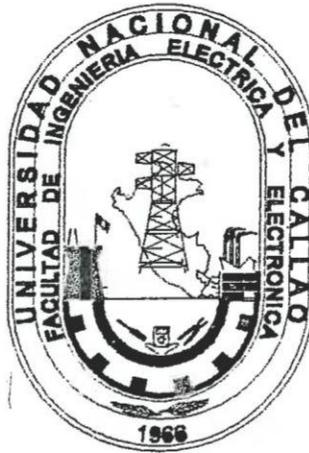


T/621.3/A92

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA**



**“RED DE COMUNICACIÓN CON FIBRA ÓPTICA
UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE
ALTA TENSIÓN”**

TESIS

Para optar el título Profesional de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Santiago Avila Vejarano

Lima – Perú

2004

INDICE

Lista de cuadros

Lista de símbolos

Introducción

CAPITULO 1 ASPECTOS IMPORTANTES

Pág.

- 1.1. Planteamiento del Problema de Investigación.
 - 1.1.1. Importancia de las Telecomunicaciones. 1
 - 1.1.2. Panorama de las Telecomunicaciones en el Perú. 2
 - 1.1.3. Antecedentes de las telecomunicaciones 3
 - 1.1.4. Situación Económica. 4
 - 1.1.5. Proyección de la Demanda Telefónica 6
 - 1.1.6. Estimación de la Demanda de otros Servicios 6
- 1.2. Objetivos y Alcance de la Investigación
 - 1.2.1. Objetivo de la Investigación 7
 - 1.2.2. Alcances de la Investigación 8
- 1.3. Importancia Social del Proyecto 8
- 1.4. Justificación del Proyecto.
 - 1.4.1. Beneficiará a un gran Número de Usuarios 9
 - 1.4.2. Permitir Transportar Información a Zonas Alejadas 9

CAPITULO 2 MARCO TEORICO.

- 2.1. Estudio de la Sensibilidad de los Cables de Fibra Óptica 10
- 2.2. Estudio de la Performance de los Cables de Fibra Óptica 21

2.3.	Medios de Transmisión de las Telecomunicaciones en el País	23
2.4.	Estimación de la Demanda de otros Servicios de Telecomunicaciones	23

CAPITULO 3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

3.1	Alternativas de Instalación de Cables de Fibra Óptica	28
3.2	Alternativa de Fibra Óptica	32
3.3	Alternativa de Microondas	42

CAPITULO 4 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

4.1.	Área de Operación	56
4.2.	Montaje de Cable Óptico	56
4.3.	Cantidad y Tipo de Fibra Óptica	57
4.4.	Tipo de Servicio a Prestar	57
4.5.	Configuración de la Red	57
4.6.	Confiabilidad de los Servicios	58

CAPITULO 5 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN Y DE LOS INGRESOS

5.1.	Costo Total de la Inversión	59
5.2.	Componentes del Costo de Inversión	60
5.3.	Comparación de Costos con una Red de Fibra Óptica	63
5.4.	Red de Respaldo de Microondas	65

5.5.	Estimación de Ingresos	65
------	------------------------	----

CAPITULO 6 EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA

6.1.	Objetivo	74
6.2.	Evaluación Económica	74
6.3.	Evaluación Financiera	76
6.4.	Análisis de Sensibilidad	79

CAPITULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.	Conclusiones	94
7.2.	Recomendaciones	95

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

LÁMINAS

ANEXOS

- A) Estimación de Costos
- B) Precios Unitarios de Instalación de Fibra Óptica
- C) Tarifas Telefónicas Vigentes
- D) Características de un Cable de Fibra Óptica Monomodo con
Dispersión Desplazada No Nula

LISTA DE CUADROS

		Pág.
CAPITULO 2		
Cuadro N° 2.4.1	Telefónica Celular	27
Cuadro N° 2.4.2	Número de Abonados a TV. - Cable Lima Metropolitana	27
Cuadro N° 2.4.2.A.	Distribución de Empresas Concesionarias de TV.-Cable en el Área de Influencia de REP	27
CAPITULO 3		
Cuadro N° 3.1.	Costos comparativos de Instalación de Cables de Fibra Óptica	49
Cuadro N° 3.2.	Comparación de Características Mecánicas entre el Cable de Guarda de REP y Cables del Tipo OPGW	49
Cuadro N° 3.3.A.	Datos Técnicos de Diseño Preliminar de Microondas SDH Enlaces Tróncales	50
Cuadro N° 3.3.B.	Datos Técnicos de Diseño Preliminar red de Microondas Enlaces de Derivación	51
Cuadro N° 3.4.	Resumen General de Costos Red Microondas SDH (1+1)	52
Cuadro N° 3.5.	Costos Incrementales por Ampliación de la Red de Microondas SDH (2+1)	53
Cuadro N° 3.6.	Costos Anuales de Mantenimiento para la Red de Microondas SDH de REP	54
Cuadro N° 3.7	Canon por Uso del Espectro Radioeléctrico	55

CAPITULO 5

Cuadro N° 5.1A	Resumen de Costos de Inversión (Dos Etapas)	69
Cuadro N° 5.1B.	Resumen de Costos de Inversión (Tres Etapas)	70
Cuadro N° 5.2.	Comparación de Costos de la Red en proyecto Con una Red Subterránea	71
Cuadro N° 5.3A.	Ingresos para Diferentes PBI a partir del 2005 Instalaciones en Dos Etapas	72
Cuadro N° 5.3B.	Ingresos para Diferentes PBI a partir del 2005 Instalaciones en Tres Etapas	73

CAPITULO 6

Cuadro N° 6.1	Costo de Inversión (Dos Etapas)	82
Cuadro N° 6.2	Flujo Económico	83
Cuadro N° 6.3	Flujo de Compromiso del Préstamo	84
Cuadro N° 6.4	Estado de Pérdidas y Ganancias	85
Cuadro N° 6.5	Flujo Financiero	86
Cuadro N° 6.6	Análisis de Sensibilidad PBI 5%	87
Cuadro N° 6.7.	Análisis de Sensibilidad Inversión	87
Cuadro N° 6.8	Análisis de Sensibilidad Tarifas	87
Cuadro N° 6.9	Análisis de Sensibilidad Participación en el Mercado	88
Cuadro N° 6.10	Análisis de Sensibilidad PBI 4.5% Tasa de Descuento	88
Cuadro N° 6.11	Análisis de Sensibilidad PBI 4.0% Tasa de Descuento	89
Cuadro N° 6.12	Análisis de Sensibilidad PBI 3.0% Tasa de Descuento	89
Cuadro N° 6.13	Costo de Inversión (Tres Etapas)	90

Cuadro N° 6.14	Análisis de Sensibilidad Tres Etapas PBI 5%	91
Cuadro N° 6.15	Análisis de Sensibilidad Tres Etapas PBI 4.5%	91
Cuadro N° 6.16	Análisis de Sensibilidad Tres Etapas PBI 4.0%	92
Cuadro N° 6.17	Análisis de Sensibilidad Tres Etapas PBI 3.0%	92
Cuadro N° 6.18	Análisis de Sensibilidad Una Sola Etapa Sin Arequipa PBI 5% Tasa de Descuento	93
Cuadro N° 6.19	Análisis de Sensibilidad Una Sola Etapa Sin Arequipa PBI 4.5% Tasa de Descuento	93

LISTA DE SÍMBOLOS

Km.	=	Kilómetros
m.	=	Metros
cm.	=	Centímetros
mm.	=	Milímetros
λ .	=	Longitud de Onda
Gpa.	=	Gigapascal
SDH.	=	Jerarquía digital síncrona (synchronous digital hierarchy)
WDM.	=	Multiplexación por división de longitud de onda (wavelength división multiplexing)
nm.	=	Nanómetros
λ_{cc} .	=	Longitud de onda de corte del cable
λ_c .	=	Longitud de corte de la fibra
λ_{cj} .	=	Longitud de corte del cable de conexión
OPGW	=	Optical Ground Wire
UIT	=	Unión Internacional de Telecomunicaciones
REP	=	Red de Energía del Perú
TdP	=	Telefónica del Perú
MTC	=	Ministerio de Transportes y Comunicaciones



INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las normas que regulan las actividades en el sector de las telecomunicaciones públicas, desde el año 1999, se permitió la libre concurrencia en la oferta de servicios de telecomunicaciones, para los cuales diversos operadores, sin precisar sus alcances, han ingresado a este mercado altamente competitivo.

[La empresa encargadas de la transmisión de energía eléctrica REP cuenta con líneas de transmisión en 220 kv, las cuales pueden proporcionar una alternativa para la instalación de cables de fibra óptica, con el propósito de materializar canales de comunicación, orientados al servicio publico de telecomunicaciones.

El objetivo del presente proyecto es el de analizar la ventaja comparativa de utilizar la infraestructura de las líneas de transmisión, para la instalación de los canales de telecomunicaciones, incluyendo las áreas de negocios que pudiera interesar a la empresa de transmisión eléctrica y la forma de participación en este mercado.]

CAPITULO 1

ASPECTOS IMPORTANTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. IMPORTANCIA DE LAS TELECOMUNICACIONES

Las telecomunicaciones cumplen un papel muy importante en el proceso de desarrollo de un país.

La posibilidad de que los evidentes signos de progreso que viene mostrando la economía peruana se consoliden en el futuro dependerá en gran parte de que el país pueda no solo ampliar la cantidad de activos de infraestructura económica, sino que también se produzca una clara mejoría de la calidad de los mismos.

Uno de los factores más importantes para explicar la capacidad de sustentar un proceso de crecimiento económico, diversificar su aparato productivo y elevar la productividad, así como de combatir con eficiencia a la pobreza, es la suficiencia y calidad de la infraestructura dentro de un estrecho correlativo con las demandas reales de la población. Según el Banco Mundial en su reporte del primer bimestre del año 2003, el aumento de la capacidad de infraestructura y el crecimiento del producto económico van a la par. Un aumento de 1 por ciento en el stock de infraestructura de un país va asociado a un crecimiento del PBI de 1 por ciento según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el

Ministerio de Economía y Finanzas. Entre los diversos componentes de la infraestructura económica de una nación, las Telecomunicaciones tienen una trascendencia especial en un contexto en el cual la economía mundial se sustenta cada vez con mas fuerza en la capacidad de establecer un flujo de información que garantice el funcionamiento de mercados eficientes e integrados. Diversos estudios demuestran que existe una asociación directa entre el grado de desarrollo económico y la evaluación y utilización de las Telecomunicaciones de un país.

La información se a convertido en un factor de producción tan importante como en capital o el trabajo, y su relevancia tenderá a profundizarse en el futuro. Las Telecomunicaciones facilitan el acceso al mercado, mejoran los servicios a los clientes, reducen los costos e incrementan la productividad. Por ello, son hoy en día parte integral de los servicios financieros, de los mercados de productos, de los medios de comunicación, del comercio, del transporte, del turismo y de prácticamente toda actividad económica. De otro modo, la inversión en este sector es crecientemente considerada como estrategia para mantener y desarrollar las ventajas competitivas a nivel empresarial, nacional e internacional.

1.1.2. PANORAMA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL PERÚ

Los servicios de las Telecomunicaciones públicas están normadas por el D.S N° 013-93 TCC del 6 de mayo de 1993, que tuvieron un

enfoque orientado a la privatización del sector con un período de concurrencia limitada, que otorgaba exclusividad en los servicios de telefonía local, portador larga distancia nacional e internacional, a la empresa TELEFÓNICA DEL PERÚ. A manera de describir el panorama del desenvolvimiento del sector, se hacia notar que la situación antes del D.S. ya señalado, era tal que predominaba la presencia del estado en el sector. La nueva legislación tenía el propósito de promover la competitividad, la mejora de los servicios y la modernización de los sistemas de las telecomunicaciones. Los organismos reguladores de este servicio son el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Y el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL).

El desenvolvimiento de las telecomunicaciones en el Perú se encaminan actualmente en un mercado altamente competitivo.

1.1.3. ANTECEDENTES DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL PAIS

Con el transcurrir de los años y los avances de la tecnología ha permitido que en el ámbito de las telecomunicaciones nuestro país de un paso muy remarcado. Si hablamos un poco de la telefonía sin ir muy atrás hace 12 años un usuario que quería contar con el servicio de telefonía el tiempo que se tardaba en darse este servicio era de 1 a 3 años aproximadamente y que hablar de otros servicios ni se conocía, el servicio móvil en aquel entonces recién llegaba a nuestro país con un costo demasiado elevado y que sólo la gente adinerada podía contar con ello. A mediados de la era de

los noventa, habiéndose dado ya la privatización de la Telefonía en el Perú, es que se empieza a vivir una etapa muy acelerada en lo que es telecomunicaciones, tanto en telefonía fija como en telefonía móvil pero todavía a un costo un poco elevado, pasan los años y empiezan otras empresas a incursionar en el mercado de las telecomunicaciones móviles trayendo como consecuencia el abaratamiento en los costos, en equipos como en las tarifas de los mismos.

De la misma manera se empieza a contar con otros servicios tales como tele cable e Internet aumentando la cantidad de usuarios de una manera muy acelerada en los últimos años.

1.1.4. SITUACIÓN ECONÓMICA

Con el objeto de proyectar la demanda de los servicios de telecomunicaciones, se ha evaluado la actual situación económica de la economía y su evolución hasta el año 2005, período durante el cual la economía crecerá a un ritmo de 3.5% anual de su PBI según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) en su reporte anual del 2002.

Dadas las condiciones actuales, se ha supuesto un crecimiento similar del PBI para los siguientes años. La estimación a largo plazo, tiene siempre un grado de incertidumbre y debe ser considerada tomando en cuenta las posibilidades de crecimiento futuro del país, así como la situación actual de su economía.

En el caso específico del Perú, se tiene que existen acuerdos comprometidos con Organismos Internacionales, para un crecimiento mínimo del 3.5% anual según el Ministerio de Economía y Finanzas en su reporte del primer bimestre del año 2003.

Las perspectivas económicas del país, con el desarrollo de importantes proyectos comprometidos en el sector minero, así como la ejecución del proyecto de Gas de Camisea, aseguran un crecimiento sostenido para los próximos años.

Dada la situación actual de desarrollo relativo del país, será de prioridad para cualquier gobierno, orientar su política a una tasa de crecimiento no menor al 5% con lo que se asegurará que el año 2021, nuestra economía sea de un país relativamente en desarrollo.

Las posibilidades de crecimiento del país, así como la urgencia de su desarrollo, hace prever que es posible y necesario un crecimiento mayor al 5% en los próximos años según el Ministerio de Economía y Finanzas , habiéndose tomado únicamente este último valor, en razón a mantener una cifra conservadora y que tome en cuenta los posibles fenómenos climáticos transitorios u otros fenómenos naturales que retraigan ese crecimiento para propósito de análisis, se ha considerado una sensibilidad para el crecimiento del PBI, asumiendo que se alcanzarán valores menores al 5% planeado. Según el MEF

1.1.5. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA TELEFÓNICA

Utilizando el método recomendado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), basado en el PBI de cada Nación, así como de la población, se ha proyectado la demanda de los servicios de telefonía básica. El método predice la densidad telefónica (número de teléfonos por cada 100 habitantes) y, por tanto, el número de líneas totales para cada año. Para el caso del Perú, se predice que para el año 2005 se contará con una densidad de 13.00 líneas para cada 100 habitantes, en un escenario medio y 12.00 líneas para el escenario bajo según Telefónica del Perú

1.1.6. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE OTROS SERVICIOS

El dimensionamiento del mercado de Telecomunicaciones ha considerado a otros servicios, tales como el de Telefonía Móvil, TV Cable, la Transmisión de Datos y servicio de INTERNET.

Es notoria la demanda del servicio Telefónico Móvil , el cual supera en nuestro medio, al de otros países de similares características.

La gran penetración de la Televisión por Cable, se ha estimado comparando la situación socio-económica de la población del Perú con otros países, incluyendo la proyección del crecimiento de la población y del PBI que se estima para el Perú al final del periodo del estudio. La metodología se sustenta en que la penetración de este servicio esta directamente relacionado con la situación socio-

económica de la población. Al final del periodo del estudio (2021). Se estima que 3'232,425 hogares tendrán conexión al servicio de Televisión por Cable. Fuente Telefónica del Perú en su reporte anual del 2002.

Únicamente en el servicio de INTERNET se tenía en el mes de Junio del 2001, 162,950 usuarios. Fuente: Telefónica del Perú en su reporte del año 2001.

Para la transmisión de datos se ha proyectado su crecimiento únicamente hasta el año 2005 en razón a la aparición de nuevas tecnologías que se darán en el futuro en este servicio. Las redes de transmisión de datos empiezan recién a expandirse y, en el futuro, podrán llegar a aportar importantes ingresos.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

- a) Encontrar un medio confiable y seguro para las comunicaciones y la transmisión de datos y otros tipos de servicios que se quiera prestar.
- b) Que este medio sea orientado básicamente al servicio público tanto de las zonas urbanas como zonas rurales y que este medio permita, que la comunicación y los avances en la educación se de en dichas ciudades aplicando los avances de la tecnología actual.

1.2.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACION

Realizar una investigación para determinar la importancia de cambiar los cables de guarda existentes por cables de fibra óptica que cuenten con las mismas características mecánicas y que no solo sirvan como medio de protección de las líneas de transmisión, sino que también sirvan como medio de transporte para las telecomunicaciones y otros tipos de servicios como: Tele Cable, Transmisión de Datos e Internet.

1.3. IMPORTANCIA SOCIAL DEL PROYECTO

Este proyecto va a permitir cubrir la gran demanda de la telefonía y demás servicios que se quiera portar a dichas ciudades carentes de estos servicios contribuyendo a que la población cuente con medios de comunicación nacional e internacional. En el ámbito de la educación va a permitir que los educandos tengan acceso a información de diferentes países y así logren un mayor desarrollo cultural. En lo comercial va a permitir a los ciudadanos hacer transacciones comerciales y obtener productos o servicios a nivel nacional e internacional además va a contribuir en el desarrollo social de dicha población, se estima que este proyecto abarcará un 75% de nuestro territorio nacional dado que este porcentaje de territorio es el que está abarcado por las líneas de transmisión de alta tensión en 220kv.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. BENEFICIARÁ A UN GRAN NÚMERO DE USUARIOS

Con la ejecución de éste proyecto se logrará que los usuarios de los diferentes servicios aumente y que a la vez éstos servicios sean 100% eficientes y económicamente accesibles. Permitirá estar al día con los avances de tecnología, el intercambio de información a nivel nacional e internacional.

1.4.2. PERMITIRÁ TRANSPORTAR INFORMACIÓN A ZONAS ALEJADAS

Con la ejecución de este proyecto los habitantes de las provincias y distritos de los departamentos alejados que se incluyen en este proyecto y que en la actualidad le es difícil contar con servicio tanto de telefonía como de otros servicios que se podrán transportar a través de éste proyecto podrán acceder y contar de una manera rápida y eficiente y con costos lo suficientemente accesibles, todos estos servicios .

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1. ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD DE LAS CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Para hablar sobre la sensibilidad y la performance de los cables de fibra óptica primero vamos a ver su composición, su estructura y diseño de la fibra óptica.

2.1.1. COMPOSICIÓN DE LOS CABLES AÉREOS DE FIBRA ÓPTICA OPTICAL GROUND WIRE (OPGW)

Las compañías eléctricas están progresando con la aplicación de la fibra óptica aérea como cable de guarda para sus sistemas de potencia como un medio eficiente y confiable para la transmisión de datos libre de interferencias electromagnéticas. Sin embargo el volumen de datos de transmisión es esperado en los próximos años.

2.1.2. CONFIGURACIÓN

El cable con Fibra Óptica Incorporada (Optical Ground Wire) es requerido porque soporta la presión del calor causado por la corriente electromagnética inducida por energías adyacentes.

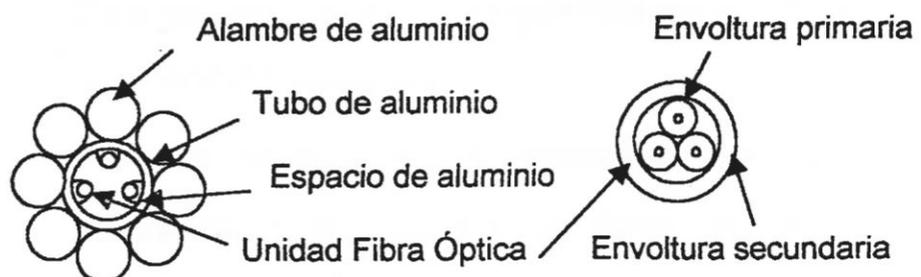


fig.1. Sección Típica convencional de un OPGW

En la fig.1. se muestra la construcción típica de un cable con Fibra Óptica Incorporada (OPGW) en cuyas hendiduras están los cables de aluminio que van a servir para proteger a la fibra, de presiones mecánicas exteriores, cada fibra esta envuelta con resina de flúor, esta cubierta es para mejorar el calentamiento de la resistencia, mientras este tipo de OPGW tiene una demostración de prueba.

Sólo se puede ajustar relativamente a pequeñas fibras teniendo cuidado con el OPGW en el cruce seccional en una área de 60 a 80 mm² desde que es posible el incremento de la hendidura debido a las restricciones estructurales.

Se necesita una técnica apropiada para ajustar al centro más fibras por cable mientras mantengamos un diámetro constante.

Al obtener este acierto se logrará que en la construcción del cable se logre:

- Juntar o acomodar más de 18 fibras al centro de un OPGW con pequeñas cruces seccionales en áreas de 60 a 80 mm².
- Para dar fuerza mecánica equivalente a este OPGW Convencional.
- Para dar calentamiento a la resistencia que es equivalente a el OPGW Convencional
- Para la facilidad de la eliminación de cubiertas secundarias o la separación de fibras para hacer un empalme rápido

Fuente: Y. KITAYAMA, Y. KIMURA, A. ONA, Y. MASUDA "Development of High Performance Composite Fiber-Optic Ground Wire", conference of the Electronics and Communication Engineers of Japan 2135, 1986.

Para llevar a cabo este objetivo hemos desarrollado un nuevo OPGW multicentro de fibra con cubierta como describimos a continuación.

2.1.3. CONSTRUCCIÓN DEL CABLE CON FIBRA ÓPTICA INCORPORADA (OPGW) MULTICENTRO CON FIBRA CUBIERTA DE CINTA

La fig. 2. Muestra la construcción del OPGW multicentro de fibra cubierta con cinta en vez de la tradicional expulsión de polímeros de fluorocarbónico el OPGW utiliza delgadas cintas resistentes al calentamiento por cubiertas de fibras secundarias, esto nos permite transportar una fibra mas delgada. También la cubierta secundaria comprimida de cintas delgadas lo cual va ha permitir realizar un mejor empalme con una mayor eficiencia.

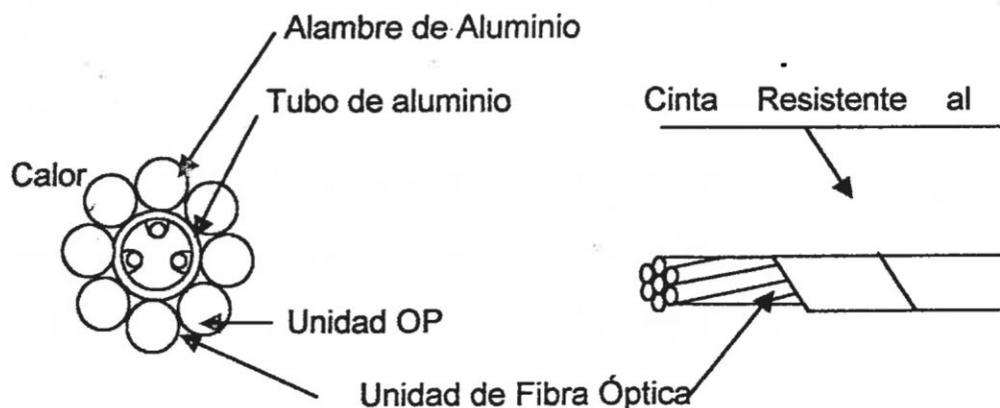


Fig. 2. Construcción del Nuevo OPGW

Tabla N°. 1. Comparación de cubierta secundaria de un OPGW

Ítem	OPGW Convencional	Nuevo OPGW
Método cubierta	Extrucción	Envoltura
Material cubierta	Polímero de fluorocarbónico	Polímero
Espesor (mm)	0.15	0.0125
Temperatura transitoria permitida	300°C (m.p.~305° C)	400°C

El OPGW convencional soporta una temperatura instantánea 300 °C que es limitado por el punto de derretimiento del polímero de fluorocarbónico de la cubierta secundaria.

El nuevo OPGW cuenta con Fibras cubiertas de Cinta las cuales va a soportar una temperatura instantánea en la capa secundaria de 400°C, contribuyendo a una drástica mejoría sobre todo en la resistencia de calentamiento del sistema del OPGW.

Para llevar a cabo la construcción de la fibra cubierta de cinta se requiere de una sofisticada técnica de envolvimiento de la cinta para asegurar un envolvimiento estable y tener una delgada fibra óptica de 1.2 mm. De diámetro sobre un largo tramo a una baja tensión de cinta.

Tabla N°. 2. Características del Cable OPGW

fibra óptica	núcleo/revestimiento dia. (mm)		~9/125 (fibra sillica: tipo SM)
	protección/cubierta secundaria dia (mm)		(goma silicona)/tipo polímero 0.4/1.25
unidad OP	número de fibra		6x3
	Construcción		revestimiento de aluminio ranura espaciada sobre dia. 5mmφ
alambre tierra	Alambre	material sobre dia.(mm)	aluminio-cable de acero revestido 3.2
	número de alambre global dia (mm)		8 11.4
	peso (kg/km)		454
fuerza mínima de rotura			7,560
modulo de elasticidad (kg/mm ²)			15,200
Coeficiente térmico (x10 ⁻⁶ /°C)			12.9
Resistencia DC (20°C) (Ω/km)			1.19

En la **tabla N° 2**. Se muestra las características de un prototipo de cable de fibra óptica incorporada (OPTICAL GROUND WIRE). Conteniendo 18 fibras ópticas centrales como máximo.

Fuente: S. KUBOTA, H. KAWAHIRA, T. NAKAJIMA, I. MATSUBARA, Y. SAITO, Y. KITAYAMA . "Field Trial of Composite Fiber-Optic Overhead Ground Wire". Proc. Of 32nd I.W.C.S., 1983

2.1.4. CARACTERÍSTICAS

2.1.4.1. FIBRAS CUBIERTAS DE CINTA

▪ Pérdida de Transmisión Vs Temperatura

Una unidad OP (Posición Central del Optical Ground Wire), consta de fibras ópticas, hendiduras de aluminio, y un tubo de aluminio con una longitud de 250m fue situada en una cámara termostática con los

extremos de la fibra dobladas hacia el centro de la unidad del OP. Los cambios en la pérdida de transmisión son medidos dentro de los rangos de temperatura de 20 a 150 °C.

En la **fig. 3**. Se muestra el resultado del desarrollo continuo de la medición con un LED ligero, con una larga onda de 1.3 μm . Las pérdidas en la medida de la transmisión son muy pequeñas, 0.1 dB/Km o menos sobre un rango de temperatura de 20 a 150°C.

Fuente: S. KUBOTA, H. KAWAHIRA, T. NAKAJIMA, I. MATSUBARA, Y. SAITO, Y. KITAYAMA . "Field Trial of Composite Fiber-Optic Overhead Ground Wire". Proc. Of 32nd I.W.C.S., 1983.

▪ Resistencia de Calentamiento

Debido a la inducción electromagnética de líneas adyacentes de energía, el OPGW podría ser sugerido para cables de alta temperatura. Para revisar la resistencia de calentamiento del OPGW una unidad de fibra envuelta en cinta se coloca en un horno a una temperatura de 150 °C y se retira periódicamente para medir los cambios en la pérdida de la transmisión a 1.3 μm y 1.55 μm utilizando el método de corte.

En la **fig. 4**. Se muestra el resultado de la medición hecha sobre una duración de 400 horas



Las pérdidas para $1.3\mu\text{m}$ y $1.55\mu\text{m}$ son ambos menores a 0.05 dB/km que están dentro de los límites permitidos, después de muchos ciclos de temperatura hay una micro inclinación resultado de la contracción termal de la cubierta secundaria, la contracción termal de cintas saturadas de polímero son medidas después de pocas horas del calentamiento y el radio de contracción es tan pequeño como aproximadamente 0.1 por ciento que es menor que 1 décimo de resina de polímero de policarbonató.

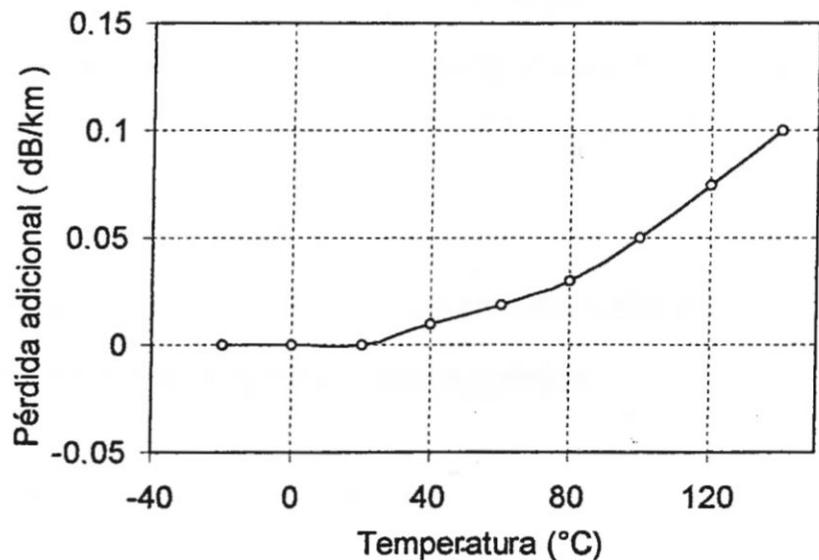


Fig. 3. Pérdida adicional Vs. Temperatura

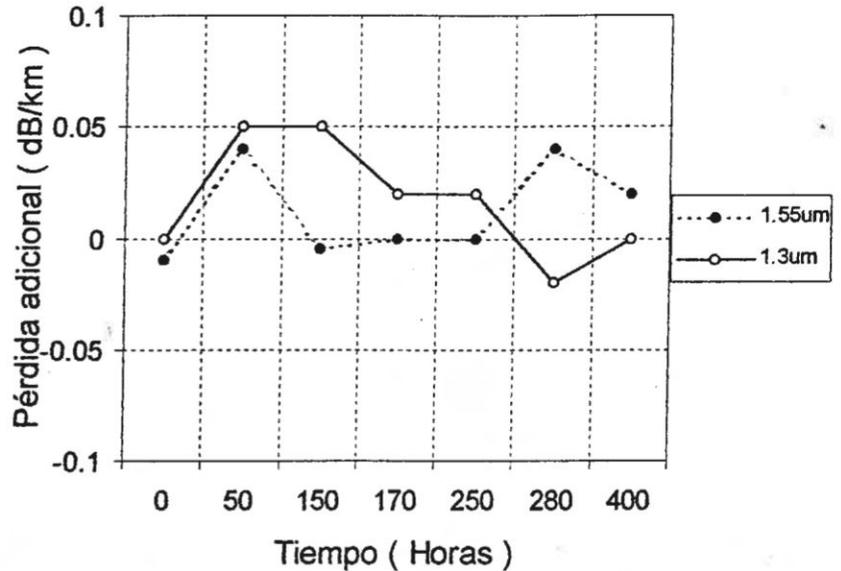


Fig. 4. Pérdida adicional Vs Tiempo

Para las figuras 3 y 4, Fuente: S. KUBOTA, H. KAWAHIRA, T. NAKAJIMA, I. MATSUBARA, Y. SAITO, Y. KITAYAMA . "Field Trial of Composite Fiber-Optic Overhead Ground Wire". Proc. Of 32nd I.W.C.S., 1983.

