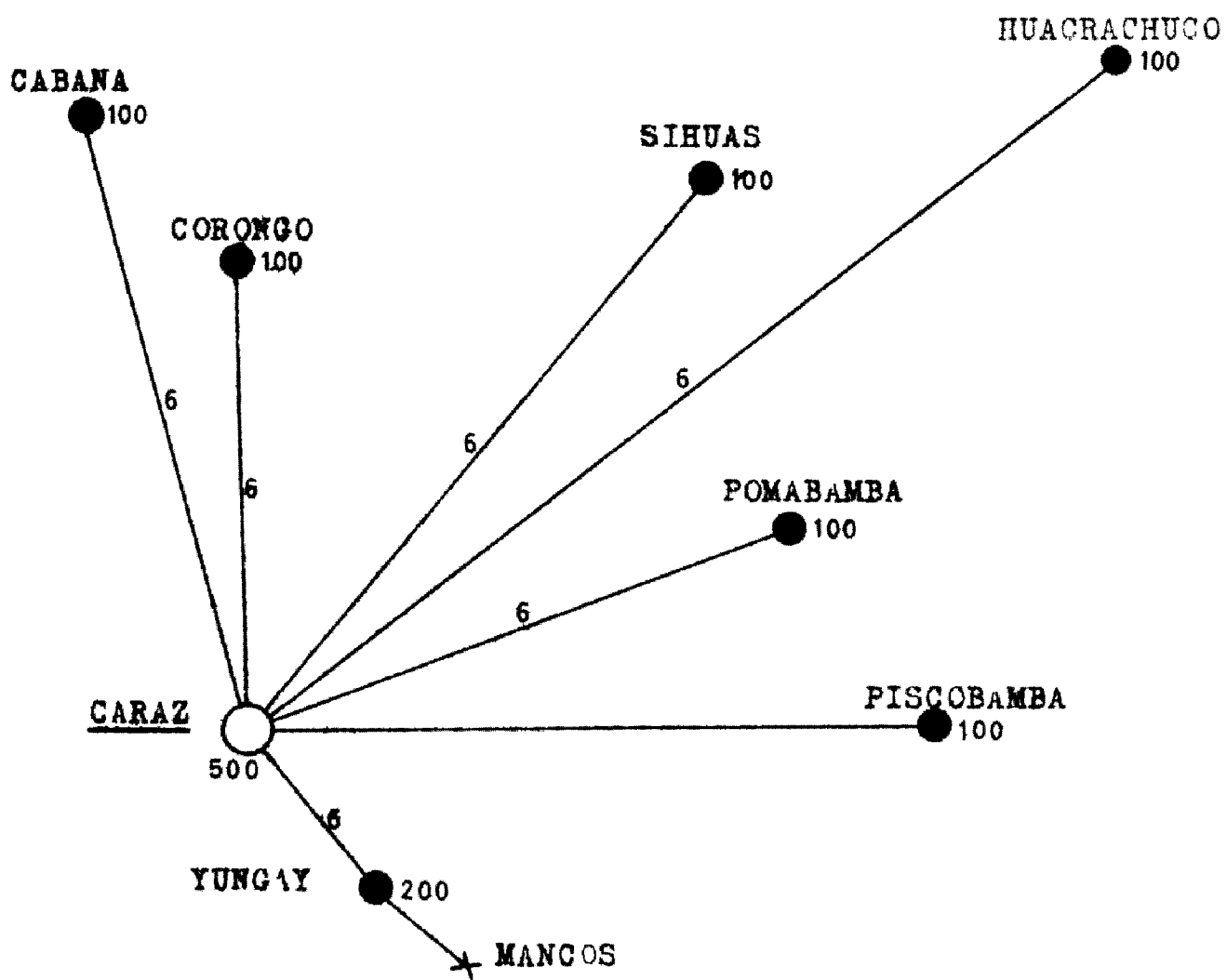


FIG. No 3 ZONA HUARAZ

ESQUEMA DE LA RED ZONAL TELEFONICA AUTOMATICA

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES



- CENTRAL NODAL
- CENTRAL TERMINAL
- × SUB-CENTRAL

FIG. No. 4 ZONA CARAZ

ESQUEMA DE LA RED ZONAL TELEFONICA AUTOMATICA

lace, se podría utilizar ya sea la banda de 1, 2 ó 7 GHz (Recomendaciones Nos. 283-1 y 385)

Ahora bien:

- 1.- Las frecuencias más altas permiten con una misma dimensión de antena una mayor potencia de señal a la entrada del receptor, que las frecuencias bajas. En consecuencia con las frecuencias elevadas es más fácil obtener la relación señal/ruido deseada.
- 2.- Cuanto más elevada es la frecuencia el radio de Fresnel es menor y naturalmente es más fácil obtener la primera zona de Fresnel libre de obstáculos con una menor altura de antena. Esto permite economizar en torres y alimentadores de antena y reducir la atenuación de los últimos.
- 3.- Si bien es cierto que cuanto más alta es la frecuencia aumentala atenuación del espacio libre, considerando que los tramos del presente enlace son menores de 40 Km., a excepción de los tramos Chimbote - Puerto Casma - Cerro Llamacorral que tienen 53 y 85 Km. respectivamente, con una elección apropiada de las antenas, se puede compensar este incremento de la atenuación y más aún tener ganancias de antenas suficientes como para reducir la potencia de transmisión, en comparación a las frecuencias bajas.
- 4.- Al reducir la potencia de transmisión, se requieren fuentes de energía de menor capacidad a tal punto que en las estaciones repetidoras i natendidas, se podría reemplazar los grupos e-

lectrógenos por generadores termoeléctricos, suprimiendo prácticamente la sala de máquinas de las respectivas casetas, con la consiguiente economía.

Por otro lado, con potencias mínimas de transmisión en frecuencias elevadas, se logran transmisores totalmente de estado sólido más económicos que sus similares de alta potencia en las frecuencias bajas o más confiables y con menos exigencias de mantenimiento que los de alta potencia con tubos de onda progresiva en frecuencia baja.

- 5.- Las frecuencias a partir de 6 GHz, son afectadas por la neblina, lluvia, nevada, etc; produciendo variaciones en el índice de refracción a condiciones normales, en consecuencia disminuye considerablemente el valor de  $K = 4/3$ . Pero, por las razones antes descritas, en el enlace en cuestión, se logran tramos con la primera zona de Fresnel libre de obstáculos aún para el valor de  $K = 2/3$  y se tiene margen para desvanecimientos profundos de corta duración, cuando se utiliza la banda de 7 GHz.

Por lo expuesto, el enlace materia del tema se proyecta en la banda de 7 GHz.

### 2.2.2 Frecuencias de operación en el enlace

Como la diferencia de nivel entre las señales radioeléctricas a la entrada y a la salida de una estación repetidora están comprendidas entre 60 y 80 dB,

la utilización de una misma frecuencia para la emisión y la recepción, provoca interferencias mutuas en la propia estación y en las estaciones vecinas.

Para evitar o minimizar dichas interferencias, se debe elegir diferentes frecuencias para transmisión y recepción.

Al respecto se puede utilizar:

- a) Una frecuencia para la emisión en ambos sentidos y análogamente otra para la recepción, Se denomina plan a dos frecuencias.
- b) Dos frecuencias para la emisión, una en cada sentido, y análogamente otras dos para la recepción Se llama plan a cuatro frecuencias.

El valor de las frecuencias se puede determinar por la recomendación N° 385 del CCIR que da la disposición de los canales radioeléctricos de los sistemas de 60,120 y 300 canales telefónicos que trabajan en la banda de 7 GHz; de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Semibanda inferior: } f_n = f_0 - 154 + 7n \quad (1)$$

$$\text{Semibanda superior: } f_{n'} = f_0 + 7 + 7n \quad (2)$$

En donde:

$f_0$  = Frecuencia central de la banda ocupada

( $f_0 = 7575$  MHz para la banda 7425 - 7725 MHz)

$f_n$  = Frecuencia central de un canal radioeléctrico de la mitad inferior de esa banda (MHz)

$f_{n'}$  = Frecuencia central de un canal radioeléctrico de la mitad superior de esa banda (MHz)

$n = 1, 2, 3, 4, \dots, 20$

Con el plan a dos frecuencias, en una estación repetidora, la frecuencia de emisión puede estar com --

prendida en la parte inferior de la banda y la frecuencia de recepción en la parte superior o vice-versa y generalmente se calculan para el mismo valor de  $n$ .

Con el plan a cuatro frecuencias en una estación repetidora, es mejor que se usen los valores altos de " $n$ " en una de las partes de la banda ocupada y los valores bajos de " $n$ " en la otra parte de dicha banda; para la ubicación exclusiva ya sea de las frecuencias de transmisión o de recepción; tal como se muestra en la figura N° 5. Los valores de " $n$ " apropiados, dependen de la atenuación de las interferencias mutuas entre antenas y de la selectividad de los receptores.

### 2.2.3 Causas de las interferencias mutuas

#### A.- En la misma estación repetidora

Las interferencias radioeléctricas que se producen en el interior de una estación pueden ser de tres clases:

- a) Acoplamiento entre la emisión y la recepción (ver fig. N° 6) por:
  - 1) Acoplamiento entre lóbulos laterales
  - 2) Acoplamiento entre lóbulos atrás
- b) Radiación parásita
- c) Respuesta parásita

La radiación parásita del transmisor puede ser despreciable, si la señal proviene de un oscilador a hiperfrecuencias y no de la multiplicación de una señal producida por un oscilador a frecuencia inferior. La respuesta parásita es

Transmisión ( o recepción )

Recepción ( o transmisión )

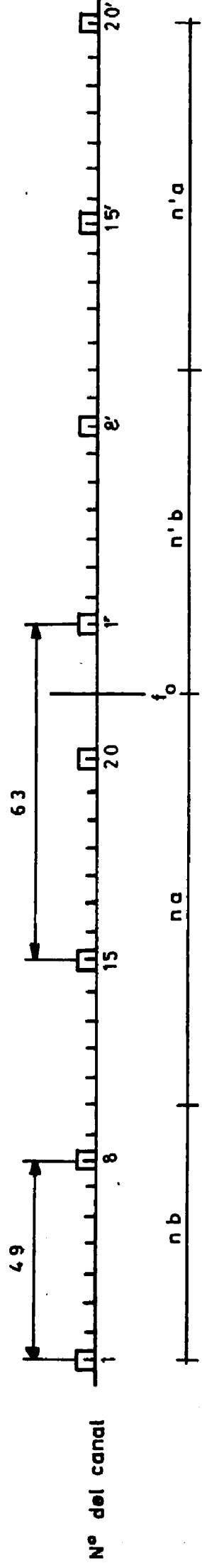


Fig Nº 5.— Disposición de canales radioelectricos de sistemas de 60, 120 y 300 canales de voz , que trabajan en la banda de 7GHz ( frecuencias en MHz , na y nb canales radioelectricos altos y bajos respectivamente de la semibanda inferior analogamente lo es n'a y n'b de la semibanda superior )



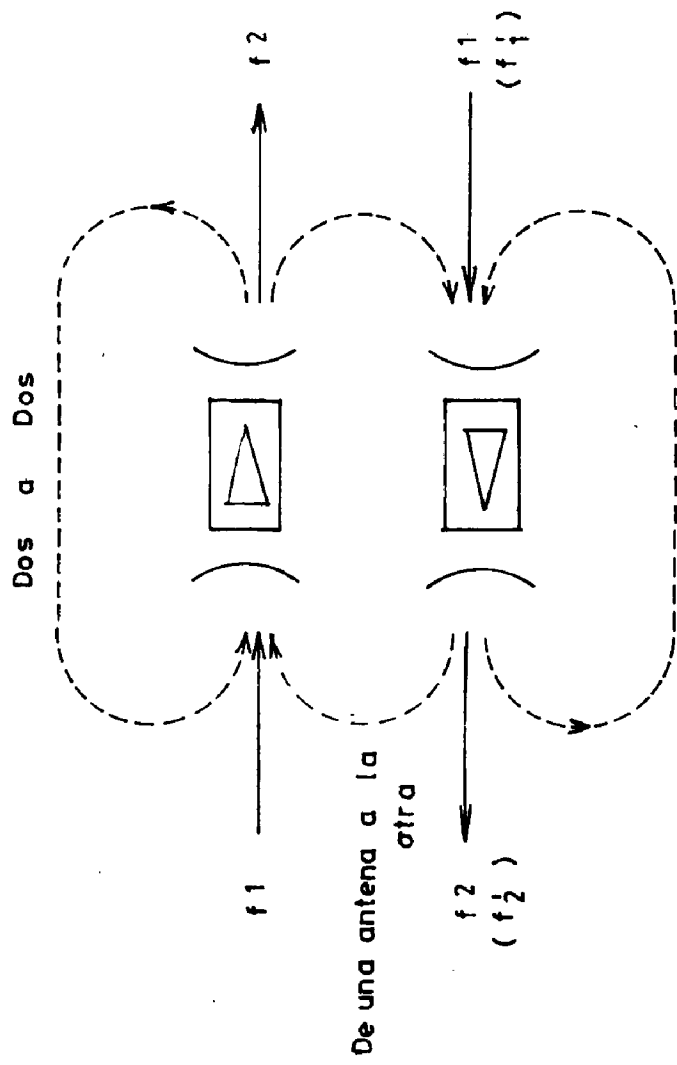


Fig 6.— Acoplamiento entre la transmisión y la recepción de una misma estación repetidora ( $f_1$  y  $f_2$  son utilizadas en el plan de cuatro frecuencias.)

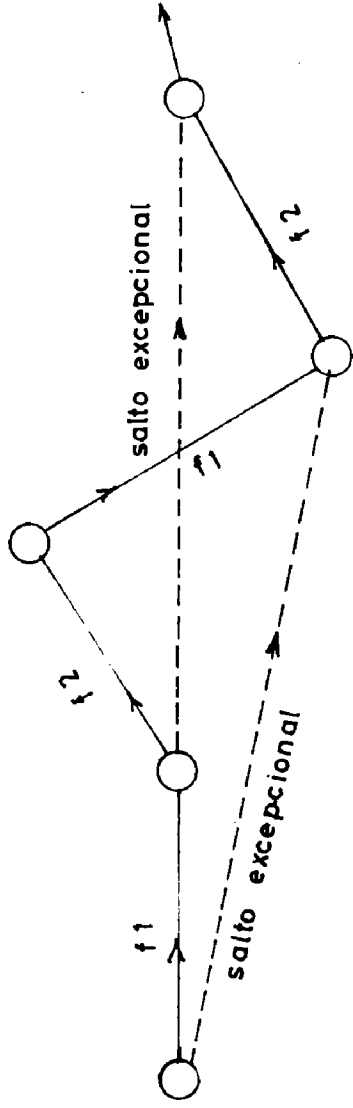


Fig. 7 — Interferencia mutua entre estaciones (en el caso de un plan a dos frecuencias.)

igualmente regligible por el empleo de guías de onda.

Para minimizar el acoplamiento entre la emisión y la recepción es aconsejable que en las antenas la relación de señal útil a la señal interferente sea elevada por ejemplo unos 30 dB. Naturalmente que con el plan a cuatro frecuencias, se logra mayor atenuación del acoplamiento en cuestión que con el plan a dos frecuencias.