2.1.4.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CABLE CON FIBRA ÓPTICA INCORPORADA (OPGW)

- **Fuerza anti - compresión**

El OPGW está sujeto a ponerse a compresión cuando pase por las poleas de metal durante la instalación o cuando se bornea o al venir subiendo en él. Para soportar esta tensión la unidad de OP debe tener una lata fuerza de anti -compresión, la fig.5. Muestra la fuerza anti-compresión del prototipo de la unidad OP y el OPGW. La Tabla N° 3. Es una comparación de la

medida y requerimientos de la fuerza anti-compresión del OPGW, esta tabla indica que el prototipo OPGW tiene una excelente intensidad de rompimiento.

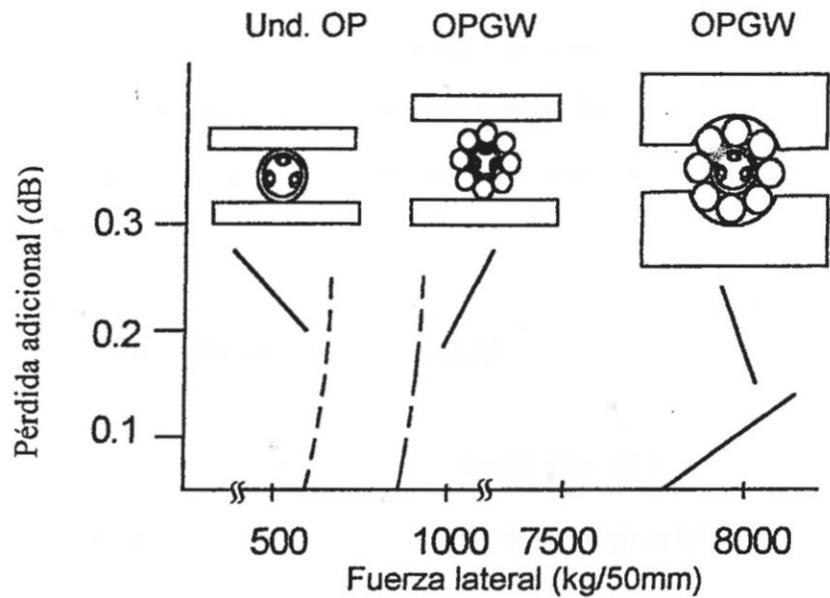


Fig. 5. Propiedad de Compresión

Fuente: Y. KITAYAMA, Y. KIMURA, A. ONA, Y. MASUDA, "Development of high-performance composite fiber-Optic Ground Wire", conference of the Electronics and Communication Engineers of Japan. 2135, 1986.

▪ **Elongación y Pérdida de Transmisión Vs. la Tensión al Estirar**

La elongación y pérdida de transmisión versus la Tensibilidad al estirar son medidas en una área de 60mm² y 270cn de OPGW, utilizando un ligero puente de LED con una longitud de onda de 1.3 μm , en la fig. 6. Se muestra el resultado de la medición. No hay un

crecimiento en la pérdida de transmisión, esto es observado hasta que el OPGW se rompió con una sensibilidad de estiramiento de 8,700 kg (115 % U.T.S).

Fuente: Y. KITAYAMA, Y. KIMURA, A. ONA, Y. MASUDA, "Development of high-performance composite fiber-Optic Ground Wire", conference of the Electronics and Communication Engineers of Japan. 2135, 1986.

■ Características de enrollamiento

La pérdida de transmisión causado por el efecto del enrollamiento, fue examinada en una área a 60 mm^2 del OPGW a una distancia de 30 m y a una tensión de 760 kg (10% U.T.S).

Un extremo del OPGW fue enrollado y la medición de la elongación y la pérdida de transmisión cambió. Una fuente ligera de LED con longitud de onda de $1.3 \mu\text{m}$ y $1.55 \mu\text{m}$ fue usado para la medición,

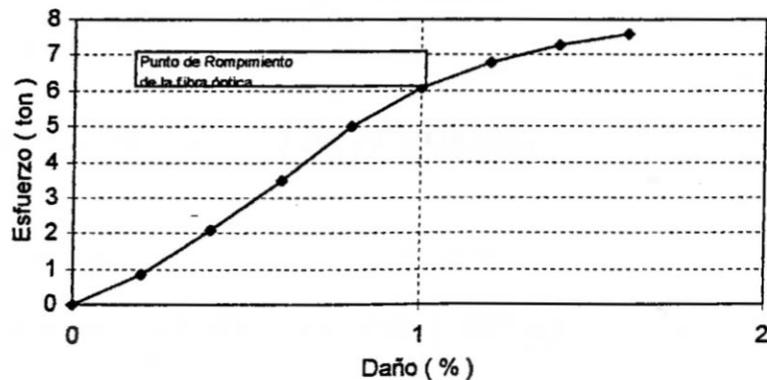


Fig. 6. Esfuerzo Vs Daño que sufre el OPGW

Fuente: Y. KITAYAMA, Y. KIMURA, A. ONA, Y. MASUDA, "Development of high-performance composite fiber-Optic Ground Wire", conference of the Electronics and Communication Engineers of Japan. 2135, 1986.

Tabla 3. Comparación de Requerimientos y el Cálculo de la Anti-Fuerza de la Capa Exterior del OPGW (50kg/50mm)

comparación de requerimientos			Valor prudente del OPGW 60mm ²
tipo de fuerza en la capa exterior	condiciones de cálculo	estimación del valor requerido	
poleas	tensión OPGW 20% U.T.S diámetro de polea 450mmo	~330	900
distancia de medición	tensión OPGW 40% U.T.S coeficiente de fricción 0.3	~2,000	7,800
al final en la grampa	NST-337G mecanismo de torque 1,000kg-cm	~5,500	14,000

Fuente: S. KUBOTA, H. KAWAHIRA, T. NAKAJIMA, I. MATSUBARA, Y. SAITO, Y. KITAYAMA . "Field Trial of Composite Fiber-Optic Overhead Ground Wire". Proc. Of 32nd I.W.C.S., 1983.

2.1.5. VENTAJAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA DEL TIPO OPGW

- Con el uso de este cable se puede obtener un sistema de comunicaciones con alta capacidad y confiabilidad como la Transmisión de Datos en anchos de Banda, porque la fibra óptica utilizada tiene pocas pérdidas e incrementos de anchos



de banda comparados con los conductores metálicos y además los cables Optical Ground Wire (OPGWs) están libres de interferencias electromagnéticas.

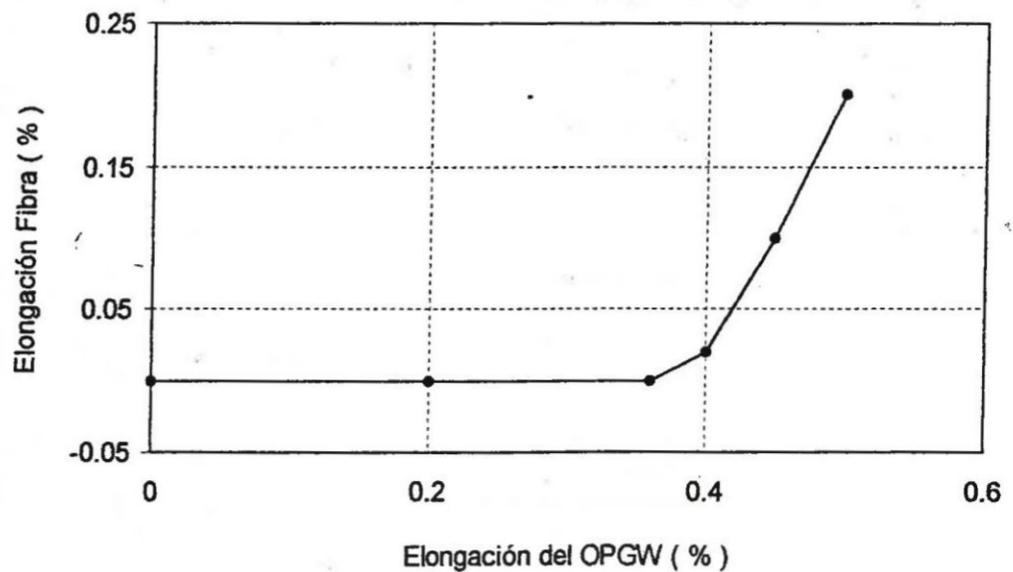
- Se puede llevar a cabo sistemas económicos en Anchos de Banda, por ejemplo la Transmisión de Datos e Internet simultáneamente.

2.2. ESTUDIO DE LA PERFORMANCE DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

2.2.1. MARGEN DE ESTIRAMIENTO

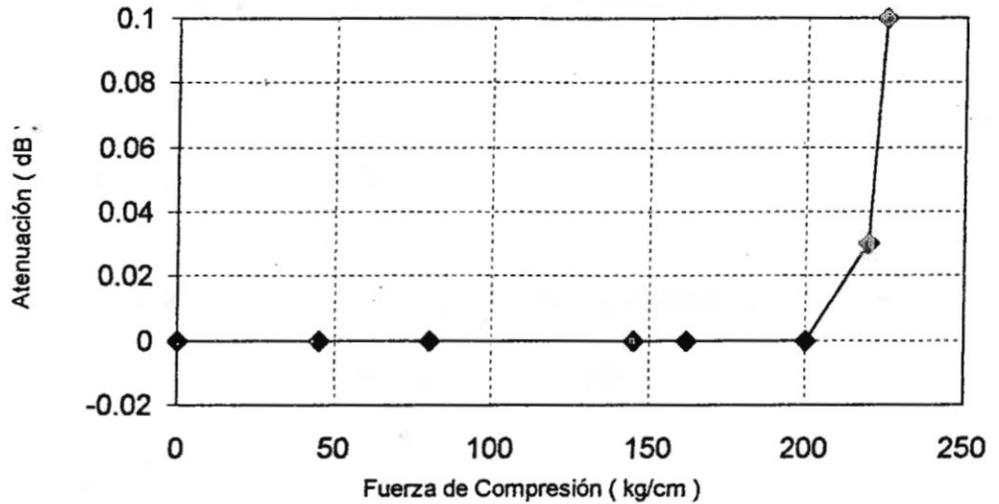
No se puede aplicar tensión a la fibra óptica hasta la elongación del cable Optical Ground Wire (OPGW) pasando el exceso de la longitud de la fibra óptica

En la figura continua se muestra el diseño de un cable Optical Ground Wire (OPGW), con un exceso de longitud de 0.35 % de fibra.



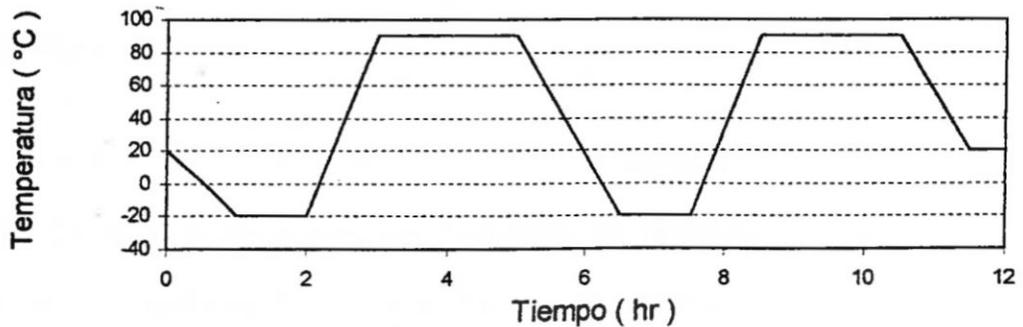
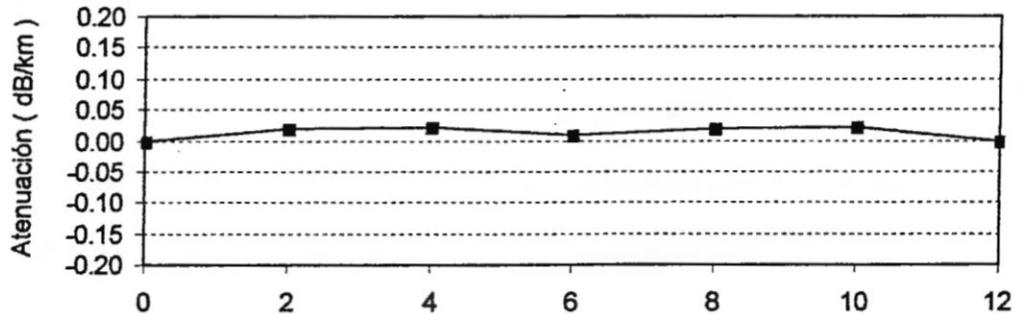
2.2.2. COMPRESIÓN

La atenuación no es incrementada hasta una fuerza de compresión de 200 kg/cm.



2.2.3. CICLO DE CALENTAMIENTO

El cambio de atenuación es menor que 0.05 dB/km.



Fuente para el acápite 2.2: SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. 551
Madison Avenue, New York
Tel: 1(212)308-6444

2.3. MEDIOS DE TRASMISIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL PAIS

2.3.1. A TRAVÉS DE REPETIDORAS

Este tipo de servicio se da a través de sistemas que permiten captar la señal y ser codificada por terminales.

2.3.2. POR CABLES

Este tipo de servicio se da a través de cables de fibra óptica, este medio nos permite transportar gran cantidad de información tanto en lo que es telefonía como en lo que es tele cable e Internet.

2.3.3. VÍA SATÉLITE

Este tipo de servicio se da a través de un satélite que está en el espacio y que son usados tanto para telefonía como para portar otros tipos de servicios ya sea a nivel nacional e internacional.

2.4. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE OTROS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Los servicios diferentes a la telefonía, están tomando preponderancia y se espera que la tendencia siga aumentando en el futuro Los servicios diferentes a la telefonía, tienen una vigencia reciente en el mercado de las telecomunicaciones y no existe metodología valedera y aceptada por

todos para la estimación de la demanda. Para la estimación de estos servicios, se han analizado las estadísticas publicadas por diferentes fuentes confiables que se indican más adelante, en base a lo cual se ha proyectado la demanda de cada tipo de servicio, según la tendencia particular de cada uno de ellos, sustentado en diversos análisis, habiéndose elegido el que proporciona mayor acercamiento al crecimiento de estos servicios en el Perú, según se indica más adelante

2.4.1. TELEFONÍA MÓVIL

El servicio que se viene difundiendo a gran escala es fundamentalmente la de telefonía celular.

En el mercado para este rubro Telefónica del Perú tiene la concesión de la banda A de frecuencia a nivel nacional, mientras que BellSouth tiene la concesión de la banda B solo a nivel de lima metropolitana. Considerando a Telefónica del Perú, Tele 2000 (BellSouth), y TIM, dichas empresas, se ve que tienen un acelerado crecimiento en el requerimiento de este servicio. Ver **cuadro N° 2.4.1.**

2.4.2. TELEVISIÓN POR CABLE (TV CABLE)

En el **cuadro N° 2.4.2.** se muestra la estadística de abonados de TV cable de TdP y otras empresas dedicadas a prestar este servicio solo en Lima Metropolitana.

Es de interés este mercado en razón a que las empresas que brinden este servicio pueden requerir circuitos de ancho de banda

apreciables, incluyendo la posibilidad de que lleven sus señales a nuevas ciudades donde puedan obtener licencia de operación.

El cuadro N° 2.4.2.A, presenta las Empresas concesionarias del Servicio de Televisión por Cable a nivel nacional, lo que refleja la concentración de la demanda de este servicio.

2.4.3. TRANSMISIÓN DE DATOS

A principios de 1995, Telefónica del Perú, unificó las redes de conmutación de circuitos y de paquetes, instalados por ENTEL Perú a nivel nacional y la Compañía Peruana de Teléfonos (CPT) en Lima Metropolitana. A continuación mencionamos algunas de las principales Redes de Datos existentes a la fecha

- Red de Conmutación de Circuitos
- Red de conmutación de Paquetes
- Redes VSAT
- Redes LAN
- Red Digital De Servicios Integrados (RDSI).

2.4.4. SERVICIO DE INTERNET

Dentro de los servicios de valor agregado que se brinda actualmente en el país, el que más destaca por su volumen de crecimiento es el de acceso a la red de INTERNET, el cual tiene un crecimiento explosivo estimado en 100% anual de usuarios de acuerdo a la tendencia prevista hasta el 2005, a nivel mundial, según datos de publicaciones especializadas.

La tendencia del crecimiento mas allá del 2005, apunta a una mayor demanda, en razón a los nuevos servicios que los usuarios están dando a la red, tales como transacciones comerciales y en el futuro, tráfico telefónico.

El número de usuarios nacionales del servicio de INTERNET solo en el mes de Junio año 2001 fue de 162,950 según Osiptel.

AÑO	VALOR
2000	
2001	
2002	

Fuente: Osiptel

NUMERO DE

TELEFONICA	
OTRAS EMPRESAS	
TOTAL	

Fuente: Osiptel

DISTRITO

TRUJILLO
CHICLAYO
PIURA
AREQUIPA
MOQUEGUA
AYACUCHO
ICA
AREQUIPA
MOQUEGUA
AYACUCHO
ICA

Fuente: MTC

CUADRO N° 2.4.1

TELEFONÍA CELULAR

AÑO	TELEFONICA (%)	BELLSOUTH (%)	TIM (%)	TOTAL (MILES)	DENSIDAD TELEFÓNICA (1)
2000	67.0	27.8	0.0	1,339.66	5.12
2001	60.4	23.9	0.0	1,793.28	6.76
2002	53.7	23.8	16.8	2,306.94	8.56
2003-Mar	52.5	23.6	18.1	2,359.61	8.72
2003-Jun	52.3	23.4	18.7	2,492.78	9.18

(1) Líneas por cada 100 habitantes. Considerando las estimaciones del INEI.
Según publicación del primer trimestre del año 2003

CUADRO N° 2.4.2

NÚMERO DE ABONADOS A LA TELEVISIÓN POR CABLE LIMA METROPOLITANA

	Dic-01		Dic-02	
	SUSCRIPTORES	PARTICIPACIÓN	SUSCRIPTORES	PARTICIPACIÓN
TELEFÓNICA	294,956	92.00%	271,589	91.08%
OTRAS EMPRESAS	25,665	8.00%	26,600	8.92%
TOTAL	320,621	100%	298,189	100%

Fuente: Osiptel 9/10/2003

CUADRO N° 2.4.2.A

DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS CONCESIONARIAS DE TV-CABLE

CIUDAD	N° DE CONCESIONES
LIMA Y CALLAO	4
AREQUIPA	6
TRUJILLO	5
CHICLAYO	5
PIURA	2
HUANCAYO	2
CHIMBOTE	2
HUANUCO	1
ICA	1
PACASMAYO	2
ASCOPE	1
IMPERIAL(CAÑETE)	1
SATIPO	1

Fuente: MTC. 9/10/2003

CAPITULO 3

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

3.1. ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

En la instalación de cables de fibra óptica destinados a las líneas de alta tensión, se utilizarán diversos tipos de cables que pueden contener el mismo tipo y número de fibras ópticas. Los diferentes tipos de cables que contienen a las fibras ópticas, se eligen de acuerdo a las condiciones mecánicas eléctricas de la línea de transmisión específica.

3.1.1. CABLE DE GUARDA CON FIBRA ÓPTICA INCORPORADA (OPTICAL GROUND WIRE)

La manera mas económica de instalar fibra óptica en una línea de transmisión, es la de instalar cables del tipo Optical Ground Wire tipo (OPGW), durante su construcción. Además de la economía, esta solución brinda la mayor seguridad posible a los enlaces de fibra óptica. de lo mencionado se desprende que las bondades de esta solución se maximizan en caso que se traten de líneas nuevas a las que se incorporara fibra óptica a su cable de guarda, al momento de su construcción.

3.1.2. CABLE FLEXIBLE CON FIBRA ÓPTICA INCORPORADA

Este tipo de cable se utiliza en líneas existentes y puede ser instalado, en forma entorchada, en el conductor de fase o en el cable de guarda. De acuerdo a la recomendación de los

fabricantes, no deberá exceder el conductor la tensión de 220 Kv, siempre que se trate de ambientes libres de contaminación o de climas no adversos a los materiales dieléctricos, tales como humedad, salinidad, etc. En la practica, se recomienda no instalarlo en los conductores de fase, en líneas mayores a 170 Kv. Este cable es el más liviano de todos los tipos de cable con fibra óptica incorporada.

Pueden instalarse en líneas de tensión mayores a 220 KV, siempre que vaya entorchado en el cable de guarda de las mismas. Sin embargo, estos cables de guarda, deberán haber sido instalados en un período reciente o que la conservación de los mismos sea compatibles con el tiempo de vida del cable de fibra óptica: 30 años, aproximadamente.

A pesar que el costo de instalación de este tipo de cable, es sensiblemente similar al del tipo OPGW, es conveniente el reemplazo del cable de guarda existente por otro del tipo OPGW, de modo que se aprovecha la oportunidad para actualizar los componentes de las líneas de alta tensión. En el caso particular de nuestro medio. El costo de instalación del cable del tipo entorchado, por requerir mano de obra y equipo especializado, resultará mas costoso que el reemplazo del cable de guarda existente.

Las razones expuestas, indican la conveniencia de utilizar el cable con Fibra Óptica Incorporada Optical Ground Wire del tipo OPGW en las líneas de la zona de la sierra.

3.1.3. CABLE DIELECTRICO AUTOSOPORTADO CON FIBRA ÓPTICA INCORPORADA TIPO (ADSS)

Se trata de un cable totalmente dieléctrico que con una flecha mínima, puede ser instalado debajo de los conductores, de fase.

Este cable adiciona carga mecánica a las estructuras debido a su propio peso así como cargas debido a la presión del viento, estas ultimas apreciables, debido a que normalmente, son de mayor sección que un cable de guarda convencional.

Aparte de lo señalado, tienen restricciones par su instalación, debido a la tensión inducida capacitivamente, por los conductores de alta tensión, lo cual puede reducirse reemplazando a una distancia conveniente de los conductores de fase, trayendo como consecuencia el alejamiento a los mismos y su acercamiento a la superficie del suelo. Su principal desventaja es su vulnerabilidad frente a los atentados, lo que reduce su confiabilidad. La recomendación practica para utilizar convenientemente este tipo de cable, es en líneas de hasta 150 kv.

3.1.4. COSTOS COMPARATIVOS DE INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

A manera de información, de acuerdo a la publicación de la CIGRE "OPTICAL FIBRE PLANNING GUIDE FOR POWER UTILITIES"

del año 1992, los costos relativos de los diferentes tipos de cables de guarda se muestran el **cuadro N° 3.1**

En dicho cuadro antes mencionado, se muestra únicamente para indicar los costos comparativos de los diferentes tipos de instalación de los cables de fibra óptica y no se utilizará como indicativo para la elaboración del presente presupuesto del proyecto.

Es preciso observar que, del desagregado de los costos indicados en el cuadro anterior, resultan únicamente diferentes, para cada tipo de cable, los materiales y trabajos de instalación y el cable de fibra óptica. Por su naturaleza, el cable del tipo ADSS, siempre requerirá mayor costo de materiales de instalación de los otros tipos y en lo referente a los costos de cables de fibra óptica, al contemplarse el mismo tipo y número de fibras en cada cable, su diferencia de costo se refiere únicamente al material de las cubiertas exteriores del respectivo cable. En definitiva, los precios utilizados del costo de instalación de los diferentes tipos de cables, conservan su valor relativo, indicando que siguen siendo similares los costos de instalación de los tres tipos de cable que contienen fibras ópticas similares por lo que, en el presente, deben seguir manteniendo sus costos relativos cada tipo de cable.



del año 1992, los costos relativos de los diferentes tipos de cables de guarda se muestran el **cuadro N° 3.1**

En dicho cuadro antes mencionado, se muestra únicamente para indicar los costos comparativos de los diferentes tipos de instalación de los cables de fibra óptica y no se utilizará como indicativo para la elaboración del presente presupuesto del proyecto.

Es preciso observar que, del desagregado de los costos indicados en el cuadro anterior, resultan únicamente diferentes, para cada tipo de cable, los materiales y trabajos de instalación y el cable de fibra óptica. Por su naturaleza, el cable del tipo ADSS, siempre requerirá mayor costo de materiales de instalación de los otros tipos y en lo referente a los costos de cables de fibra óptica, al contemplarse el mismo tipo y número de fibras en cada cable, su diferencia de costo se refiere únicamente al material de las cubiertas exteriores del respectivo cable. En definitiva, los precios utilizados del costo de instalación de los diferentes tipos de cables, conservan su valor relativo, indicando que siguen siendo similares los costos de instalación de los tres tipos de cable que contienen fibras ópticas similares por lo que, en el presente, deben seguir manteniendo sus costos relativos cada tipo de cable.

3.2. ALTERNATIVAS DE FIBRA ÓPTICA

Esta alternativa consiste en el uso exclusivo de la fibra óptica para la implementación de la red, exceptuando algunas poblaciones de bajo tráfico situados en los extremos de la red que podrían ser servidas inicialmente por microondas.

3.2.1. ENRUTAMIENTO

La lámina N° 7 muestra el posible enrutamiento de la red de fibra óptica. La lámina indica el recorrido de la red troncal; la ubicación de los terminales, las distancias entre terminales y repetidoras: las longitudes de las derivaciones desde la línea de transmisión a los centros de distribución o interconexión a las redes locales.

Por la existencia de rutas alternas de líneas de transmisión, en la región de la sierra hay tres alternativas de enrutamiento entre Lima y la Oroya con la posibilidad de formar anillos de reserva, como vías alternas para enrutar las comunicaciones. Esta última opción no ha sido considerada en este proyecto debido a que su contribución al aumento de ingresos sería mínima.

Para los enlaces con la zona de la sierra, se ha seleccionado la ruta Zapallal-Huayucachi que para fines de comunicación se interconectará a la línea Pachachaca -Oroya Nueva a la altura de la sub-estación de Pachachaca, principalmente porque provee una menor longitud total de fibra óptica y además porque es la de mas reciente construcción en la zona.

En la selección de las diferentes rutas, se han considerado los siguientes criterios:

- Cercanía a las poblaciones a servir
- Mínima longitud de separación entre subestaciones (con el objeto de evitar la instalación de repetidoras intermedias)
- Años de instalación de la infraestructura
- Existencia de factores ambientales adversos
- Disponibilidad de fuentes de energía de baja tensión



3.2.2. TENDIDO DE LA FIBRA ÓPTICA

En general, para el tendido de fibra óptica en la estructura de transmisión aérea de energía existe tres alternativas.

- a. Instalación de un cable con Fibra óptica Incorporada (Optical Ground Wire) como un cable de guarda
- b. Instalación de un cable Flexible con fibra Óptica Incorporada, Adosado al cable de guarda o a una de las líneas de fase. Esta opción tiene modalidades: devanado, engrapado o colgado. La primera de ellas puede ser realizado mediante máquinas automáticas a control remoto.
- c. Instalación de un cable Autosoportado (All Dielectric Self-Supported).

Por otro lado para la extensión de la ruta troncal hacia los centros de distribución se podría usar los siguientes métodos:

- a. tendido aéreo en postes telefónicos.
- b. tendido subterráneos en ductos.
- c. enterrado directo el cable.

Para la selección del método mas apropiado se requiere la evaluación de los siguientes factores:

- Especificaciones eléctricas y mecánicas de la línea de transmisión
- Tipo de estructura y especificaciones mecánicas de las torres de alta tensión.
- Longitud de separación entre torres.
- Carga de diseño de las líneas de transmisión y factor de seguridad.
- Antigüedad de la infraestructura.
- Presencia de factores ambientales adversos como: atmósfera corrosiva, quema de restos agrícolas.
- Seguridad física (contra accidentes, sabotaje o terrorismo).
- Costo de instalación.
- Disponibilidad de líneas de transmisión y fuentes de energía alternas para la desenergización temporal de las líneas durante la instalación.

La tecnología actual limita el método de devanado del cable de fibra óptica de fase sobre un conductor, en líneas, a un máximo de 170 kv, por lo cual su uso queda prácticamente descartado para el

presente proyecto. Es posible instalar cables de fibra óptica devanados en los cables de guarda en líneas con tensiones superiores a 220 kv, sin embargo, tomando en cuenta el tiempo de vida de las líneas de transmisión de la región de la sierra, es preferible reemplazar sus cables de guarda por otros nuevos, con fibra óptica incorporada.

El uso del cable dieléctrico auto soportado (ADDS) colgado por debajo de las líneas de alta tensión ofrece desventajas, tales como:

- Menor seguridad mecánica por su menor altura desde el suelo, agudizado por necesidad de mantener una separación mínima de protección contra inducción del campo eléctrico generado por las líneas de alta tensión.
- Susceptibilidad a deterioro por quema de restos agrícolas.
- Mayor exposición a cortes accidentales y actos de sabotaje o terrorismo.

En consecuencia, el tipo de cable mas apropiado para su tendido en las líneas de transmisión, es el uso de cable OPGW. El costo de racionamiento de energía para su instalación en la costa tendrá que ser tomado en cuenta, en razón a la carencia de rutas alternas de transmisión de energía en la mayor parte de esta área.

Por factores de seguridad y factibilidad de mantenimiento, el método mas recomendable de tendido de cable óptico en los

ramales de extensión de la red a los centros de distribución es de enterrado en dúcto.

Dadas las características eléctricas de las líneas de alta tensión, operadas en 220 kv, no existe una alternativa práctica al cable tipo OPGW, que pueda ser utilizado para ser instalado en la zona de la costa, se requerirá, para las torres de esta zona, adecuar la cabeza de las mismas, con dispositivos del tipo "Trunión", que permitan anclar el cable con Fibra Óptica Incorporada del tipo OPGW. No se requiere aumentar la altura de la cabeza de las torres, en razón a que el cable OPGW no cumple en este caso, función de protección de las líneas frente a descargas atmosféricas.

3.2.3. DIMENCIONAMIENTO Y TIPO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Para la determinación de la cantidad y tipo de fibra óptica es necesario tomar en consideración los siguientes factores:

- Tráfico inicial y proyecciones futuras del tráfico telefónico público.
- Capacidad adicional para otros tipos de servicios: telefonía, circuitos privados, televisión, etc.
- Previsión para nuevos servicios de gran demanda de ancho de banda que puedan generarse en el futuro.
- Previsión de aumento de tráfico futuro por reducción en el precio de los servicios de telecomunicaciones.

- Factores limitativos derivados de la infraestructura existente a utilizar, tales como la carga mecánica de la infraestructura. En el **cuadro N° 3.2** se muestra como referencia las especificaciones técnicas del cable de guarda utilizado por las empresas encargadas de la transmisión eléctrica.
- Distancia máxima de separación entre terminales y repetidoras.
- Costo adicional por aumento de cada fibra.

Si se desea dar una buena capacidad de transmisión a los enlaces de fibra óptica, tomando en cuenta la separación relativamente grande entre las subestaciones de las encargadas de la transmisión eléctrica y la necesidad de reducir al mínimo el número de repetidoras intermedia, por la no disponibilidad de fuentes de energía de baja tensión, resulta que lo más apropiado es el uso de fibra monomodo operando en la ventana de 1550 nm.