#### B.- Interferencia entre estaciones

La interferencia entre estaciones se produce por el acoplamiento de la emisión y la recepción entre ellas tal como se muestra en las Figs. 7 al 9.

Para minimizar estas interferencias se debe elegir cuidadosamente los puntos del enlace, para evitar en lo posible:

- a) Rutas en zig zag y de manera que la estación N°1 pueda interferir a la N° 4 (ver Fig. 8), por ejemplo por haber línea de vista e poco obstáculo.
- b) Que el ángulo entre las líneas de vista en una estación repetidora sea agudo. Lo ideal sería que este ángulo sea mayor de  $90^\circ$  para que la línea entre la antena del transmisor interferente y la antena del receptor interferido, no coincida con las direcciones de máxima radiación de las dos antenas.

También para mejorar la relación de la señal útil a la señal interferente, la que es aconsejable sea mayor de 65 dB, se puede utilizar polarización cruzada sobre todo en el plan a dos frecuencias.

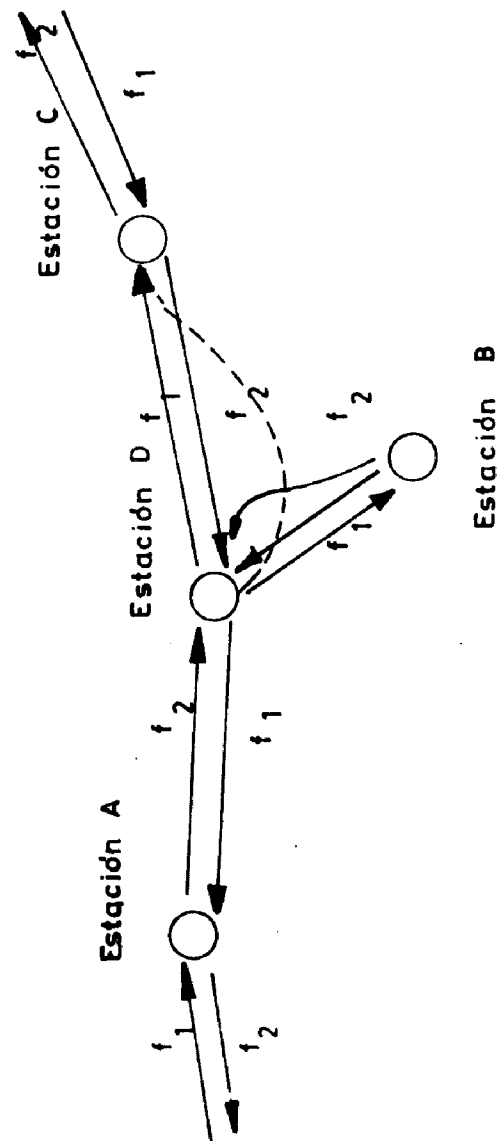
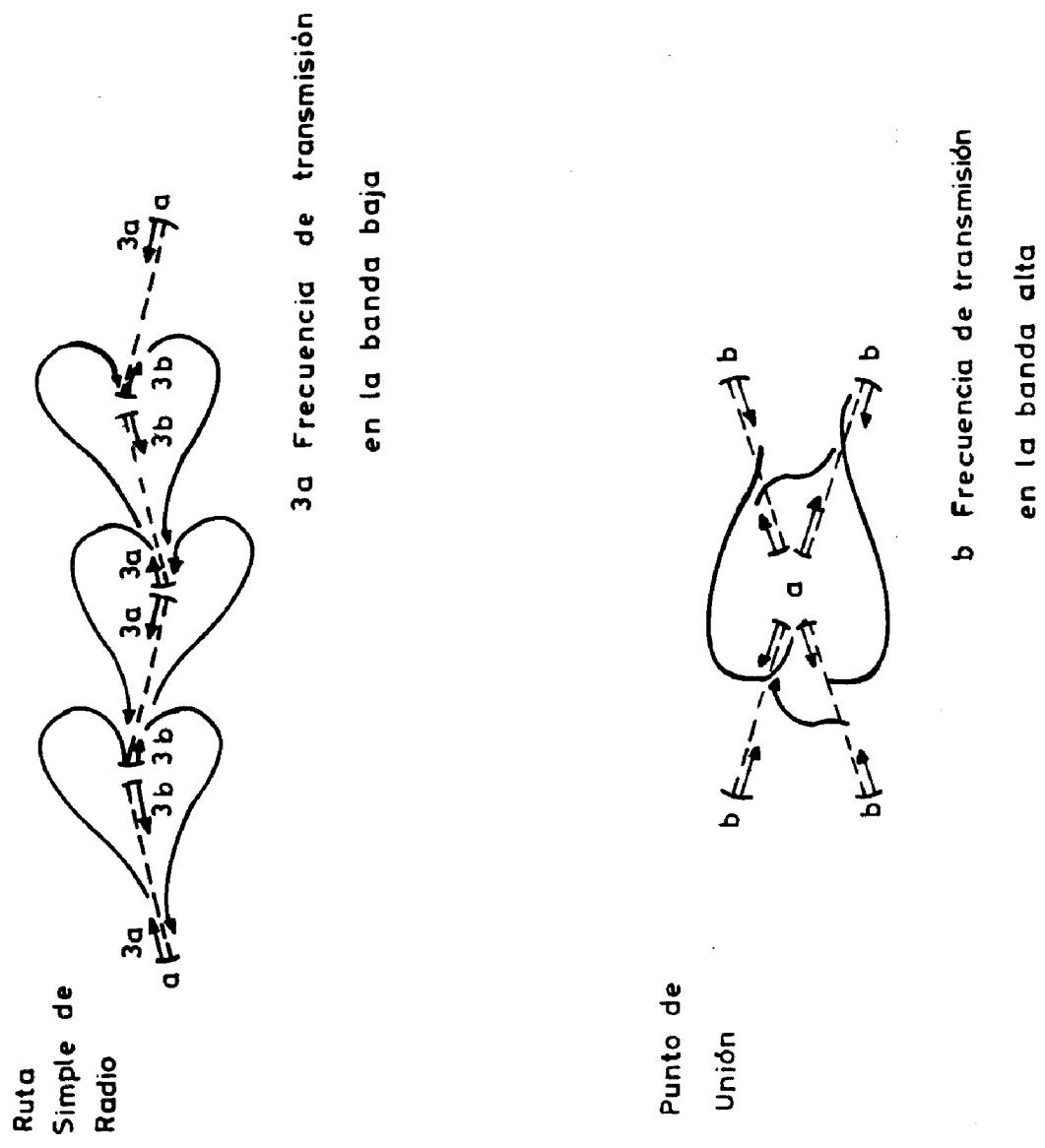


Fig 8.- Interferencia de un acoplamiento adelante/lateral (plan a dos frecuencias)

Fig 9.- Interferencia co-canal (plan a dos frecuencias)

El plan a cuatro frecuencias es menos exigente en los requerimientos precedentes.

#### 2.2.4 Elección del plan de frecuencias para el enlace

El plan a dos frecuencias es generalmente usado cuando hay poca disponibilidad de frecuencias, por ejemplo si se tiene la operación paralela de varios canales radioeléctricos.

Pero en la banda de 7 GHz de acuerdo a la recomendación 385 del CCIR, existen 20 canales radioeléctricos en cada parte de la banda radioeléctrica (ver fig. 5) y por las razones expuestas en el párrafo 2.2.3, en este enlace se recomienda el plan a cuatro frecuencias.

En consecuencia teniendo en cuenta que la ruta del enlace no tiene zig zags, ni ángulos muy agudos, que es de pequeña capacidad (120 canales), que opera en la banda de 7 GHz y de acuerdo a la recomendación citada del CCIR, se asumirá en los cálculos posteriores que la interferencia de acoplamiento de la transmisión y recepción es despreciable. En todo caso el suministrador de los equipos hará las mediciones pertinentes y determinará si es necesario tomar precauciones adicionales contra dichas interferencias.

#### 2.2.5 Cálculo de las cuatro frecuencias del enlace

Por la pequeña capacidad del enlace, la banda pasante a frecuencia intermedia (FI) es relativamente pequeña, y para mayor relación adelante/atrás (front to back) de la antena conviene que su rango de fre-

cuencias sea reducido; por lo tanto no se requiere mucho espaciamento entre las frecuencias de transmisión y recepción.

Eligiendo los valores de  $n=15$  para las frecuencias altas y  $n=8$  para las frecuencias bajas, en cada una de las partes de la banda ocupada y empleando las fórmulas Nos. 1 y 2 (párrafo 2.2.2) tenemos:

Frecuencia alta de la parte inferior:  $fn_a = 7526$  MHz

Frecuencia baja de la parte inferior:  $fn_b = 7477$  MHz

Frecuencia alta de la parte superior:  $f'n_a = 7687$  MHz

Frecuencia baja de la parte superior:  $f'n_b = 7638$  MHz

De acuerdo a lo expuesto en el párrafo 2.2.2 se utilizarán para la emisión las frecuencias 7526 y 7638 MHz, para la recepción las frecuencias 7477 y 7687 MHz y viceversa.

Usando la configuración de frecuencias mostrada en la fig. 5, se logra que los rangos de frecuencias del sistema irradiante, en uno y otro sentido de la estación repetidora, estén ubicados en la semibanda inferior y en la semibanda superior respectivamente, dichos rangos son 7467 - 7536 MHz y 7628 - 7697 MHz si se supone una banda pasante en FI de  $\pm 10$  MHz.

En la tabla N° 1 se indican las frecuencias de operación de cada estación del enlace.

## 2.3.0 CALCULO DE ATENUACION DE RUTA

### 2.3.1 Introducción

El objetivo del cálculo de atenuación es diseñar el enlace con niveles de ruido ( $pW/Km.$ ) que están

TABLA N° 1/↓ FRECUENCIAS DE OPERACION EN LOS DIFERENTES TRAMOS DEL ENLACE

Estación	Dirección del tra - yecto.	Frecuencias de transmisión MHz	Frecuencias de recepción MHz
Chimbote	Chimbote-Pto. Casma	7526	7477
Pto. Casma	Pto. Casma-Chimbote	7477	7526
	Pto-Casma-C°Llamacorral	7687	7638
C°Llamacorral	C°Llamacorral-Pto. Casma	7638	7687
	C°Llamacorral-Huaraz	7526	7477
	C°Llamacorral°C°Huamach	7526	7477
Huaraz	Huaraz-C°Llamacorral	7477	7526
	Huaraz-C°Alcujirca	7687	7638
C°Alcujirca	C°Alcujirca-Huaraz	7638	7687
	C°Alcujirca-C°Cuntuyoc	7526	7477
C°Cuntuyoc	C°Cuntuyoc-C°Alcujirca	7477	7526
	C°Cuntuyoc-Caraz	7687	7638
	C°Cuntuyoc-Carhuaz	7477	7526
Caraz	Caraz-C°Cuntuyoc	7638	7687
	Caraz-C°Llimacllán	7526	7477
C°Llimacllán	C°Llimacllán-Caraz	7477	7526
	C°Llimacllán-Corongó	7687	7638
Corongo	Corongo-C°Llimacllán	7638	7687
Carhuaz	Carhuaz-C°Cuntuyoc	7526	7477
C°Huamach	C°Huamach-C°Llamacorral	7477	7526
	C°Huamach-Recuay	7687	7638
Recuay	Recuay-C° Huamach	7638	7687

enmarcados dentro de las recomendaciones del CCIR, quedando así asegurada la confiabilidad y calidad del enlace en cuestión.

En consecuencia en el cálculo se tendrán en cuenta - la atenuación del espacio libre, desvanecimiento, ganancia de antenas, atenuación de alimentadores y - filtros, el valor de mérito de los equipos, los ruidos de intermodulación y modulación, y en general - las especificaciones técnicas que se dan en el capítulo III de esta Tesis.

### 2.3.2 Plan del cálculo de atenuación de ruta

El cálculo tendrá las siguientes fases:

- 1.- Cálculo del ruido térmico del enlace, a partir de la relación señal a ruido en dBm por cada tramo del enlace, la que a su vez se obtiene de la pérdida del trayecto, del desvanecimiento y del valor del sistema (valor de mérito de los equipos).
- 2.- Cálculo del ruido total del enlace, sumando al ruido térmico, los ruidos de intermodulación y básico de los equipos RF y modulador, demodulador (modem), especificados por el fabricante.
- 3.- Comparación del ruido total del enlace, con las recomendaciones pertinentes del CCIR.

#### Primera Fase: Cálculo del ruido térmico del enlace

Este se desarrolla en la tabla N° 2 en la siguiente forma:

Línea N° 1: Nombre del tramo

Línea N° 2: Distancia del tramo "d" en Km.

Línea N° 3: Altura de las antenas sobre el suelo en m.

Línea N° 4: Longitud de la línea de alimentación de antena en m.

Línea N° 5: Diámetro de las antenas en m

Línea N° 6: Atenuación del espacio libre "a<sub>0</sub>" en dBm.

La atenuación "a<sub>0</sub>" para un radiador isotrópico y con la primera zona de Fresnel libre de obstáculos es dada por:

$$a_0 = 92.4 \text{ dB} + 20 \log d \text{ (dB)} + 20 \log f \text{ (dB)} \quad (3)$$

en donde:

d = distancia del tramo en Km.

f = frecuencia en GHz, generalmente la frecuencia central de la banda. En este caso:  $f = f_0 = 7.575 \text{ GHz}$

Las frecuencias mayores a los 6 GHz son más susceptibles a las variaciones del clima de la zona, por ejemplo las lluvias, la neblina o la nieve, ejercen en ella atenuaciones de propagación. Asimismo las variaciones climáticas, producen fuertes variaciones del índice de refracción del aire y desde luego disminución de K. Por lo tanto si la primera zona de Fresnel se encuentra ligeramente obstruida para  $k = 4/3$ , con valores inferiores de K puede verse totalmente obstruida - (gran incremento de la curvatura de la tierra  $\Delta h$  frente al pequeño radio de Fresnel  $r_x$  a estas frecuencias) y la atenuación por obstáculos grandemente incrementada comprometiéndose la confiabilidad del sistema.



Por lo expuesto, es indispensable que a dichas frecuencias la primera zona de Fresnel sea libre de obstáculos para  $k = 4/3$  y mejor aún, que con  $k = 2/3$  esté libre de obstáculos por lo menos el 60% de la primera elipse de Fresnel.

El radio de Fresnel  $r_x$  en cualquier punto del trayecto se expresa por:

$$r_x = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 \times d_2}{f \times d}} \quad (4)$$

y el incremento de la curvatura de la tierra -  $\Delta h$  por:

$$\Delta h = \frac{d_1 \times d_2}{2Kr_e} \times 1000 \quad (5)$$

En donde:

$r_x$  = radio de Fresnel en el punto  $x$  del trayecto, en m

$d$  = distancia total en Km. del trayecto

$d_1, d_2$  = distancias en Kms. que ubican el punto  $x$

$f$  = frecuencia en GHz. En este caso  $f = f_0 = 7.575$  GHz

$\Delta h$  = curvatura de la tierra en el punto  $x$  del trayecto, en m

$K$  = factor equivalente al radio de la tierra

$r_e$  = radio real de la tierra 6370 Km.