Por otro lado los requerimientos de carga mecánica de la infraestructura de transmisión eléctrica limita el diámetro del cable OPGW y por consiguiente, el número de fibra óptica que puede contener, a un máximo de 24 fibras.

En el **cuadro N° 3.2** se muestran las características mecánicas de algunos cables OPGW en comparación a las características del cable de guarda usado en la red eléctrica de las empresas encargadas de la transmisión eléctrica. Se puede observar que el

cable de 24 fibras tiene características bastante cercanas a las del cable de guarda.

Aunque su diámetro es ligeramente mayor, las torres existentes están en condiciones de soportar la carga adicional que genera debido a que las torres de la red han sido diseñadas con un amplio factor de seguridad.

Consideramos que dicha cantidad es suficiente para satisfacer la demanda para el período de vida del cable óptico de aproximadamente 30 años, debido a que la técnica de multiplexaje de longitud de onda y nuevas técnicas de modulación, podrán aumentar enormemente la capacidad de la red con la adición o cambio de los terminales ópticos.

La fibra óptica de dispersión desplazada nula usada en la red de telefónica del Perú permite la operación con multiplexaje de longitud de onda, ésta queda limitada a tres longitudes de onda, debido a la generación de productos de ínter modulación óptica.

En ese aspecto es recomendable el uso de la fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula (Lucent Technology TRUEWAVE o Corning SMF-SL1) que no tiene la limitación anterior.

Fuente: Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en su SERIE G :
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES
DIGITALES , características de los medios de transmisión-cables de
fibra óptica

3.2.4. EFECTOS MECÁNICOS EN LA INSTALACIÓN DEL CABLE DEL TIPO OPGW.

El presente apartado analiza la factibilidad, desde el punto de vista mecánico, de la instalación de los cables de guarda con fibra óptica incorporada (OPGW) en las diferentes estructuras de las líneas de transmisión de las empresas encargadas de la transmisión de la energía eléctrica.

Para lo mencionado, se ha tomado en cuenta las características mecánicas del cable de guarda utilizado por las empresas encargadas de la transmisión eléctrica en sus líneas de alta tensión, así como las características del cable de hasta 24 fibras recomendado en este proyecto y presentados en el cuadro N° 3.2.

El cuadro propuesto de fibra óptica tiene menor peso por unidad de longitud aunque 2.3 mm de mayor diámetro. Para un vano medio de 400 m esto último significa una carga transversal adicional de 256 kg aproximadamente.

Se hace notar que, por la época en que fueron diseñadas las torres de las líneas de alta tensión de las empresas encargadas de la transmisión eléctrica, su factor de seguridad se consideró equivalente a 2.0. Fuente: Red de Energía del Perú (REP), En el presente y de acuerdo a la experiencia ganada, se están especificando factores de seguridad de 1.5. Fuente (REP), En todas las líneas de la sierra, es factible la instalación del cable de

fibra óptica recomendado sin mayor alteración del comportamiento estructural de las torres, habida cuenta de que el planteamiento es reemplazar uno de los cables de guarda, actualmente instalados, por otro que incluye fibra óptica. En la línea costera Lima-Pisco-Ica-Marcona se observa que las torres han sido originalmente previstas para la instalación de un cable de guarda, aun cuando este no ha sido realmente colocado. Es factible la instalación del cable de fibra óptica en los puntos de amarre previstos para el cable de guarda.

Las líneas costeras Zapallal-Paramonga-Chimbote y Trujillo-Guadalupe-Chiclayo-Piura poseen torres de dobles terna con una sola terna instalada. Realizando un calculo preliminar puede apreciarse que las estructuras que mas adelante estarían funcionando en doble terna y con el cable de fibra óptica, con un coeficiente de seguridad global de alrededor de 1.8, fuente: RED de ENERGÍA del PERÚ, en contraste con el coeficiente del hipótesis normal de 2.0 del cálculo estructural original. El nuevo coeficiente resultante es un valor actualmente conservador por lo que es factible la instalación del cable de fibra óptica.

Estas estructuras no tenían prevista la instalación en un cable de guarda por lo que es necesario resolver estructuralmente la llegada a las torres. Esto significa que deberán adicionarse elementos o piezas estructurales en la torre para asegurar el anclaje del cable.

elementos en los puntos de llegada de las grampas para su reforzamiento.

En la línea costera Trujillo Norte-Chimbote I las estructuras son postes de madera en "H", en la información entregada por las empresas encargadas de la transmisión eléctrica no se disponen de mayores datos para una evaluación preliminar. En las estructuras de anclaje se aprecian retenidas que normalmente absorben de manera holgada las cargas transversales, de lo que se deduce la posibilidad de instalación de cable de fibra óptica. En los postes de suspensión se requiere verificar los cálculos estructurales de las estructuras. Las estructuras de esta última línea, también se utilizó factores de seguridad altos, de acuerdo a la práctica de la época en que fueron concebidas.

De lo anterior se desprende que, salvo las estructuras de suspensión de las líneas en postes de madera Trujillo norte-Chimbote I, que requiere una verificación adicional sus estructuras de suspensión para decidir un reforzamiento adicional de las mismas, toda las demás tienen la capacidad suficiente para absorber la carga provocada por el cable OPGW propuesto, asumiendo que las estructuras se encuentran en un estado de conservación óptimo.

Es de recalcar que las recomendaciones para la instalación de los cables propuestos contempla un estado de conservación aceptable

de las estructuras, toda vez que se observa que en la actualidad existen estructuras con problemas avanzados de corrosión.

También es de mencionar que las empresas encargadas de la transmisión eléctrica se encuentran abocadas en un programa de rehabilitación de las líneas costeras, para asegurar el comportamiento original de los parámetros de diseño de las estructuras.

3.3. ALTERNATIVA DE MICROONDAS

En base al estudio de mercado realizado en el agosto del 2002 por Telefónica del Perú, la participación esperada de 20% en el mercado de circuitos telefónicos de larga distancia, requerirá en el año 2015 de una capacidad de transmisión mínima del orden de 3,700 circuitos en la ruta de la costa norte. Tal capacidad puede también brindarse mediante una red de microondas SDH, con canales de radio correspondientes a un módulo de transmisión sincrónica (STM -1), con configuración final 2+1. en los terminales de derivación tanto para servicio interdepartamental y servicio departamental.

De acuerdo con los pronósticos de demanda, la configuración de esta red podrá ir expandiéndose de la siguiente manera:

- Configuración inicial 1+1 en los terminales de derivación con capacidad de un tributario STM-1 para trabajo regular y uno de reserva en radiotransmisión. Esta configuración se instalara desde Sullana hasta Ica, en el año 2007.

- Configuración ampliada a 2+1 en los terminales de derivación para la ruta troncal Lima - Trujillo, con capacidad de dos tributarios STM-1 de uso regular y un tributario de reserva en radiotransmisión. Esta configuración será implantada en el año 2011.
- Configuración ampliada a 2+1 en los terminales de derivación en la ruta Trujillo- Chiclayo, con implantación en el año 2016.

En la **lamina 8** red de microondas de Jerarquía Digital Sincronía (synchronous digital hierarrchy) o denominada también SDH: esquema de Principio, se designan las estaciones conformantes de la red, su ubicación referencial y su clasificación según la configuración de equipos que presentarán.

Las ubicaciones de las estaciones se ha elegido, coincidentemente con los sitios que conforman la Red Troncal Digital, que las empresas encargadas de la transmisión tienen actualmente en ejecución, para las comunicaciones operativas del sistema eléctrico de su responsabilidad.

Tal ejecución obedece al criterio de aprovechar las infraestructuras de acceso, torres y casetas, que serán construida para la mencionada red troncal digital, de modo de propiciar la reducción de la inversión requerida.

La red está conformada por 33 estaciones, 10 de las cuales serán terminales, ubicadas en ciudades de la costa, seleccionadas en atención a que se dispone de centrales telefónicas públicas. Las restantes 23 estaciones estarán ubicadas en sitios remotos no atendidos: 15 de ellas

coinciden con sitios próximos a contar con infraestructura y 8 en sitios nuevos donde será necesario proveer infraestructura.

La adición de los 8 sitios nuevos, ha resultado del análisis de radio-programación efectuado, en base a perfiles topográficos elaborados con carácter preliminar.

En los Cuadros Ns° 3.3A y 3.3B se presenta los Datos Técnicos de Diseño Preliminar – Red de Microondas de jerarquía digital sincronía (SDH) de redes troncales y redes de derivación, además se presentan los parámetros relevantes de dimensionamiento para toda las estaciones conformantes.

Cabe mencionar la inclusión de dos reflectores pasivos, que se aplicarán para salvar obstáculos presentados por el terreno, en los accesos hacia Trujillo y Huaral.

El suministro de energía en los sitios remotos, será mediante plantas solares de generación fotovoltaica, de capacidad es que van desde los 710 watts hacia los 1,374 watts.

Todas las torres serán del tipo auto soportado. En todo los sitios remotos se prevé la construcción de casetas, independientes que estén previstas en el proyecto de la red troncal digital. La capacidad considerable de las plantas solares, demandara de mayor espacio para alojar baterías electrolíticas, que no podrá disponerse en las casetas de la mencionada red troncal digital. El metrado de equipamiento de la red se ha realizado con suficiente detalle, a nivel de cada estación.

La asignación de costos de equipos electrónico, se ha basado en la propuesta, con fines presupuestales, presentada por el fabricante Nippon Electric Company, referida a la configuración de la red descrita. Aquí se incluye un sistema de administración de Red para proveer adecuado soporte a la operación y mantenimiento.

Los costos de antenas, guías de onda y plantas solares se ha basado en precios listados por fabricantes internacionales.

Para los costos de torres se ha tomado en cuenta valores promedios ofertados por fabricantes locales, y los costos unitarios de obras civiles corresponden a los aplicados para proyectos, en el medio nacional

En el **cuadro N° 3.4** Resumen general de costos- Red de Microondas de jerarquía digital síncrona (SDH) con configuración (1+1) en sus terminales de derivación , se presenta las partidas relevantes del proyecto. El costo total de construcción, sin impuesto General a las Ventas, asciende a US\$ 19'773,780 En el **cuadro N° 3.5** Costo Incremental por Ampliación de red de Microondas SDH a (2+1); se presenta similar estructura que la tabla anterior, pero referida a los años 2011 y 2016, períodos en los que se ejecutarán las ampliaciones referidas, en las rutas Lima –Trujillo y Trujillo-Chiclayo, respectivamente .

Los costos totales de tales ampliaciones ascienden a US\$ 1'548,040 en el año 2011 y a US\$ 727,270 en el año 2021.

En cuanto a los datos de mantenimiento, en el **cuadro N° 3.6** costos anuales de mantenimiento para la red de microondas SDH de REP, se presentan los rubros principales, distribuidos en los 3 centros de

mantenimiento que funcionarían en Lima, Trujillo y Piura. El costo total anual asciende a US\$ 1'433,400, según Inictel

En base a la reglamentación vigente de telecomunicaciones, se presenta el cuadro N° 3.7 canon por el uso de Espectro Radioeléctrico, donde se desagregan los costos derivados de la concesión del servicio portado. El costo total anual por este concepto será de US\$ 23,040 entre los años 2007 y 2011; de US\$ 26,640 entre los años 2012 y el 2016; y de US\$ 28,440 entre los años 2017 y el 2021.

3.4. CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE RADIOENLACES DIGITALES DE LA REGION COSTA.

Los cálculos efectuados para la red de radio-enlaces digitales, aprovechando la infraestructura de la red de radios bajo construcción por parte de las empresas encargadas de la transmisión eléctrica, a la factibilidad de construir una red paralela a la de la fibra óptica en la región de la costa de alta capacidad de transmisión.

Sin embargo en la práctica, se podrá utilizar únicamente las torres de antena, así como las facilidades de acceso que coinciden con las repetidoras bajo actual construcción.

La nueva red digital propuesta podría construirse por etapas, de acuerdo a la demanda de los servicios telefónicos y la capacidad de la etapa final sería suficiente para atender la demanda telefónica hasta el 2021, así como otros servicios de transmisión de datos de baja velocidad. No se ha

considerado a la propuesta red de radios como alternativa a los enlaces de fibra óptica en la región de la costa por las siguientes razones :

- a. El número de fibras ópticas recomendadas a instalarse para los enlaces, permite una capacidad de transmisión que puede atender el tráfico telefónico de larga distancia nacional, así como otros servicios, tales como: transmisión de señales de TV, circuitos de datos de alta velocidad, servicios de multimedia y aun ofrecer fibras completas a otros portadores, dando respaldo a sus propios sistemas. Estos últimos servicios, no estarían disponibles en los radio-enlaces digitales.
- b. La confiabilidad del servicio ofrecido por los radio-enlaces, es menor que el de la fibra óptica en razón a que el primero es mas vulnerable a los atentados, sobre todo en lo que respecta a las instalaciones de las estaciones repetidoras la empresa encargada de la transmisión eléctrica en este caso REP contara con circuitos de respaldo a sus radio-enlaces digitales bajo construcción, mediante equipos de onda portadora que utilizan las líneas de alta tensión como medio de transmisión.

La evaluación de la alternativa ha mostrado sin embargo la posibilidad de construir los radio-enlaces digitales de la otra capacidad como medio de respaldo a los de la fibra óptica, que podrían llevar algunos servicios prioritarios y/o esenciales de clientes importantes que utilicen los enlaces de fibra óptica.

La decisión de construir las enlaces de radio estaría sujeta sin embargo a los siguientes aspectos:

- Nivel de penetración en el mercado y tipo de clientes y servicios que pueda tener la red de fibra óptica de la empresa encargada de la transmisión eléctrica en este caso REP.
- Nivel técnico de competitividad que pueda ofrecer otros portadores en el área de influencia de REP, los cuales podrían ofrecer circuitos altamente redundantes.

Dado el bajo costo de construcción de la red de fibra óptica se recomienda, sin embargo, empezar a construir la misma en el año 2007, lo que permite desplazar las inversiones así como ofrecer buena confiabilidad a los clientes que se estén atendiendo en esa oportunidad. La rentabilidad del proyecto y la exigencia del mercado, tal como se indica anteriormente, podrían señalar el adelanto de su construcción.

CUADRO N° 3.1

COSTOS COMPARATIVOS DE INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

COMPONENTES DEL SISTEMA	TIPO DE CABLE		
	OPGW	FLEXIBLE ADOSADO A LOS CONDUCTORES	ADSS
Planeamiento	0.5	0.5	0.5
cable de fibra óptica	9.0	9.0	7.0
Material de instalación	1.0	1.0	2.5
Trabajos de instalación	4.0	2.5	4.0
caja de empalme	0.8	0.8	0.8
puesta en servicio	0.3	0.3	0.3
costo total (us \$/m)	15.5	14.0	15.0

CUADRO N° 3.2

COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS ENTRE EL CABLE DE GUARDA EXISTENTE Y EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

CARACTERÍSTICAS	CABLE DE GUARDA	CABLE FOCAS	
	REP. S.A	F-506-325-024	F-5574-EC-378-048
N° hilos de acero/diámetro (mm)	19	15/2.30	14/2.27
N° hilos Al/diámetro (mm)	N/A	0	4/2.27
Diámetro de cable (mm)	10.5	12.8	14.1
Peso (Kg/m)	0.546	0.496	0.509
Coefficiente de rotura	8000	7290	6297
Modelo de elasticidad (Kg/mm ²)	18500	13156	11421
Coefficiente de Dilatación Lineal/°C	11.5X10 ⁻⁶	14.9X10 ⁻⁶	16.32X10 ⁻⁶
Máximo Número de Fibras	N/A	24	48

Nota .- (N/A) : no aplicable

Fuente par los cuadros 3.1 y 3.2 : Sumitomo Electric Industries, LTD.

Av. Camino Real 348, of. 1601 – San Isidro, Lima

CUADRO N° 3.3.A
DATOS TECNICOS DE DISEÑO PRELIMINAR DE MICROONDAS SDH
ENLACES TRONCALES

SALTO	DISTANCIA (KM)	ALTURA ANTENA (m)	LONGITUD ALIMENTADOR(m)	SEPARACION ANTENAS (m)	PROBABILIDAD DE CORTE SER=10-8	TORRE PROVEC m (pie)	TORRE NUEVA m (pie)
SULLANA	30	66	66	0.00	7.33E-05	-	67(220)
XX	30	35	40	0.00	-	-	36(120)
XX	30	35	35	0.00	7.33E-05	-	-
PIURA	30	72	82	0.00	-	-	73(120)
FIURA	36	72	92	0.00	2.85E-05	-	-
DOS PUEBLOS	35	35	40	0.00	-	-	36(120)
DOS PUEBLOS	60.54	21	26	3.94	7.33E-05	-	-
BAYOVAR	40	30	35	23.66	-	31(100)	-
BAYOVAR	40	30	35	18.92	1.45E-05	-	-
MINCHALES	21	21	28	2.57	-	-	22(70)
MINCHALES	46.03	21	26	15.07	4.45E-09	-	-
TORRE 172	27.45	72	77	40.00	-	80(260)	-
TORRE 172	27.45	40	45	25.44	5.90E-08	-	-
PALO GRUESO	68	21	28	13.48	-	-	30(100)
PALO GRUESO	68	28	34	0.00	4.43E-05	-	-
REQUE	25.6	66	71	0.00	-	80(260)	-
REQUE	25.6	11	16	4.21	1.26E-08	-	-
PALMO	35.21	11	16	1.69	-	-	12(40)
PALMO	35.21	7	12	0.00	2.78E-05	-	-
PINTURAS	81.52	7	12	0.00	-	22(70)	-
PINTURAS	81.52	21	26	3.25	7.11E-05	-	-
CAMPANA 550	5.8	43	78	35.46	-	48(160)	-
CAMPANA 550	5.8	4	4	0.00	-	-	-
CABEZON 500	22.3	2.4	3.4	0.00	4.95E-05	-	24X30 ref
CABEZON 500	22.3	2.4	2.4	0.00	-	-	-
TRUJILLO	74	70	80	0.00	-	-	100(350)
TRUJILLO	74	100	105	0.00	2.95E-05	-	-
C'OSCOMBA	37.9	48	53	0.00	-	-	49(160)
C'OSCOMBA	37.9	4	9	0.00	4.84E-06	-	-
TAMBO REAL	72.8	4	9	0.00	-	80(260)	-
TAMBO REAL	72.8	4	9	0.00	2.38E-05	-	-
LLOMAS	59.5	4	9	0.00	-	87(220)	-
LLOMAS	59.5	4	9	0.00	4.62E-05	-	-
CUZCruz	42.5	4	9	0.00	-	-	6(20)
CUZCruz	42.5	4	9	0.00	3.75E-05	-	-
C'OLORADO	31.8	4	9	0.00	-	80(260)	-
C'OLORADO	31.8	4	9	0.00	1.95E-06	-	-
L.PATVILCA	65.8	4	9	0.00	-	22(70)	-
L.PATVILCA	65.8	4	9	0.00	2.25E-05	-	-
C'ROSARIO	19.2	4	9	0.00	-	22(70)	-
C'ROSARIO	19.2	4	9	0.00	1.61E-07	-	-
REDONDO	81.7	4	9	0.00	-	80(260)	-
REDONDO	81.7	79	83	9.47	1.32E-04	-	-
LA MILLA	5	35	40	8.47	-	36(120)	-
LA MILLA	5	30	35	0.00	5.41E-10	-	-
LIMA	53.2	54	50	0.00	-	-	54(180)
LIMA	53.2	54	74	0.00	3.48E-05	-	-
CHIPA	55.8	11	16	0.00	-	12(40)	-
CHIPA	55.8	11	16	0.00	1.78E-05	-	-
QUILMANA	89	11	16	0.00	-	22(70)	-
QUILMANA	89	20	25	18.00	8.12E-05	-	-
ALTO PISCO	69.4	11	16	1.44	-	36(120)	67(220)
ALTO PISCO	69.4	66	71	0.00	4.59E-05	-	-
C'PRIETO	12.3	35	40	0.00	-	31(100)	36(120)
C'PRIETO	12.3	11	16	0.00	7.92E-03	-	-
ICA	1305.75	30	50	0.00	-	30(100)	-
DISTANCIA TOTAL	1305.75				8.86E-03		

Fuente : Inictel

PROB. CORTE 8.86E-03

1305.75

CUADRO N° 3.3.B

**DATOS TECNICOS DE DISEÑO PRELIMINAR - RED DE MICROONDAS SDH
 ENLACES DE DERIVACION**

SALTO	DISTANCIA (Km)	ALTURA ANTENA (m)	LONGITUD ALIMENTADOR (m)	SEPARACION DE ANTENAS (m)	ANTENA (PIES)	PROBABILIDAD DE CORTE VER=10-6	TORRE PROYEC m(ple)	TORRE NUEVA m (pie)
C°REQUE	13.9	70	75	0.00	8'	2.56E-07	80(260)	30(100)
CHICLAYO		30	50	0.00	8'			
TAMBO REAL	6.6	11	16	0.00	8'	1.05E-09		
CHIMBOTE		29	49	0.00	8'			
L-PATIVILCA	49.9	31	36	0.00	8'	2.97E-05	22(70)	30(100)
HUACHO		30	50	0.00	8'			
REDONDO	35.6	52	57	0.00	15'		80(260)	30(100)
HDA. MIRAFLORES		2.4		0.00	30'X32'	3.00E-05		40'X60'ref
HDA. MIRAFLORES	5.7	2.4		0.00				
HUARAL		30	50	0.00	15'			
QUILMANA	28	20	25	0.00	8'	3.08E-06	22(70)	30(100)
CAÑETE		30	50	0.00	8'			30(100)

DISTANCIA TOTAL 139.7

PROMEDIO PROBABILIDAD CORTE: 6.30E-05

Fuente: Inictel



CUADRO N° 3.4
RESUMEN GENERAL DE COSTOS
RED MICROONDAS ADH (1+1)
 (Miles de Dolares)

	SUMINISTRO IMPORTADO	SUMINISTRO NACIONAL
1 EQUIPOS		
MICROONDAS	6,095,460	
MULTIPLEX	650,380	
ENERGIA		
ANTENAS, ALIMENTADORES	2,039,040	
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	2,506,790	
MATERIALES DE INSTALACION	36,000	
REPUESTOS (5%)	296,990	
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	581,230	
SUB TOTAL EQUIPOS FOB	300,000	
EQUIPOS CIF (FOB x 1.04)	12,505,890	
TOTAL EQUIPOS	13,006,126	
2 TORRES		417,000
3 TRANSPORTES Y SEGUROS A SITIOS DE INSTALACION		40,800
4 OBRAS CIVILES		562,720
5 INSTALACION		1,298,880
PARCIAL COSTOS DIRECTOS	13,006,126	2,319,400
TOTAL COSTOS DIRECTOS		15,325,526
6 INGENIERIA (3%)		459,766
7 ENTRENAMIENTO		300
8 SUPERVISION (3%)		459,766
9 ADMINISTRACION (1%)		153,255
10 IMPREVISTOS (5%)		766,276
TOTAL COSTOS SIN IMPUESTOS		17,164,889
11 DERECHOS ADUANEROS (15% DE CIF)		2,574,733
TOTAL COSTOS CONSTRUCCION SIN IGV		19,739,622

Fuente: Inictel

CUADRO Nº 3.5

COSTOS INCREMENTALES POR AMPLIACION DE LA RED
DE MICROONDAS SDH A (2+1)
(MILES DE DOLARES)

		AÑO 2011		AÑO 2016	
		LIMA-TRUJILLO	TRUJILLO-CHICLAYO		
1	EQUIPOS				
	MICROONDAS	543,830		273,090	
	MULTIPLEX	102,120		28,210	
	ENERGÍA	356,400		158,400	
	ANTENAS,ALIMENTADORES				
	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD				
	MATERIALES DE INSTALACIÓN	26,260		12,310	
	REPUESTOS (5%)	51		24,100	
	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	51,430			
	SUB TOTAL EQUIPOS FOB	1,080,091		496,110	
	EQUIPOS CIF (FOB x 1.04)	1,123,295		515,954	
2	TORRES				
3	TRANSPORTES Y SEGUROS A SITIOS DE INST.	50		3,000	
4	OBRAS CIVILES (CELDAS SOLARES)	31,500		14,000	
5	INSTALACIÓN	72,000		35,500	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	1,226,845		568,454	
6	INGENIERIA (3%)	36,805		17,054	
7	ENTRENAMIENTO	-		-	
8	SUPERVISIÓN (3%)	36,805		17,054	
9	ADMINISTRACIÓN (1%)	12,268		5,685	
10	IMPREVISTOS (5%)	61,342		28,423	
	TOTAL COSTOS SIN IMPUESTOS	1,374,066		636,669	
11	DERECHOS ADUANEROS (15% DE CIF)	168,494		77,393	
	TOTAL COSTOS CONSTRUCCIÓN SIN IGV	1,542,561		714,062	

Fuente: Inictel

CUADRO N° 3.6

COSTOS ANUALES DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE
MICROONDAS SDH DE REP S.A
(MILES DE DOLARES)

	COSTO UNIT	CENTRO DE MANTENIMIENTO											
		LIMA			TRUJILLO			PIURA					
		CANT	COSTO	CANT	COSTO	CANT	COSTO	CANT	COSTO	PARCIAL			
1 PERSONAL													
INGENIERO	26.40	4.00	105.60	3.00	79.20	3.00	79.20	3.00	79.20				
TECNICO	10.20	4.00	40.80	3.00	30.60	3.00	30.60	3.00	30.60				
AYUDANTE	6.00	4.00	24.00	2.00	12.00	2.00	12.00	2.00	12.00				414.00
2 TRANSPORTE													
ALQUILER DE CAMIONETA	12.00	3.00	36.00	2.00	24.00	2.00	24.00	2.00	24.00				
GASOLINA	0.002	600.00	1.20	400.00	0.80	400.00	0.80	400.00	0.80				86.80
3 VIATICOS													
INGENIERO	14.40	3.00	43.20	2.00	28.80	2.00	28.80	2.00	28.80				
TECNICO	10.80	3.00	32.40	2.00	21.60	2.00	21.60	2.00	21.60				
AYUDANTE	10.80	3.00	32.40	2.00	21.60	2.00	21.60	2.00	21.60				252.00
4 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS													
DEPRECIACION LOTE \$300K EN 10 AÑOS	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00				90.00
5 MATERIALES Y SERVICIOS VARIOS													
(Intervenciones)	0.20	36.00	7.20	24.00	4.80	24.00	4.80	24.00	4.80				16.80
6 MANTENIMIENTO TORRES	3.00	8.00	24.00	6.00	18.00	6.00	18.00	6.00	18.00				60.00
7 REPUESTOS													
2% INVERSION EN EQUIPOS ELECTRONICOS (estacion)	5.55	14.00	77.64	11.00	61.00	8.00	44.37	8.00	44.37				183.02
8 GASTOS GENERALES													
30%	N.A	N.A	136.33	N.A	99.72	N.A	94.73	N.A	94.73				330.79
TOTAL COSTOS ANUALES			590.77		432.12		410.50		410.50				1,433.41

fuate: Inictel

CUADRO N° 3.7

CANON POR USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO
 (MILES DE DOLARES)

	AÑO	2007-2011	2012-2016	2017-20021
A	PAGO INICIAL			
	* Derecho de concesión a 2.5/1000 de inversión estimada en:			
	20.524 k\$	51.310		
	1.658 k\$		4.145	
	.779 k\$			1.947
	* Presentación de solicitud	0.215	0.215	0.215
	TOTAL PAGO INICIAL	51.525	4.360	2.162
B	PAGO ANUAL			
	* Estación frecuencia de 40 MHz de separación canal RF, equivalente a 1.600 canales de 25 KHz.			
	Canon por estación frecuencia			
	20% de UIT: 0.2*0.901K\$ =0.18			
	* 128 Estación-frecuencia (1+1) Sullana-Ica	23.040	23.040	23.040
	* 20 Estaciones-Frecuencia Incremento a (2+1) Lima-Trujillo		3.600	3.600
	* 10 Estación-frecuencias incremento a (2+1) Trujillo-Chiclayo			1.800
	TOTAL PAGO ANUAL	23.040	26.640	28.440

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CAPITULO 4

DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

4.1. ÁREA DE OPERACIÓN

Abarcará el área circundante de las líneas de transmisión eléctrica existentes y en proyecto de REP, mostrado en la **lámina N° 5**. Para la prestación de servicios se considerarán las ciudades de mayor tráfico.

Para el caso de servicio telefónico, sólo se ha considerado aquellas ciudades que cuentan actualmente con una central telefónica que permita la interconexión a la red existente. Por dicho motivo, se ha considerado inicialmente la instalación de cable de fibra óptica solo hasta Ica en el extremo sur.

Las ciudades que serán interconectadas por la red serán inicialmente 16 Lima, Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote, Ica, Sullana, Huacho, Huaral y Cañete en la costa y Arequipa, Huancayo, Cerro de Pasco, Huanuco, Tingo Maria y Tarma en la sierra.

4.2. MONTAJE DE CABLE ÓPTICO

Por las razones expuestas en el acápite 3.4.3., se ha considerado el uso del cable OPGW entre las subestaciones eléctricas. Para la interconexión a la red de telefónica local y prestación de los demás servicios de telecomunicaciones en el futuro, la red será extendida a través de ductos subterráneos, hacia los puntos de interconexión.

4.3. CANTIDAD Y TIPO DE FIBRA ÓPTICA

Revisando las especificaciones técnicas de cable OPGW existentes en el mercado se puede concluir que el máximo recomendado de fibras ópticas que se podría instalar en la red de REP. S.A es de de 24 fibras.

Aunque los requerimientos del servicio telefónico puede ser atendidos a través de 4 pares de fibras (dos para la red primaria y dos para la red secundaria), se considerará la instalación desde el inicio, de 24 fibras ópticas monomodo de dispersión desplazada no nula (Lucent TRUEWARE o Corning SMF-SL1).

4.4. TIPO DE SERVICIO A PRESTAR

El costo de equipamiento será calculado en base al servicio de telefónica de larga distancia nacional (LDN) (Carrier Nacional), basados en la factibilidad de poder obtener proyecciones de tráfico mas confiables con respecto de otros servicios y que por la magnitud de sus ingresos puede justificar por si solo el costo de la inversión. Sin embargo, la red de fibra óptica tendrá amplia capacidad de reserva para prestar otros tipos de servicios, con un mínimo de inversión adicional.

4.5. CONFIGURACIÓN DE LA RED

La red tendrá inicialmente una estructura lineal sin rutas alternas. Se dedicará dos pares de fibras para el tráfico telefónico Interdepartamental (red primaria) y otros dos pares para el tráfico telefónico departamental (red secundaria).

Las ciudades interconectadas a la red primaria (troncal) serán: Lima, Ica, Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote, Huancayo, Cerro de Pasco, Huanuco y Arequipa. Las demás ciudades serán interconectadas a través de red secundaria.

En la **lámina 6** se muestra el esquema general de la red de fibra óptica con indicación de las capacidades de terminales ópticas recomendadas para cada una de las secciones de la red.

4.6. CONFIABILIDAD DE LOS SERVICIOS

Para obtener una mayor confiabilidad de la red se ha considerado que las señales de telecomunicaciones sean transportadas en la modalidad "add/drop" solamente entre las secciones entre subestaciones.

Las extensiones a las ciudades transportarán solamente las señales de comunicación con origen o destino a las ciudades en consideración.

Las comunicaciones interdepartamental, serán afectadas a través de redes secundarias que se conectaran a la red primaria en la terminal correspondiente más cercana.