Con estas dos expresiones y el perfil del trayecto, se estudia la claridad de la primera zona de Fresnel.

Línea N° 7: Atenuación de los alimentadores de antena  $a_{L1-2}$  en dB; especificación del fabricante

Línea N° 8: Atenuación de los filtros  $a_{m1-2}$  en dB especificación del fabricante

Línea N° 9: Ganancia de las antenas  $G_{1-2}$  en dB, - especificación del fabricante

Línea N° 10: Atenuación total del trayecto " $a_t$ " en dB.

$$a_t = a_0 + a_{L1} + a_{L2} + a_{m2} - G_1 - G_2 + a_{m1} \quad (6)$$

Línea N° 11: Potencia del transmisor " $P_t$ " (en mW)  
 $10 \log P_t$  en dBm (7)

especificación del fabricante

Línea N° 12: Desvanecimiento simultáneo " $a_f$ " en dB. Valor estimado.

Línea N° 13: Potencia de la señal "RF" a la entrada del receptor "P" en dBm

$$P = P_t - a_t = a_f \quad (8)$$

Línea N° 14: Factor de ruido del receptor "n"

$$10 \log n \text{ en dB} \quad (9)$$

especificación del fabricante

Línea N° 15: Ruido de Boltzman " $kT_0$ "

$$10 \log kT_0 = -174 \text{ dBm} \quad (10)$$

en donde:

$T_0$  = Temperatura absoluta normal  $300^\circ\text{K}$

$k$  = constante de Boltzman  $1.38 \times 10^{-23}$  watt seg./ok

Línea N° 16: Ancho de banda del canal telefónico "2B"

$$10 \log 2B = 37.9 \text{ dB} \quad (11)$$

$$B = 3.1 \text{ KHz}$$

Línea N° 17: Potencia de ruido de fondo en el receptor correspondiente a un canal telefónico -  
 "P<sub>c</sub>"

$$P = nkT02B \quad (12)$$

$$P_c = 10 \log n + 10 \log kT0 + 10 \log 2B \text{ en dB} \quad (13)$$

Línea N° 18: El valor de modulación "Vm" se expresa:

$$V_m = \left( \frac{\Delta f_{rms} \times \sqrt{2} \times 1.59}{f_{mod}} \right)^2 \quad (14)$$

$$V_m = 20 \log \left( \frac{\Delta f_{rms} \times \sqrt{2}}{f_{mod}} \right) + 20 \log 1.59 \text{ en dB} \quad (15)$$

En donde:

$\Delta f_{rms}$  = es la desviación efectiva por canal telefónico (valor rms según la recomendación 404-1 del CCIR) . En este enlace consideramos  $\Delta f_{rms} = 100$  KHz.

$f_{mod}$  = es la frecuencia portadora del canal telefónico en consideración, preferible el canal más alto, o sea la frecuencia superior de la banda base. En este enlace  $f_{mod} = 552$  KHz

$20 \log 1.59 = (6.4 \text{ dB})$  es el valor de acentuación equivalente a los 8 dB de preénfasis de la recomendación 275-1 del CCIR.

Línea N° 19: Factor de ponderación psicofonética -  
 "m<sub>x</sub>"

$$m_x = \frac{B}{B_x} \quad (16)$$

$$m_x = 10 \log \frac{B}{B_x} \quad \text{en dB} \quad (17)$$

En donde:

B = 3.1 KHz ancho de banda efectivo del canal telefónico

B = 1.73 KHz ancho de banda psicofonético correspondiente

Reemplazando estos valores en (17) resulta:

$$m_x = 2.5 \text{ dB}$$

Línea N° 20: Valor del sistema "s" se expresa:

$$s = \frac{P_t}{2 nkT0B} \times \left( \frac{\Delta f_{rms} \times \sqrt{2} \times 1.59}{f_{mod}} \right)^2 \cdot m_x \quad (18)$$

Reemplazando las ecuaciones (12) y (14) resulta

$$s = \frac{P_t}{P_0} \times V_m \times m_x \quad (19)$$

Teniendo en cuenta las ecuaciones (7), (13), (15) y (17) se tiene:

$$S_{dB} = P_t \text{ (dBm)} - P_0 \text{ (dB)} + V_m \text{ (dB)} + m_x \text{ (dB)} \quad (20)$$

Línea N° 21: Relación señal a ruido " $S_{0F}$ " para las pérdidas dependientes del ruido térmico, puede ser expresada por:

$$S_{0F} = \frac{P}{2nkT0B} \times \left( \frac{\Delta f_{rms} \times \sqrt{2} \times 1.59}{f_{mod}} \right)^2 \cdot m_x \quad (21)$$

Teniendo en cuenta las ecuaciones (8), (13), (15)

y (17) se tiene:

$$S_G(\text{dB}) = P_t(\text{dBm}) - P_G(\text{dB}) + V_m(\text{dB}) + m_x(\text{dB}) - (a_t + a_f)(\text{dB})$$

y de acuerdo a la ecuación (20):

$$S_G(\text{dB}) = S(\text{dB}) - (a_t + a_f)(\text{dB}) \quad (22)$$

Como podemos observar de la ecuación (22), la relación señal a ruido " $S_G$ " depende de dos factores el primero debido a la calidad del equipo denominado valor del sistema " $S$ " y el segundo debido a las pérdidas en el trayecto incluyendo un desvanecimiento simultáneo.

Línea N°. 22: Potencia de ruido térmico en el nivel relativo cero de la referencia " $n_G$ ".

En la transmisión de voz, la cantidad de referencia es la potencia absoluta de 1 mW al nivel relativo cero en el extremo enviado de una línea de larga distancia, causada por una señal sinusoidal de 800 Hz, de 0.775 Volts. rms a través de 600  $\Omega$ .

La potencia de ruido " $n_G$ " es referida a la cantidad arriba citada, es decir a 1 mW de señal, y se da en dBm0.

En consecuencia como la relación señal a ruido " $S_G$ " también es referida a 1 mW, es decir:

$$S_G(\text{dBm}) = 10 \log \frac{\text{señal}}{1 \text{ mW}} - 10 \log \frac{\text{ruido}}{1 \text{ mW}}$$

para la potencia de ruido " $n_G$ " resulta:

$$S_G \text{ dBm} = 10 \log \frac{1 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} - 10 \log n_G$$

$$n_G(\text{dBmO}) = - S_G (\text{dBm}) \quad (23)$$

En consecuencia  $n_G$  en pW sería:

$$n_G(\text{dBmOp}) = 10 \log \frac{n_G}{1 \text{ mW}} = - S_G(\text{dBm})$$

O sea:

$$n_G = 10^{-\frac{S_G(\text{dBm})}{10}} \text{ mW}$$

o:

$$n_G = 10^9 \times 10^{-\frac{S_G(\text{dBm})}{10}} \text{ pWOp} \quad (24)$$

El ruido total térmico del enlace se obtiene sumando los ruidos térmicos de todos los tramos de la ruta obtenidas por la ecuación 24.

#### Segunda Fase: Cálculo del ruido total del enlace

Como se trata de equipo de estado sólido, de baja capacidad y que la derivación y/o repetición es en banda base, en el mercado se pueden obtener unidades de radioenlace (transmisor/receptor mas modem) que tengan un nivel de potencia de ruido (independiente de las pérdidas del trayecto) mejores que -72 dBmOp (62 pWOp); repartida aproximadamente en:

Ruido básico del equipo RF .....	2 pWOp
Ruido de intermodulación del equipo RF ...	20 pWOp
Ruido básico del modem .....	20 pWOp
Ruido de intermodulación del modem .....	20 pWOp

En consecuencia, teniendo en cuenta el resultado obtenido en la fase anterior el ruido total del enlace será:

Ruido térmico	62.73 pWop
Ruido del equipo (independiente de las pérdidas del trayecto) 62 pWop	
x 11 tramos	<u>682.00 pWop</u>
Ruido total	744.73 pWop

Tercera Fase: Comparación del ruido total del enlace con las recomendaciones pertinentes del CCIR

La recomendación 395-1 del CCIR, establece:

Que los circuitos establecidos en enlaces reales cuya constitución difiere notablemente, por exigencias de la planificación, de la del circuito ficticio de referencia, se proyecten de forma que la potencia psfométrica del ruido en un punto de nivel relativo cero de un canal telefónico de longitud  $L$ , comprendida entre 50 y 2500 Km, constituido por una ó más secciones en las frecuencias de la banda base de un sistema de reveladores radioeléctricos para telefonía multicanal con distribución de frecuencias sea tal que:

Para  $50 \text{ Km.} < L < 840 \text{ Km.}$

- Su valor medio durante una hora cualquiera no sea superior a  $3 L \text{ pW} + 200 \text{ pW}$
- Su valor medio durante un minuto no sea superior a  $3 L \text{ pW} + 200 \text{ pW}$  durante más del 20% de cualquier mes.

c) Su valor medio durante un minuto no sea superior a 47500 pW durante más de  $(280/2500) \times 0.1\%$  de cualquier mes cuando L sea inferior a 280 Km., ni a más de  $(L/2500) \times 0.1\%$  de cualquier mes cuando L sea superior a 280 Km.

De acuerdo a lo precedente, en el caso "a" el ruido máximo admisible durante una hora cualquiera para el enlace de este tema, que tiene una longitud L de 301 Km. sería:

$$3 \times 301 + 200 = 1103 \text{ pWop}$$

pero el ruido total calculado para este enlace es de 744.7 pWop, considerando un desvanecimiento simultáneo de 6 dB, lo cual rara vez ocurrirá, en consecuencia se cumple ampliamente esta condición.

En el caso "b" el enlace no debe sobrepasar el ruido de 1103 pWop en un minuto durante más del 20% de cualquier mes. Esto significa un incremento de ruido de :  $1103 - 744.7 = 358.3$  pWop, que con el aporte sin desvanecimiento de 4.3 pWop del peor trayecto Pto. Casma - C° Llamacorral del enlace, alcanza al valor de:

$$358.3 + 4.3 = 362.6 \text{ pWop } (-64 \text{ dBm0})$$

y puede ser alcanzado con un desvanecimiento (ver tabla N° 2) de:

$$77.75 - 64.4 + 6 \text{ (desvanecimiento simultáneo considerado en } S_G) = 19.35 \text{ dB.}$$

Basándose en la experiencia de que desvanecimientos mayores de 19 dB surgirán con un porcentaje menor -



de 1% del tiempo de un mes, parece improbable que el valor de 1103 pWop será alcanzado o sobrepasado en un 20% en cualquier mes.

En el caso "c" el enlace no debe sobrepasar el ruido de 47500 pW durante:

$$\frac{301}{2500} \times 0.1 = 0.012\%$$

de cualquier mes. Esto significa un incremento de ruido de - 40.3 dBm0, que es alcanzado en el peor tramo del enlace con un desvanecimiento de 43.45 dB; este desvanecimiento generalmente surgirá con un porcentaje menor de 0.002% del tiempo de un mes; en los demás tramos del enlace para sobrepasar el ruido de 47500 pW son necesarios desvanecimientos del orden de los 50 dB, los cuales surgirán con un porcentaje menor de 0.0005% del tiempo de un mes. En consecuencia, teniendo presente todos los tramos del enlace, difícilmente se sobrepasará los 47500 pW durante 0.012% de cualquier mes.

Sin embargo el tramo Puerto Casma - Cerro Llamaco - rral por ser de gran longitud 85.15 Km. y por cruzar de la Costa a la Sierra, es probable que se tengan desvanecimientos profundos que no pudieran cumplir con la recomendación en referencia del CCIR; por lo tanto, con mediciones de propagación pertinentes, se debe establecer si es necesario o no, incrementar la relación señal a ruido  $S_G$  o usar diversidad.

## C A P I T U L O   I I I

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, SISTEMAS IRRADIAN- TES Y OBRAS CIVILES.

#### 3.1.0 REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

##### 3.1.1 Adaptabilidad

Todos los equipos, dispositivos y materiales que se suministren deben ser adecuados para trabajar en climas tropicales y alturas hasta de 5,000 mts. con temperaturas de - 10°C a 50°C, humedad relativa 98% y deben estar protegidos contra los hongos, el polvo y los insectos.

Las características del sistema deben permanecer invariables en estas condiciones climatéricas.

Todos los equipos o dispositivos y materiales deben soportar dichas condiciones climatéricas, teniendo presente el funcionamiento plenamente eficaz del sistema por un período de veinte años.

##### 3.1.2 Especificaciones técnicas generales al sistema

El enlace materia de la presente licitación será conectado a la Red Troncal de Microondas, y por ello se exige alta calidad y confiabilidad en el sistema, en consecuencia el sistema y la calidad de transmisión/recepción deben estar acordes a las últimas recomendaciones del CCITT y CCIR y los equipos deben cumplir plenamente los requisitos recomendados por los organismos citados.

Los equipos ofrecidos deben haber sido probados en servicio, el postor presentará datos de rendimien-

to y confiabilidad en funcionamiento efectivo de los equipos iguales o similares en diseño a los ofrecidos. En caso contrario el ofertante detallará las precauciones especiales que garantizan la calidad, rendimiento y confiabilidad del equipo ofrecido no puesto en servicio aún en algún sistema de comunicaciones en el ámbito mundial.

El postor podrá presentar alternativas debidamente fundamentadas con planeamientos y especificaciones técnicas diferentes a las de las Bases, que puedan cumplir mejor o igual con los fines del enlace en cuestión.

### **3.1.3 Requisitos de Mantenimiento y Accesibilidad**

Es de primordial importancia que el equipo funcione satisfactoriamente sin necesidad de frecuente atención de mantenimiento. Hasta donde sea posible para las operaciones de mantenimiento que hayan de ser llevadas a cabo por el personal encargado de estas tareas, deben ser sencillas y directas.

Con el fin de facilitar el mantenimiento y reparaciones todo el equipo que no está contenido en unidades herméticamente selladas debe estar diseñado de tal manera que los componentes sean tan fácilmente accesibles como sea posible.

Las unidades de los apartados individuales y paneles del equipo deben ser fácilmente accesibles. Estos elementos deben ser retirados para el mantenimiento o reemplazo. Las conexiones de las unidades retirables deben ser hechas de preferencia por medio de contactos sólidos del tipo de resorte o de cuña, por clavijas si es el caso.

El alambrado de las unidades de aparatos o paneles deben disponerse de forma que den fácil acceso a las partes y componentes para fines de mantenimiento, localización de fallas o reemplazos.

También se requerirá que aquellos componentes de duración limitados, por ejemplo: fusibles, lámparas, cordones, válvulas, etc., estén montados de tal manera que su reemplazo pueda hacerse fácilmente.

#### 3.1.4 Protección

En todos los casos deben tomarse precauciones en el diseño y materiales que se empleen en cuanto al riesgo de incendio por descargas eléctricas con el peligro de la integridad personal, debido a altos voltajes cuando se está usando el equipo. En los casos en que el empleo de voltaje entrañe peligro y que tengan que ser inevitablemente accesibles, debe fijarse una indicación visible color rojo en el punto de tal acceso y debe fijarse un aviso en castellano que indique qué voltajes de valor peligroso queden expuestos al destapar el equipo.