Se suministrará una redundancia en caliente (hot -Stand by) a nivel óptico por lo cual se dedicarán dos fibras ópticas para la red primaria y dos para la red secundaria.

CAPITULO 5

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN Y DE INGRESOS

5.1. COSTO TOTAL DE INVERSIÓN

En los cuadros Ns° 5.1A y 5.1B se muestra el resumen de los costos de inversión requeridos para la red de comunicaciones públicas de fibra óptica equipado para la prestación de servicios de telefonía de larga distancia. Tal como se puede observar, la inversión total requerida sería de alrededor de 93 millones de dólares USA (sin IGV).

Para facilitar el análisis, el proyecto ha sido dividido en las siguiente:

1. Red de fibra óptica Costa Norte
2. Red de fibra óptica Costa Sur, Sierra
3. Enlace de fibra óptica Mantaro-Socabaya.
4. Red de respaldo de Microondas.

El análisis básico considera que las dos primeras etapas deberán estar operativas a la apertura del mercado de larga distancia en un período de dos años.

Considerando posibles demoras en el cumplimiento del cronograma de actividades y posibles restricciones de financiamiento se ha analizado el caso en que la segunda etapa sea diferido en su período de un año más.

Además se ha analizado ambos casos sin la línea Mantaro-Socabaya. En el cuadro además se muestra el desagregado de sus componentes: cable de fibra óptica, terminales de fibra óptica, centrales de interconexión,

equipos de energía, instrumentos de prueba, obras civiles y vehículos. Los repuestos requeridos para la operación están incluidos dentro de los costos de cada uno de los subsistemas.

Como parte del costo de instalación de fibra óptica se ha considerado el costo que tendría que pagar la empresa encargada de la transmisión eléctrica por las restricciones para el suministro de energía eléctrica durante la instalación de cable óptico en los tramos entre subestaciones sin ruta alternativa.

5.2. COMPONENTES DEL COSTO DE INVERSIÓN

5.2.1. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Incluye los costos de cable de fibra óptica, ferretería de suspensión y protección, empalme e instalación de cable aéreo y subterráneo, para la red en proyecto. También se incluye un 10% del costo de instalación por derecho de paso de la red subterránea, esto según D.S. 2114. 02/10/01 para impulsa la inversión en las municipalidades. En los cuadros A.1 y A.2 del anexo A, se resumen los requerimientos de cable óptico aéreo y subterráneo, incluyendo cables de reserva para mantenimiento correctivo, para cada una de las tres etapas del proyecto.

En los cuadros A.3, A.3 A, A.3B y A.3C.

Se muestran los detalles de costo de instalación de cable óptico para los diversos métodos a usarse para cada uno de las tres

etapas. Los detalles de los costos unitarios de cable y de instalación se encuentran en el Anexo B.

Se ha considerado un rendimiento de instalación de 2.5 km/día para la costa y 1.3 km/día por cuadrilla para la sierra, Fuente: REP. S.A.

En el caso de la sierra se requiere desmontar previamente el cable de guarda existente y en el caso de la costa se requiere colocar los soportes para el cable OPGW.

5.2.2. COSTO DE RACIONAMIENTO

Éste rubro corresponde al monto que tendría que desembolsar la empresa encargada de la transmisión para pagar a las generadoras térmicas para introducir a la red, el flujo de energía retirada por la empresa encargada de la transmisión eléctrica para instalar el cable de fibra óptica entre subestaciones sin ruta alterna de transmisión de energía eléctrica. Para su cálculo se ha considerado el consumo promedio de las secciones en las horas de trabajo (06.00 a.m a 05.00 p.m.) según tarifa suministrada por la comisión de tarifas eléctricas, (CTE).

El costo de racionamiento asciende a 8'514,000 US\$ en la costa y de 247,000 US\$ en la sierra lo que equivale a un aumento del costo de instalación aérea en \$ 6.33/m y \$0.38/m respectivamente. Los cuadros A4.A y A4B del anexo A muestran detalles de costo de racionamiento para la primera y segunda etapa del proyecto, respectivamente.

5.2.3. TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA

En los cuadros A.5 y A.6 del anexo A, se presentan detalles de los requerimientos de terminales y amplificadores ópticos con los costos correspondientes de acuerdo a la distancia de separación de cada tramo de la red, para cada una de las etapas del proyecto.

El costo de los terminales ópticos incluyen redundancia 1:1 de la porción óptica y fuente de energía; redundancia de las tarjetas 1:N de multiplexaje; equipo de supervisión y gestión de red y un lote de repuestos; como el costo de multiplexeros requeridos para la ampliación de capacidad de circuitos es muy pequeña, a comparación del costo de los emisores y receptores ópticos, se ha considerado que la red será equipada desde el inicio para cubrir la demanda (20%) del año 2021. Fuente: REP.S.A

5.2.4. EQUIPOS DE ENERGÍA

Éste rubro incluye los equipos de energía requeridos para mantener la continuidad de servicios en los terminales de larga distancia tales como: grupo electrógeno, rectificadores, UPS, etc.

En los cuadros A.8A, A.8B y A.8C se muestra los requerimientos de equipos de energía en cada terminal de larga distancia con sus costos.

5.2.5. INSTRUMENTO DE PRUEBA Y HERRAMIENTAS

Éste rubro incluye los costos de instrumentos de prueba e herramientas requeridos en los terminales de larga distancia, tales

como: multímetros, osciloscopios, medidores VER, generadores de tráfico, analizadores SDH, reflectómetro óptico, generadores y medidores de potencia, máquina de empalme por fusión, etc.

En los cuadros A.9A y A.9B y A.9C del anexo A se muestran detalles de los requerimientos y estimado de costos, para cada una de las etapas del proyecto.

5.2.6. OBRAS CIVILES

Éste rubro corresponde al costo de las edificaciones requeridos para los terminales de larga distancia y para la atención de los clientes. Los cuadros A.10A, A.10B y A.10C muestran detalles de los costos correspondientes, para cada uno de las etapas del proyecto.

5.2.7. VEHÍCULOS

Éste rubro corresponde al de los vehículos requeridos para operación y mantenimiento de la red de larga distancia y de los enlaces de la red troncal.

En los cuadros A.11A, A.11B y A.11C se muestra los detalles correspondientes, para cada una de las etapas del proyecto.

5.3. COMPARACIÓN DE COSTOS DE UNA RED CON CABLES DE FIBRA OPTICA AÉREA Y UNA RED DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRANEA.

Como referencia, se ha hecho una comparación entre el costo de la red de fibra óptica aérea a través de la red de transmisión eléctrica de las

empresas encargadas, con el costo que tendría una red subterránea de fibra óptica que permita el servicio a las mismas ciudades consideradas en el estudio.

Aunque se ha considerado en ambos casos cable de 24 fibras monomodo de dispersión desplazada no nula (TRUEWARE o similar), la diferencia de costos se mantiene para cables con otra cantidad y tipo de fibra, porque el costo de la instalación es prácticamente independiente de ella, así como la diferencia en costo entre un cable OPGW y un cable para tendido subterráneo. En el **cuadro A.12 y A.12A** se muestra la estimación de costos de una red subterránea equivalente con cobertura de la ciudad de arequipa y sin ella, respectivamente. Aunque para fines de comparación arequipa esta incluida en la red aérea de la sierra. El enrutamiento del enlace subterráneo se ha hecho por la costa a través del enlace Nazca - Ica - Arequipa porque su costo es menor.

En ambos casos se ha considerado un 10% del costo de instalación de cable subterráneo como derecho de paso.

En la comparación, no se han incluido en el costo de las centrales de interconexión debido a que en ambos casos se requieren centrales con la misma capacidad. En el **cuadro N° 5.2** muestra un resumen de los resultados obtenidos. Se puede observar que usando la infraestructura de REP se podría obtener un ahorro de alrededor de 40% (US\$ 50 millones) del costo de la red subterránea, que incluye arequipa y de alrededor de 35% (US\$ 32 millones) en el caso de que no se cubra dicha ciudad.

El ahorro proviene principalmente del menor costo de instalación del cable de fibra óptica, especialmente en la región de la sierra.

5.4. RED DE RESPALDO DE MICROONDAS

Considerando que la mayor parte de tráfico de la red es usado entre las ciudades de la costa y la no disponibilidad de rutas alternas en la costa, es posible que de acuerdo a las exigencias del mercado sea necesario que en algún momento en el futuro, implementar una red de respaldo por microondas.

Para analizar sus efectos en la responsabilidad del proyecto se ha considerado su operación a partir del 2007 los cuales requiere los siguientes montos de inversión:

Año 2007	:	19.2 millones \$USA (Equipamiento Inicial)
Año 20011	:	1.5 millones \$ USA (Primera Ampliación)
Año 2016	:	0.7 millones \$ USA (Segunda Ampliación)

Fuente: Inictel

5.5. ESTIMACIÓN DE INGRESOS

5.5.1. TRÁFICO TELEFÓNICO DE LARGA DISTANCIA NACIONAL

Cada empresa que interviene en un mercado decide, en acuerdo a sus posibilidades y metas, la porción del mercado que asumirá, para la cual se fija la política adecuada a ese fin. El presente apartado pretende estimar la porción del mercado recomendado que podría asumir la próxima empresa de telecomunicaciones a constituirse con la participación de REP. El valor que se indica a continuación es solamente una referencia, al cual se le aplicará el

análisis de sensibilidad para estimar hasta que porción del mercado resultaría rentable el presente proyecto.

El área de mayor densidad poblacional, coincide con el área geográfica de la infraestructura de REP, en el que se concentra el 84.4% de la población de las principales ciudades. Asimismo, en esta área se genera el 77.2% del PBI nacional según el MEF. Se hace notar, por otro lado, que los tres principales centros de conmutación de la telefonía de larga distancia nacional, se encuentran en el área antes mencionada. En razón a que el tráfico esta más estrechamente relacionado a la población y, en menor medida el PBI, permite asumir que el 80% del tráfico nacional de larga distancia se concentra en el área de influencia de REP.S.A. la apertura del mercado de las telecomunicaciones, ha provocado en otros países la perdida de mercado nacional de larga distancia, a las empresas monopólicas de este servicio, entre el 60 y 30% de este mercado (casos de Chile y México), lo que significa dentro de los rangos anteriores, que para los futuros competidores de Telefónica del Perú podría quedar un mercado equivalente al 48% y 24% del total nacional. Ejercer el monopolio de un servicio público, siempre deviene en una desventaja para su titular.

Asumiendo el caso más desfavorable y dada la magnitud de la red propuesta para las empresas encargadas de la transmisión eléctrica así como la concentración de la población en esta área, es viable proponer como meta para REP, tomar hasta el 20% del

mercado, lo que deja margen a otras Empresas competidoras. A pesar de que se puede pretender un mayor porcentaje de participación, hemos tomado el 20% como meta máxima y en la evaluación económica se analizará el efecto de una menor participación en el mercado nacional de larga distancia nacional.

5.5.2. TARIFAS TELEFÓNICAS

De acuerdo a lo asumido en este proyecto, se ha considerado que por la apertura del mercado habrá una disminución en la tarifa de larga distancia de 20% de su costo actual fuente Telefónica del Perú.

En consecuencia para el cálculo de los ingresos se ha considerado el 20% de la tarifa promedio de larga distancia nacional o sea:

$0.612 \times 0.2 = 0.1224$ nuevos soles/circuito Fuente: TdP del Perú.

En el Anexo C se incluye las tarifas de larga distancia nacional para los diferentes rangos de separación.

5.5.3. INGRESOS NETOS

Por la no existencia actualmente de una tarifa de interconexión local, se ha asumido un costo de interconexión de valor de 30% para el cálculo del ingreso neto.

5.5.4. SENSIBILIDAD AL PBI

Para analizar variación de los ingresos en caso de que no se cumplan la meta de aumento del 5% en el producto bruto interno a

partir del año 2005 se han calculado los ingresos con tasas de 4.5,4 y 3%.

Los cuadros 5.3A, 5.3B se muestra el resumen de los ingresos entre los años 2005 y 2021, para cada una de las modalidades de ejecución.

5.5.5. OTROS SERVICIOS

los enlaces de fibra óptica, por su naturaleza, proveen una capacidad de transmisión bastante alta y para el volumen de tráfico de larga distancia nacional, bastarían 4 fibras, incluyendo las fibras de reserva respectiva. Las fibras señaladas, pueden cubrir la demanda de telefónica más allá del 2021, período final del proyecto. Las 20 fibras restantes, propuestas en el estudio, servirán para poder ofrecer otros servicios, incluyendo los que requieran gran ancho de banda, tales como: televisión, redes de datos de alta velocidad, multimedia, enlaces de reserva para otros portadores, etc. Estos últimos servicios se encuentran en pleno desarrollo y no existen tarifas formalmente establecidas para los mismos. La demanda y los ingresos de estos servicios, dependerá de la política de comercialización que se implante en la futura empresa que se decida ha realizar este proyecto. El proyecto se justificara únicamente con los ingresos provenientes de la telefonía de larga distancia nacional que cuenta con proyecciones de ingresos asegurados.

Los ingresos provenientes de los otros servicios constituirán, en todo caso, ingresos suplementarios al proyecto.

CUADRO N° 5.1A

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN
 (CONSTRUCCIÓN EN DOS ETAPAS)
 (MILES DE DÓLARES)

RUBRO	PRIMERA ETAPA		SEGUNDA ETAPA		SUB TOTAL		PORCENTAJE
	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	TOTAL	TOTAL	
CABLE DE FIBRA ÓPTICA	38,981.00	10,288.00	10,288.00	49,269.00	49,269.00	52.9	
TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	10,796.00	3,022.00	3,022.00	13,818.00	13,818.00	14.8	
CENTRALES DE INTERCONEXIÓN	12,633.00	867.00	867.00	13,500.00	13,500.00	14.5	
EQUIPOS DE ENERGIA	1,434.00	82.00	82.00	1,516.00	1,516.00	1.6	
INSTRUMENTOS DE PRUEBA	1,166.00	162.00	162.00	1,328.00	1,328.00	1.4	
OBRAS CIVILES	2,740.00	200.00	200.00	2,940.00	2,940.00	3.2	
VEHÍCULOS	572.00	47.00	47.00	619.00	619.00	0.7	
TOTAL EQUIPOS Y MONTAJE	68,322.00	14,668.00	14,668.00	82,990.00	82,990.00	89.1	
ADM. ING. Y SUPERVISIÓN (1.4%)	956.51	205.00	205.00	1,161.51	1,161.51	1.2	
CAPACITACIÓN (0.005%)	170.00	85.00	85.00	255.00	255.00	0.3	
TOTAL COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	69,448.51	14,958.00	14,958.00	84,406.51	84,406.51	90.6	
COSTO RACIONAMIENTO ELÉCTRICO	8,761.00	-	-	8,761.00	8,761.00	9.4	
COSTO TOTAL SIN IGV	78,209.51	14,958.00	14,958.00	93,167.51	93,167.51	100	
IGV	14,077.71	2,692.44	2,692.44	16,770.15	16,770.15		
COSTO TOTAL CON IGV	92,287.22	17,650.44	17,650.44	109,937.66	109,937.66		
PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL	83.95	16.05	16.05	100.00	100.00		

CUADRO N° 5.1B

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN
 (CONSTRUCCIÓN EN TRES ETAPAS)
 (MILES DE DÓLARES)

RUBRO	PRIMERA			SEGUNDA			TERCERA			SUB	
	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	TOTAL	PORCENTAJE	
CABLE DE FIBRA ÓPTICA	17,711.00	21,270.00	10,288.00	49,269.00	52.9						
TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	6,020.00	4,776.00	3,022.00	13,818.00	14.8						
CENTRALES DE INTERCONEXIÓN	4,925.00	7,708.00	867.00	13,500.00	14.5						
EQUIPOS DE ENERGÍA	499.00	935.00	82.00	1,516.00	1.6						
INSTRUMENTOS DE PRUEBA	531.00	635.00	162.00	1,328.00	1.4						
OBRAS CIVILES	1,048.00	1,692.00	200.00	2,940.00	3.2						
VEHICULOS	220.00	352.00	47.00	619.00	0.7						
TOTAL EQUIPOS Y MONTAJE	30,954.00	37,368.00	14,668.00	82,990.00	89.1						
ADM. ING. Y SUPERVISIÓN (1.4%)	433.36	523.15	205.35	1,161.86	1.2						
CAPACITACION (0.005%)	85.00	85.00	85.00	255.00	0.3						
TOTAL COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	31,472.36	37,976.15	14,958.35	84,406.86	90.6						
COSTO RACIONAMIENTO ELÉCTRICO	6,485.00	2,276.00	-	8,761.00	9.4						
COSTO TOTAL SIN IGV	37,957.36	40,252.15	14,958.35	93,167.86	100						
IGV	6,832.32	7,245.39	2,692.50	16,770.21							
COSTO TOTAL CON IGV	44,789.68	47,497.54	17,650.86	109,938.07							
PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL	40.74	43.20	16.06	100.00							

CUADRO N° 5.2

COMPARACIÓN DE COSTOS DE LA RED EN PROYECTO
 CON UNA RED SUBTERRANEA(*)

	RED AÉREA		RED SUBTERRANEA		DIVERGENCIAS		PORCENTAJE	
	REP		OTROS		SIN IGV		AEREO/SUBTERRANEO	
CABLE CON 24 F.O	31,227.00		27,452.00		3,775.00		113.8	
INSTALACIÓN CABLE**	16,516.00		55,782.00		-39,266.00		29.6	
TERMINALES OPTICOS	10,545.00		6,979.00		3,566.00		151.1	
TOTAL SIN IGV	58,288.00		90,213.00		-31,925.00		64.6	

* No incluye costo de centrales de interconexión Costos locales sin IGV
 ** Incluye costos de racionamiento de energía

Fuente: REP.S.A



CUADRO N° 5.3A

PROYECTO FIBRA ÓPTICA
 INGRESOS PARA DIFERENTES PBI A PARTIR DEL AÑO 2005
 TOTAL ANUAL NETO (\$ USA)
 INSTALACIONES EN DOS ETAPAS

AÑO	PBI				
	5%	4.50%	4%	3%	
2005	18,795,728	18,795,728	18,795,728	18,795,728	18,795,728
2006	40,472,355	402,796.29	400,869.04	397,014.53	
2007	50,684,647	50,203,085	49,723,822	48,772,192	
2008	54,592,555	53,816,370	53,047,576	51,532,024	
2009	58,802,703	57,690,627	56,594,399	54,448,885	
2010	63,338,535	61,844,769	60,379,320	57,531,758	
2011	68,225,321	66,299,086	64,418,385	60,790,140	
2012	73,490,298	71,075,340	68,728,725	642,340,077	
2013	79,162,819	76,196,879	73,328,631	67,874,190	
2014	85,274,528	81,688,749	78,237,630	71,721,713	
2015	91,859,527	87,577,818	83,476,573	75,788,526	
2016	98,954,579	93,892,910	89,067,720	80,087,194	
2017	106,599,305	100,664,947	95,034,342	84,631,002	
2018	114,836,418	107,927,105	101,403,317	89,434,003	
2019	123,711,957	115,714,973	108,200,244	94,511,061	
2020	133,275,550	124,066,735	115,454,559	99,877,892	
2021	143,580,692	133,023,357	123,197,157	105,551,121	

Fuente: Telefonica del Perú

CUADRO N° 5.3B

PROYECTO RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA
 INGRESOS PARA DIFERENTES PBI A PARTIR DEL AÑO 2005
 TOTAL ANUAL NETO (\$ USA)
 INSTALACIONES EN TRES ETAPAS

AÑO	PBI				
	5%	4.50%	4%	3%	
2005	11,267,017	11,267,017	11,267,017	11,267,017	11,267,017
2006	40,472,355	40,279,629	40,086,904	39,701,453	39,701,453
2007	50,684,647	50,203,085	49,723,822	48,772,192	48,772,192
2008	54,592,555	53,816,370	53,047,576	51,532,024	51,532,024
2009	58,802,703	57,690,627	56,594,399	54,448,885	54,448,885
2010	63,338,535	61,844,769	60,379,320	57,531,758	57,531,758
2011	68,225,321	66,299,086	64,418,385	60,790,140	60,790,140
2012	73,490,298	71,075,340	68,728,725	64,234,077	64,234,077
2013	79,162,819	76,196,879	73,328,631	67,874,190	67,874,190
2014	85,274,528	81,688,749	78,237,530	71,721,713	71,721,713
2015	91,859,527	87,577,818	83,476,573	75,788,526	75,788,526
2016	98,954,579	93,892,910	89,067,720	80,087,194	80,087,194
2017	106,599,305	100,664,947	95,034,812	84,631,002	84,631,002
2018	114,836,418	107,927,105	101,403,317	89,434,003	89,434,003
2019	123,711,957	115,714,973	108,200,244	94,511,061	94,511,061
2020	133,275,550	124,066,735	115,454,559	99,877,892	99,877,892
2021	143,580,692	133,023,357	123,197,157	105,551,121	105,551,121

Fuente: Telefonica del Perú

CAPITULO 6

EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA

6.1. OBJETIVO

El presente capítulo tiene por objeto evaluar a la fecha, desde el punto de vista económico y financiero, el Proyecto de Fibra Óptica.

Los Beneficios Netos Económicos y Financieros consideran los ingresos del proyecto por telefonía de larga distancia nacional sin tener en cuenta otros posibles ingresos tales como: tráfico de datos de alta velocidad, alquiler de fibras a terceros y, otros servicios que pudieran demandarse.

Los egresos corresponden a los costos de inversión, de operación y mantenimiento del proyecto.

6.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tiene por finalidad cuantificar y evaluar las bondades intrínsecas del proyecto, es decir, el flujo real de bienes y servicios absorbidos y generados por este, sin tener en cuenta el financiamiento de la inversión.

6.2.1. INVERSIÓN

La inversión requerida para la construcción del proyecto es de 90'710,820 US\$ dólares considerando el IGV, para la primera etapa y 17'650,440 US\$ dólares para la segunda etapa también considerando el IGV. Por lo tanto el costo del proyecto es de 108'361,260 US\$ dólares se ha considerado como inversión del

proyecto la red de microondas que serviría de respaldo a la fibra óptica. Ver cuadro N° 6.1

6.2.2. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta constituido por los sueldos, salarios, materiales, repuestos y servicios en la etapa operativa del proyecto.

Se ha estimado en 5% del costo de inversión al año como los costos directos de operación y mantenimiento, de acuerdo a las estimaciones de éste proyecto.

6.2.3. INGRESOS DEL PROYECTO

Para calcular los beneficios del proyecto se ha considerado los cálculos realizados en el Apartado 5.4.

6.2.4. CÁLCULOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

A partir del Flujo Económico que se muestra en el cuadro N° 6.2.

Se han obtenido los siguientes indicadores económicos:

a. Valor Actual Neto Económico (VANE)

Es el valor presente que resulta de descontar el flujo neto económico al costo de oportunidad del capital propio de la empresa (9.5%).

$$\text{VANE} = 354'312,419 \text{ US\$ Dólares}$$

b. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

Representa la tasa de rendimiento económico del proyecto y se obtiene descontando el saldo neto de caja versus los recursos propios aplicados a la inversión.

$$\text{TIRE} = 43.01\%$$

c. Relación Beneficio - Costo Económico (B/C e)

Representa la relación entre los fondos económicos invertidos y generados. Se obtienen a partir del cociente del flujo de los ingresos y costos actualizados a la tasa de descuento (9.5%).

$$\text{B/C} = 4.75$$

6.3. EVALUACIÓN FINANCIERA

El análisis Financiero evalúa, si es que el proyecto resulta rentable en las condiciones financieras actuales.

6.3.1. PLAN FINANCIERO DEL PROYECTO

El financiamiento del proyecto se ha previsto a través de una línea de crédito internacional (Banco Interamericano de Finanzas) con una tasa nominal de 6% anual que corresponde a una tasa de mercado de 8% anual, los intereses durante la construcción no se capitalizan. Fuente: Banco Interamericano de Finanzas

6.3.2. CREDITO INTERNACIONAL A TRAVEZ DEL BIF

Se considera que se financia el 85% de la primera etapa del proyecto a las siguientes condiciones:

Tasa de Interés anual	:	6%
Período de Gracia	:	1 año
Período de Repago	:	10 años.



En el cuadro N° 6.3 se detalla el flujo de compromiso del préstamo, y el costo total del préstamo es de 6.65 % anual.

6.3.3. RECURSOS PROPIOS

Se considera que la empresa deberá poner como recursos propios el 15% del monto total de la inversión, además debe comprometerse a honrar el préstamo y a solventar los costos de operación y mantenimiento del proyecto.

6.3.4. ANALISIS FINANCIERO

Para el análisis se establece un modelo de proyecciones financieras, que nos den los indicadores financieros del proyecto.

Inicialmente se determinan los ingresos, costos y gastos financieros

del proyecto, los mismos que ya han sido explicados y mostrados en los cuadros N° 6.1 a 6.3. Seguidamente se elabora el Estado de Pérdidas y Ganancias, con el propósito de calcular el Impuesto a la Renta del Proyecto, tal como se muestra en el cuadro 6.4.

Posteriormente se desarrolla el Flujo Financiero en el que se muestran los flujos de Ingresos y Egresos así como el Flujo Neto, que se muestra en el **cuadro 6.5**.

El IGV desembolsado no se ha tomado en cuenta ya que es un crédito fiscal.

6.3.5. CÁLCULO DE LOS INDICADORES FINANCIEROS

A partir del flujo financiero, que considera solamente los ingresos por telefonía, se han obtenido los indicadores financieros siguientes:

a. Valor Actual Neto Financiero (VANF)

Es el valor presente que resulta de descontar el flujo neto financiero al costo de oportunidad del capital propio de la empresa (9.5%).

$$\text{VANF} = 267'839,242 \text{ US\$ Dólares}$$

Fuente: BIF.

b. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

Representa la tasa de rendimiento financiera del proyecto y se obtiene descontando el saldo neto de caja versus los recursos propios aplicados a la inversión.

$$\text{TIRF} = 105.39\%$$

Fuente: BIF

c) Relación Beneficio – Costo Financiero (B/C e)

Representa la relación entre los fondos financieros invertidos y generados. Se obtienen a partir del cociente del flujo de los ingresos y costos actualizados a la tasa de descuento (9.5%)

$$B/C = 9.43$$

6.4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

6.4.1. TASA DE DESCUENTO

Se analizó la variación de la tasa de descuento, para los indicadores financieros VANE y B/C e, entre 7.5 y 11.5 por ciento.

Ver Cuadro N° 6.6

6.4.2. INVERSIÓN

Se analizó la variación de la inversión, para los indicadores financieros VANE, NAN, TIRE, TIRF, B/Cf y B/Ce, aumentando dicha inversión hasta en un 60%. En todo el rango analizado el proyecto es rentable. Ver Cuadro N° 6.7.

6.4.3. TARIFAS

Se analizó la variación de la inversión, para los indicadores financieros VANE, VANF, TIRE, TIRF, B/Cf y B/Ce, incluyendo dichas tarifas hasta en un 60%, en todo el rango analizado el proyecto es rentable. Ver Cuadro N° 6.8.

6.4.4. PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO

Se analizó la variación de la participación en el mercado total de telefonía de larga distancia nacional, para los indicadores financieros VANE, VANF, TIRE, TIRF, B/Cf y B/Ce, disminuyendo dicha participación hasta en un 5% siendo el caso base 20%, el proyecto es rentable aun con una participación de solamente del 5.5% del mercado. Ver **Cuadro N° 6.9.**

6.4.5. PRODUCTO BRUTO INTERNO

Se analizó la variación de la TASA DE CRECIMIENTO DEL Producto Bruto Interno del país a partir del 2003, para los indicadores financieros VANE, VANF, TIRE, TIRF, B/Cf y B/Ce, considerando crecimientos de 4.5, 4 y 3 por ciento anual, siendo el caso base de 5%, el proyecto es rentable en todas las alternativas analizadas.

Ver **Cuadros Nos. 6.10,6.11 y 6.12.**

6.4.6. PROYECTO EN TRES ETAPAS

Se analizó el proyecto considerando su construcción en tres etapas, además se consideró la variación de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno del país a partir del 2003, para los indicadores financieros VANE, VANF, TIRE, TIRF, B/Cf y B/Ce, considerando crecimientos de 4.5, 4 y 3 por ciento anual, siendo el caso base de 5%, el proyecto es rentable en todas las alternativas

analizadas. En el **cuadro N° 6.13** se presentan los costos del proyecto dividido en tres etapas y los resultados se muestran en los **cuadros Nos. 6.14, 6.15, 6.16, y 6.17** para cada uno de las tasas de crecimiento del PBI antes mencionadas.

CUADRO N° 6.1

CUADRO N° 6.1

COSTO DE INVERSIÓN

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	TOTAL
CABLE DE FIBRA ÓPTICA	38,981,000	10,288,000	49,269,000
TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	10,796,000	3,022,000	13,818,000
CENTRALES DE INTERCONEXIÓN	12,633,000	867,000	13,500,000
EQUIPOS DE ENERGÍA	1,434,000	82,000	1,516,000
INSTRUMENTOS DE PRUEBA	1,166,000	162,000	1,328,000
OBRAS CIVILES	2,740,000	200,000	2,940,000
VEHICULOS	572,000	47,000	619,000
TOTAL EQUIPOS Y MONTAJE	68,322,000	14,668,000	82,990,000
ADM. ING Y SUPERVISION	957,000	205,000	1,162,000
CAPACITACIÓN	170,000	85,000	255,000
TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN	69,449,000	14,958,000	84,407,000
COSTO DE RACIONAMIENTO ELÉCTRICO	8,761,000	-	8,761,000
TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN IGV	78,210,000	14,958,000	93,168,000
TOTAL COSTO CON IGV	14,077,800	2,692,440	16,770,240
	92,287,800	17,650,440	109,938,240

SE INCLUYE LA RED DE MICROONDAS QUE ASCIENDE A UN COSTO DE 21,450,540

* DÓLARES

CUADRO N° 6.2

FLUJO ECONÓMICO

PERIODO	INGRESOS	INVERSIÓN	O&M	TOTAL EGRESOS	FLUJO
2003			0		
2004		78,210,000.00	0	78,210,000.00	-78,210,000.00
2005	18,795,728.00		3,910,500.00	3,910,500.00	14,885,228.00
2006	40,742,355.00	14,958,000.00	3,910,500.00	18,868,500.00	21,873,855.00
2007	50,684,647.00	19,175,230.00	4,658,400.00	23,833,630.00	26,851,017.00
2008	54,592,556.00		4,658,400.00	4,658,400.00	49,934,156.00
2009	58,802,703.00		4,658,400.00	4,658,400.00	54,144,303.00
2010	63,338,535.00		4,658,400.00	4,658,400.00	58,680,135.00
2011	68,225,321.00	1,548,040.00	4,658,400.00	6,206,440.00	62,018,881.00
2012	73,490,298.00		4,658,400.00	4,658,400.00	68,831,898.00
2013	79,162,820.00		4,658,400.00	4,658,400.00	74,504,420.00
2014	85,274,528.00		4,658,400.00	4,658,400.00	80,616,128.00
2015	91,859,527.00		4,658,400.00	4,658,400.00	87,201,127.00
2016	98,954,579.00	727,270.00	4,658,400.00	5,385,670.00	93,568,909.00
2017	106,599,305.00		4,658,400.00	4,658,400.00	101,940,905.00
2018	114,836,418.00		4,658,400.00	4,658,400.00	110,178,018.00
2019	123,711,957.00		4,658,400.00	4,658,400.00	119,053,557.00
2020	133,275,550.00		4,658,400.00	4,658,400.00	128,617,150.00
2021	143,580,692.00		4,658,400.00	4,658,400.00	138,922,292.00

* DÓLARES

CUADRO N° 6.3

FLUJO DE COMPROMISO DEL PRESTAMO

PRÉSTAMO (MILES DE DOLARES)
 TIPO DE PRÉSTAMO SUMINISTRO
 TASA DE INTERES ANUAL 6%
 PERIODO DE GRACIA 1 AÑO
 PERIODO TOTAL 11 AÑOS
 PRÉSTAMO (MILES DE DOLARES) 66478500 DOLARES
 INTERES CONST 1994355 DOLARES
 CUOTA 9032298 DOLARES
 COMISIÓN DE COMPROMISO 0%
 COMISIÓN DE ADMINISTRACIÓN 0%
 LOS INTERESES DEL PERIODO DE GRACIA SE DESEMBOLSA 0

AÑO	PREST	INT.C	COMIS. COMPROM.	COMIS. ADMINIST.	CUOTA	INTERES	AMORT.	SALDO	FLUJO F
2004	66,478,500.00	1,994,355.00	0	0	9,032,298.00	3,988,710.00	5,043,588.00	61,434,912.00	64,484,145.00
2005					9,032,298.00	3,686,095.00	5,346,203.00	56,088,709.00	-9,032,298.00
2006					9,032,298.00	3,365,323.00	5,666,975.00	50,421,733.00	-9,032,298.00
2007					9,032,298.00	3,025,304.00	6,006,994.00	44,414,739.00	-9,032,298.00
2008					9,032,298.00	2,664,884.00	6,367,414.00	38,047,325.00	-9,032,298.00
2009					9,032,298.00	2,282,840.00	6,749,458.00	31,297,867.00	-9,032,298.00
2010					9,032,298.00	1,877,872.00	7,154,426.00	24,143,441.00	-9,032,298.00
2011					9,032,298.00	1,448,606.00	7,583,692.00	16,559,749.00	-9,032,298.00
2012					9,032,298.00	993,585.00	8,038,713.00	8,521,036.00	-9,032,298.00
2013					9,032,298.00	511,262.00	8,521,036.00	-	-9,032,298.00
2014					9,032,298.00				-9,032,298.00

INTERES EFECTIVO = 6.65%

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.4

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

AÑO	INGRESO NETO	COSTOS DE OPERACIÓN	DEPRECIACIÓN	UTILIDAD OPERATIVA	ITERESES	UTILIDAD IMPUEST.	IMPUEST.	UTILIDAD NETA
2003	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	18,795,728	3,910,500.00	7,821,000.00	7,064,228	3,988,710	3,075,518	922,655	2,152,862.60
2006	40,472,355	3,910,500.00	7,821,000.00	28,740,855	3,686,095	25,054,760	7,516,428	17,538,332.00
2007	50,684,647	4,658,400.00	7,821,000.00	38,205,247	3,365,323	34,839,924	10,451,977	24,387,946.80
2008	54,592,556	4,658,400.00	7,821,000.00	42,113,156	3,025,304	39,087,852	11,726,356	27,361,496.40
2009	58,802,703	4,658,400.00	7,821,000.00	46,323,303	2,664,884	43,658,419	13,097,526	30,560,893.30
2010	63,338,535	4,658,400.00	7,821,000.00	50,859,135	2,282,840	48,576,295	14,572,889	34,003,406.50
2011	68,225,321	4,658,400.00	7,821,000.00	55,745,921	1,877,872	53,868,049	16,160,415	37,707,634.30
2012	73,490,298	4,658,400.00	7,821,000.00	61,010,898	1,448,606	59,562,292	17,868,688	41,693,604.40
2013	79,162,819	4,658,400.00	7,821,000.00	66,683,419	993,585	65,689,834	19,706,950	45,982,883.80
2014	85,274,528	4,658,400.00	7,821,000.00	72,795,128	511,262	72,283,866	21,685,160	50,598,706.20
2015	91,859,527	4,658,400.00		87,201,127	-	87,201,127	26,160,338	61,040,788.90
2016	98,954,579	4,658,400.00		94,296,179	-	94,296,179	28,288,854	66,007,325.30
2017	106,599,305	4,658,400.00		101,940,905	-	101,940,905	30,582,272	71,358,633.50
2018	114,836,418	4,658,400.00		110,178,018	-	110,178,018	33,053,405	77,124,612.60
2019	123,711,957	4,658,400.00		119,053,557	-	119,053,557	35,716,067	83,337,489.90
2020	133,275,550	4,658,400.00		128,617,150	-	128,617,150	38,585,145	90,032,005.00
2021	143,580,692	4,658,400.00		138,922,292	-	138,922,292	41,676,688	97,245,604.40

* TASA IMPUESTO A LA RENTA = 30%

Fuente: REP.S.A

CUADRO N° 6.5

FLUJO FINANCIERO

AÑO	INGRESOS				EGRESOS				FLUJO FINANCIERO
	INGRESO NETO	PRÉSTAMO	TOTAL	INVERSIÓN	COSTOS O & M	AMORT + INTERES	IMPUEST. RENTA	TOTAL	
2003	0	0	-	0	-	0	0	0	-
2004	0	66,478,500	66,478,500.00	78,210,000	-	1,994,355.00	0	80,204,355.00	-13,725,855.00
2005	18,795,728	0	18,795,728.00		3,910,500	9,032,298.00	922,655	13,865,453.00	4,930,275.00
2006	40,472,355	0	40,472,355.00		3,910,500	9,032,298.00	7,516,428	20,459,226.00	20,013,129.00
2007	50,684,647	0	50,684,647.00		4,658,400	9,032,298.00	10,451,977	24,142,675.00	26,541,972.00
2008	54,592,556	0	54,592,556.00		4,658,400	9,032,298.00	11,726,355	25,417,053.00	29,175,503.00
2009	58,802,703	0	58,802,703.00		4,658,400	9,032,298.00	13,097,526	26,788,224.00	32,014,479.00
2010	63,338,535	0	63,338,535.00		4,658,400	9,032,298.00	14,572,889	28,263,587.00	35,074,948.00
2011	68,225,321	0	68,225,321.00		4,658,400	9,032,298.00	16,160,415	29,851,113.00	38,374,208.00
2012	73,490,298	0	73,490,298.00		4,658,400	9,032,298.00	17,868,687	31,559,385.00	41,930,913.00
2013	79,162,819	0	79,162,819.00		4,658,400	9,032,298.00	19,706,950	33,397,648.00	45,765,171.00
2014	85,274,528	0	85,274,528.00		4,658,400	9,032,298.00	21,685,160	35,375,858.00	49,898,670.00
2015	91,859,527	0	91,859,527.00		4,658,400	9,032,298.00	26,160,338	30,818,738.00	61,040,789.00
2016	98,954,579	0	98,954,579.00		4,658,400	9,032,298.00	28,288,854	32,947,254.00	66,007,325.00
2017	106,599,305	0	106,599,305.00		4,658,400	9,032,298.00	30,582,272	35,240,672.00	71,358,633.00
2018	114,836,418	0	114,836,418.00		4,658,400	9,032,298.00	33,053,406	37,711,806.00	77,124,612.00
2019	123,711,957	0	123,711,957.00		4,658,400	9,032,298.00	35,716,067	40,374,467.00	83,337,490.00
2020	133,275,550	0	133,275,550.00		4,658,400	9,032,298.00	38,585,145	43,243,545.00	90,032,005.00
2021	143,580,692	0	143,580,692.00		4,658,400	9,032,298.00	41,676,688	46,335,088.00	97,245,604.00

* MILES DE DOLARES

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.6**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PBI 5%
TASA DE DESCUENTO (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	452,404,913.00	335,059,792.00	5.17	10.00
8.00%	425,324,212.00	316,509,647.00	5.08	9.84
8.50%	400,035,517.00	299,182,491.00	4.95	9.69
9.00%	376,405,683.00	282,986,978.00	4.85	9.55
9.50%	354,312,419.00	267,839,242.00	4.75	9.43
10.00	333,643,327.00	253,662,246.00	4.65	9.31
10.50%	314,295,045.00	240,385,177.00	4.55	9.20
11.00%	296,172,458.00	227,942,901.00	4.46	9.10
11.50%	279,187,994.00	216,275,480.00	4.37	9.00
TIRE		43.01%		
TIRF		105.39%		

CUADRO N° 6.7**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
INVERSIÓN (DÓLARES)**

%	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf	TIRE	TIRF
0.00%	354,312,419	267,839,242	4.75	9.43	43.01%	105.39%
	346,749,180	261,316,442	4.46	9.06	40.10%	77.55%
20.00%	339,185,940	254,793,642	4.21	8.71	37.62%	62.90%
30.00%	331,622,700	248,270,842	3.99	8.38	35.46%	53.66%
40.00%	324,059,460	241,748,042	3.79	8.06	33.57%	47.20%
50.00%	316,496,220	235,225,243	3.61	7.75	31.88%	42.38%
60.00%	308,932,980	228,702,443	3.44	7.46	30.38%	38.61%

CUADRO N° 6.8**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
TARIFAS (DÓLARES)**

%	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf	TIRE	TIRF
-60.00%	69,865,969	68,726,726	1.9	5.41	17.86%	34.79%
-50.00%	117,273,711	101,912,146	2.37	6.33	22.66%	46.71%
-40.00%	164,681,453	135,097,565	2.85	7.12	27.08%	58.66%
-30.00%	212,089,194	168,282,984	3.32	7.81	31.27%	70.55%
-20.00%	259,496,938	201,468,403	3.8	8.41	35.30%	82.31%
-10.00%	306,904,678	234,653,822	4.27	8.95	39.20%	93.93%
0.00%	354,312,419	287,839,242	4.75	9.43	43.01%	105.39%

CUADRO Nº 6.9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
(DÓLARES)

%	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf	TIRE	TIRF
20.00%	354,312,419	267,839,242	4.75	9.43	43.01%	105.39%
17.50%	295,052,742	226,357,468	4.15	8.82	38.23%	91.04%
15.00%	235,793,065	184,875,694	3.56	8.12	33.30%	76.45%
12.50%	176,533,388	143,393,920	2.97	7.3	28.15%	61.34%
10.00%	117,273,711	101,912,146	2.37	6.33	22.66%	46.71%
7.50%	58,014,034	60,430,372	1.78	5.15	16.58%	31.82%
7.00%	46,162,098	52,134,017	1.66	4.39	15.26%	28.85%
6.50%	34,310,163	43,837,662	1.54	4.61	13.88%	25.88%
6.00%	22,458,227	35,541,307	1.42	4.33	12.44%	22.90%
5.50%	10,606,292	27,244,952	1.31	4.03	10.93%	19.89%
5.00%	-1,245,643	18,948,598	1.19	3.71	9.33%	16.83%

CUADRO Nº 6.10

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PBI 4.5%
TASA DE DESCUENTO
(DOLARES)

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	429,688,997	319,158,651	4.97	9.66
8.00%	404,034,275	301,606,691	4.87	9.50
8.50%	380,069,634	285,206,373	4.76	9.36
9.00%	357,669,941	269,871,957	4.67	9.22
9.50%	336,720,237	255,524,714	4.57	9.10
10.00%	317,114,839	242,092,304	4.48	8.98
10.50%	298,756,536	229,508,221	4.39	8.87
11.00%	281,555,857	217,711,280	4.30	8.77
11.50%	265,430,401	206,645,165	4.22	8.68
TIRE		42.39%		
TIRF		104.55%		

CUADRO N° 6.11

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PBI 4%
 TASA DE DESCUENTO
 (DOLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	408,031,251	303,998,229	4.78	9.36
8.00%	383,729,288	287,393,200	4.68	9.20
8.50%	361,021,038	271,872,356	4.58	9.05
9.00%	339,788,929	257,355,248	4.49	8.92
9.50%	319,924,916	243,767,989	4.40	8.79
10.00%	301,329,652	231,042,674	4.32	8.68
10.50%	283,911,734	219,116,859	4.23	8.57
11.00%	267,587,013	207,933,089	4.15	8.47
11.50%	252,277,971	197,438,464	4.07	8.37
TIRE		41.76%		
TIRF		103.71%		

CUADRO N° 6.12

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PBI 3%
 TASA DE DESCUENTO
 (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	367,685,841	275,756,442	4.42	8.75
8.00%	345,884,665	260,901,964	4.33	8.59
8.50%	325,499,971	247,007,609	4.25	8.45
9.00%	306,428,034	234,002,622	4.17	8.32
9.50%	288,573,489	221,821,990	4.09	8.19
10.00%	271,848,604	210,405,940	4.01	8.08
10.50%	256,172,623	199,699,481	3.94	7.97
11.00%	241,471,160	189,651,993	3.87	7.87
11.50%	227,675,661	180,216,847	3.80	7.77
TIRE		40.50%		
TIRF		102.02%		

CUADRO N° 6.13

**COSTOS DE INVERSIÓN TOTAL
 (MILES DE DÓLARES)**

RUBRO	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	TERCERA ETAPA	TOTAL
CABLE DE FIBRA ÓPTICA	17,711,000	21,270,000	10,288,000	49,269,000
TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	6,020,000	4,776,000	3,022,000	13,818,000
CENTRALES DE INTERCONEXIÓN	4,925,000	7,708,000	867,000	13,500,000
EQUIPOS DE ENERGÍA	499,000	935,000	82,000	1,516,000
INSTRUMENTOS DE PRUEBA	531,000	635,000	162,000	1,328,000
OBRAS CIVILES	1,048,000	1,692,000	200,000	2,940,000
VEHICULOS	220,000	352,000	47,000	619,000
TOTAL EQUIPOS Y MONTAJE	30,954,000	37,368,000	14,668,000	82,990,000
ADM. ING. Y SUPERVISIÓN (1.4%)	433,356	523,152	205,352	1,161,860
CAPACITACION (0.005%)	85,000	85,000	85,000	255,000
TOTAL COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	31,472,356	37,976,152	14,958,352	84,406,860
COSTO RACIONAMIENTO ELÉCTRICO	6,485,000	2,276,000	-	8,761,000
COSTO TOTAL SIN IGV	37,957,356	40,252,152	14,958,352	93,167,860
IGV	6,832,324	7,245,387.36	2,692,503	16,770,215
COSTO TOTAL CON IGV	44,789,680	47,497,539	17,650,855	109,938,075

CUADRO N° 6.14

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, TRES ETAPAS, PBI 5%
 TASA DE DESCUENTO
 (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	450,396,030	356,109,998	5.28	12.22
8.00%	423,502,861	336,965,971	5.17	12.09
8.50%	398,396,970	319,069,082	5.07	11.97
9.00%	374,944,809	302,326,794	4.97	11.86
9.50%	353,024,750	286,654,119	4.87	11.77
10.00%	332,524,342	271,972,956	4.77	11.69
10.50%	313,340,342	258,211,489	4.68	11.61
11.00%	295,377,754	245,303,639	4.59	11.54
11.50%	278,549,116	233,188,570	4.51	11.48
TIRE		46.72%		
TIRF		177.24%		

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.15

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, TRES ETAPAS, PBI 4.5%
 TASA DE DESCUENTO
 (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	427,680,114	340,208,857	5.07	11.90
8.00%	402,212,924	322,063,015	4.97	11.77
8.50%	378,430,908	305,092,964	4.87	11.65
9.00%	356,209,066	289,211,774	4.78	11.54
9.50%	335,432,567	274,339,591	4.69	11.44
10.00%	315,995,853	260,403,014	4.60	11.35
10.50%	297,801,834	247,334,533	4.51	11.28
11.00%	280,761,153	235,072,018	4.43	11.21
11.50%	264,791,525	223,558,255	4.35	11.14
TIRE		46.02%		
TIRF		176.32%		

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.16

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD TRES ETAPAS, PBI 4.0%
 TASA DE DESCUENTO
 (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	406,022,247	325,048,350	4.88	11.58
8.00%	381,907,823	307,849,445	4.78	11.45
8.50%	359,382,206	291,758,873	4.69	11.33
9.00%	338,327,955	276,694,996	4.60	11.21
9.50%	318,637,154	262,582,802	4.51	11.12
10.00%	300,210,581	249,353,323	4.43	11.02
10.50%	282,956,951	236,943,116	4.35	10.94
11.00%	266,792,233	225,293,774	4.27	10.87
11.50%	251,639,024	214,351,505	4.19	10.80
TIRE		45.31%		
TIRF		175.40%		

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.17

**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD TRES ETAPAS, PBI 3.0%
 TASA DE DESCUENTO
 (DÓLARES)**

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	365,676,959	296,806,648	4.51	10.94
8.00%	344,063,313	281,358,288	4.42	10.80
8.50%	323,861,245	266,894,200	4.34	10.68
9.00%	304,967,159	253,342,439	4.26	10.57
9.50%	287,285,820	240,636,868	4.19	10.46
10.00%	270,729,619	228,716,650	4.11	10.37
10.50%	255,217,920	217,525,794	4.04	10.28
11.00%	240,676,456	207,012,730	3.97	10.20
11.50%	227,036,785	197,129,937	3.90	10.13
TIRE		43.89%		
TIRF		173.56%		

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.18

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, UNA ETAPA SIN AREQUIPA PBI 5.0%
TASA DE DESCUENTO
(DOLARES)

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	391,921,953	284,881,329	5.13	9.49
8.00%	368,560,666	269,078,961	5.01	9.32
8.50%	346,738,990	254,319,606	4.91	9.17
9.00%	326,342,741	240,525,280	4.80	9.02
9.50%	307,267,034	227,624,392	4.70	8.89
10.00%	289,415,462	215,551,180	4.6	8.77
10.50%	272,699,363	204,245,203	4.5	8.65
11.00%	257,037,142	193,650,872	4.41	8.54
11.50%	242,353,670	183,717,034	4.32	8.44
TIRE		42.36%		
TIRF		99.36%		

Fuente: BIF

CUADRO N° 6.19

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, UNA ETAPA SIN AREQUIPA PBI 4.5%
TASA DE DESCUENTO
(DOLARES)

TD	VANE	VANF	B/Ce	B/Cf
7.50%	372,441,427	271,244,961	4.93	9.19
8.00%	350,301,626	256,297,634	4.82	9.02
8.50%	329,614,170	242,332,232	4.72	8.87
9.00%	310,271,733	229,275,574	4.62	8.72
9.50%	292,175,704	217,060,461	4.53	8.59
10.00%	275,235,426	205,625,155	4.43	8.47
10.50%	259,367,503	194,912,901	4.34	8.35
11.00%	244,495,169	184,871,490	4.26	8.24
11.50%	230,547,722	175,452,870	4.17	8.14
TIRE		41.77%		
TIRF		98.54%		

Fuente: BIF



CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

7.1.1. El servicio de telecomunicaciones públicas en general, es un negocio que si bien requiere de grandes inversiones, puede producir una rentabilidad muy alta con un mínimo de riesgo.

7.1.2. La inversión requerida para la instalación de una red de comunicaciones por fibra óptica pública a través de las líneas de transmisión de REP puede justificarse con tan sólo los ingresos de telefonía de larga distancia nacional y la rentabilidad puede aumentar considerablemente con la prestación de otro tipo de servicios de telecomunicaciones, especialmente aquellos que demanden grandes anchos de banda como la transmisión de datos Internet, etc

7.1.3. El montaje mas recomendable del cable de fibra óptica en las líneas de transmisión es el uso de cable tipo OPGW (cable de guarda con fibra óptica incorporada con 24 Unidades de Fibra Óptica). Se requiere un máximo de 8 fibras ópticas para prestar el servicio portador de larga distancia nacional. Sin embargo, por el alto costo de ampliación futura de nuevos cables de fibra óptica es recomendable instalar desde el inicio el máximo número de fibras ópticas (24 Unidades), para proveer otros tipos de servicio de gran demanda o alquilar de Fibras Ópticas a terceros.

- 7.1.4.** El monto mínimo de inversión requerido para una red aérea con cables de Fibra Óptica Incorporada de 24 unidades de fibras ópticas del tipo (OPGW), equipada con centrales y terminales de fibra óptica para prestar el servicio portador de larga distancia, es alrededor de 93 millones de dólares USA. (Costo sin IGV). Este costo incluye el costo de racionamiento eléctrico, para la instalación del cable de fibra óptica, en las secciones que no dispongan de rutas alternas de transmisión de energía, además esta incluida la red de Microondas de respaldo
- 7.1.5.** Los análisis de sensibilidad de los parámetros de base económicos y financieros, señalan que el proyecto es rentable, aún en el caso de que se capture tan sólo 5.5% del tráfico de larga distancia nacional.
- 7.1.6.** El proyecto es rentable económicamente y financieramente, ya que los ingresos remuneran los costos de inversión a la tasa de costo de capital de la empresa. Los análisis de sensibilidad muestran que el proyecto resiste cualquier variación en los parámetros base del análisis.

7.2. RECOMENDACIONES

- 7.2.1.** Que REP.S.A. Explota directamente la red de fibra óptica en asociación con un operador de telecomunicaciones, por ser un

negocio de poco riesgo y con posibilidades de una alta rentabilidad.

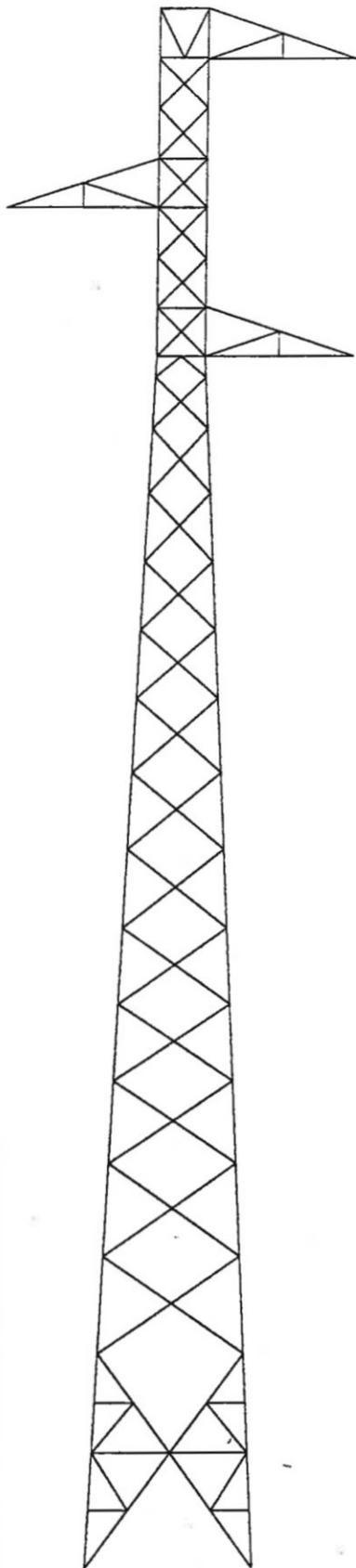
- 7.2.2. Instalar el cable de 24 Unidades de Fibras Ópticas en la infraestructura existente y para suplir la imposibilidad de ampliación de las mismas, por razones mecánicas, es conveniente utilizar el tipo de fibra monomodo de dispersión desplazada no nula (Recom UIT G. 655) que proporciona el máximo ancho de banda de transmisión y permite estar preparado para servicios que puedan generarse en el futuro y que exijan anchos de banda apreciables.
- 7.2.3. De ser posible ejecutar la implementación de la red en las líneas de transmisión existentes en dos etapas. Según el análisis económico, es mas conveniente que hacerlo en tres etapas.
- 7.2.4. De acuerdo al desarrollo del mercado y de sus exigencias, considerar la conveniencia de la implantación de rutas alternas para aumentar la confiabilidad de los enlaces aprovechando la red de respaldo de Microondas .
- 7.2.5. Dentro de la estrategia que lleve adelante la futura Empresa a constituirse, para la ejecución de este proyecto debe evaluar el potencial de otros servicios como la transmisión de datos, internet, televisión por cable etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

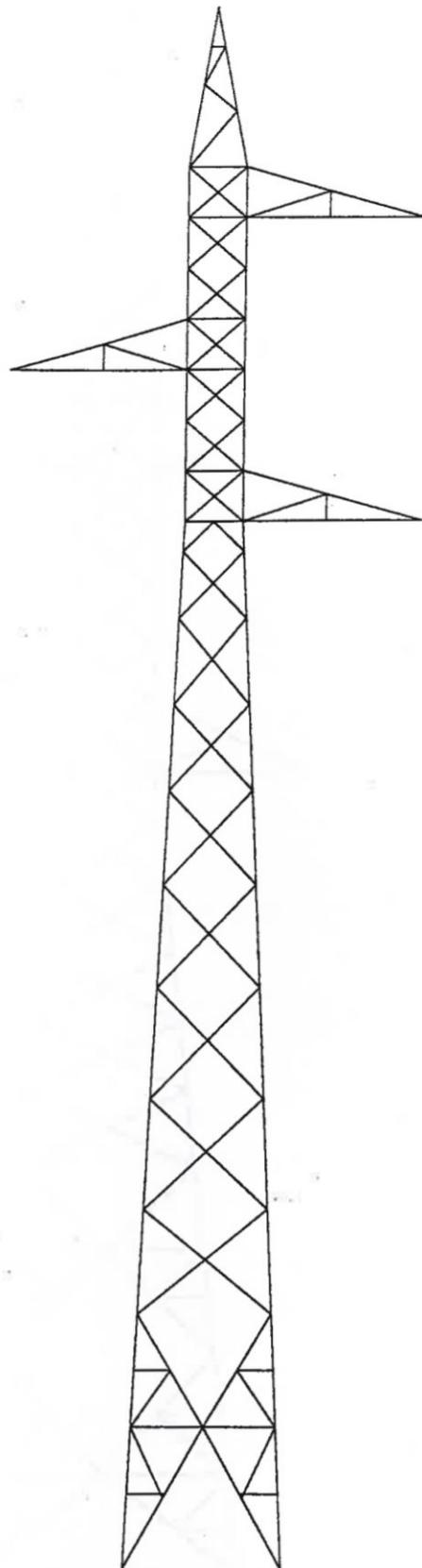
1. ABB POWER T&D COMPANY INC. "Electrical Transmission and Distribution Reference Book", CHAPTER 17. Fifth Edition, Thirteenth Printing, Printed in the United States of America. Copyright 1997.
2. S. KUBOTA, H. KAWAHIRA, T. NAKAJIMA, I. MATSUBARA, Y. SAITO, Y. KITAYAMA . "Field Trial of Composite Fiber-Optic Overhead Ground Wire". Proc. Of 32nd I.W.C.S., 1983.
3. Y. KITAYAMA, Y. KIMURA, A. ONA, Y. MASUDA, "Development of high-performance composite fiber-Optic Ground Wire", conference of the Electronics and Communication Engineers of Japan. 2135, 1986.
4. I. MATSUBARA, Y. KITAYAMA, S. NISHIYAMA, T. KIKUTA, Y. KIMURA, "Development of Large-Capacity Composite Fiber-Optic Ground Wire", Conferencia of the Institute of Electric Engineers of Japan ,1065, 1986.
5. [http:// WWW.telefonica .com.pe](http://WWW.telefonica.com.pe)
6. [http:// WWW.inei.gob.com.pe/](http://WWW.inei.gob.com.pe/)
7. [http:// WWW.mtc.gob.com.pe/](http://WWW.mtc.gob.com.pe/)
8. [http:// WWW.osiptel.gob.com.pe/](http://WWW.osiptel.gob.com.pe/)
9. [http:// WWW.mef.gob.com.pe/](http://WWW.mef.gob.com.pe/)
10. [http:// WWW.inictel.gob.com.pe/](http://WWW.inictel.gob.com.pe/)

LISTA DE LÁMINAS

1. SILUETAS TÍPICAS DE LAS TORRES DE L.T. LIMA-INDEPENDENCIA-ICA-MARCONA
2. SILUETAS TÍPICAS DE LAS TORRES DE L.T. MANTARO-LIMA Y MANTARO-INDEPENDENCIA, ZONA: 0 A 2000 m.s.n.m.
3. SILUETAS TÍPICAS DE LAS TORRES DE L.T. MANTARO-LIMA Y MANTARO-INDEPENDENCIA, ZONA: 2000 A 4500 m.s.n.m.
4. RED DE RADIOENLACES EN CONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN COSTA
5. COBERTURA RECOMENDADA DE LA RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA
6. ESQUEMA GENERAL DE LA RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA
7. DISTRIBUCIÓN DE CCT EN LA RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA
8. ALTERNATIVA DE LA RED DE MICROONDAS SDH: ESQUEMA DE PRINCIPIO



TORRE TIPO N



TORRE TIPO P

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA
DE REDES DE ALTA TENSION

SILUETAS TICAS DE LAS TORRES DE LAS L.T.
LIMA-INDEPENDENCIA-ICA-MARCONA

DISEÑO:

Bach. Santiago Avila V.