#### 3.1.5 Embalaje

Todos los equipos, dispositivos y materiales deben ser embalados de manera que resista el transporte desde las fábricas hasta el lugar de instalación y llegue en perfectas condiciones .

#### 3.1.6 Planos, instrumentos, literatura, etc.

Deben suministrarse con el equipo, seis manuales - de instalación, mantenimiento y descripción con sus respectivos planos y/o diagramas. Toda esta informa

ción deberá presentarse en idioma castellano.

### 3.2.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE RADIO PARA - ENLACE DE MICROONDAS

#### 3.2.1 Equipo requerido

El enlace de microondas de la presente Tesis será el que se muestra en el anexo N° 1, en consecuencia el postor cotizará los equipos de transmisores y receptores con sus respectivos accesorios, equipo auxiliar y material apropiado, indispensables para tal sistema.

En todas las estaciones se debe considerar un equipo principal, otro de reserva y los circuitos auxiliares de servicio, control y alarma y de conmutación automática del circuito principal al de reserva. Los circuitos auxiliares serán independientes de los canales telefónicos de trabajo y estarán ubicados en la sub-banda base.

Para la teleseñalización de control y alarma se deben tener en cuenta tres centros; a saber:

Chimbote.- Para la estación del cerro sobre Puerto Casma.

Huaraz.- Para las estaciones de Recuay, Cerro Huamach, Cerro Llamacorral, Cerro Alcujiroca Carhuaz y Cerro Cuntuyoc.

Caraz.- Para las estaciones de cerro Llimacllán y Corongo.

No habrá circuitos de telemando a partir de los centros indicados,

#### 3.2.2 Características técnicas

El equipo deberá ser de estado sólido y de construc-

ción tropicalizado y debe cumplir lo especificado en el título 3.1.0 "Requisitos Generales de Diseño y Construcción".

Capacidad : 120 canales telefónicos  
Rango de frecuencia: Estará incluido en una de las bandas de UHF ó SHF recomendadas por el CCIR para sistemas de reveladores radioeléctricos para telefonía multicanal por distribución de frecuencias; a criterio del postor.

Valor mínimo del sistema para el 120avo. canal telefónico : S = 140 dB.

Estabilidad de frecuencia : Mejor que  $\pm 0.0005\%$   
Radiación espúrea : 60 dB debajo de la fundamental

Impedancia de entrada y de salida : 75 ohms desbalanceado  
Alimentación : 220 Volts. C A 50/60 Hz y - batería recargable 24 Volts. C D.

Tomando los perfiles de la ruta del enlace, que se anexan, a manera de información preliminar, el postor debe proyectar equipos y sistemas irradiantes de tal manera que el ruido del sistema cumplan con las recomendaciones del CCIR para circuitos reales.

El ofertante deberá proporcionar el procedimiento del cálculo de ruido y todos los valores que in -

vienen en dicho procedimiento, a fin de que se pueda evaluar sin dificultad los cálculos citados.

También deberá proporcionar datos adicionales que ayuden a describir el equipo, por ejemplo umbral del receptor, ancho de banda de FI, ondas estacionarias, etc.

El postor; debe tener presente que las condiciones estipuladas se deben cumplir también cuando el sistema se encuentre en funcionamiento, en el canal telefónico más alto y sin sistemas de mejoramiento de señal; en consecuencia el postor favorecido con la Buena Pro, asume la responsabilidad de proyectar definitivamente, de acuerdo a las condiciones reales de propagación, la ruta propuesta, deberá considerar el empleo de instrumentos registradores de la relación señal/ruido durante el período de prueba del sistema.

Para los cálculos de ruido que se han realizado en el Capítulo II de esta Tesis, se han utilizado las siguientes especificaciones:

Potencia : 200 mW (23 dBm)  
Rango de frecuencia: 7425 - 7725 MHz  
(Recomendación N° 385 del CCIR)

Factor de ruido del receptor :  $\leq 10$  dB  
Valor de umbral del receptor : - 80 dBm

Desviación efectiva del canal telefónico : 100 KHz  
(Recomendación 404-1 del CCIR)

Ancho del canal telefónico : 3.1 KHz

Factor de preén -  
fasis : 4 dB (equivalente a los 8 dB de preénfasis de la recomendación 275-1 del CCIR)

Factor de ponderación psicofométrica : 2.5 dB

Ancho de banda FI a 3 dB :  $\pm 10$  MHz

Frecuencias intermedia : 70 MHz

Antenas : Paraboloides de 8, 6 y 4 pies de ganancias 42.4, 40 y 36.4 dB respectivamente

Alimentador de -  
antena : Guía de onda flexible, de 1 dB de atenuación para 100 -  
pies.

Relación de ondas estacionarias : 1.05

### 3.3.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO MULTIPLEX

#### 3.3.1 Equipo requerido

El equipo multiplex que debe ser equipado y la previsión de futuras ampliaciones se muestra en el - Anexo N° 2 adjunto.

El postor debe ofrecer los equipos necesarios con sus respectivos accesorios, equipo auxiliar y material indispensables para el sistema.

Los equipos serán de estado sólido, de construc -



ción tropicalizado y deben cumplir lo especificado en el título 3.1.0 "Requisitos Generales de Diseño y Construcción".

### 3.3.2 Equipo de traslación de canal

De acuerdo con las recomendaciones del CCITT, los canales de frecuencia de voz deben ser modulados - a/y demodulados del grupo básico "B" en el rango - de frecuencias de 60 KHz a 108 KHz.

El ancho de banda nominal de los circuitos telefónicos debe ser de 4 KHz y la banda efectiva de frecuencias transmitidas, de 0.3 KHz a 3.4 KHz.

### 3.3.3 Nivel de entrada y salida del canal de audio

El equipo debe estar diseñado para que acepte y entregue niveles de audio a 4 hilos dentro de los siguientes límites:

Transmisión	:	- 16 dBr ± 5 dB
Recepción	:	+ 7 dBr ± 5 dB

Debe ser posible ajustar estos niveles continuamente.

### 3.3.4 Impedancias del canal de audio

Los canales telefónicos deben tener una impedancia nominal de 600 ohmios simétricos y la atenuación - de retorno en la dirección de transmisión y recepción no debe ser menor de 26 dB en todas las frecuencias de la banda de 300 Hz a 3400 Hz .

La atenuación del eco producida por el terminal híbrido deberá ser mayor que 30 dB.

### 3.3.5 Variación de la pérdida en función de la frecuencia.

La linealidad de la frecuencia debe estar dentro de los límites mostrados en las figuras Nos. 28 y 29, gráficos Nos. 2A, 2B y 2C de la Recomendación G 232 del Tomo III del Libro Azul del CCITT. Los límites especificados se consideran necesarios para cumplir con los requisitos de la Red Nacional.

### 3.3.6 Atenuación de diafonía

La atenuación de diafonía comprensible entre canales cualquiera sea  $> 74$  dB (Recomendación N° 114.)

La atenuación de diafonía incomprensible en canales adyacentes medida con una señal sinusoidal entre 300 a 3400 Hz será  $> 60$  dB.

### 3.3.7 Señalización

Los bastidores de trasladadores de canal deben ofrecerse incluyendo los equipos de señalización fuera de banda utilizando hilos E y M, con las siguientes condiciones:

Frecuencia : 3825 Hz  $\pm 3$  Hz  
- 20 dBmo  $\pm 0.5$  dB

Los bastidores terminales que contienen los híbridos 2W/4W deben tener señalización hilos E y M y 16 - 20 Hz.

### 3.3.8 Niveles de entrada y de salida a frecuencias de grupos primarios básicos

El equipo debe estar diseñado para niveles a fre -

cuencias de grupos primarios básicos dentro de los límites siguientes:

Transmisión:

-36 dBr a -46 dBr	-36 dBr a -46 dBr
(150 ohmios, simétrica)	(75 ohmios, asimétrica)

Recepción:

-30 dBr a -40 dBr	- 8 dBr a -20 dBr
(150 ohmios, simétrica)	(75 ohmios, asimétrica)

### 3.3.9 Impedancia de entrada y salida a frecuencias de - grupos primarios

El equipo debe tener una impedancia nominal asimétrica de 75 ohmios o una impedancia nominal simétrica de 150 ohmios. La atenuación de retorno mínimo en la banda de 60 KHz será de 25 dB tanto en la dirección de transmisión como de recepción. La respuesta en frecuencia del grupo  $\pm 0.5$  dB del valor nominal.

### 3.3.10 Piloto de grupos primarios básicos

El equipo ofrecido debe disponer de un piloto -grupo para cumplir con la estabilidad requerida. Se debe usar una frecuencia de 34.030 KHz  $\pm 1$  Hz y al nivel de este piloto en la banda de inserción debe ser de - 20 dBm0 y su variación no debe ser mayor de  $\pm 0.3$  dB.

El sistema de regulación de los pilotos de los grupos primarios básicos será manual.

### 3.3.11 Piloto de sincronización

Se debe proveer facilidades de insertar un piloto

de 60 KHz para efecto de comparación de frecuencia de una portadora en el terminal distante.

No es necesario que se cotice sincronismo automático.

### 3.3.12 Portadora residual

El nivel de la portadora residual en el punto de salida del grupo primario básico no debe exceder los valores siguientes:

Para un canal : - 25 dBm0

Para cada grupo primario básico: - 25 dBm0

### 3.3.13 Equipo de traslación de grupos primarios

La función de este equipo es trasladar 5 grupos primarios, cada uno de 12 canales con un ancho de banda de 60 KHz a 108 KHz (grupo básico "B" recomendado por el CCITT) a/y de la banda de frecuencia del grupo secundario básico de 312 KHz a 552 KHz.

### 3.3.14 Niveles de entrada y salida de frecuencias de grupos secundarios básicos

El equipo debe estar diseñado para aceptar y entregar los niveles siguientes:

Entrada : -36 dBr a -46 dBr

Salida : -30 dBr a -40 dBr

Los fabricantes pueden ofrecer equipo de fabricación standard indicando los niveles empleados pero en todo caso y como oferta separada se deben incluir las facilidades para aceptar o entregar los niveles arriba especificados.

### 3.3.15 Impedancia de entrada y salida a frecuencias de grupos secundarios

El equipo debe tener una impedancia nominal asimétrica de 75 ohmios con una atenuación de retorno, en todas las frecuencias de la banda no inferior a 25 dB. La respuesta en frecuencia del equipo traslador de grupos debe ser de  $\pm 0.5$  del valor nominal.

### 3.3.16 Piloto de grupos secundarios básicos

El equipo ofrecido debe disponer de un piloto de grupo para cumplir con la estabilidad requerida. Se debe usar una frecuencia de 411.92 KHz  $\pm 1$  Hz y el nivel de este piloto en el punto de inserción debe ser de - 20 dBm0 y su variación no debe ser mayor de  $\pm 0.3$  dB.

El sistema de regulación de los pilotos de grupos secundarios básicos será manual.

### 3.3.17 Niveles de entrada y salida a frecuencias de línea

El equipo debe ser diseñado para aceptar y entregar los niveles siguientes:

Transmisión	:	-45 dBr	a	-35 dBr
Recepción	:	-15 dBr	a	-25 dBr

### 3.3.18 Impedancia de entrada y salida a frecuencia de línea

El equipo debe tener una impedancia asimétrica de 75 ohmios con una atenuación de retorno de todas las frecuencias de la banda, no inferior a 25 dB.

### 3.3.19 Equipo de generación de frecuencias portadoras

La función de este equipo es la de proveer facilidades para generar y distribuir las frecuencias de portadora, señalización y piloto que se emplean en los equipos descritos en los párrafos anteriores.

Con preferencia todas las frecuencias de portadora deben ser derivadas de un solo oscilador maestro con una estabilidad a largo plazo (1 mes) $10^{-7}$ .

El equipo debe contar con paneles de reserva con cambio automático para todos los paneles no pasivos tales como amplificadores y el oscilador maestro.

A cualquier salida de frecuencia portadora todas las otras frecuencias deben ser suprimidas por lo menos por 80 dB.

Se deben proveer acceso para medidas a la salida de todas las frecuencias. Los fabricantes deben indicar los voltajes y límites en todas las salidas.

### 3.3.20 Alarma

Se debe proveer alarmas urgentes y no urgentes - que se puedan extender a otras partes del edificio desde la parte superior del bastidor.

Alarmas deben proveerse por medio de baterías o tierra y en ambos casos por medio de interrupción y/o por aplicación de una de las dos condiciones estipuladas arriba.

Alarma urgente se debe proveer para indicar falla de todo o cualquier circuito activo que tenga un

ancho de banda suficiente para llevar por lo menos un grupo de 12 canales es decir de 60 KHz a 108 KHz

Se debe proveer de alarmas urgentes cuando la desviación en el nivel de piloto de grupo primario y de grupo secundario sea mayor de  $\pm 3$  dB y no urgente para  $\pm 1$  dB.

Se deben proveer lámparas que indiquen en el bastidor correspondiente, de qué grupo primario o grupo secundario proviene la alarma.

Cada bastidor y cada fila de bastidores debe tener una indicación de condición normal (lámpara de color verde prendida) o de alarma (lámpara de color rojo prendida) en la parte superior.

### **3.3.21 Facilidades de prueba**

Como requisitos mínimos se deben proveer facilidades de prueba en los siguientes puntos:

#### **1.- Equipo de traslación de canal.**

Entrada de audio.

Salida de audio.

Entrada de grupo primario.

Salida de grupo primario.

Distribución de portadoras de canal.

Distribución de piloto de referencia de grupo primario.

#### **2.- Equipo de traslación de grupo primario.**

Entrada de grupo primario.

Salida de grupo primario.

Entrada de grupo secundario.

Salida de grupo secundario.

Entrada de portadora a cada modulador.

Entrada del piloto de referencia de grupo secundario

Entrada de portadora a cada demodulador.

### 3.- Equipo generador de portadora.

Salida para cada frecuencia.

Se debe indicar claramente los puntos de medida y - al efectuar mediciones en paralelo el nivel de la - señal no debe variar más de 0.1 dB. Al hacer medi - das en el circuito de voz, las medidas de nivel de - ben ser independientes de la impedancia conectada - en el circuito de transmisión.

## 3.4.0 ESPECIFICACIONES PARA FUENTES DE ENERGIA

### 3.4.1 Generalidades

Con el objeto de proveer un servicio completamente - seguro al Sistema de Telecomunicaciones materia de - la presente Tesis, es indispensable que se proporcio - ne un sistema de suministro de energía eléctrica a - los equipos de Onda portadora y radio de las estacio - nes, que garantice que no se producirán interrupcio - nes.

### 3.4.2 Clases de estaciones

Hay dos clases de estaciones. Una cuenta con una fuen - te de alimentación eléctrica de la Red Pública y o - tra depende totalmente de la generación de su propia potencia eléctrica.