ESCALA:

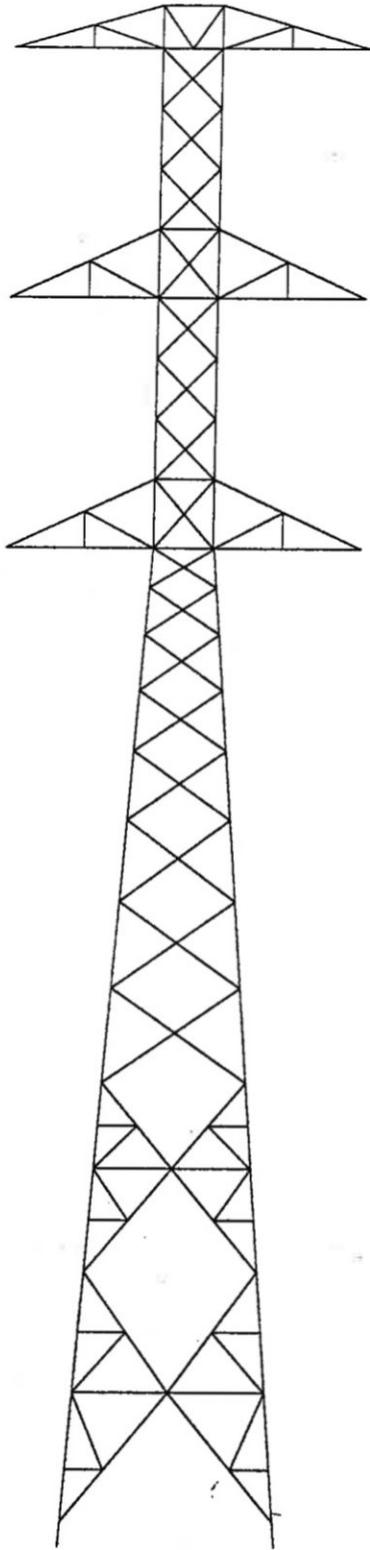
Indicada

FECHA:

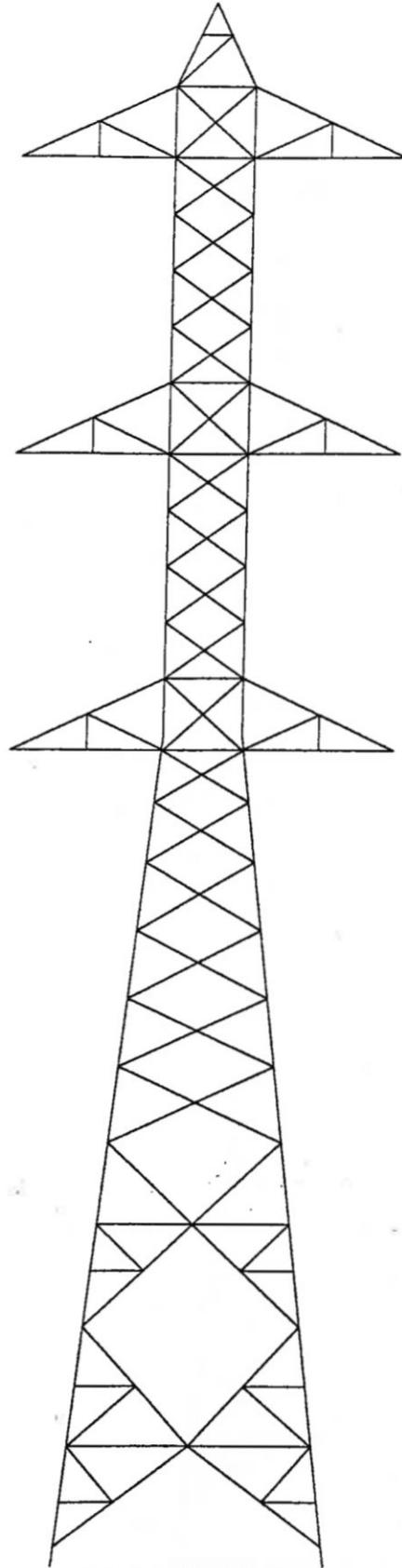
Noviembre - 2003

LAMINA:

N° 1



TORRE TIPO A



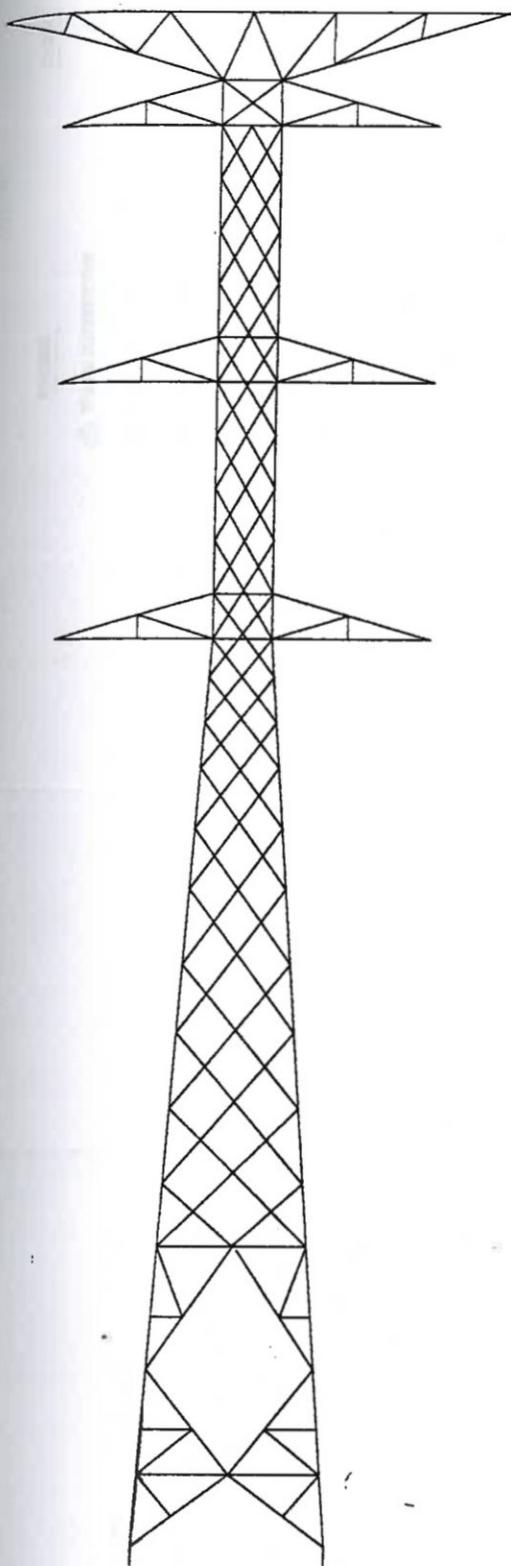
TORRE TIPO C

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

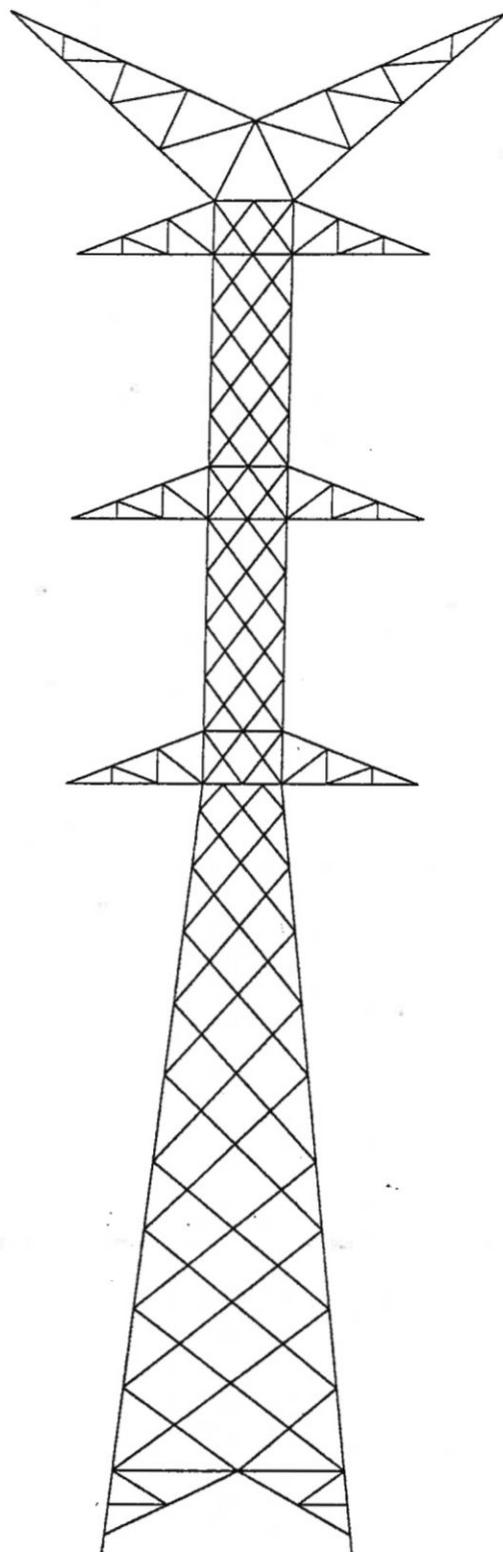
RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA
DE REDES DE ALTA TENSIÓN

SILUETAS TÍPICAS DE LAS TORRES DE LAS L.T. MANTARO-LIMA Y
MANTARO-INDEPENDENCIA : ZONA 0 A 2000 m.s.n.m

DISEÑO: Bach. Santiago Avila V.	ESCALA: Indicada	FECHA: Noviembre - 2003	LÁMINA: N° 2
------------------------------------	---------------------	----------------------------	-----------------



TORRE TIPO A1-2



TORRE TIPO C1-2

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA
DE REDES DE ALTA TENSION

SILUETAS TÍPICAS DE LAS TORRES DE LAS L.T. MANTARO-LIMA Y
MANTARO-INDEPENDENCIA : ZONA 2000 A 4500 m.s.n.m

DISÑO:

Bach. Santiago Avila V.

ESCALA:

Indicada

FECHA:

Noviembre - 2003

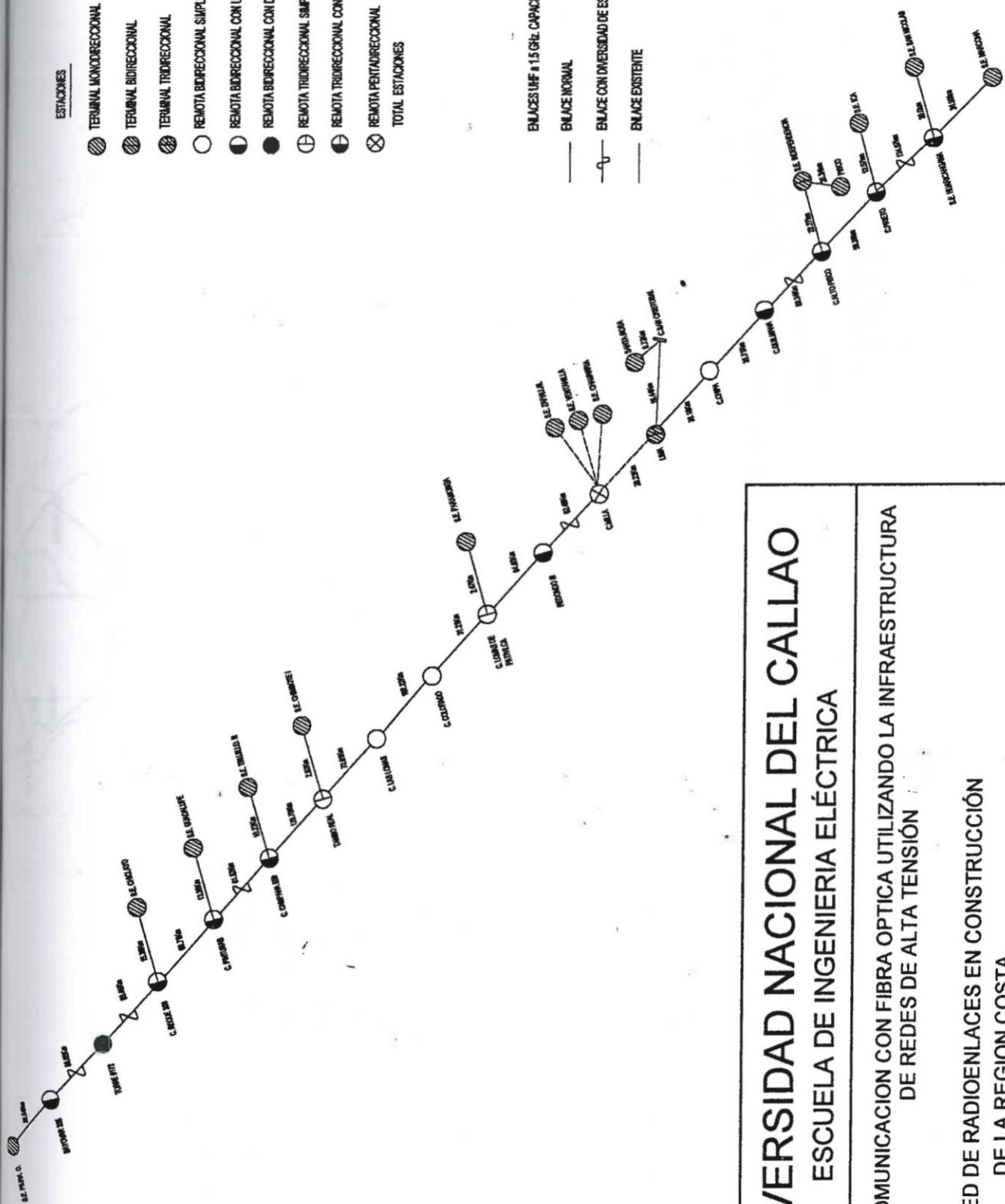
LAMINA:

N° 3

LEYENDA

ESTACIONES	CANTIDAD
TERMINAL MONODIRECCIONAL	14
TERMINAL BIDIRECCIONAL	1
TERMINAL TRIDIRECCIONAL	1
REMOTA BIDIRECCIONAL SIMPLE	3
REMOTA BIDIRECCIONAL CON UNA DIVERSIDAD	3
REMOTA BIDIRECCIONAL CON DOS DIVERSIDADES	1
REMOTA TRIDIRECCIONAL SIMPLE	2
REMOTA TRIDIRECCIONAL CON UNO DIVERSIDAD	6
REMOTA PENTADIRECCIONAL	1
TOTAL ESTACIONES	32

ENLACES UHF a 15 GHz CAPACIDAD E1	21
ENLACE NORMAL	6
ENLACE CON DIVERSIDAD DE ESPACIO	4
ENLACE EXISTENTE	1
TOTAL 31 ENLACES	32



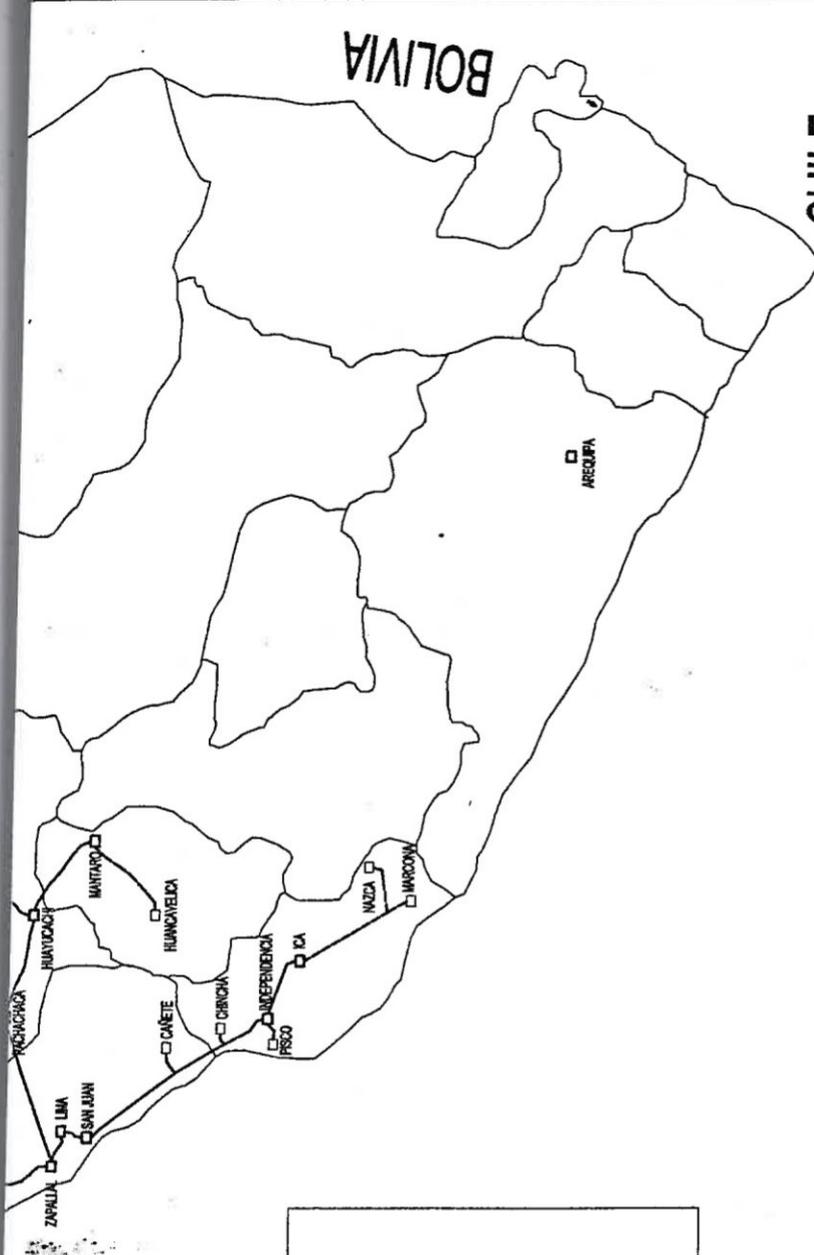
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE ALTA TENSION DE LA REGION COSTA

RED DE RADIOENLACES EN CONSTRUCCIÓN DE LA REGION COSTA

DISEÑO:	ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
Bach. Santiago Avila V.	Indicada	Noviembre - 2003	N° 4



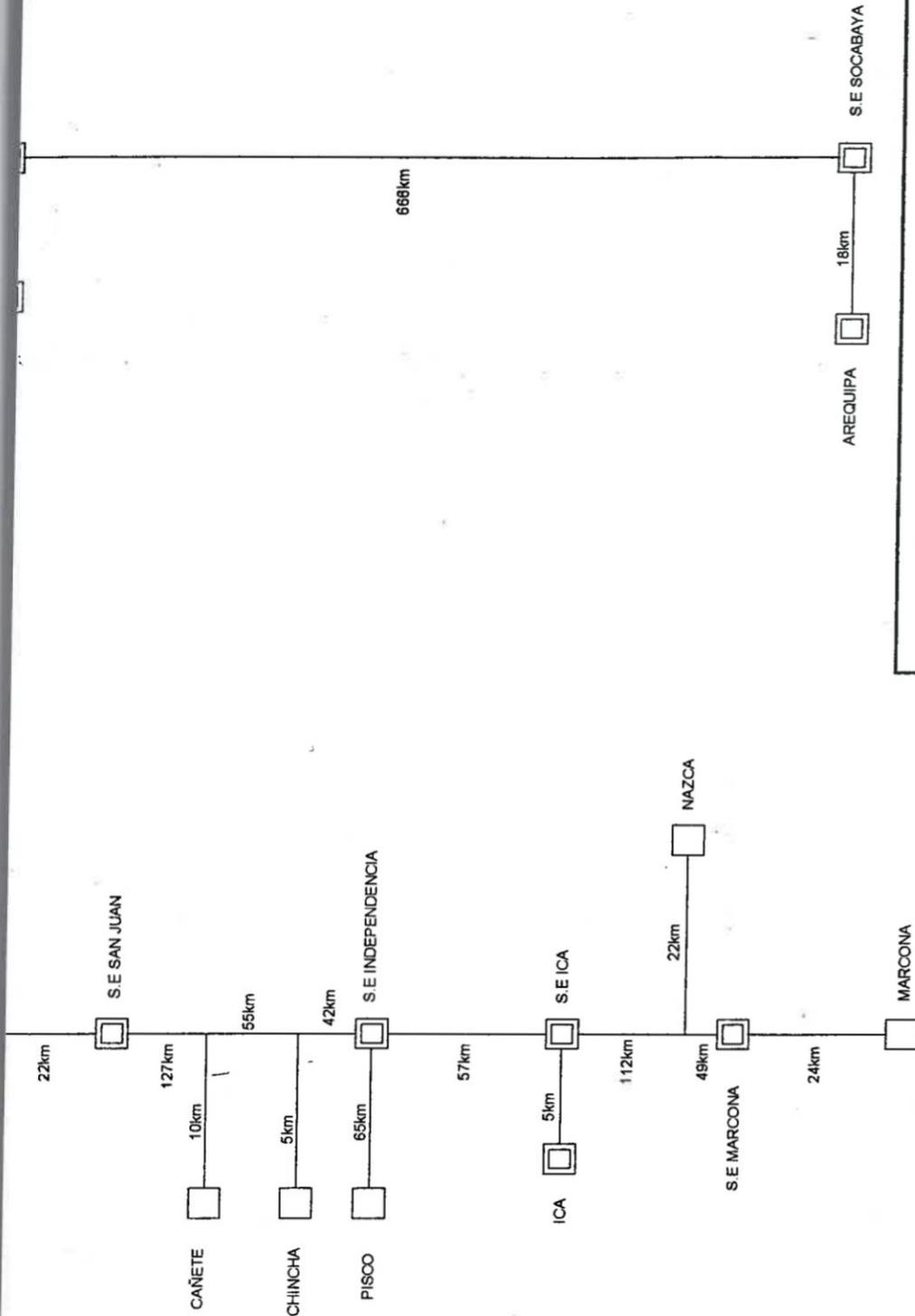
LEYENDA

- TERMINAL SDH STM - 4
- TERMINAL SDH STM - 1
- TERMINAL SDH STM - 1 (Ampliación futura)
- FIBRA OPTICA (Ampliación futura)
- FIBRA OPTICA (Proyecto)

CHILE

BOLIVIA

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA</p>		
<p>RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE ALTA TENSION</p>		
<p>COBERTURA RECOMENDADA DE LA RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA</p>		
<p>DISEÑO: Bach. Santiago Avila V.</p>	<p>ESCALA: Indicada</p>	<p>FECHA: Noviembre - 2003 LÁMINA: N° 5</p>

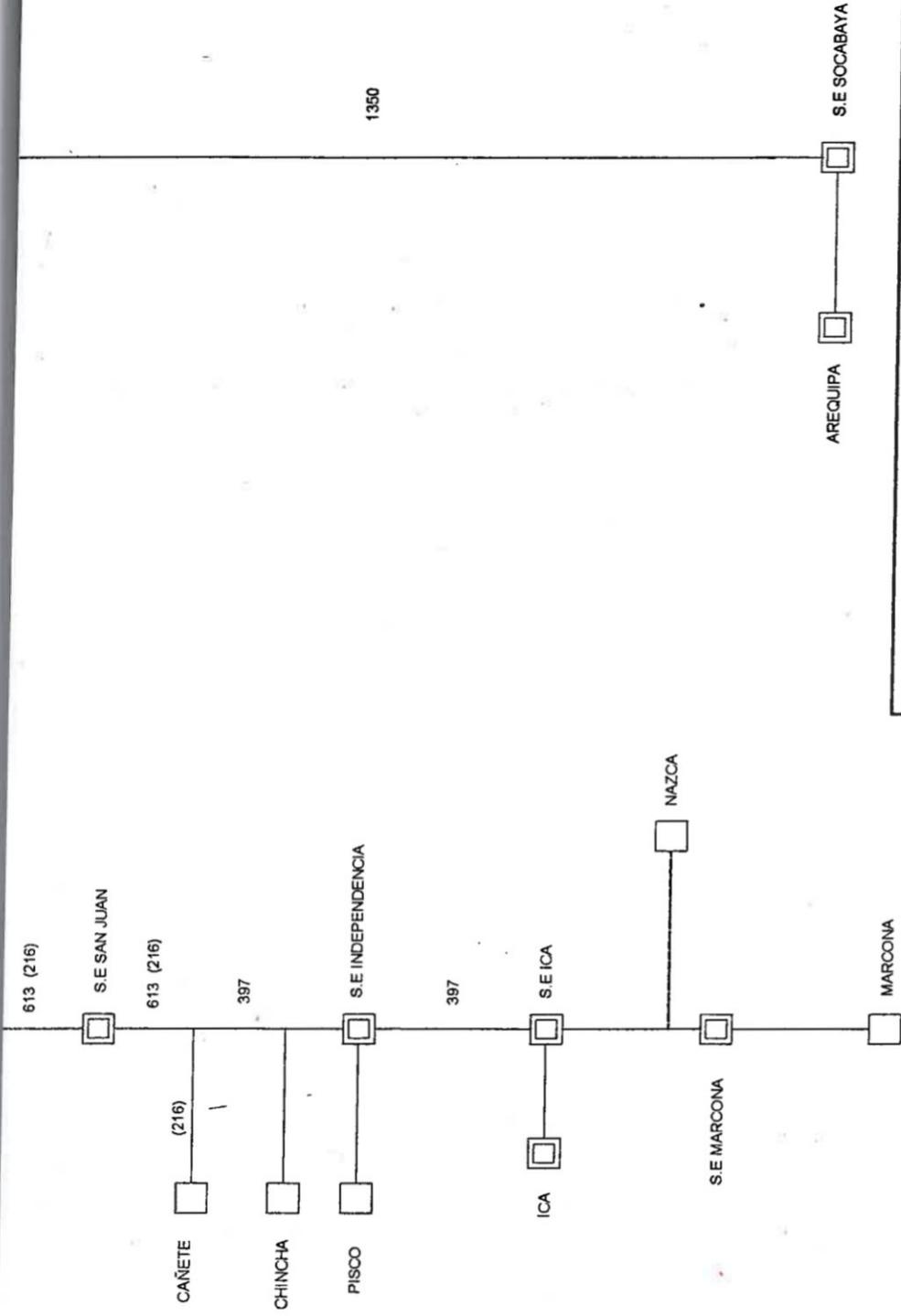


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE ALTA TENSIÓN

ESQUEMA GENERAL DE LA RED PÚBLICA DE FIBRA ÓPTICA

DISENO:	ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
Bach. Santiago Avila V.	Indicada	Noviembre - 2003	N° 6

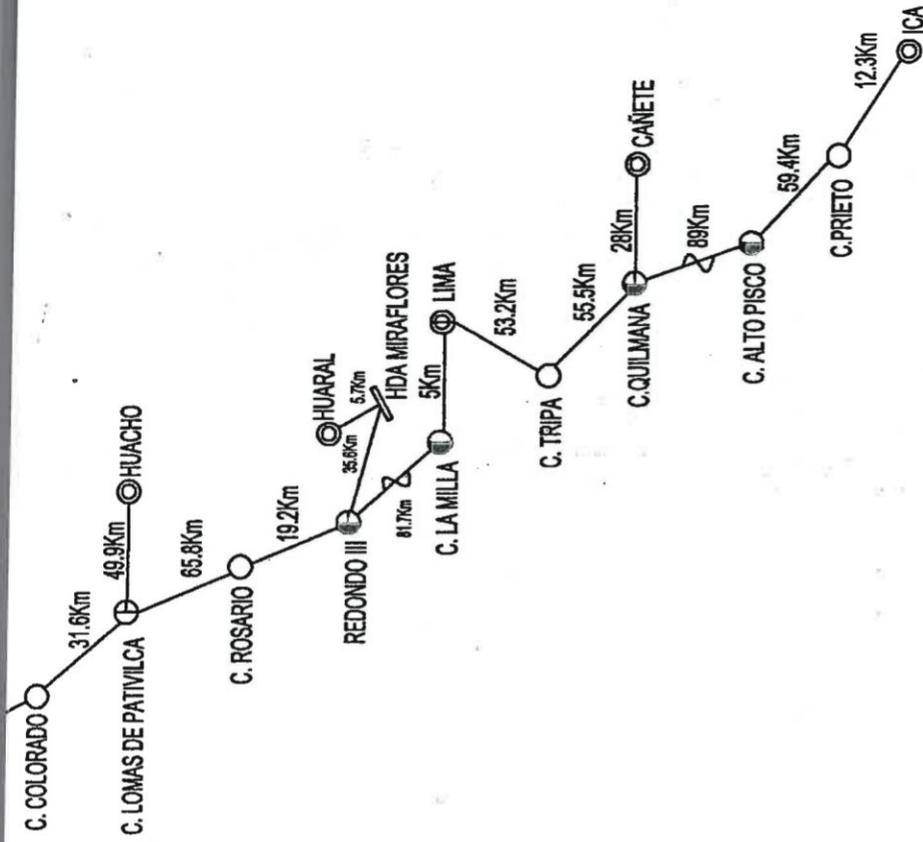


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA
 DE REDES DE ALTA TENSION

DISTRIBUCIÓN DE CCT DE LA RED PUBLICA DE F.O
 (20% DE DEMANDA DEL AÑO 2021)

<small>DISEÑO:</small> Bach. Santiago Avila V.	<small>ESCALA:</small> Indicada	<small>FECHA:</small> Noviembre - 2003
		<small>LAMINA:</small> N° 7



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

RED DE COMUNICACION CON FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE REDES DE ALTA TENSION

ALTERNATIVA DE LA RED DE MICROONDAS SDH:
 ESQUEMA DE PRINCIPIO

DISEÑO:	ESCALA:	FECHA:	UNIDAD:
Bach. Ing. Santiago Avila V.	Indicada	Noviembre - 2003	N° 8



ANEXOS

A) ESTIMACIÓN DE COSTOS

CUADRO A - 1A

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO REGION COSTA (PRIMERA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km
S.E. TALARA - S.E. PIURA	211
S.E. PIURA - S.E. CHICLAYO	84
S.E. CHICLAYO - S.E. GUADALUPE	103
S.E. GUADALUPE - S.E. TRUJILLO	134
S.E. TRUJILLO - S.E. CHIMBOTE	221
S.E. CHIMBOTE - S.E. PARAMONGA	166
S.E. PARAMONGA - S.E. ZAPALLAL	
S.E. SAN JUAN - S.E. INDEPENDENCIA	
S.E. INDEPENDENCIA - S.E. ICA	
LONGITUD TOTAL AEREO	919
LONGITUD TOTAL CABLE	956

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)	TRAMO		TRAMO RURAL (Km)
		URBANO(Km)		
S.E. PIURA - T. PIURA	7		5	2
S.E. CHICLAYO - T. CHICLAYO	4		4	0
S.E. TRUJILLO - T. TRUJILLO	6		4	2
S.E. CHIMBOTE - T. CHIMBOTE	8		3	5
S.E. ZAPALLAL - T. LIMA	28		10	18
T. LIMA - S.E. SAN JUAN				
S.E. ICA - ICA				
DERIVACION SULLANA				
DERIVACION HUACHO				
DERIVACION HUARAL				
DERIVACION CAÑETE				
EXTENSION TOTAL	53		26	27

Fuente: REP. S.A

CUADRO A - 1B

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO
REGION COSTA
(SEGUNDA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km
S.E. TALARA - S.E. PIURA	104
S.E. PIURA - S.E. CHICLAYO	
S.E. CHICLAYO - S.E. GUADALUPE	
S.E. GUADALUPE - S.E. TRUJILLO	
S.E. TRUJILLO - S.E. CHIMBOTE	
S.E. CHIMBOTE - S.E. PARAMONGA	
S.E. PARAMONGA - S.E. ZAPALLAL	
S.E. SAN JUAN - S.E. INDEPENDENCIA	216
S.E. INDEPENDENCIA - S.E. ICA	55
LONGITUD TOTAL AEREO	375
LONGITUD TOTAL CABLE	390

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)	TRAMO URBANO(Km)	TRAMO RURAL (Km)
S.E. PIURA - T. PIURA			
S.E. CHICLAYO - T. CHICLAYO			
S.E. TRUJILLO - T. TRUJILLO			
S.E. CHIMBOTE - T. CHIMBOTE			
S.E. ZAPALLAL - T. LIMA			
T. LIMA - S.E. SAN JUAN	22	10	12
S.E. ICA - ICA	5	3	2
DERIVACION SULLANA	12	2	10
DERIVACION HUACHO	5	3	2
DERIVACION HUARAL	3	2	1
DERIVACION CAÑETE	8	2	6
EXTENSION TOTAL	55	22	33

Fuente: REP. S.A

CUADRO A - 1C

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO
REGION COSTA
(TERCERA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km
S.E. TALARA - S.E. PIURA	
S.E. PIURA - S.E. CHICLAYO	104
S.E. CHICLAYO - S.E. GUADALUPE	
S.E. GUADALUPE - S.E. TRUJILLO	
S.E. TRUJILLO - S.E. CHIMBOTE	
S.E. CHIMBOTE - S.E. PARAMONGA	
S.E. PARAMONGA - S.E. ZAPALLAL	
S.E. SAN JUAN - S.E. INDEPENDENCIA	
S.E. INDEPENDENCIA - S.E. ICA	
LONGITUD TOTAL AEREO	0
LONGITUD TOTAL CABLE	0

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)	TRAMO URBANO(Km)	TRAMO RURAL (Km)
S.E. PIURA - T. PIURA			
S.E. CHICLAYO - T. CHICLAYO			
S.E. TRUJILLO - T. TRUJILLO			
S.E. CHIMBOTE - T. CHIMBOTE			
S.E. ZAPALLAL - T. LIMA			
T. LIMA - S.E. SAN JUAN			
S.E. ICA - ICA			
DERIVACION SULLANA			
DERIVACION HUACHO			
DERIVACION HUARAL			
DERIVACION CAÑETE			
EXTENSION TOTAL	0	0	0