Las estaciones de las ciudades de Lima, Caraz, Car - huaz, Recuay, Huaraz y Chimbote deben ser considera - das con suministro de la red pública y las demás con su propia fuente de energía.

### 3.4.3 Estaciones con alimentación eléctrica por la Red Pú - blica

Deben estar provistas de:



- Un equipo motor-generador de reserva de capacidad suficiente para suministrar las cargas esenciales, los servicios auxiliares y en algunos casos la carga doméstica en la estación y futuras ampliaciones.
- Un equipo adecuado que prolongará el suministro de energía eléctrica a las cargas esenciales al fallar la red pública hasta que el generador de reserva haya arrancado y tomado la carga esencial.
- Un equipo adecuado de control de alarma para hacer el intercambio automático en condiciones de falla y al restaurarse la red pública, conectar nuevamente la estación, apagando la planta de reserva.

#### 3.4.4 Estaciones con alimentación eléctrica de sus propias fuentes

Deben estar provistas de:

- Dos grupos electro-generadores, cada uno de los cuales por sí solo debe estar capacitado para suministrar energía a la carga esencial, la carga auxiliar y en algunos casos la energía doméstica y futuras ampliaciones.
- Un equipo adecuado que prolongará el suministro de energía eléctrica a las cargas esenciales en condiciones de falla del motor que está trabajando, hasta que uno de los motores de reserva haya arrancado y tomado la carga esencial.
- Un equipo adecuado de control de alarma para hacer el intercambio automático de plantas, cuando falle la que está funcionando.

### 3.4.5 Suministro de energía por la Red Pública

Para equipos que deben funcionar con fuentes de energía eléctrica comercial, regirán los siguientes valores nominales:

- Frecuencia : 47 hasta 63 Hz (50/60 Hz)
- Voltaje Monofásico : 220 V + 20% y - 15%
- Coeficiente de distorsión no lineal : 15%

Es posible que la energía eléctrica suministrada por la Red Pública en algunas de las estaciones no alcance los límites de voltaje arriba enumerados, debiéndose por lo tanto considerar de instalar reguladores de voltaje. El ofertante deberá considerarlo en oferta separada y costo unitario.

### 3.4.6 Características de los motores Diesel

Las características de los motores Diesel de los grupos electro-generadores deben basarse en las recomendaciones de CIMAC (Congreso Internacional de Máquinas de Combustión).

El ofertante debe indicar las características de sus motores Diesel según las recomendaciones arriba mencionadas.

En todos los casos los motores Diesel deben tener capacidad suficiente para permitir que la demanda total de energía sea cumplida en las condiciones climáticas de la estación correspondiente.

Cualquier equipo adicional para filtrar el combustible, que pueda necesitarse para el cumplimiento de esta condición, debe ser incluida en la oferta.

Los motores deben estar dotados de reguladores automáticos de velocidad de tal manera que cuando estos se encuentren correctamente ajustados a la velocidad se mantengan constante o con una variación de  $\pm 2\%$  de la nominal y dentro de  $-4\%$  en un cambio de "sin carga" a "carga total".

El voltaje de salida del generador debe mantenerse dentro de la tolerancia de  $\pm 2\%$  del nominal de condiciones de un cambio similar.

Los motores se dispondrán de manera que arranquen y acepten la carga en un término máximo de 10s. Además el motor Diesel debe contar con los siguientes elementos:

- Supresores de ruido.
- Filtros para combustibles y aceites lubricantes.
- Silenciadores para gases y escape de alto rendimiento.
- Termómetro para controlar la temperatura del motor.
- Contador de horas para registrar el tiempo de funcionamiento.
- Guardas y otros dispositivos adecuados para proteger al personal contra las partes en movimiento y áreas de alta temperatura.

El ofertante debe indicar claramente los sistemas de inyección de combustible, lubricación a presión constante con dispositivo de medición y el arranque eléctrico, detallando su funcionamiento.

El motor Diesel debe ser de bajas revoluciones y de refrigeración por aire.

#### A.- Salida del generador

La salida del generador monofásico debe ser de preferencia de 220 voltios  $\pm 5\%$  a una frecuencia de 60 Hz  $\pm 4\%$  y de una tensión perturbadora máxima de 0.1%

#### B.- Disposiciones mecánicas

El motor Diesel y el generador deben estar montados sobre un mismo chasis unidos directamente por medio de un acoplamiento flexible.

El grupo debe estar dotado de elementos que eviten la transmisión de vibraciones al piso - del edificio (base anti-vibratoria).

Si el eje y acoplamiento se extienden más allá de la cubierta el motor y el generador deben estar equipados con una guarda para protección del personal.

### 3.4.7 Alternativas en las fuentes de energía

La generación de la energía eléctrica puede ser - también por otra técnica tal que permita la no atención en períodos largos.

### 3.4.8 Dispositivos de vigilancia

Debe proveerse de dispositivos para vigilar el funcionamiento de cada grupo electrógeno y en donde se requiera de la Red Pública.

Asimismo, se necesitará alarmas audibles y visuales y también facilidades para la señalización a las estaciones terminales por sistema de radio.

#### 3.4.9 Operaciones de Conmutación y Mantenimiento

Normalmente debe efectuarse automáticamente la conmutación de una fuente de energía a la otra. Por eso debe proveerse dispositivos para el arranque automático del motor o motores cuando se registre una alarma urgente y para detener al mismo tiempo - la planta defectuosa y también para que al llegar el motor a la condición de carga, el generador se conecte a las barras, de la estación. Asimismo, se proveerán dispositivos para efectuar estas opera-ciones manuales.

En cada caso la conmutación de una fuente de ener-gía a otra debe efectuarse de tal manera que el voltaje y la frecuencia no bajen más 5% y 10% respectivamente, y los transitorios estén acordes a las recomendaciones pertinentes del CCIR (durante la conmutación).

Deben también haber disposiciones para que la plan-ta que está fuera del servicio pueda ser puesta a funcionar y probarse con carga, para fines de mantenimiento esto requerirá un sistema de barras colec-toras auxiliares para retirar la salida de potencia de la planta para efectuar el mantenimiento.

#### 3.4.10 Baterías de arranque

Se prefiere que se usen baterías para arrancar las plantas eléctricas primarias y que se empleen baterias independientes de las de arranque para alimentar el sistema de control y alarma.

El equipo de control y alarma debe incluir el equipo automático para la carga de baterías y también

sistemas de vigilancia apropiadas.

Todo el sistema ofrecido debe incluir armarios separados pero formando un conjunto homogéneo para todas las fuentes de energía.

#### **3.4.11 Equipo extinguidor de incendio**

Las ofertas deben incluir equipos adecuados para extinguir cualquier incendio que pueda ocurrir en la sala de motor o en el edificio.

#### **3.4.12 Tanques y bombas de combustible**

Las instalaciones deben incluir también un tanque de almacenamiento global que permita el suministro de combustible por tres meses y un tanque de uso diario. Dicho tanque diario debe estar equipado con bomba eléctrica controlada por interruptores automáticos de nivel de combustible. Deben montarse llaves de paso y bombas manuales para facilitar el mantenimiento de la bomba. El tanque de almacenamiento global debe estar equipado con un indicador de contenido con indicación remota en la sala de planta eléctrica. Los tanques diarios tendrán un indicador visible que muestre el nivel de combustible en cualquier momento.

Debe darse información sobre el rendimiento de las bombas de estaciones situadas en gran altura sobre el nivel del mar.

#### **3.4.13 Repuestos**

Deben suministrarse a cada estación, repuestos de consumo para el funcionamiento normal durante dos

años. Dicho juego de repuestos incluirá por ejemplo juegos de empaques para motores Diesel, filtros de combustibles, correas, lámparas, de señalización, fusibles, escobillas para todos los generadores para interruptores, etc., Los repuestos se acomodarán en un armario adecuado que debe suministrar el contratista.

Deben suministrarse dos juegos de instrumentos de medición: Voltímetro, Amperímetro, Frecuencímetro, para el grupo de mantenimiento de base.

#### **3.4.14 Herramientas**

Deben suministrarse a cada estación dos juegos de herramientas para el mantenimiento cotidiano de la estación.

Estas deben suministrarse en una caja adecuada o montada en el armario mencionado en el párrafo anterior.

Deben suministrarse tres juegos de herramientas especiales para el mantenimiento de la estación para uso del grupo de mantenimiento de base.

Dichas herramientas especiales se montarán en una caja portátil que deben suministrar el contratista.

#### **3.4.15 Manuales**

Deben suministrarse tres manuales incluyendo dibujos, lista de repuestos e instrumentos de mantenimiento para cada estación. Estos deben ser redactados en castellano.

### **3.4.16 Baterías**

#### **A.- Generalidades**

Las baterías serán del tipo plomo antimonio estacionario diseñado especialmente para el servicio de telecomunicaciones con capacidad suficiente para cada caso en particular.

#### **B.- Recipientes**

El recipiente debe ser de plástico transparente con indicaciones apropiadas que permitan ver el nivel del electrolito.

El material del recipiente deberá tener una elevada resistencia para los voltios y para alta temperatura.

#### **C.- Tapas**

Las tapas de los recipientes también deben ser de plástico con alta resistencia al impacto intalado, de tal manera que tengan una unión muy sólida sin filtraciones a través de ella debe contar con insertos de plomo moldeados y soldados herméticamente a los postes.

#### **D.- Tapones**

Los tapones serán a prueba de explosión, resistentes al ácido debiendo facilitar la lectura de la densidad del electrolito así como la adición del agua destilada.

#### **E.- Electrodos y aislamientos**

Los electrodos tanto positivos como negativos deberán estar suspendidos por soportes moldeados



dos en las pruebas y fondo del recipiente.

El aislamiento debe ser de un material muy resistente a la corrosión.

**F.- Capacidad de la batería**

Todas las baterías deben tener suficiente capacidad para mantener en operación cada tipo en particular, durante ocho horas consecutivamente como mínimo.

**G.- Voltaje de trabajo**

Los voltajes de las baterías será de 24 Volts. C. D.

**3.4.17 Cargador de Baterías**

**A.- Generalidades**

Todos los cargadores deberán estar formados por rectificadores del tipo estático con diodos de silicio, germanio o selenio para operación automática o voltaje constante.

Estos rectificadores no pueden tener partes móviles con excepción de reveladores de control. El tamaño de los elementos deben ser apropiados para operar sistemas de telecomunicaciones en donde la carga eventual de corriente continua puede alcanzar un valor de 20% mayor que el rango nominal por período hasta de una hora.

En estaciones de donde se esté disponible la energía eléctrica comercial se deberá incluir un regulador automático de voltaje en el rectificador en las estaciones que cuentan sólo con los generadores propios. El regulador será ins

talado al criterio del ofertante.

**B.- Especificaciones eléctricas**

**a. Condición de entrada**

En estaciones en que se dispone de energía eléctrica comercial, la corriente de entrada será de  $220\text{ V} \pm 10\%$   $60\text{ Hz} \pm 5\%$ .

En estaciones donde no se disponga de energía eléctrica comercial, la corriente de entrada será de  $220\text{ V} \pm 5\%$   $60\text{ Hz} \pm 4\%$ .

**b. El voltaje de salida deberá ser ajustable a 2.15 V por celda para la operación flotante y 2.4 V para la carga de igualación.**

**c. Capacidad de corriente**

La capacidad de la batería será la necesaria para cada caso particular dependiendo de los equipos a instalarse en la estación.

**d. Filtrados**

El sistema rectificador debe conectar con un equipo adecuado de filtrado.

**C.- Especificaciones mecánicas**

El rectificador debe estar montado en forma compacta dentro de un gabinete metálico siendo su temperatura de operación entre  $0^{\circ}$  a un máximo de  $45^{\circ}\text{C}$ .

**3.4.18 Especificaciones Complementarias.**

**a.- El equipo rectificador deberá tener medios adecuados para los ajustes necesarios para que trabaje con carga flotante con carga máxima.**

- b.- El rectificador debe hacer accionar el sistema del control remoto en caso de presentarse una falla en la misma.
- c.- El voltaje de salida de rectificador debe poder controlarse manualmente.
- d.- Se proveerá de un sistema de alarma de protección contra alto voltaje que iniciará la alarma para determinar a una alta tensión determinada.

### 3.4.19 Potencia de las Fuentes de Energía

El postor deberá dar el consumo de energía de los equipos por cada estación, de acuerdo a la planilla N° 5 anexa, incluyendo además la energía prevista para instrumentos, herramientas, carga doméstica y futuras ampliaciones. Para ello tendrá presente que la potencia requerida en el generador en función de la altura de funcionamiento, es dada por:

$$P_{HP} = \frac{W_t}{746} \times \frac{1}{E_a} \times \frac{1}{f_a} \times \frac{1}{f_p} \text{ en HP (23)}$$

En donde:

$W_t$  = potencia total en watts, que comprende carga efectiva de equipos, carga doméstica, balizamiento de torres, y carga para instrumentos, y herramientas, y futuras ampliaciones

$E_a$  = eficiencia del alternador

$f_a$  = factor de reducción por altitud (3.5% de reducción de potencia cada 300 metros de altitud, arriba de los 150 metros).

$f_p$  = factor de potencia del alternador

La capacidad de las baterías se expresa por:

$$C_B = \frac{W_e}{V_B \times N} \times \frac{1}{0.97} \times T \text{ en Ampers-Hora (24)}$$

En donde:

$W_e$  = potencia efectiva de los equipos en watts

$V_B$  = tensión de cada elemento de batería, en volt.

$N$  = número de elementos de la batería

$T$  = autonomía requerida en horas

La carga efectiva del rectificador será:

$$W_R = \frac{I_R \times V_A \times N \times f_p}{E_R} \text{ en Watts (25)}$$

En donde:

$I_R$  = capacidad del rectificador en Ampers

$$I_R = \frac{W_e}{V_A \times N} + \frac{C_B \times 1.3}{T_c} \text{ (26)}$$

$V_A$  = tensión de cada elemento de la batería al fin de la descarga

$E_R$  = eficiencia del rectificador

$T_c$  = tiempo de descarga de la batería en horas

### **3.5.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS TORRES PARA SUSTENTAR LAS ANTENAS**

**3.5.1** El postor debe cotizar las torres requeridas para cada estación de acuerdo a los diagramas y perfiles que se adjuntan y a la cantidad de antenas que se usará en cada estación; incluyendo todos los materiales de instalación.

#### **3.5.2 Especificaciones técnicas**

**Tipo** : En las ciudades las torres serán au-

- autosoportadas y en las demás so -  
portadas por vientos.
- Material** : Hierro galvanizado al caliente.
- Sección** : Triangular.
- Construcción** : Tubular.
- Base** : De bisagra para las torres soporta  
das por vientos.
- Velocidad del  
viento** : 100 kms/h a esta velocidad de vien  
to y con la disposición más ventajosa de las antenas, la torre no -  
debe variar en el plano horizontal  
o en el vertical en más de  $\pm 1.5^\circ$ .
- Luz de valizaje:** En las torres se instalarán faros  
de seguridad para aviones en vuelo  
conforme a los reglamentos de las  
autoridades de Aeronáutica Civil -  
serán de incendio automático y ma-  
nual.
- Pintura** : Anticorrosiva, las torres deben pin  
tarse con los colores reglamentarios  
rojo y blanco por secciones.
- Cálculo de es -  
fuerzos** : El postorindicará los esfuerzos que  
resisten las torres y los factores  
de seguridad. En el cálculo respec  
tivo se deberá considerar la nieve  
que se puede depositar en ellas por  
acción de la nevada.

- Cimientos** : El postor diseñará los cimientos apropiados para cada torre, debiendo proporcionar la información respectiva.
- Altura** : La altura de las torres será de acuerdo al párrafo 3.5.1 precedente.
- Escalera** : Se requieren escaleras de acero con peldaños que no estén más de 25 cm. uno del otro.
- Pararrayos:** : El conductor del pararrayos debe estar sólidamente conectado a la torre y se debe considerar un sistema de conexión a tierra de la torre.
- Planos e instrucciones** : El ofertante debe suministrar planos y dibujos de las torres y las construcciones de montaje de la torre y de las antenas en ella.

### **3.6.0 ESPECIFICACIONES PARA LAS CASETAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS**

#### **3.6.1 Generalidades**

Las casetas para las estaciones repetidoras de la Red de radio-enlace materia de esta Tesis, deben ser diseñadas y construídas considerando las condiciones de instalación y operación de los equipos, ampliaciones futuras y facilidades para los propósitos de mantenimiento. Se debe tener en cuenta el reforzamiento de la caseta en los casos en que se instale la antena, sobre ella, en este caso se deberá considerar una escalera portátil.

Además en caso de incendio en una de las salas, el -  
fuego no debe propagarse a otras salas.

La caseta estará diseñada de modo de impedir el in -  
greso de agua por lluvias o aniegos exteriores.

La construcción de las casetas deben ser sísmicas.

Se debe proveer la instalación del extinguidor de in -  
cendio y de un botiquín de primeros auxilios.

### **3.6.2 Sala de equipos**

En la sala de equipos de telecomunicaciones se debe  
considerar suficiente espacio entre filas de bastido  
res y en la parte delantera y posterior de los mis -  
mos, para fines de mantenimiento.

Además se tendrán en cuenta futuras ampliaciones.

### **3.6.3 Sala de máquina**

En la sala de motores se considerará suficiente espa -  
cio para el mantenimiento y desmontaje de motores, a -  
sí como para futuras ampliaciones. El ruido producido  
por los motores no debe ocasionar molestias al perso -  
nal de mantenimiento.

En el piso se construirán canaletas, en lugares apro -  
piados para el drenaje de líquidos y otros.

### **3.6.4 Clases de estaciones**

En el proyecto se consideran dos clases de estacio -  
nes repetidoras:

- Estaciones inatendidas.
- Estaciones atendidas.

a) Estaciones Inatendidas

Estas estaciones funcionarán sin atención, pero el personal puede estar varios días en la estación durante los trabajos de instalación, pruebas y mantenimiento, por esta razón se debe considerar espacios mínimos para viviendas de emergencia.

b) Estaciones Atendidas

Estas estaciones estarán atendidas por dos o tres personas y en el se instalarán pequeños talleres, por esta razón se debe considerar espacios para un dormitorio, medio baño, una mesa y un armario para el taller.

3.6.5 Trabajos preliminares

Se procederá a la limpieza y nivelación del terreno acondicionando una área suficiente para operar cómodamente los vehículos empleados para la instalación y mantenimiento de la estación.

3.6.6 Estructura

Las zapatas, columnas, vigas, etc., serán de concreto armado.

El ofertante deberá presentar sus planos de estructura debidamente firmados por un Ingeniero Civil.

3.6.7 Piso

El piso tendrá resistencia para soportar el equipo de telecomunicaciones y el de suministro de energía eléctrica.



El ofertante deberá indicar en su oferta la resistencia que recomienda.

### **3.6.8 Materiales de Construcción**

Se podrán emplear muros de ladrillos o prefabricados.

En todo caso los materiales deberán ser de primera calidad.

En la oferta deberá especificarse en detalle los materiales empleados.

### **3.6.9 Pintura**

Las paredes estarán cubiertas por las manos de pintura necesaria para un acabado satisfactorio. La pintura será de color suave a prueba de agua (lavable) y de buena calidad, debiendo cumplir las especificaciones que a este respecto estén vigentes en las Administraciones de Telecomunicaciones de los países de los ofertantes.

### **3.6.10 Puertas**

Las puertas deberán ser metálicas, con cerradura de seguridad para evitar el ingreso de personal ajeno. Estarán cubiertas con pintura anticorrosiva y sobre ella una capa de pintura color oscuro.

### **3.6.11 Instalación eléctrica**

La instalación eléctrica en la caseta deberá ir totalmente empotrados en tubería metálica o plástica. Se deberá proveer tomacorriente para los equipos de prueba y para uso doméstico.

En el caso de estaciones alimentadas por la Red - Pública, el servicio eléctrico de emergencia alimentará únicamente las cargas esenciales.

Toda la instalación deberá cumplir con lo dispuesto por el Código Eléctrico del Perú. El ofertante presentará el plano de instalaciones eléctricas - firmado por un Ingeniero Electricista.

#### **3.6.12 Iluminación**

El nivel de iluminación mínimo en las salas de equipos y motores será de 300 lux.

#### **3.6.13 Instalación sanitaria**

La instalación sanitaria debe ir totalmente empotrada, las tuberías para el agua podrán ser metálicas o plásticas, las de desagüe de cemento.

La red de desagüe conducirá las aguas negras a un pozo séptico. Se instalará un tanque que almacenará el agua de lluvia para su utilización.

#### **3.6.14 Sistema acondicionador de ambiente**

Debe suministrarse un sistema acondicionador de ambiente diseñado para que la temperatura dentro de la caseta se mantenga entre  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ , considerando la energía térmica disipada por los equipos y motores.

Se deberá considerar la ventilación de los gases de la batería. En la toma del aire exterior se debe colocar un filtro para evitar que penetre polvo dentro de la estación.

### **3.7.0 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS DE ACCESO A LAS ESTACIONES REPETIDORAS**

#### **3.7.1 Generalidades**

Siempre que sea posible se procurará proyectar la ubicación de estaciones repetidoras de modo que -  
queden próximas a carreteras ya existentes.

Se comprende que esto no siempre será posible y -  
por lo tanto se requerirán vías de acceso.

En general se exigirá al ofertante que se haga --  
también cargo de la construcción de las carrete -  
ras de acceso a las estaciones repetidoras; la pre -  
sente especificación señala las normas que regi -  
rán la construcción de las vías de acceso a las -  
estaciones repetidoras.

#### **3.7.2 Planeamiento de las carreteras de acceso**

Esta, obviamente dependerá de la naturaleza del -  
terreno de cada lugar. El Ministerio de Transpor -  
tes y Comunicaciones del Perú, ha clasificado las  
carreteras en general; la clase carretera requeri -  
da para acceso a las estaciones repetidoras ten -  
drán las siguientes especificaciones:

Categoría : 4ta. clase o trochas carrosa -  
bles.

Ancho de Expla -  
naciones : Mínimo 3.50 mts. con plazuela  
de cruce de 6 mts. cada 500 mt.

Lastrado y Con -  
compactado : Espesor de acuerdo a la natura -  
leza del terreno.

**Radio mínimo** : 15 metros.  
**Pendiente máxima** : 8% en 300 metros.  
**Peralte** : 8%  
**Talud** : Según normas en función de la naturaleza del suelo.  
**Diseñada con:** : Bombeo de 3% y cuneta de 50 cm. de ancho, con tres alcantarillas por Km; de tubos de 60", de modo de garantizar el acceso a la estación repetidora en cualquier época del año.

De requerirse mayores especificaciones para proyectar, trazar y construir la ruta, remitirse a las "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras" de la Dirección de Infraestructura Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, impresa en el año 1970 y las "Especificaciones para la Construcción de Puentes y Carreteras" de la ex-Dirección de Caminos del desaparecido Ministerio de Fomento y Obras Públicas, impresas en Diciembre de 1963.

### **3.7.3 Cotizaciones**

Las cotizaciones para la construcción de vía de acceso deberán hacerse para cada carretera incluido un cálculo de la longitud.

### **3.8.0 INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y HERRAMIENTAS**

El postor deberá cotizar los instrumentos y herramientas especiales, indispensables para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones o-

frecidos, teniendo presente que existirán tres Bases de Mantenimiento, Chimbote, Huaraz y Caraz y tres unidades móviles.

Los juegos de instrumentos para las unidades móviles deben estar acondicionados en cajas acolchadas o de manera tal que estén protegidos contra los golpes o choques por efecto de los caminos.

Asimismo el ofertante deberá incluir en su propuesta para el mantenimiento de las Fuentes de Energía, los instrumentos y herramientas que se indican en los Ats. 3.4.13 y 3.4.14 de esta Tesis.

Entre los instrumentos que ofertará el postor, debe considerar los siguientes:

- Medidor de potencia en microondas
- Generador de señales UHF ó SHF
- Generador/Receptor de ruido blanco en la Banda Base.
- Voltímetro selectivo UHF ó SHF
- Frecuencímetro de precisión UHF
- Oscilador de medida para frecuencias del multiplex.
- Medidor de distorsión no lineal.
- Generador/Receptor de medida para F I
- Multímetro electrónico
- Voltímetro RMS
- Osciloscopio de banda ancha
- Voltímetro Electrónico RF

Los instrumentos deben ser cotizados con los accesorios que sean necesarios.

Los instrumentos de medida y las herramientas, nuevos - de fábrica, serán recibidos por el Estado en el acto de Recepción Provisional del Sistema funcionando.

### 3.9.0 REPUESTOS

El postor deberá cotizar los repuestos para el mantenimiento de los equipos de Telecomunicaciones ofrecidos, en las siguientes proporciones:

Fusibles	: 500% de los instalados en el sistema
Cristales de - cuarzo	: 50% de los instalados en el sistema
Semiconductores	: 50% de los instalados en el sistema
Válvulas elec - trónicas	: 100% de los instalados en el sistema
Otros repuestos	: Por un valor igual al 5% del costo de los equipos; en este porcentaje el postor incluirá componentes, tarjetas impresas, etc; que considere de uso frecuente.

Los repuestos, nuevos de fábrica, serán recibidos por el Estado en el acto de Recepción Provisional del Sistema funcionando.

El ofertante deberá indicar la vida promedio estimada y la vida que garantiza para los componentes activos de los equipos del enlace, de acuerdo a la planilla N° 6 - anexa.

**SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO**

**PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO**

**PLANILLA N° 1**

<b>RUBRO</b>	<b>PRECIO US\$ CIF CALLAO</b>	<b>PRECIO SOLES ORO</b>	<b>OTROS GASTOS</b>	<b>GASTOS DE INSTALACION</b>	<b>OBSERVA CIONES</b>
1. Equipo de Radio UHF 6 SHF					
2. Antenas para ru bro N° 1					
3. Torres para ru bro N° 2					
4. Equipo Multiplex					
5. Sistema de conmu tación automática de unidad principl pal a reserva.					
6. Cable Telefónico					
7. Sistema de Ener gía					
8. Casetas para es taciones					
9. Vías de acceso para estaciones					

..//..

RUBRO	PRECIO US\$ CIF CALLAO	PRECIO SOLES ORO	OTROS GASTOS	GASTOS DE INSTALACION	OBSERVA CIONES
10. Instrumentos					
11. Herramientas					
12. Repuestos e- quipos de Te- lecomunica- ciones.					
13. Repuestos - sistema de energía					

En estos rubros se ha tratado de abarcar íntegramente el sistema que se solicita; en consecuencia cada uno de ellos comprende según sea el caso, el equipo principal, el de reserva, accesorios, equipo auxiliar, material, y obras que se relacionan.

En la columna "Otros Gastos" el postor incluirá costos adicionales al rubro, detallando cada uno de ellos, por ejemplo: fletes, embalaje, leyes sociales, etc.



**SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO**

**PRESUPUESTO DETALLADO POR ESTACIONES**

**P L A N I L L A N°2**

e s t a c i ó n NN

<b>RUBRO N° 1 EQUIPO DE RADIO M UHF 6 SHF</b>							
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>N° DE UNIDADES</b>	<b>P R E C I O</b>				<b>OBSERVACIONES.</b>
			<b>UNITARIO</b>		<b>TOTAL</b>		
			<b>US\$ CIF CALLAO</b>	<b>S/ SOLES</b>	<b>US\$ CIF CALLAO</b>	<b>S/ SOLES</b>	
<b>1</b>	Ejemplo: Transmisor A Mod. B	<b>1</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>4</sub></b>	
<b><u>RUBRO N° 2 ANTENAS PARA RUBRO N° 1</u></b>							
<b>n</b>	Ejemplo: Gufa de Onda C Mod. D	<b>10 m.</b>	<b>P<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>6</sub></b>	<b>P<sub>7</sub></b>	<b>P<sub>8</sub></b>	

En esta planilla figurarán todas las unidades representativas - de equipos, accesorios, equipos auxiliares, materiales y obras, según sea el caso; que conforman los rubros que aparecen en la planilla N° 1.

Además el postor agregará a esta planilla los gastos de instalación y "otros gastos" (fletes, seguros, embalajes, etc.) en los rubros que exista este gasto y por cada estación.

La suma de los precios de cada rubro de estas planillas, deberá ser igual con la correspondiente de la planilla N° 1.

SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO

PRECIOS UNITARIOS DE REPUESTOS UTILIZADOS CON MAS FRECUENCIA

P L A N I L L A N° 3

ITEM	DESCRIPCION	EQUIPO QUE LO CONTIENE	CANTIDAD USADA EN 3	PRECIO UNITARIO	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6

**NOTA:** Los precios unitarios dados en esta planilla serán considerados para futuras compras, dependiendo de la fórmula de ajuste de precios dada por el postor.

**SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO**

**CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES CONTENIDAS EN LAS BASES**

**P L A N I L L A N ° 4**

<b>PARRAFO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>SE CUMPLE</b>	<b>NO SE CUMPLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>

**SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO**

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS EQUIPOS POR ESTACION**

**P L A N I L L A N° 5**

EQUIPO	CHIMBOTE		PTO. CASMA		C° LLAMACORRAL		FTCF TERA	OBSER VACIO NES.
	CONSUMO MAXIMO	CONSUMO NORMAL	CONSUMO MAXIMO	CONSUMO NORMAL	CONSUMO MAXIMO	CONSUMO NORMAL		

**El poster además incluirá por cada estación la energía prevista para - instrumentos, herramientas, carga doméstica y futuras ampliaciones.**

SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL SISMO

VIDA DE GARANTIA DE SEMICONDUCTORES Y VALVULAS ELECTRONICAS

PLANILLA N° 6

DESCRIPCION	VIDA PROMEDIO ESTIMADA	VIDA QUE GARANTIZA EL FABRICANTE	OBSERVACIONES

## C A P I T U L O   I V

### CALCULO DE COSTOS Y RECOMENDACIONES TECNICO-LEGALES

#### 4.1.0 CALCULO DE COSTOS

##### 4.1.1 Introducción

Teniendo presente los capítulos anteriores que describen el sistema, el cálculo de costos que a continuación se detalla, da una idea bastante aproximada de lo que costaría el suministro de equipos y materiales, instalación y obras civiles, es decir poner en funcionamiento el sistema de telecomunicaciones en cuestión.