Fuente: REP. S.A

CUADRO A - 2A

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO
REGION SIERRA
(PRIMERA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km
S.E. ZAPALLAL - S.E. PACHACHACA	0
S.E. PACHACHACA - S.E. LA OROYA	
S.E. LA OROYA - S.E. CARHUAMAYO	
S.E. CARHUAMAYO - S.E. PARAGSHA	
S.E. PARAGSHA - S.E. HUANUCO	
S.E. HUANUCO - S.E. TINGO MARIA	
S.E. PACHACHACA - S.E. HUAYUCACHI	
S.E. HUAYUCACHI - S.E. MANTARO	0
S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA	0
LONGITUD TOTAL AEREO	0
LONGITUD TOTAL CABLE	*0

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)	TRAMO URBANO(Km)	TRAMO RURAL (Km)
DERIVACION TARMA			
S.E. PARAGSHA - T. C. PASCO			
S.E. HUANUCO - T. HUANUCO			
S.E. TINGO MARIA - T. TINGO MARIA			
S.E. HUAYUCACHI - T. HUANUCO			
S.E. SOCABAYA - T. AREQUIPA	0	0	0
EXTENSION TOTAL			
LONGITUD DEL CABLE			

* cable OPGW S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA ya está suministrada dentro del proyecto que se hizo de línea de transmisión Mantaro- Socabaya
Fuente: REP. S.A

CUADRO A - 2B

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO
REGION SIERRA
(SEGUNDA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km.
S.E. ZAPALLAL - S.E. PACHACHACA	129.5
S.E. PACHACHACA - S.E. LA OROYA	20
S.E. LA OROYA - S.E. CARHUAMAYO	74
S.E. CARHUAMAYO - S.E. PARAGSHA	40
S.E. PARAGSHA - S.E. HUANUCO	82
S.E. HUANUCO - S.E. TINGO MARIA	89
S.E. PACHACHACA - S.E. HUAYUCACHI	114.5
S.E. HUAYUCACHI - S.E. MANTARO	76
S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA	0
LONGITUD TOTAL AEREO	625
LONGITUD TOTAL CABLE	650

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)		TRAMO URBANO(Km)		TRAMO RURAL (Km)	
	31	4	2	1	29	3
DERIVACION TARMA						
S.E. PARAGSHA - T. C. PASCO						
S.E. HUANUCO - T. HUANUCO						
S.E. TINGO MARIA - T. TINGO MARIA						
S.E. HUAYUCACHI - T. HUANCAYO						
S.E. SOCABAYA - T. AREQUIPA						
EXTENSION TOTAL	47	47	8	8	39	39
LONGITUD DEL CABLE	47	47	8	8	39	39

Fuente: REP. S.A



CUADRO A - 2C

LONGITUD DE TRAMO Y REQUERIMIENTOS DE CABLE OPTICO AEREO
REGION SIERRA
(TERCERA ETAPA)

RUTA TRONCAL

	LONGITUDES Km
S.E. ZAPALLAL - S.E. PACHACHACA	0
S.E. PACHACHACA - S.E. LA OROYA	
S.E. LA OROYA - S.E. CARHUAMAYO	
S.E. CARHUAMAYO - S.E. PARAGSHA	
S.E. PARAGSHA - S.E. HUANUCO	
S.E. HUANUCO - S.E. TINGO MARIA	
S.E. PACHACHACA - S.E. HUAYUCACHI	
S.E. HUAYUCACHI - S.E. MANTARO	
S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA	533.3
LONGITUD TOTAL AEREO	533.3
LONGITUD TOTAL CABLE	554.6

DERIVACIONES

	LONGITUD TOTAL (Km)	TRAMO URBANO(Km)	TRAMO RURAL (Km)
DERIVACION TARMA			
S.E. PARAGSHA - T. C. PASCO			
S.E. HUANUCO - T. HUANUCO			
S.E. TINGO MARIA - T. TINGO MARIA			
S.E. HUAYUCACHI - T. HUANCAYO	19	9	10
S.E. SOCABAYA - T. AREQUIPA	19	9	10
EXTENSION TOTAL	19	9	10
LONGITUD DEL CABLE			

Fuente: REP. S.A

CUADRO A - 3

ESTIMADOS DE COSTOS DE FIBRA OPTICA (PRECIOS LOCALES SIN IGV)

PRECIOS UNITARIOS	CABLE OPGW LONGITUD (Km)	CABLE SUBTER LONGITUD (Km)	INSTA. AEREA COSTA (\$USA)	INSTAL. AEREA SIERRA (\$USA)	INSTAL. BAJO VEREDA (\$USA)	INSTALACION EN SUELO BLANDO (\$USA)	SUB TOTAL
	*14.52 (\$/m)	**13.06 (\$/m)	1.52 (\$/m)	2.57 (\$/m)	40.08 (\$/m)	14.4 (\$/m)	
REGION COSTA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)	1346		1346				
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		108			48		60
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)	4	4					
LONGITUD TOTAL (Km)	1350	112	1346	0	48		60
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	19602	1463	2046	0	1924		864
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							25898
10% P.E. SUBTERRANEA							279
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							26177
REGION SIERRA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)	1205			1205			
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		66			17		49
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)	4	4					
LONGITUD TOTAL (Km)	1209	70		1205	17		49
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	17555	914	0	3097	681		706
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							22953
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							139
							23092

* INCLUYE COSTOS DE FERRETERIA DE SOPORTE, PROTECCION Y EMPALMES
** INCLUYE COSTOS DE EMPALMES

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 3A

ESTIMADOS DE COSTOS DE FIBRA OPTICA
(PRECIOS LOCALES SIN IGV)
PRIMERA ETAPA

PRECIOS UNITARIOS	CABLE OPGW LONGITUD (Km)	CABLE SUBTER LONGITUD (Km)	INSTA. AEREA COSTA (\$USA)	INSTAL. AEREA SIERRA (\$USA)	INSTAL. BAJO VEREDA (\$USA)	INSTALACION EN SUELO BLANDO (\$USA)	SUB TOTAL
	*14.52 (\$/m)	**13.06 (\$/m)	1.52 (\$/m)	2.57 (\$/m)	40.08 (\$/m)	14.4 (\$/m)	
REGION COSTA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)	956		956				
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		53			26		27
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)	4	4			26		27
LONGITUD TOTAL (Km)	960	57	956		1042		389
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	13939	744	1453	0			17568
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							143
10% P.E. SUBTERRANEA							
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							17711
REGION SIERRA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)							
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)							
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)							
LONGITUD TOTAL (Km)	0	0	0	0	0	0	0
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	0	0	0	0	0	0	0
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							0
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							0

* INCLUYE COSTOS DE FERRETERIA DE SOPORTE, PROTECCION Y EMPALMES
** INCLUYE COSTOS DE EMPALMES

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 3B

ESTIMADOS DE COSTOS DE FIBRA OPTICA
(PRECIOS LOCALES SIN IGV)
SEGUNDA ETAPA

	CABLE OPGW LONGITUD (Km) *14.52 (\$/m)	CABLE SUBTER LONGITUD (Km) **13.06 (\$/m)	INSTA. AEREA COSTA (\$USA) 1.52 (\$/m)	INSTAL. AEREA SIERRA (\$USA) 2.57 (\$/m)	INSTAL. BAJO VEREDA (\$USA) 40.08 (\$/m)	INSTALACION EN SUELO BLANDO (\$USA) 14.4 (\$/m)	SUB TOTAL
REGION COSTA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)	390		390				
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		55			22		33
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)	0	0					
LONGITUD TOTAL (Km)	390	55	390		22		33
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	5663	718	593	0	882		475
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							8331
10% P.E. SUBTERRANEA							136
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							8467
REGION SIERRA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)	650						
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		47			8		39
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)	4	4					
LONGITUD TOTAL (Km)	654	51			8		39
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	9496	666	0		321		562
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							12715
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							88
							12803

* INCLUYE COSTOS DE FERRETERIA DE SOPORTE, PROTECCION Y EMPALMES

** INCLUYE COSTOS DE EMPALMES

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 3C

ESTIMADOS DE COSTOS DE FIBRA OPTICA
(PRECIOS LOCALES SIN IGV)
TERCERA ETAPA

	CABLE OPGW LONGITUD (Km)	CABLE SUBTER LONGITUD (Km)	INSTAL AREA COSTA (\$USA)	INSTAL.AEREA SIERRA (\$USA)	INSTAL.BAJO VEREDA (\$USA)	INSTALACION EN SUELO BLANDO (\$USA)	SUB TOTAL
PRECIOS UNITARIOS	*14.52 (\$/m)	**13.06 (\$/m)	1.52 (\$/m)	2.57 (\$/m)	40.08 (\$/m)	14.4 (\$/m)	
REGION COSTA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km)							
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)							
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)							
LONGITUD TOTAL (Km)	0	0	0	0	0	0	0
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)							
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							
10% P.E. SUBTERRANEA							
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							0
REGION SIERRA							
LONGITUD CABLE OPGW (Km) *	555				555		
LONGITUD CABLE SUBTER. (Km)		19				9	10
LONGITUD CABLE REPUESTO (Km)							
LONGITUD TOTAL (Km)	555	19				9	10
COSTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	8059	248	0		1426	361	10238
DERECHO DE PASO (\$ USA/1000)							50
COSTO TOTAL (\$ USA/1000)							10288

* Se ha considerado solamente (5/6) del costo del cable y de la instalación de acuerdo a lo indicado en el 5.2.1

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 4A

COSTO DE RACIONAMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA PARA INSTALACION DE CABLE OPGW PRIMERA ETAPA

	LONGITUD (Km)	CONSUMO HORAS PROM. (mim/h)	CONSUMO DIARIO (Mw/h)	NUMERO DE CUADRILLAS	TIEMPO RAC (DIAS)	TOTAL RACION (Mw/h)	COSTO UNIT (\$/Kw-h)	TOTAL COSTO RACIO.(\$USA)
TALARA - PIURA	L-248							
PIURA - CHICLAYO	L-238	18.95	208.45	4	15	3126.75	0.25	781687.5
CHICLAYO - GUADALUPE	L-236	12.06	132.66	2	12	1591.92	0.25	397980
GUADALUPE - TRUJILLO	L-234	15.88	174.68	3	10	1746.8	0.25	436700
TRUJILLO-CHIMBOTE	L-232	65.79	723.69	4	10	7236.9	0.25	1809225
CHIMBOTE-- PARAMONG	L-215	29.71	326.81	4	16	5228.96	0.25	1307240
PARAMONGA - ZAPALLAL	L-213	53.08	583.88	4	12	7006.56	0.25	1751640
INDEPENDENCIA - CA	L-209							
SUB-TOTAL COSTA			2150.17		75	25937.89	0.25	6484472.5
PARAGSHA - HUANUCO	L-120							
HUANUCO - T. MARIA	L-121							
SUB-TOTAL SIERRA			0		0	0	0.25	0
TOTAL GENERAL			2150.17		75	25937.89	0.25	6484472.5

Fuente: CTE
09/05/2003

CUADRO A - 4B

COSTO DE RACIONAMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA
PARA INSTALACION DE CABLE OPGW
(SEGUNDA ETEPA)

	LONGITUD (Km)	CONSUMO HORA PROM. (mirn/h)	CONSUMO DIARIO (Mw/h)	NUMERO DE CUADRILLAS	TIEMPO RAC. (DIAS)	TOTAL RACION. (Mw/h)	COSTO UNIT (\$/Kw-h)	TOTAL COSTO RACIO.(\$USA)
TALARA - PIURA	104	29.26	321.86	2	14	4506.04	0.25	1126510
PIURA - CHICLAYO	211							
CHICLAYO - GUADALUPE	83							
GUADALUPE - TRUJILLO	103							
TRUJILLO - CHIMBOTE	134							
CHIMBOTE - PARAMONGA	221							
PARAMONGA - ZAPALLAL	163							
INDEPENDENCIA - ICA	244	19.31	212.41	4	17	3610.97	0.25	902742.5
SUB-TOTAL COSTA			534.27			8117.01	0.25	2029252.5
PARAGSHA - HUANUCO	86	4.45	48.95	2	14	685.3	0.25	171325
HUANUCO - T. MARIA	89	1.84	20.24	2	15	303.6	0.25	75900
SUB -TOTAL SIERRA			69.19			988.9	0.25	247225
TOTAL GENERAL			603.46		0	9105.91	0.25	2276477.5

Fuente: CTE
09/05/2003

CUADRO A - 5

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION COSTA

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG. CABLE Km	ADM STM-4 126X2MBPS 181000	ADM STM-4 63X2MBPS 160000	STM-4 REPETIDORA 139000	TM STM-4 126X2MBPS 115000	TM STM-4 63X2MBPS 94000	TM STM-1 63X2MBPS 46000	TM ELECTRICO 2XBTM-1 61000	BOOSTER 11dBm 22000	BOOSTER 22dBm 122000	PREAMPLIF 16dB 30000	SUPERV DE RED 90000
S.E. TALARA - S.E. PIURA	108.2											
S.E. PIURA - S.E. CHICLAYO	219.4	0.5				1				4	4	
S.E. CHICLAYO - S.E. GUADALUPE	87.4	0.5		0.5								
S.E. GUADALUPE - S.E. TRUJILLO	107.1	0.5		0.5								
S.E. TRUJILLO - S.E. CHIMBOTE	139.4	0.5	0.5						4			
S.E. CHIMBOTE - S.E. PARAMONGA	229.9	1										
S.E. PARAMONGA - S.E. ZAPALLAL	172.7	0.5	0.5						4	4	4	
S.E. ZAPALLAL - T. LIMA	28.6	1								4	4	
T. LIMA - S.E. SAN JUAN	22.5	0.5	0.5									
S.E. SAN JUAN - S.E. INDEPENDENCIA	224.6	0.5	0.5									
S.E. INDEPENDENCIA - S.E. ICA	57.2			0.5		1						1
S.E. PIURA - T. PIURA	8.2			0.5		2						
S.E. CHICLAYO - T. CHICLAYO	4.1				2							
S.E. TRUJILLO - T. TRUJILLO	7.2				2							
S.E. CHIMBOTE - T. CHIMBOTE	9.2					2						
S.E. ICA - ICA												
T. PIURA - T. SULLANA	58.3					2						
T. HUACHO - S.E. PARAMONGA	61.2						2					
T. HUARAL - T. LIMA												
T. CAÑETE - S.E. SAN JUAN	137.2											
CANTIDAD DE EQUIPOS		4	3	2	4	8	8	0	4	16	12	1
SUB-TOTAL FOB		724000	480000	278000	460000	752000	368000	0	176000	1952000	360000	90000
PRECIO EQUIPOS FOB												
PRECIO REPUESTOS FOB												
PRECIO EQP+REP FOB												
PRECIO EQP+REP TOT.LOCAL (SIN IGV)												
PRECIO INSTALACION												
PRECIO TOTAL SIN IGV												
PRECIO TOTAL CON IGV												
						5640000						
						282000						
						5922000						
						7165620						
						358281						
						7523901						
						8876203						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 5B

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION COSTA - SEGUNDA ETAPA

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG CABLE Km	ADM STM-4 126X2MBPS	ADM STM-4 63X2MBPS	STM-4 REPETIDORA	TM STM-4 126X2MBPS	TM STM-4 63X2MBPS	TM STM-1 83X2MBPS	TM ELECTRICO 2XBIM-1	BOOSTER 11dfm	BOOSTER 22dfm	PREAMPLIF 10df	SUPERV C/F REF
S. TALARA - SE PIURA	108.2	181000	160000	130000	115000	94000	49000	61000	27000	127000	30000	90000
S. PIURA - SE CHICLAYO	218.4											
SE CHICLAYO - SE GUADALUPE	87.4											
SE GUADALUPE - SE TRUJILLO	107.1											
SE TRUJILLO - SE CHIMBOTE	139.4											
SE CHIMBOTE - SE PARAMONGA	229.9											
SE PARAMONGA - SE ZAPALLAL	172.7											
SE ZAPALLAL - TLIMA	28.6											
TLIMA - SE SAN JUAN	22.5	0.5	0.5	0.5								
SE SAN JUAN - SE INDEPENDENCIA	224.6											
SE INDEPENDENCIA - SE ICA	57.2						1					
SE PIURA - T. PIURA	82											
SE CHICLAYO - T. CHICLAYO	41											
SE TRUJILLO - T. TRUJILLO	72											
SE CHIMBOTE - T. CHIMBOTE	92											
SE ICA - ICA												
T. PIURA - T. SULLANA	583											
T. HUACHO - SE PARAMONGA	61.2						2					
T. HUARAL - T. LIMA												
T. CANETE - SE SAN JUAN	137.2											
CANTIDAD DE EQUIPOS		0.5	1	1	0	3	6	0	4	4		
SUB-TOTAL FOB		724000	480000	278000	400000	752000	368000	0	176000	1952000	360000	90000
PRECIO EQUIPOS FOB						1127500						
PRECIO REPUESTOS FOB						56375						
PRECIO EQP+REP FOB						1183875						
PRECIO EQP+REP TOT LOCAL (SIN IGV)						1432489						
PRECIO INSTALACION						71624						
PRECIO TOTAL SIN IGV						1504113						
PRECIO TOTAL CON IGV						1774853						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 6

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION SIERRA

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG. CABLE Km	ADM STM-4 126X2MBPS	ADM STM-4 63X2MBPS	STM-4 REPETIDOR	STM-4 126X2MBPS	TM STM-4 63X2MBPS	TM STM-4 63X2MBPS	TM STM-1 63X2MBPS	TM ELECTRIC 2XB TM-1	BOOSTER 11dBm	BOOSTER 22dBm	REAMPLIF 16dB	SUPERV. DE RED
T. LIMA - S.E. ZAPALLAL		181000	160000	139000	115000	94000	46000	61000	22000	122000	30000	76000	1
S.E. ZAPALLAL - S.E. PACHACHACA	134.7	0.5							2				
S.E. PACHACHACA - S.E. HUAYUCACHI	118.6	1							4				
S.E. HUAYUCACHI - S.E. MANTARO	79.1	0.5		0.5					4				
S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA	656.6			2.5									
S.E. PACHACHACA - S.E. PARAGSHA	139.4		0.5			1							
S.E. PARAGSHA - S.E. HUANUCO	85.3		1			1							
S.E. HUANUCO - S.E. T. MARIA	92.6		0.5			1							
S.E. HUAYUCACHI - T. HUANCAYO	8.2					2							
S.E. SOCABAYA - T. AREQUIPA	18.4					2							
S.E. PARAGSHA - T.C. PASCO	4.1					2							
S.E. HUANUCO - T. HUANUCO	2.1					2							
S.E. T. MARIA - T.T. MARIA						2							
S.E. PACHACHACA - T. TARMA	79					2							
CANTIDAD EQUIPOS		2	2	3	1	11	184000	122000	264000	1464000	360000	76000	1
SUB - TOTAL FOB		362000	320000	417000	115000	1034000	184000	122000	264000	1464000	360000	76000	1
PRECIO EQUIPOS FOB						4718000							
PRECIO REPUESTOS FOB						235900							
PRECIO EQP+REP FOB						4953900							
PRECIO EQP+REP TOT.LOCAL (SIN IGV)						5994219							
PRECIO INSTALACION						299711							
PRECIO TOTAL SIN IGV						6293930							
PRECIO TOTALCON IGV						7426837.4							

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 6A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION SIERRA
PRIMERA ETAPA

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG. CABLE Km	ADM STM-4 126X2MBPS 181000	ADM STM-4 63X2MBPS 160000	STM-4 REPETIDORA 139000	TM STM-4 126X2MBPS 115000	TM STM-4 63X2MBPS 94000	TM STM-1 63X2MBPS 46000	TM ELECTRICO 2XBTM-1 61000	BOOSTER 11dBm 22000	BOOSTER 22dBm 122000	PREAMPLIF 16dB 30000	SUPERV. DE RED 76000
T.LIMA - S.E. ZAPALLAL												
S.E. ZAPALLAL - S.E. PACHACHACA	134.7											
S.E. PACHACHACA - S.E. HUAYUCACHI	118.6											
S.E. HUAYUCACHI - S.E. MANTARO	79.1											
S.E. MANTARO - S.E. SOCABAYA	656.1											
S.E. PACHACHACA - S.E. PARAGSHA	139.4											
S.E. PARAGSHA - S.E. HUANUCO	85.3											
S.E. HUANUCO - S.E. T.MARIA	92.6											
S.E. HUAYUCACHI - T.HUANCAYO	8.2											
S.E. SOCABAYA - T.AREQUIJA	18.4											
S.E. PARAGSHA - T.C.PASCO	4.1											
S.E. HUANUCO - T.HUANUCO	2.1											
S.E. T.MARIA - T.T.MARIA												
S.E. PACHACHACA - T.TARMA	79											
CANTIDAD EQUIPOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB-TOTAL FOB		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRECIO EQUIPOS FOB												
PRECIO REPUESTOS FOB												
PRECIO EQP+REP FOB												
PRECIO EQP+REP TOT.LOCAL (SIN IGV)												
PRECIO INSTALACION												
PRECIO TOTAL SIN IGV												
PRECIO TOTALCON IGV												

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San.Isidro, Lima

CUADRO A - 6B

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION SIERRA
SEGUNDA ETAPA

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG. CABLE Km	ADM STM-4 126X2MBPS 181000	ADM STM-4 63X2MBPS 160000	STM-4 REPETIDORA 139000	TM STM-4 126X2MBPS 115000	TM STM-4 63X2MBPS 94000	TM STM-1 63X2MBPS 46000	TM ELECTRICO 2XB TM-1 61000	BOOSTER 11dBm 22000	BOOSTER 22dBm 122000	PREAMPLIF 16dB 30000	SUPERV. DE RED 76000
T.LIMA - S.E.ZAPALLAL												1
S.E.ZAPALLAL - S.E.PACHACHACA	134.7	0.5			1				4			
S.E.PACHACHACA - S.E.HUAYUCACHI	118.6	1							4			
S.E.HUAYUCACHI - S.E.MANTARO	79.1	0.5		0.5								
S.E.MANTARO - S.E.SOCABAYA												
S.E.PACHACHACA - S.E.PARAGSHA	139.4		0.5			1			4			
S.E.PARAGSHA - S.E.HUANUCO	85.3		1									
S.E.HUANUCO - S.E.T.MARIA	92.6		0.5									
S.E.HUAYUCACHI - T.HUANCAYO	8.2					2						
S.E.SOCABAYA - T.AREQUIPA	18.4											
S.E.PARAGSHA - T.C.PASCO	4.1					2						
S.E.HUANUCO - T.HUANUCO	2.1					2						
S.E.T.MARIA - T.T.MARIA							2					
S.E.PACHACHACA - T.TARMA	79											
CANTIDAD EQUIPOS		2	2	0.5	1	8	4	2	12	0	0	1
SUB-TOTAL FOB		362000	320000	69500	115000	752000	184000	122000	264000	0	0	76000
PRECIO EQUIPOS FOB						2264500						
PRECIO REPUESTOS FOB						113225						
PRECIO EQ+REP FOB						2377725						
PRECIO EQ+REP TOT.LOCAL (SIN IGV)						2877047						
PRECIO INSTALACION						143852						
PRECIO TOTAL SIN IGV						3020899						
PRECIO TOTAL CON IGV						3564661						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 6C

**REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS TERMINALES Y AMPLIFICADORES DE FIBRA OPTICA
REGION SIERRA
(TERCERA ETAPA)**

PRECIOS UNITARIOS (USA)	LONG. CABLE Km	ADM STM-4 120X2MIBPS	ADM STM-4 63X2MIBPS	STM-4 HELPELIDORA	TM STM-4 120X2MIBPS	TM STM-4 63X2MIBPS	TM STM-1 63X2MIBPS	TM ELECTRICO 27BIM-1	BOOSTER 11dBm	BOOSTER 22dBm	PREAMPLIF 16dB	SUPPLKV EN B.T.U.
TLIMA - SE ZAPALLAL		181000	160000	139000	115000	94000	46000	81000	22000	122000	38000	76000
SE ZAPALLAL - SE PACHACHACA												
SE PACHACHACA - SE HUAYUCACHI												
SE HUAYUCACHI - SE MANTARO	656.6			2.5		1				12		12
SE MANTARO - SE SOCABAYA												
SE PACHACHACA - SE PARAGSHA												
SE PARAGSHA - SE HUANUCO												
SE HUANUCO - SE T MARIA												
SE HUAYUCACHI - THUANCAYO												
SE SOCABAYA - TAREQUIPA	18.4					2						
SE PARAGSHA - T.C. PASCO												
SE HUANUCO - THUANUCO												
SE T MARIA - TT MARIA												
SE PACHACHACA - T. TAIMA												
CANTIDAD EQUIPOS		0	0	0	0	3	0	0	0	12	12	0
SUB TOTAL FOB		0	0	347500	0	262000	0	0	0	1464000	360000	0
PRECIO EQUIPOS FOB						2453500						
PRECIO REPUESTOS FOB						122675						
PRECIO EGP+REP FOB						2576175						
PRECIO EGP+REP TOT LOCAL (SINIGV)						3117172						
PRECIO INSTALACION						155869						
PRECIO TOTAL SINIGV						3273041						
PRECIO TOTAL CONIGV						3862188						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 7

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
CENTRALES EN INTERCONEXION

BCH (ERLANGS) CAPACIDAD CCT	100000 300	100000 600	100000 900	1000000 1200	1000000 1500	1000000 2100	1000000 6700
PIURA					1		
CHICLAYO						1	
TRUJILLO						1	
CHIMBOTE				1			
LIMA		1					
ICA		1					1
C. PASCO							
HUANUCO			1				
HUANCAYO					1		
AREQUIPA					1		
SULLANA	1						
HUACHO	1						
HUARAL	1						
CAÑETE	1						
TARMA	1						
T. MARIA	1						
TOTAL POR TIPO	6	2	1	1	3	2	1
PRECIO UNITARIO LOCAL (Miles \$USA)	747	783	793	806	867	944	1364
SUB TOTAL LOCAL (Miles \$USA)	4482	1566	793	806	2601	1888	1364
COSTO LOCAL SIN IGV				13500			
COSTO LOCAL CON IGV				15930			

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 7A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
CENTRALES EN INTERCONEXION
(PRIMERA ETAPA)

BCH (ERLANGS) CAPACIDAD CCT	100000 300	100000 600	100000 900	1000000 1200	1000000 1500	1000000 2100	1000000 6700
PIURA					1		
CHICLAYO						1	
TRUJILLO							1
CHIMBOTE				1			
LIMA							1
ICA							
C. PASCO							
HUANUCO							
HUANCAYO							
AREQUIPA							
SULLANA	0						
HUACHO	0						
HUARAL	0						
CAÑETE	0						
TARMA	0						
T. MARIA	0						
TOTAL POR TIPO	0	0	0	1	1	2	1
PRECIO UNITARIO LOCAL (Miles \$USA)	747	783	793	806	867	944	1364
SUB TOTAL LOCAL (Miles \$USA)	0	0	0	806	867	1888	1364
COSTO LOCAL SIN IGV				4925			
COSTO LOCAL CON IGV				5812			

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 7B

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
CENTRALES EN INTERCONEXION
(SEGUNDA ETAPA)

BCH (ERLANGS) CAPACIDAD CCT	100000 300	100000 600	100000 900	1000000 1200	100000 1500	100000 2100	100000 6700
PIURA							
CHICLAYO							
TRUJILLO							
CHIMBOTE							
LIMA		1					
ICA		1					
C. PASCO							
HUANUCO			1				
HUANCAYO					1		
AREQUIPA							
SULLANA	1						
HUACHO	1						
HUARAL	1						
CAÑETE	1						
TARMA	1						
T. MARIA	1						
TOTAL POR TIPO	6	2	1		1	0	0
PRECIO UNITARIO LOCAL (Miles \$USA)	747	783	793	806	867	944	1364
SUB TOTAL LOCAL (Miles \$USA)	4482	1566	793	0	867	0	0
COSTO LOCAL SIN IGV				7708			
COSTO LOCAL CON IGV				9095			

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Qf. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 7C

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS CENTRALES EN INTERCONEXION (TERCERA ETAPA)

BCH (ERLANGS) CAPACIDAD CCT	100000 300	100000 600	100000 900	1000000 1200	100000 1500	100000 2100	100000 6700
PIURA							
CHICLAYO							
TRUJILLO							
CHIMBOTE							
LIMA							
ICA							
C. PASCO							
HUANUCO							
HUANCAYO							
AREQUIPA					1		
SULLANA							
HUACHO							
HUARAL							
CAÑETE							
TARMA							
T. MARIA							
TOTAL POR TIPO	0	0	0	0	1	0	0
PRECIO UNITARIO LOCAL (Miles \$USA)	747	783	793	806	867	944	1364
SUB TOTAL LOCAL (Miles \$USA)	0	0	0	0	867	0	0
COSTO LOCAL SIN IGV				867			
COSTO LOCAL CON IGV				1023			

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 8

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
EQUIPOS DE ENERGIA

	GENERADOR DUAL 20 KW	RECTIFICADOR 48V 2X100A	UPS 8.0 KVA
PRECIO UNITARIO FOB (\$ USA)	40000	10000	8900
REGION COSTA			
S.E. PIURA OESTE			1
S.E. CHICLAYO OESTE			1
S.E. GUADALUPE			1
S.E. TRUJILLO NORTE			1
S.E. CHIMBOTE			1
S.E. PARAMONGA			1
S.E. ZAPALLAL			1
S.E. SAN JUAN			1
S.E. INDEPENDENCIA			1
S.E. ICA			1
TERMINAL PIURA	1	1	1
TERMINAL CHICLAYO	1	1	1
TERMINAL TRUJILLO	1	1	1
TERMINAL CHIMBOTE	1	1	1
TERMINAL LIMA	1	1	1
TERMINAL ICA	1	1	1
TERMINAL SULLANA	1	1	1
TERMINAL HUACHO	1	1	1
TERMINAL HUARAL	1	1	1
TERMINAL CAÑETE	1	1	1
CANTIDAD TOTAL	10	10	20
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	400000	100000	178000
	TOTAL EQUIPOS FOB		678000
	REPUESTOS 5%		33900
	TOTAL EQP + REP FOB		711900
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		861399
	INSTALACION (10%)		86140
	TOTAL LOCAL SIN IGV		947539
REGION SIERRA			
S.E. PACHACHACA			1
S.E. HUAYUCACHI			1
S.E. SOCABAYA			1
S.E. C. PASCO			1
S.E. HUANUCO			1
S.E. TINGO MARIA			1
TERMINAL AREQUIPA	1	1	1
TERMINAL HUANCAYO	1	1	1
TERMINAL C. PASCO	1	1	1
TERMINAL HUANUCO	1	1	1
TERMINAL TARMA	1	1	1
TERMINAL TINGO MARIA	1	1	1
CANTIDAD TOTAL	6	6	12
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	240000	60000	106800
	TOTAL EQUIPOS FOB		406800
	REPUESTOS 5%		20340
	TOTAL EQP + REP FOB		427140
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		516839
	INSTALACION (10%)		51684
	TOTAL LOCAL SIN IGV		568523

fuelle: REP.S.A

CUADRO A - 8A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS EQUIPOS DE ENERGIA (PRIMERA ETAPA)