En el cálculo del costo hecho por cada estación, se han considerado los items principales entendiéndose que ellos comprenden todo equipo auxiliar, accesorios y/o materiales relacionados, puestos en el lugar de funcionamiento. Además se estima un veinticinco por ciento del valor calculado para imprevistos, tales como instrumental, herramientas, repuestos, instalación de equipos, etc.

Los precios se han obtenido de un promedio de los precios proporcionados por los proveedores de los equipos NEC, THOMSON-CSF, PHILIPS, ITT y ANDREWS.

##### 4.1.2 Chimbote

Multiplex (24/36 canales)	US\$	28,000.00
Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, antena)		<u>18,000.00</u>
		46,000.00

##### 4.1.3 Puerto Casma

2 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, antena)	36,000.00
Torre 85 mt., instalada	5,000.00

Energía (principal, reserva 1 Kw. batería y sistema automático)	US\$	5,000.00
Caseta (40 m2.)		2,500.00
Acceso ( 1 km.)		<u>2,500.00</u>
		51,000.00
<hr/>		
<b>4.1.4 <u>Llamacorral</u></b>		
3 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, <u>an</u> <u>tena</u> )		54,000.00
Energía (principal, reserva 1 kw. batería y sistema automático)		5,000.00
Caseta (40 m2.)		2,500.00
Acceso (1/2 km.)		<u>1,300.00</u>
		62,800.00
<hr/>		
<b>4.1.5 <u>Cerro Huamach</u></b>		
2 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, <u>an</u> <u>tena</u> )		36,000.00
Torre 20 mt., instalada		1,500.00
Energía (principal, reserva 1 kw., batería, sistema automático)		5,000.00
Caseta (40 m2.)		2,500.00
Acceso (10 km.)		<u>25,000.00</u>
		70,000.00
<hr/>		
<b>4.1.6 <u>Recuay</u></b>		
Multiplex (6/9 canales)		7,000.00
Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, antena)		18,000.00
Torre 40 mt., instalada		2,500.00
Energía (reserva 2.5 kw., bate- ría y sistema automático)		<u>4,000.00</u>
		31,500.00
<hr/>		
<b>4.1.7 <u>Huaraz</u></b>		
2 Multiplex (15/24 canales)		36,000.00
2 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, <u>an</u> <u>tena</u> )		36,000.00

Energía (reserva 2.5 Kw., batería y sistema automático)	US\$	4,000.00
Caseta (80 m2.)		5,000.00
1 Km. cable telefónico (150 pares 0.5 mm. subterráneo e instalado)		<u>6,000.00</u>
		87,000.00
<hr/>		
<b>4.1.8 Cerro Alcujiroca</b>		
2 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares y antena)		36,000.00
Energía (principal, reserva 1 Kw. batería y sistema automático)		5,000.00
Caseta (40 m2.)		2,500.00
Acceso (5 Km.)		<u>12,500.00</u>
		56,000.00
<hr/>		
<b>4.1.9 Cerro Cuntoyoc</b>		
3 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares y antena)		54,000.00
Torre 20 m. instalada		1,500.00
Energía (principal, reserva y 1 Kw. batería y sistema automático)		5,000.00
Caseta (40 m2.)		2,500.00
Acceso (8 Km.)		<u>20,000.00</u>
		83,000.00
<hr/>		
<b>4.1.10 Carhuaz</b>		
Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares, antena)		18,000.00
Multiplex (4/9 canales)		5,000.00
Energía (reserva 1 Kw. batería y sistema automático)		3,000.00
Torre 30 mt., instalada		<u>2,000.00</u>
		28,000.00
<hr/>		



4.1.11 Caraz

2 Multiplex (12/24 canales)	US\$ 30,000.00
2 Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares y antena)	36,000.00
Energía (reserva 2.5. Kw., batería y sistema automático)	4,000.00
Caseta (80 m2.)	5,000.00
500 m. cable (100 pares, 05 mm. subterráneo e instalado)	<u>2,000.00</u>
	77,000.00
	-----

4.1.12 Cerro Llimacllán

Multiplex (5/9 canales)	6,000.00
2 Transmisor/receptor (principal, circuitos auxiliares, reserva y antena)	36,000.00
Energía (principal, reserva 1 Kw. batería y sistema automático)	5,000.00
4 Km. cable (10 pares, 0.6 mm. instalado aéreo)	6,000.00
Caseta (50 m2.)	3,000.00
Acceso (2 Km.)	<u>5,000.00</u>
	61,000.00
	-----

4.1.13 Corongo

Multiplex (5/9 canales)	6,000.00
Transmisor/receptor (principal, reserva, circuitos auxiliares y antena)	18,000.00
Energía (principal, reserva 2.5 Kw. batería y sistema automático)	<u>6,000.00</u>
	30,000.00
	-----

#### 4.1.15 Resumen

Corongo	US\$ 30,000.00
Cerro Llimacillán	61,000.00
Caraz	77,000.00
Carhuaz	28,000.00
Cerro Cantuyoc	83,000.00
Cerro Alcujiroca	56,000.00
Huaraz	87,000.00
Recuay	31,500.00
Cerro Huamash	70,000.00
Cerro Llamacorral	62,800.00
Puerto Casma	51,000.00
Chimbote	<u>46,000.00</u>
	683,300.00
Instrumental, y herramientas repuestos, instalación de e- quipos e imprevistos 25%	<u>170,825.00</u>
<b>Total US\$</b>	<b>854,125.00</b>
Al cambio oficial de S/ 38.70 por US\$ 1.00 d\$	S/ 33'054,637.50
Aproximadamente	<u>S/ 33'100,000.00</u>

#### 4.2.0.- RECOMENDACIONES TECNICO-LEGALES

##### 4.2.1 Financiación

La adquisición e instalación de los equipos será financiada por 2/3 partes por préstamo especial del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y 1/3 parte del Tesoro Público, para lo cual deberá tenerse en cuenta las disposiciones de dichos contratos, en materia de origen de los bienes y transporte de los mismos; por tratarse de la reconstrucción y rehabilitación de la zona afectada por el sismo de 31 de Mayo de 1970.

##### 4.2.2 Alcance

El sistema de comunicaciones para la zona citada debe incluir el suministro e instalación de equipos, materiales, torres, antenas, plantas de energía, líneas de enlace y construcción de las casetas de las estaciones repetidoras, los caminos de acceso a las estaciones, entregando la obra terminada y probada.

El sistema de comunicaciones comprende:

- a) Enlace de microondas entre Chimbote, Huaraz, Recuay, Carhuaz, Caraz y Corongo.
- b) Red de telecomunicaciones en alta frecuencia (HF) en los departamentos de Ancash y Lima, complementaria del enlace descrito.

##### 4.2.3 De los postores

Las propuestas deberán provenir de fabricantes o proveedores de equipo de telecomunicaciones de reconocido prestigio y experiencia internacional en la provisión e instalación de sistemas de telecomunicaciones. Los que acreditarán solvencia técnica, económica y organización suficientes para la ejecución de las obras comprendidas en el presente sistema, para cuyo efecto deberán acompa

ñar la documentación que así lo certifique, tales como:

- a) Informe sobre el status financiero del postor
- b) Magnitud de la organización, incluyendo compañías asociadas
- c) Descripción sumaria de los sistemas análogos su ministrados y/u operados por el postor, indicando explícitamente su grado de participación, en el diseño, asesoría, coordinación, montaje, construcción y financiamiento de dichos sistemas.
- d) Descripción de la experiencia del postor en la fabricación, suministro y/u operación de otros proyectos de telecomunicaciones distinto al sistema licitado.
- e) Si el postor se presenta asociado, se deberá acompañar a la propuesta información similar de cada uno de los asociados. Igualmente el postor incluirá nómina de la firma o firmas nacionales y extranjeras que actuarán como sub-contratistas, incluyendo para cada uno de ellos la misma información requerida en los incisos a) y b) de este artículo y la descripción de la experiencia de dichos sub-contratistas en el campo en el que actuarán dentro de la presente licitación.

Asimismo se deberá acompañar la documentación exigida por el Reglamento General de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas y el Decreto Supremo 67-7 del 29 de Septiembre de 1967.

#### 4.2.4 De las Ofertas

1. Las propuestas solicitadas deben ser públicas, con el derecho de aceptar cualquier propuesta, en su totalidad o en las etapas que se crea convenientes, aún cuando no sea la de menor precio, o de rechazar las todas. Ninguna de estas circunstancias dará de-

recho a los postores para reclamar indemnización alguna. Igualmente, se reserva el derecho de declarar desierta la licitación si el número de propuestas fuese menor de tres o si estas no se cificen a las especificaciones exigidas; e si los precios no son razonables de acuerdo a las investigaciones del mercado.

2. Las propuestas deberán ser presentadas en idioma castellano
3. Las propuestas deberán estar acompañadas de literatura técnica, pertinente a las características técnicas del equipo ofrecido. Además, se pueden incluir en la oferta, literatura técnica adicional o complementaria en otros idiomas; de preferencia en inglés.
4. Las ofertas se presentarán en paquetes cerrados, sellados y lacrados, firmados por el representante legal autorizado por el postor.
5. Los precios unitarios indicados en la propuesta se considerarán fijos e intangibles, no aceptándose modificaciones posteriores y regirán para la adjudicación; así como también cualquier reducción o ampliación del equipo.
6. Las ofertas deben cotizarse con arreglo a lo establecido en el Decreto Ley 18275 del 15 de Mayo de 1970 y sus reglamentos, incluyendo todos los gastos hasta la puesta en servicio de todos los equipos
7. Todo el equipo a suministrarse será sin previo uso y de la mejor calidad, y estará sometido a control e inspección.
8. El postor se compromete a subsanar en forma gratuita para el licitante cualquier daño que el equipo pueda sufrir durante el transporte, que es bajo su costo y responsabilidad, incluyendo los seguros correspondientes.

#### 4.2.5 Del Fondo de Garantía

El postor presentará junto con su propuesta una garantía ascendente al cinco por ciento del monto total de su oferta, la que se constituirá mediante depósito de dinero ante el Banco de la Nación, incondicional y de realización automática, o en su defecto una garantía bancaria por igual monto y en las mismas condiciones, expedida por una institución bancaria con domicilio legal en el país. Esta garantía bancaria deberá tener validez por noventa días calendarios contados a partir de la fecha señalada para recibir las propuestas. La suma aquí señalada, constituye un Fondo de Garantía, hasta su valor total, por el cual el postor se compromete a no modificar ninguno de los términos de su propuesta durante el período de validez de sus cotizaciones y asegurar que en el caso de ser favorecido con la buena pro, el postor suscribirá el correspondiente contrato de suministro, instalación y demás puntos que comprenda la presente licitación.

El Fondo de Garantía será devuelto a los proponentes no favorecidos con la buena pro, inmediatamente después de resuelta la adjudicación.

#### 4.2.6 Del Contrato

El contrato se otorgará con arreglo a las disposiciones establecidas en los títulos 9 y 10 del capítulo I del Reglamento General de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas, y de acuerdo a las condiciones que se señalan en las Bases de Licitación.

#### 4.2.7 Responsabilidad del Contratista

1. Si el Contratista no cumple con efectuar la entrega de los equipos en funcionamiento en los plazos fijados en el Contrato, se le aplicará una multa equi -

valente al uno por mil diario del monto total del valor del equipo que no funcione en la fecha prevista, por cada día del atraso en la entrega del equipo en funcionamiento.

Llegado el atraso a noventa días calendarios, el Estado podrá proceder a la rescisión del contrato y hacer efectiva la garantía.

La multa y la rescisión del contrato no serán aplicables si el cambio del Plan de Avance, fue autorizado por la entidad licitante, o si se comprueba en forma fehaciente que el atraso se debe a causas de fuerza mayor debidamente comprobada.

2. El equipo estará garantizado por doce meses contados a partir de la fecha de su puesta en operación, contra defectos de fabricación e el empleo de materiales defectuosos. El contratista prestará servicio técnico gratuito durante el primer año de operación de los equipos.
3. El contratista presentará la garantía que asegure el suministro de repuestos necesarios para la vida total de los equipos.

Así mismo, asegurará que sus costos se encuentran dentro de los precios competitivos del Mercado.

#### 4.2.8 Reservas del Estado.

1. El Estado no tendrá preferencia alguna para firmas locales para que actúen como sub-contratistas, pero se reserva el derecho de objetar aquellas que merezcan reparos en cuanto a su idoneidad para ejecutar satisfactoriamente el trabajo encomendado.
2. El Estado no aceptará como sub-contratista a ninguna persona natural o jurídica que no haya dado cumplimiento satisfactorio a contratos anteriores con

cualquier entidad del Gobierno Peruano.

3. Tampoco aceptará como sub-contratistas a las personas naturales o jurídicas que hayan demandado judicialmente al Gobierno Peruano y que hubieran sido rechazadas sus demandas.
4. El Estado no proveerá a su costo a favor del contratista, la energía eléctrica, comunicaciones, vigilancia, etc., necesarias para la construcción, montaje e instalación del sistema a cargo del contratista.
5. El Estado no tendrá vinculación legal con dependientes del contratista, el cual es exclusivo patrón o empleador, y, en consecuencia, será el único responsable de las prestaciones y obligaciones emanadas de la legislación del trabajo y de las leyes sociales peruanas vigentes o que entren en vigor.
6. El Estado no responderá de los accidentes del trabajo que pudieran sobrevenir al personal que el postor ocupe en los trabajos a su cargo, ni responderá por los daños o perjuicios que, con ocasión de la ejecución de dichos trabajos, se causen al expresado personal o a terceras personas, a consecuencia de accidentes de fuerza mayor, o casos fortuitos que pudieran ocurrir o de delitos o actos civiles que puedan cometer las personas empleadas por el contratista.

#### 4.2.9 Garantía del Contrato

El contratista que obtenga la buena pro, estará obligado a otorgar una Carta Fianza Bancaria, de Compañía de Seguros o de Compañía Financiadora, autorizada para otorgarlas, por un cinco por ciento del valor de su propuesta, o en su defecto, un certificado de depósitos otorgado por el Banco de la Nación, a orden de la entidad licitante.



Esta fianza será incondicional y de realización automática y válida hasta sesenta días después de la fecha fijada para la recepción definitiva de las instalaciones al finalizar el año de funcionamiento satisfactorio de prueba correspondiente.

#### 4.2.10 Inspecciones

1. El Estado mediante sus representantes autorizados, tendrá en todo momento el derecho de inspeccionar, todo el material, equipos, trabajos, y servicios contratados, que estén en instalación o ejecución y el contratista deberá dar las facilidades adecuadas para este objeto.
2. El Estado efectuará las inspecciones con su personal o podrá delegar esta función en cualquier otro organismo técnico o personas dedicadas a la inspección y recepción de materiales o equipos o para la inspección de propuestas, proyectos, construcciones, montajes, puesta en servicio, etc.  
Los Inspectores tendrán el derecho de visitar todas las plantas, oficinas y lugares de trabajo del contratista y de cualquier y todos sus sub-contratistas, en forma que les permita controlar el cumplimiento del contrato, en todos sus aspectos.
3. El contratista deberá establecer junto con los inspectores un programa de inspección; los inspectores estarán autorizados para incluir, en cualquier momento aspectos no cubiertos por el programa mencionado.
4. Las inspecciones no liberan, de manera alguna, al contratista de sus obligaciones contractuales ni de las garantías convenidas, ni del cumplimiento del calendario de avance de obra que las partes acuerden según contrato.

5. El Estado podrá hacer, detener o interrumpir aquellos trabajos en los que considere que existen discrepancias con los planos o especificaciones, o prácticas de buena ingeniería.

En estos casos el mayor costo que implique la paralización e interrupción de los trabajos, será por cuenta del contratista.

#### 4.2.11 De los Rechazos

1. Los equipos, materiales, trabajos, instalaciones, etc., que al ser probados y controlados no cumplieran con los requerimientos funcionales, ni con las normas técnicas, factores de seguridad, calidad de mano de obra, confiabilidad, etc., convenidos, serán rechazados. Este rechazo puede ocurrir en cualquier momento hasta que los plazos de garantía expiren.
2. Los elementos rechazados por los inspectores en las plantas del contratista o a sus sub-contratistas, deberán ser claramente identificados y el contratista se responsabilizará de que ellos no sean despachados como parte del suministro.
3. El contratista deberá reponer los equipos y reparar o volver a ejecutar los trabajos que sean rechazados, sin costo adicional para la entidad licitante hasta que ellos queden en condiciones aceptables para éste.

#### 4.2.12 Importación de equipos y materiales

1. La importación de los equipos, materiales y bienes que requiera el contratista para la construcción, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema, materia de la presente licitación, tales como herramientas, instrumentos, etc., estará sujeta al régimen tributario nacional que le corresponde. No

obstante ello, el Estado asesorará al contratista y le dará apoyo a sus gestiones para obtener la autorización de internamiento temporal de los equipos, materiales y demás bienes de su propiedad, en las mejores condiciones tributarias posibles a beneficio del contratista, con cargo a su reexportación al término de su trabajo. Si el contratista, al terminar la obra, desea vender en el país, los equipos, materiales y demás bienes de su propiedad que haya importado para utilizarlos en la ejecución del contrato, podrá hacerlo previa condición de pagar todos los derechos e impuestos de importación que les corresponde.

2. La importación de los equipos, materiales y bienes de propiedad del contratista, será de exclusivo responsabilidad de éste.
3. Si los equipos y materiales no son retirados de la Aduana inmediatamente después de su llegada al país serán de cargo del contratista todos los gastos del almacenaje en los depósitos de la Aduana.
4. Las modificaciones a los plazos de entrega de trabajos de construcción y montaje; o, cualquiera otra infracción a las cláusulas del contrato debido a retrasos, errores u omisiones en el manejo de los asuntos aduaneros a cargo del contratista, serán de su responsabilidad y darán lugar a la aplicación de lo establecido en el capítulo 4.2.14

#### 4.2.13 Sub-Contratos

Todo sub-contrato otorgado por el contratista deberá comunicarse de inmediato y por escrito a la entidad licitante, indicando el nombre y dirección del sub-contratista, el bien o servicio adquirido; y el monto del sub-contrato.

#### **4.2.14 Término del Contrato**

1. El contrato tendrá término en los siguientes casos:
  - a) Cuando se haya dado pleno cumplimiento de lo estipulado en el a satisfacción de las partes;
  - b) Por rescisión por parte de la entidad licitante.
2. En el caso de que el postor incumpla las obligaciones legales, técnicas y otras estipuladas en el contrato, el Estado tendrá el derecho de declarar rescindido el contrato, mediante Carta Notarial con treinta días de anticipación, haciendo efectivas las garantías especificadas.
3. Sin perjuicio de lo establecido en la legislación vigente en el Perú, se considerará como causales de rescisión del Contrato las siguientes:
  - a) Si el contratante no ejecuta las obras en relación con los planes de avance previstos en el contrato respectivo;
  - b) Si el contratista abandonara o suspendiera totalmente la ejecución de las obras; sin causa justificada. Se reputará también como abandono de la ejecución de las obras, la no concurrencia de los obreros, empleados, ingenieros, técnicos y demás personal dependiente del contratista, debido a que éste deje de suministrar los equipos y materiales a su cargo.  
sólo se considerará como razón justificada para la paralización de los trabajos, casos producidos por fuerza mayor o caso fortuito, fehacientemente demostradas por el contratista y aceptada por el Estado.

- c) Si el contratista sin autorización expresa de la entidad licitante ejecutara las obras sin sujetarse a las especificaciones técnicas, planos, diseños y demás documentos que consta de su propuesta; así como de los que se incluya en el contrato respectivo;
- d) Si el contratista rehusara continuar con el trabajo o cualquiera de sus partes. En este caso, la entidad licitante podrá tomar el control de los trabajos y proseguirlos hasta su terminación, ya sea controlándolos tomándolos directamente a su cargo o contratándolos con terceros. Así mismo, podrá tomar posesión de aquellos materiales y equipos que se encuentren en el terreno, previa valoración de los mismos para su pago posterior
- e) Per quiebra del contratista
4. En el caso de que el contrato fuera rescindido, la entidad licitante pagará al contratista las sumas correspondientes a los trabajos efectuados, previa valoración de los mismos.
  5. Si el Estado procediera a rescindir el contrato, el contratista pagará las multas, indemnizaciones, daños y/o perjuicios que se indiquen en el contrato.
  6. Si a juicio del Estado, el incumplimiento por parte del contratista de sus obligaciones legales, técnicas o otras estipuladas no revistieran gravedad suficiente para la rescisión del contrato, el posterior pagará las multas, daños y/o perjuicios que se estipulen en el contrato y continuará ejecutando el trabajo hasta que sea completado y aceptado.
  7. Para los efectos de fuerza mayor y caso fortuito, se tendrán como tales, en principio, los siguientes: epidemias, terremotos, aluviones, huacos, in

condios, actos de sabotaje no provocados por el -  
contratista o su personal dependiente, huelgas -  
que afecten directamente al contratista, conmocio-  
nes bélicas, etc., que escapen al control del con-  
tratista. En los casos de fuerza mayor debidamen-  
te comprobados, el Estado podrá autorizar la para-  
lización de las obras mediante carta notarial.

8. Si el contratista fuese judicialmente declarado -  
en quiebra, cayera en la insolvencia, o transigie-  
ra con sus acreedores o celebrara convenio judi-  
cial o extrajudicial de liquidación u otros que -  
autorice el Código de Comercio o se dictase orden  
de embargo en su contra; o siendo una corporación  
comenzara a ser liquidada para fines de una fusión  
transformación o reorganización, o fuera interve-  
nido en beneficio de sus acreedores o en cualquier  
forma que hiciera patente su falta de solvencia,  
el Estado quedará en libertad para:
- a) Rescindir el contrato de inmediato, mediante -  
previo aviso por escrito al contratista;
  - b) Si el Estado le estima procedente, podrá dar -  
opción a que el liquidador del contratista, su  
interventor, junta de acreedores o cualquier o-  
tra persona prevenida de título legal pertinen-  
te, continúe en el contrato de que trata, pre-  
vio otorgamiento o de una garantía que a jui-  
cio del Estado, sea suficiente para respaldar  
al buen cumplimiento del mismo, estableciéndo-  
se su monto oportunamente.
9. En los casos de mora para la terminación de las o-  
bras, en los que el Estado no haya hecho uso de -  
su derecho para rescindir el contrato conforme a

lo estipulado, el contratista está obligado al pago de multas por retraso en la ejecución de las obras, a razón por uno por mil del valor de la etapa en ejecución afectada por la demora, por cada día hábil de atraso en la entrega y hasta por un máximo de ciento veinte días.

10. La buena pro otorgada al contratista seleccionado es intransferible. El ganador de la buena pro no podrá ceder o transferir la buena pro o el contrato según el caso sus beneficios u obligaciones, en todo o en parte, a ninguna persona.
11. El contratista no podrá tampoco, sin el consentimiento escrito y aprobación del Estado, efectuar ningún sub-contrato para el suministro de alguno de los componentes de la obra. Sin embargo la restricción contenida en el artículo no será aplicable a sub-contratos efectuados para la provisión de equipos o para la ejecución de cualquier parte de las obras, cuyos fabricantes o constructores figuren en la propuesta y estén mencionados en el contrato. El consentimiento de estos contratos no exime al postor de sus obligaciones estipuladas en el contrato.
12. Para los efectos de la rescisión del contrato, serán también de aplicación las disposiciones pertinentes del D.S. N° 249-H del 23 de Octubre de 1967

#### 4.2.15 Patentes y Marcas Registradas

El contratista será el único responsable de las consecuencias que pudieran derivarse del mal uso de patentes, marcas registradas, derecho de propiedad intelectual y/o científica del equipo o cualquiera de sus partes.

#### **4.2.16 Permisos**

1. El contratista será responsable de obtener, a sus expensas, de las autoridades peruanas que correspondan, todos los permisos, aprobaciones y autorizaciones necesarias para realizar todas las etapas del trabajo.
2. Será de cargo del contratista cualquier gasto que se origine por no haberse obtenido alguno de los permisos, autorizaciones o aprobaciones indicadas en 4.2.17

#### **4.2.17 Publicaciones**

Con anterioridad a la publicación de artículos, folletos, avisos y cualquiera otra información relativa al trabajo realizado o por realizar por el contratista, sub-contratista empleado o consultor de cualquiera de ellos, el contratista deberá obtener aprobación del Estado, tanto de su contenido como del momento en que se desee efectuar la publicación.

#### **4.2.18 Placas de Características**

Las placas de características de los equipos deberán estar todas en idioma castellano, como también cualquier información escrita que se incorpore en ellos.

#### **4.2.19 Solución de Controversias**

1. Cualquier dificultad derivada de la interpretación del contrato sea en cuanto a suministros o trabajos, entre el contratista y el Estado que no pudiera resolverse por mutuo acuerdo, será motivo de un proceso de dirimencia que se tramitará ante el Consejo Superior de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas. Agotada la vía administrativa, en caso de subsistir la controversia, si



las partes estimaran conveniente a sus intereses, tienen expedito derecho para recurrir ante los -  
Tribunales de Justicia Ordinarios del Perú.

2. El contratista no pedrá demorar el trabajo debido a algún proceso administrativo o judicial pendiente, excepto con autorización escrita de la entidad licitante y en este caso, sólo por la parte -  
materia de la controversia.
3. Para los efectos de los procesos judiciales que -  
pudieran suscitarse, el Estado y el contratista -  
dejarán expresamente establecido en el contrato -  
que las partes se someten a la jurisdicción de los jueces de la ciudad de Lima, ciudad en la que el contratista establecerá su sucursal, conforme a -  
estas bases, renunciando desde ya al fuero de sus domicilios y a toda reclamación diplomática.

#### 4.2.20 Impuestos, Gastos Judiciales y Notariales

1. Todos los impuestos que deben pagarse con motivo del incumplimiento del contrato, cualquiera que fuese su naturaleza, serán de cargo exclusivo del contratista.
2. El contratista deberá pagar todos los gastos, derechos e impuestos (si los hubiera), derivados de la celebración y ejecución del contrato, incluyendo un testimonio para la entidad licitante. Además abonará todos los gastos extra-judiciales y judiciales (incluyendo costos personales) en que se incurra con motivo de la ejecución de dicho contrato.

## CONCLUSIONES

- 1.- Gracias a la tecnología moderna es posible instalar un sistema de comunicaciones eficiente, confiable y de alta calidad en la Zona afectada por el Sismo, región de constante peligro como consecuencia de su geografía; - porque la técnica del estado sólido permite instalar - estaciones inatendidas en lugares con mínimas posibilidades de destrucción por las catástrofes.
- 2.- El sistema de comunicaciones que conectará la Zona afectada con el resto del país y con el extranjero, será un medio eficaz para lograr la pronta rehabilitación y desarrollo de esa Zona.
- 3.- Es posible hacer uso del enlace de microondas en discusión, de llevar un programa de televisión educativa y - de entretenimiento que ayude a elevar el nivel cultural o social de los pobladores de la región.  
  
Esta posibilidad está siendo estudiada y comparada por la DGC, desde el punto de vista técnico-económico con otros sistemas de comunicación masiva que pueden dar - resultados similares.
- 4.- Este Sistema también permitirá por su alta confiabilidad en casos de futuros desastres, coordinar y realizar en forma sistemática y precisa una acción de socorro y emergencia mediata evitando demoras y aislamientos que agravan la situación de desastre.

## B I B L I O G R A F I A

- Libro del CCIR, Vol. IV- publicado por Unión Internacional de Telecomunicaciones.- Ginebra, 1967.
- "Plannings and Engineering of Radio Relay Links" por Helmut Brodhage y Wilhem Hormuth - 7ª edición.- Siemens Aktiengesellschaft, Berlín 1968.
- "Cycle d'Etude sur les faisceaux hertziens" - UIT - Tokyo 4/16 Sept., 1968.
- Catálogo 25, publicado por Andrew Corporation.- U.S.A. 1967
- "Normas y recomendaciones para la red interamericana de Telecomunicaciones".- Banco Interamericano de Desarrollo - Enero de 1969.
- "Desvanecimiento por efecto de trayectos múltiples".- Len - kurt Electric - Año XIII, N° 42 - 1968.
- "CNTP - Network Expansion - Proposal I - Multiplex, Radio - and Associated Equipment and Services" - G.E.C.- A.E.I Telecommunications Limited.- England, March, 1968.
- "Enlace Hertziano".- Thomson CSF
- "Equipo de microondas de 2 GHz de 120 canales modelo HU4014" OKI Electric - Tokyo, Marzo 1970.
- "Sistema multiplex de onda portadora de 120, 300 y 960 canales" - OKI Electric, Tokyo - Enero 1970
- "Equipo de microondas de 7 GHz de 300 canales modelo HS4014/ HS 4016".- OKI Electric - Tokyo, Marzo 1970
- "Equipo de Radioenlace por Microondas para un sistema de larga distancia México-Estados Unidos de N.A." - Traducción del "4 GHz - Wertverkerhe-Richtfunknetz Mexiko-Nordamerica" - de H. Carl y G. Lupke - SEL
- "CD-2 Supervisory control and alarm reporting system" - Northern Electric Co. Montreal - Oct. 1968
- "MA-5 Multiplex Equipment" - Northern Electric Co.- Montreal Enero de 1968.
- "RA-2B Radio Relay Equipment"- Northern Electric Co. Montreal Septo. 1968

...//...

- "Microwave Communication".- S. Yonezawa y N. Tanaka - Maruzen Co. Tokyo 1963
- "Engineering Consideration for Microwave Communications Systems".- Lenkurt Electric Co.- USA.- Junio 1970
- Plan Nacional de Telecomunicaciones
- Bases de Licitación para la Red Troncal de Microondas - convocada por ENTEL.

- o -