	GENERADOR DUAL 20 KW	RECTIFICADOR 48V 2X100A	UPS 8.0 KVA
PRECIO UNITARIO FOB (\$ USA)	40000	10000	8900
REGION COSTA			
S.E. PIURA OESTE			1
S.E. CHICLAYO OESTE			1
S.E. GUADALUPE			1
S.E. TRUJILLO NORTE			1
S.E. CHIMBOTE			1
S.E. PARAMONGA			1
S.E. ZAPALLAL			1
S.E. SAN JUAN			
S.E. INDEPENDENCIA			
S.E. ICA			
TERMINAL PIURA	1	1	1
TERMINAL CHICLAYO	1	1	1
TERMINAL TRUJILLO	1	1	1
TERMINAL CHIMBOTE	1	1	1
TERMINAL LIMA	1	1	1
TERMINAL ICA			
TERMINAL SULLANA			
TERMINAL HUACHO			
TERMINAL HUARAL			
TERMINAL CAÑETE			
CANTIDAD TOTAL	5	5	12
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	200000	50000	106800
	TOTAL EQUIPOS FOB		356800
	REPUESTOS 5%		17840
	TOTAL EQP + REP FOB		374640
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		453314
	INSTALACION (10%)		45331
	TOTAL LOCAL SIN IGV		498645
REGION SIERRA			
S.E. PACHACHACA			
S.E. HUAYUCACHI			
S.E. SOCABAYA			
S.E. C. PASCO			
S.E. HUANUCO			
S.E. TINGO MARIA			
TERMINAL AREQUIPA			
TERMINAL HUANCAYO			
TERMINAL C. PASCO			
TERMINAL HUANUCO			
TERMINAL TARMA			
TERMINAL TINGO MARIA			
CANTIDAD TOTAL	0	0	0
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	0	0	0
	TOTAL EQUIPOS FOB		0
	REPUESTOS 5%		0
	TOTAL EQP + REP FOB		0
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		0
	INSTALACION (10%)		0
	TOTAL LOCAL SIN IGV		0

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 8B

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
EQUIPOS DE ENERGIA
(SEGUNDA ETAPA)

	GENERADOR DUAL 20 KW	RECTIFICADOR 48V 2X100A	UPS 8.0 KVA
PRECIO UNITARIO FOB (\$ USA)	40000	10000	8900
REGION COSTA			
S.E. PIURA OESTE			
S.E. CHICLAYO OESTE			
S.E. GUADALUPE			
S.E. TRUJILLO NORTE			
S.E. CHIMBOTE			
S.E. PARAMONGA			
S.E. ZAPALLAL			
S.E. SAN JUAN			1
S.E. INDEPENDENCIA			1
S.E. ICA			1
TERMINAL PIURA			
TERMINAL CHICLAYO			
TERMINAL TRUJILLO			
TERMINAL CHIMBOTE			
TERMINAL LIMA			
TERMINAL ICA	1	1	1
TERMINAL SULLANA	1	1	1
TERMINAL HUACHO	1	1	1
TERMINAL HUARAL	1	1	1
TERMINAL CAÑETE	1	1	1
CANTIDAD TOTAL	5	5	8
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	200000	50000	71200
	TOTAL EQUIPOS FOB		321200
	REPUESTOS 5%		16060
	TOTAL EQP + REP FOB		337260
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		408085
	INSTALACION (10%)		40809
	TOTAL LOCAL SIN IGV		448894
REGION SIERRA			
S.E. PACHACHACA			1
S.E. HUAYUCACHI			1
S.E. SOCABAYA			1
S.E. C. PASCO			1
S.E. HUANUCO			1
S.E. TINGO MARIA			1
TERMINAL AREQUIPA			
TERMINAL HUANCAYO	1	1	1
TERMINAL C. PASCO	1	1	1
TERMINAL HUANUCO	1	1	1
TERMINAL TARMA	1	1	1
TERMINAL TINGO MARIA	1	1	1
CANTIDAD TOTAL	5	5	11
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	200000	50000	97900
	TOTAL EQUIPOS FOB		347900
	REPUESTOS 5%		17395
	TOTAL EQP + REP FOB		365295
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		442007
	INSTALACION (10%)		44201
	TOTAL LOCAL SIN IGV		486208

fuelle: REP.S.A

CUADRO A - 8C

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
EQUIPOS DE ENERGIA
(TERCERA ETAPA)

	GENERADOR DUAL 20 KW	RECTIFICADOR 48V 2X100A	UPS 8.0 KVA
PRECIO UNITARIO FOB (\$ USA)	40000	10000	8900
REGION COSTA			
S.E. PIURA OESTE			
S.E. CHICLAYO OESTE			
S.E. GUADALUPE			
S.E. TRUJILLO NORTE			
S.E. CHIMBOTE			
S.E. PARAMONGA			
S.E. ZAPALLAL			
S.E. SAN JUAN			
S.E. INDEPENDENCIA			
S.E. ICA			
TERMINAL PIURA			
TERMINAL CHICLAYO			
TERMINAL TRUJILLO			
TERMINAL CHIMBOTE			
TERMINAL LIMA			
TERMINAL ICA			
TERMINAL SULLANA			
TERMINAL HUACHO			
TERMINAL HUARAL			
TERMINAL CAÑETE			
CANTIDAD TOTAL	0	0	0
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	0	0	0
	TOTAL EQUIPOS FOB		0
	REPUESTOS 5%		0
	TOTAL EQP + REP FOB		0
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		0
	INSTALACION (10%)		0
	TOTAL LOCAL SIN IGV		0
REGION SIERRA			
S.E. PACHACHACA			
S.E. HUAYUCACHI			
S.E. SOCABAYA			
S.E. C. PASCO			
S.E. HUANUCO			
S.E. TINGO MARIA			
TERMINAL AREQUIPA	1	1	1
TERMINAL HUANCAYO			
TERMINAL C. PASCO			
TERMINAL HUANUCO			
TERMINAL TARMA			
TERMINAL TINGO MARIA			
CANTIDAD TOTAL	1	1	1
MONTO POR RUBRO (\$ USA)	40000	10000	8900
	TOTAL EQUIPOS FOB		58900
	REPUESTOS 5%		2945
	TOTAL EQP + REP FOB		61845
	TOTAL LOCAL EQP+ REP		74832
	INSTALACION (10%)		7483
	TOTAL LOCAL SIN IGV		82315

Fuente: REP.S.A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
INSTRUMENTOS DE PRUEBA
(PRIMERA ETAPA)

PRECIO UNITARIO (FOB \$USA)	REFLECTOMETRO OPTICO	MEDIDOR DE PERDIDAS	EMPALMADORAS DE FUSION	KIT REPARACION CABLE	HERRAMIENTA CONECTORIZACION	SECCIONADOR FIBRA OPTICA	GENERADOR TRAFICO	MEDIDOR BER	ANALIZADOR BDH	ANALIZADOR SEÑALIZACION	ASCILOS COPIO	MULTIMETRO DIGITAL
	35000	3000	32000	5000	2000	1300	15000	10000	15000	10000	5000	300
LIMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PIURA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CHICLAYO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRUJILLO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CHIMBOTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ICA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SULLANA												
HUACHO												
HUARAL												
CANETE												
CANTIDAD TOTAL	2	5	2	5	5	5	5	5	5	2	5	15
MONTO POR RUBRO	70000	15000	64000	25000	10000	6500	75000	50000	75000	20000	25000	3000
TOTAL REGION COSTA FOB												
TOTAL REGION COSTA SIN IGV												
REGION COSTA CON IGV												
REGION SIERRA												
AREQUIPA												
HUANCAYO												
C. PASCO												
HUANUCO												
TILISO MARIA												
IARMA												
CANTIDAD TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONTO POR RUBRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL REGION SIERRA FOB												
TOTAL REGION SIERRA SIN IGV												
TOTAL REGION SIERRA CON IGV												

CUADRO A - 10

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS VEHICULOS

	CAMIONETA 4X4	CAMIONETA PICK-UP	MONTO TOTAL REGIONAL	MONTO TOTAL PROYECTO
PRECIO UNITARIO (\$ USA)	21186	12712		
REGION COSTA				
LIMA	1	2		
PIURA	1	2		
CHICLAYO	1	2		
TRUJILLO	1	2		
CHIMBOTE	1	1		
ICA	1	1		
SULLANA	1	1		
HUACHO	1	1		
HUARAL	1	1		
CANETE	1	1		
CANTIDAD VEHICULO	10	14		
MONTO TOTAL SIN IGV	211860	177968	389828	
MONTO TOTAL CON IGV	249995	210002	459997	
REGION SIERRA				
AREQUIPA	1	2		
HUANCAYO	1	2		
C. PASCO	1	1		
HUANUCO	1	1		
TINGO MARIA	1	1		
TARMA	1	1		
CANTIDAD VEHICULO	6	8		
MONTO TOTAL SIN IGV	127116	101696	228812	
MONTO TOTAL CON IGV	149997	120001	269998	
MONTO PROYECTADO SIN IGV				618640
MONTO PROYECTADO CON IGV				729995

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 10A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
VEHICULOS
(PRIMERA ETAPA)

PRECIO UNITARIO (\$ USA)	CAMIONETA 4X4	CAMIONETA PICK-UP	MONTO TOTAL REGIONAL	MONTO TOTAL PROYECTO
	21186	12712		
REGION COSTA				
LIMA	1			
PIURA	1	2		
CHICLAYO	1	2		
TRUJILLO	1	2		
CHIMBOTE	1	2		
ICA	1	1		
SULLANA				
HUACHO				
HUARAL				
CANETE				
CANTIDAD VEHICULO	5	9		
MONTO TOTAL SIN IGV	105930	114408	220338	
MONTO TOTAL CON IGV	124997	135001	259999	
REGION SIERRA				
AREQUIPA				
HUANCAYO				
C. PASCO				
HUANUCO				
TINGO MARIA				
TARMA				
CANTIDAD VEHICULO	0	0		
MONTO TOTAL SIN IGV	0	0	0	
MONTO TOTAL CON IGV	0	0	0	
MONTO PROYECTADO SIN IGV				220338
MONTO PROYECTADO CON IGV				259999

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 10B

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS VEHICULOS (SEGUNDA ETAPA)

	CAMIONETA 4X4	CAMIONETA PICK-UP	MONTO TOTAL REGIONAL	MONTO TOTAL PROYECTO
PRECIO UNITARIO (\$ USA)	21186	12712		
REGION COSTA				
LIMA				
PIURA				
CHICLAYO				
TRUJILLO				
CHIMBOTE				
ICA	1	1		
SULLANA	1	1		
HUACHO	1	1		
HUARAL	1	1		
CANETE	1	1		
CANTIDAD VEHICULO	5	5		
MONTO TOTAL SIN IGV	105930	63560	169490	
MONTO TOTAL CON IGV	124997	75001	199998	
REGION SIERRA				
AREQUIPA				
HUANCAYO	1	2		
C. PASCO	1	1		
HUANUCO	1	1		
TINGO MARIA	1	1		
TARMA	1	1		
CANTIDAD VEHICULO	5	6		
MONTO TOTAL SIN IGV	105930	76272	182202	
MONTO TOTAL CON IGV	124997	90001	214998	
MONTO PROYECTADO SIN IGV				351692
MONTO PROYECTADO CON IGV				414997

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 10C

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
VEHICULOS
(TERCERA ETAPA)

	CAMIONETA 4X4	CAMIONETA PICK-UP	MONTO TOTAL REGIONAL	MONTO TOTAL PROYECTO
PRECIO UNITARIO (\$ US\$)	21186	12712		
REGION COSTA				
LIMA				
PIURA				
CHICLAYO				
TRUJILLO				
CHIMBOTE				
ICA				
SULLANA				
HUACHO				
HUARAL				
CANETE				
CANTIDAD VEHICULO	0	0		
MONTO TOTAL SIN IGV	0	0	0	0
MONTO TOTAL CON IGV	0	0	0	0
REGION SIERRA				
AREQUIPA	1	2		
HUANCAYO				
C. PASCO				
HUANUCO				
TINGO MARIA				
TARMA				
CANTIDAD VEHICULO	1	2		
MONTO TOTAL SIN IGV	21186	25424	46610	
MONTO TOTAL CON IGV	24999	30000	55000	
MONTO PROYECTADO SIN IGV				46610
MONTO PROYECTADO CON IGV				55000

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 11

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS OBRAS CIVILES (TERMINALES LARGA DISTANCIA)

	COSTO UNIT TERRENO (\$ USA/m ²)	COSTO UNIT CONSTRUCCION (\$ USA/m ²)	SUPERFICIE REQUERIDA (m ²)	AREA CONSTRUIDA (m ²)	COSTO TOTAL LOCAL (\$ USA)
PIURA	100	280	600	400	172000
CHICLAYO	100	280	600	400	172000
TRUJILLO	100	280	600	400	172000
CHIMBOTE	100	280	600	400	172000
LIMA	200	280	600	800	344000
ICA	100	280	600	400	172000
SULLANA	80	280	400	400	144000
HUACHO	80	280	400	400	144000
HUARAL	80	280	400	400	144000
CANETE	80	280	400	400	144000
SUB-TOTAL COSTA (SIN IGV)					1780000
AREQUIPA	100	350	600	400	200000
HUANCAYO	100	350	600	400	200000
C. PASCO	100	350	600	400	200000
HUANUCO	100	350	600	400	200000
TINGO MARIA	80	350	400	400	172000
TARMA	80	350	400	400	172000
SUB-TOTAL SIERRA (SIN IGV)					1144000
TOTAL GENERAL (SIN IGV)					2924000

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 11A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
 OBRAS CIVILES (TERMINALES LARGA DISTANCIA)
 (PRIMERA ETAPA)

	COSTO UNIT TERRENO (\$ USA/m ²)	COSTO UNIT CONSTRUCCION (\$ USA/m ²)	SUPERFICIE REQUERIDA (m ²)	AREA CONSTRUIDA (m ²)	COSTO TOTAL LOCAL (\$ USA)
PIURA	100		600	400	172000
CHICLAYO	100	280	600	400	172000
TRUJILLO	100	280	600	400	172000
CHIMBOTE	100	280	600	400	172000
LIMA	200	300	600	400	172000
ICA			600	800	360000
SULLANA					0
HUACHO					0
HUARAL					0
CANETE					0
SUB-TOTAL COSTA (SIN IGV)					1048000
AREQUIPA					0
HUANCAYO					0
C. PASCO					0
HUANUCO					0
TINGO MARIA					0
TARMA					0
SUB-TOTAL SIERRA (SIN IGV)					0
TOTAL GENERAL (SIN IGV)					1048000

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 11B

**REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
OBRAS CIVILES (TERMINALES LARGA DISTANCIA)
(SEGUNDA ETAPA)**

	COSTO UNIT TERRENO (\$ USA/m ²)	COSTO UNIT CONSTRUCCION (\$ USA/m ²)	SUPERFICIE REQUERIDA (m ²)	AREA CONSTRUIDA (m ²)	COSTO TOTAL LOCAL (\$ USA)
PIURA					0
CHICLAYO					0
TRUJILLO					0
CHIMBOTE					0
LIMA					0
ICA	100	280	600	400	172000
SULLANA	80	280	400	400	144000
HUACHO	80	280	400	400	144000
HUARAL	80	280	400	400	144000
CANETE	80	280	400	400	144000
SUB-TOTAL COSTA (SIN IGV)					748000
AREQUIPA					0
HUANCAYO	100	350	600	400	200000
C. PASCO	100	350	600	400	200000
HUANUCO	100	350	600	400	200000
TINGO MARIA	80	350	400	400	172000
TARMA	80	350	400	400	172000
SUB-TOTAL SIERRA (SIN IGV)					944000
TOTAL GENERAL (SIN IGV)					1692000

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 11C

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
 OBRAS CIVILES (TERMINALES LARGA DISTANCIA)
 (TERCERA ETAPA)

	COSTO UNIT TERRENO (\$ USA/m2)	COSTO UNIT CONSTRUCCION (\$ USA/m2)	SUPERFICIE REQUERIDA (m2)	AREA CONSTRUIDA (m2)	COSTO TOTAL LOCAL (\$ USA)
PIURA					0
CHICLAYO					0
TRUJILLO					0
CHIMBOTE					0
LIMA					0
ICA					0
SULLANA					0
HUACHO					0
HUARAL					0
CANETE					0
SUB-TOTAL COSTA (SIN IGV)					0
AREQUIPA	100	350	600	400	200000
HUANCAYO					0
C. PASCO					0
HUANUCO					0
TINGO MARIA					0
TARMA					0
SUB-TOTAL SIERRA (SIN IGV)					200000
TOTAL GENERAL (SIN IGV)					200000

Fuente: REP.S.A

CUADRO A - 12

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
RED DE FIBRA OPTICA SUBTERRANEA

TRAMO	DISTANCIA CARRETERA Cable/Km	LONGITUD TRAMO URB. Instalac/Km	LONGITUD SUELO BLANDO Instalac/Km	LONGITUD SUELO ROCOSO Instalac/Km	DERECHO DE PASO	MONTO TOTAL REGIONAL	MONTO TOTAL PROYECTADO
PRECIOS UNITARIOS SIN IGV (\$ USA/m)	13.06	40.08	14.4	66.1			
REGION COSTA							
TALARA - SULLANA	73	10	63				
PIURA - SULLANA	38	10	28				
PIURA - CHICLAYO	211	10	201				
CHICLAYO - GUADALUPE	84	10	74				
GUADALUPE - TRUJILLO	125	10	115				
TRUJILLO - CHIMBOTE	130	10	120				
CHIMBOTE - PARAMONGA	226	6	220				
PARAMONGA - HUACHO	52	6	46				
HUACHO - HUARAL	79	10	69				
HUARAL - LIMA	68	23	45				
LIMA - CAÑETE	144	15	129				
LIMA - INDEPENDENCIA	88	6	82				
INDEPENDENCIA - ICA	75	6	69				
REPUESTO	8						
LONGITUD-TOTAL (Km)	1401	132	1261	0	0	0	0
MONTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	18297	5291	18158	0	2345	44091	
REGION SIERRA							
LIMA - LA OROYA	185	20	24	141			
LA OROYA - HUANCAYO	119	10	33	76			
LA OROYA - C.PASCO	129	8	95	26			
C.PASCO - HUANUCO	106	10	76	20			
HANUCO - T. MARIA	119	10	73	36			
DERIVACION - TARMA	35	5	26	4			
ICA - AREQUIPA	706	20	552	134			
REPUESTOS	8						
LONGITUD-TOTAL (Km)	1407	83	879	437	0	0	0
MONTO POR RUBRO (\$ USA/1000)	18375	3327	12658	28886	4487	67732	
MONTO DEL PROYECTO (\$ USA/1000)							
							111823

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 13

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS RED DE FIBRA OPTICA SUBTERRANEA TERMINALES OPTICOS (REGION COSTA)

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG CABLE Km	ADM STM-4 128X2MBPS	ADM STM-4 83X2MBPS	STM-4 REPETIDORA	TM STM-4 128X2MBPS	TM STM-4 83X2MBPS	TM STM-1 83X2MBPS	TM ELECTRICO 2XSTM-1	BOOSTER 11dBm	BOOSTER 23dBm	PREAMPLIF 16dB	SUPERV OF FIB
REGION COSTA		181000	160000	138000	115000	94000	48000	81000	22000	123000	30000	90000
TALARA - SULLANA	73											
PIURA - SULLANA	38											
PIURA - CHICLAYO	211	0.5			1				4		4	
CHICLAYO - GUADALUPE	84	0.5		0.5								
GUADALUPE - TRUJILLO	125	0.5		0.5								
TRUJILLO - CHIMBOTE	130	0.5	0.5						4			
CHIMBOTE - PARAMONGA	228		0.5	0.5					4			
PARAMONGA - HUACHO	52		0.5	0.5						4		
HUACHO - HUARAL	79		1									
HUARAL - LIMA	88	0.5	0.5									
LIMA - CANETE	144	0.5	0.5									
LIMA - INDEPENDENCIA	88		0.5	0.5					4			1
INDEPENDENCIA - ICA	75		0.5	0.5								
CANTIDAD EQUIPOS		3	4.5	3	0	0	2	0	12	0	4	1
SUB-TOTAL FOB		543000	720000	417000	0	94000	92000	0	284000	976000	240000	90000
PRECIO EQUIPOS FOB						3438000						
PRECIO REPUESTOS FOB						171800						
PRECIO EOP+REP FOB						3607800						
PRECIO EOP+REP TOT LOCAL (SIN IGV)						4385438						
PRECIO INSTALACION						218272						
PRECIO TOTAL SIN IGV						4583710						
PRECIO TOTAL CON IGV						5408778						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO A - 14

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS
RED DE FIBRA OPTICA SUBTERRANEA
TERMINALES OPTICOS (REGION SIERRA)

PRECIOS UNITARIOS (\$USA)	LONG CABLE Km	ADM STM-4 1200/MI (\$)	ADM STM-4 K02/MI (\$)	STM-4 EDIFICILICIAVA	TM STM-4 1200/MI (\$)	TM STM-4 K02/MI (\$)	TM STM-1 K02/MI (\$)	TM ELECTRICO 2200/MI (\$)	BOOSTER 1100/MI (\$)	BOOSTER 2200/MI (\$)	PREAMPLIF 1600/MI (\$)	SUBTIV 1400/MI (\$)
		181000	180000	139000	115000	94000	48000	81000	22000	12000	38000	90000
REGION SIERRA												
LIMALLA OROYA	185	1	0.5							4		
LA OROYA-HUANCAYO	118		1						4			
LA OROYA-C PASCO	126		0.5						4			
C PASCO HUANUCO	106		0.5						4			
HUANUCO-TRIGO MARIA	118						2		4			
TARIMALLA OROYA	57						2		4			
ICA NAZCA	140								4			
NAZCA-CHALA	170								4			
UTAHU CANIMA	221								4			
CAMANA-AREQUIPA	175								4			
CANTIDAD EQUIPOS		1	2.5	0.5	0	0.5		0			4	
SUB-TOTAL FOB		181000	400000	486500	0	235000	104000	0	352000	1952000	120000	90000
PRECIO EQUIPOS FOB						4000500						
PRECIO REPUESTOS FOB						200025						
PRECIO EQP+REP FOB						4200525						
PRECIO EQP+REP TOT LOCAL (SIN IGV)						5082635						
PRECIO INSTALACION						254132						
PRECIO TOTAL SIN IGV						5336767						
PRECIO TOTAL CON IGV						6297465						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601- San Isidro, Lima

CUADRO A - 14A

REQUERIMIENTOS Y ESTIMADOS DE COSTOS RED DE FIBRA OPTICA SUBTERRANEA TERMINALES OPTICOS (REGION SIERRA-SIN AREQUIPA)

PRECIOS UNITARIOS: (\$USA)		ADM STM-4 120x2M8F5	ADM STM-4 63x2M8F5	STM-4 REPETIDORA	TM STM-4 120x2M8F5	TM STM-4 63x2M8F5	TM STM-1 63x2M8F5	TM ELECTRICO 2xRTM-1	BOOSTER 11dBm	BOOSTER 27dBm	FREAMPLIF 1dB	SURFAY 10' x 10'
Km		181000	160000	139000	115000	94000	46000	61000	22000	122000	30000	30000
REGION SIERRA												
LA OROYA - HUANCAYO	185	1	0.6							4		1
LA OROYA - C PASCO	119		1									
C. PASCO - HUANUCO	128		0.5						4			
HUANUCO - TINGO MARIA	108		0.5						4			
TAYMA - LA OROYA	110						2					
ICA - NAZCA	57						2					
NAZCA - CHALA	140											
CHALA - CAMANA	170											
CAMANA - AREQUIPA	221											
CANTIDAD EQUIPOS	175	1	2.5	0	0	2	4	0	12	4	0	1
SUB-TOTAL FOB		181000	400000	0	0	188000	164000	0	264000	468000	0	30000
PRECIO EQUIPOS FOB						1795000						
PRECIO REPUESTOS FOB						88750						
PRECIO EQP+REP FOB						1884750						
PRECIO EQP+REP TOT LOCAL (SIN IGV)						2290548						
PRECIO INSTALACION						114027						
PRECIO TOTAL SIN IGV						2394575						
PRECIO TOTAL CON IGV						2675560						

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro, Lima

CUADRO N° B1

**COSTOS UNITARIOS DE CABLE ÓPTICO
(LOCAL SIN IGV)**

N° DE FIBRAS : 24	TIPO DE FIBRA : TRUWARE	PRECIO FOB	LOVAL SIN IGV
A. CABLE OPGW	\$ USA	12.00	14.52
B. CABLE ARMADO SUBTERRANEO	\$ USA	10.80	13.06

COSTOS UNITARIOS DE INSTALACION CABLE ÓPTICO

TIPO INSTALACIÓN	PRECIO LOCAL (SIN IGV)
A. AEREO COSTA	1.52
B. AEREO SIERRA	2.57
C. SUBTERRANEO BAJO VEREDA	40.08
D. SUBTERRANEO SUELO BLANDO	14.40
E. SUBTERRANEO SUELO ROCOSO	66.10

Fuente: Sumitomo Electric Industries, Ltd
Av. Camino Real 348 Of. 1601 - San Isidro

C) TARIFAS TELEFÓNICAS VIGENTES

TARIFAS DE TELEFÓNICA DEL PERÚ

Larga Distancia Internacional (LDI)
En soles corrientes (Sin I.G.V.)

	SERVICIO
GRUPO ANDINO	
Diurno	2.334
Nocturno	1.867
AMÉRICA	
Diurno	2.334
Nocturno	1.867
EUROPA	
Diurno	3.07
Nocturno	3.456
RESTO DEL MUNDO	
Diurno	4.035
Nocturno	3.228
JAPÓN	
Diurno	3.441
Nocturno	2.752

Fuente : OSIPTEL EI 1/09/01

TARIFA DE AT&T



	T. LISTA	T. PROMEDIO	TARIFACIÓN
FIJO	S/. 2.00	N/A	X MINUTO
TELEFONICA MOVILES	S/. 1.00	N/A	X MINUTO
CELULAR TIM	S/. 1.00	N/A	X MINUTO
NEXTEL	S/. 1.00	N/A	X MINUTO
CELULER BELLSOUTH	S/. 1.00	N/A	X MINUTO

LARGA DISTANCIA NACIONAL (LDN)			
	T. LISTA	T. PROMEDIO	TARIFACIÓN
FIJO	S/. 1.00	S/. 0.50	X MINUTO
TELEFONICA MOVILES	S/. 2.00	N/A	X MINUTO
CELULAR TIM	S/. 2.00	N/A	X MINUTO
NEXTEL	S/. 2.00	N/A	X MINUTO
CELULER BELLSOUTH	S/. 2.00	N/A	X MINUTO

LLAMADAS A GILAT TO HOME (Telefonos rurales) - (LDN)	
SERVICIO TELEFÓNICA PÚBLICA	Todo el día (Sin I.G.V) S/. 2.00

LARGA DISTANCIA INTERNACIONAL (LDI)			
	T. LISTA	T. PROMEDIO	TARIFACIÓN
AMÉRICA	S/. 3.00	S/. 1.00	X MINUTO
EUROPA	S/. 4.00	S/. 1.00	X MINUTO
JAPÓN	S/. 5.00	S/. 1.00	X MINUTO
RESTO DEL MUNDO	S/. 5.00	S/. 1.00	X MINUTO

Horario Normal	8.00 A.M 10.59 P.M	de Lunes a Sábado
Horario Reducido	11.00 P.M 07.59 A.M	de Lunes a Sábado
Horario Reducido	Domingos y Feriados todo el Día	

Fuente: OSIPTEL 9/10/2003

TARIFA DE BELLSOUTH

LARGA DISTANCIA NACIONAL		
TARIFA REGULAR S/. POR MINUTO		
A CUALQUIER CIUDAD DEL Perú	NORMAL	REDUCIDA
	S/. 0.705	S/. 0.353

HORARIOS	
Tarifa Normal	Lunes a Viernes de 7.00 a 21.59 Horas
Tarifa Reducida	Lunes a Viernes de 22.00 a 6.59 Horas
	Sábados, Domingos y Feriados Todo el Día

Nota: Tarifas incluyen I.G.V

Fuente: OSIPTEL 9/10/2003

**D) CARACTERISTICAS DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA
MONOMODO CON DISPERSION DESPLAZADA NO NULA**



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.655

(10/96)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión – Cables de
fibra óptica

Características de un cable de fibra óptica
monomodo con dispersión desplazada no nula

Recomendación UIT-T G.655

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

CARACTERÍSTICAS DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO CON DISPERSIÓN DESPLAZADA NO NULA

(Ginebra, 1996)

1 Alcance

En esta Recomendación se describe una fibra monomodo cuya dispersión cromática (valor absoluto) tiene que ser mayor que algún valor diferente de cero en toda la gama de longitudes de onda de la utilización prevista. Esta dispersión suprime el efecto no lineal conocido por mezcla de cuatro ondas, que puede ser particularmente perjudicial en una multiplexación por división de longitud de onda (WDM, *wavelength-division multiplexing*) densa.

La fibra está optimizada para uso en una región prescrita entre 1500 nm y 1600 nm. Sus parámetros geométricos, ópticos, de transmisión y mecánicos se describen más adelante.

El significado de los términos utilizados en esta Recomendación y las directrices que habrán de seguirse en la medición para la verificación de las diversas características se indican en la Recomendación G.650. Las características de esta fibra, incluidas las definiciones de los parámetros pertinentes, sus métodos de prueba y los valores pertinentes, serán perfeccionados a medida que avancen los estudios y se adquiera más experiencia.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T G.650 (1993), *Definición y métodos de prueba de los parámetros pertinentes de las fibras monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.652 (1993), *Características de un cable de fibra óptica monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.653 (1993), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada.*
- Recomendación UIT-T G.654 (1993), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con pérdida minimizada a una longitud de onda de 1550 nm.*
- Recomendación UIT-T G.663 (1996), *Aspectos relacionados con la aplicación de los dispositivos y subsistemas de amplificadores de fibra óptica.*

3 Términos y definiciones

A los fines de esta Recomendación se aplican las definiciones de la Recomendación G.650.

4 Abreviaturas

A los fines de esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas:

GPa Gigapascal

SDH Jerarquía digital síncrona (*synchronous digital hierarchy*)

WDM Multiplexación por división de longitud de onda (*wavelength division multiplexing*)

5 Características de la fibra

En la cláusula 5 se recomiendan solamente aquellas características de la fibra que proporcionan un marco mínimo esencial de diseño para los fabricantes. De éstas, la longitud de onda de corte de la fibra en cable puede ser afectada significativamente por la fabricación o la instalación. En todos los demás casos, las características recomendadas se aplicarán por igual a fibras individuales, fibras incorporadas en un cable enrollado en un tambor, y fibras en un cable instalado.

5.1 Diámetro del campo modal

El diámetro del campo modal nominal estará comprendido en la gama de 8 μm a 11 μm . Para un determinado diámetro del campo modal nominal, la desviación del campo modal con respecto al valor nominal no debe rebasar los límites de $\pm 10\%$.

5.2 Diámetro del revestimiento

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 1,25 μm . La desviación del diámetro del revestimiento con respecto al valor nominal no debe rebasar los límites de $\pm 2 \mu\text{m}$.

Para ciertas técnicas de empalme y requisitos de pérdida en los empalmes pueden ser apropiadas otras tolerancias.

5.3 Error de concentricidad del campo modal

El valor recomendado del error de concentricidad del campo modal a 1550 nm no debe ser superior a 1 μm .

NOTA - Se ha observado una correspondencia biunívoca con la concentricidad a otras longitudes de onda, incluida la de la luz blanca.

5.4 No circularidad

5.4.1 No circularidad del campo modal

Se ha observado en la práctica que la no circularidad del campo modal de las fibras que tienen campos modales circulares nominales es lo suficientemente baja para que la propagación y los empalmes no sean afectados. Por lo tanto, no se considera necesario recomendar un determinado valor para la no circularidad del campo modal. Normalmente, no es necesario medir la no circularidad del campo modal para fines de aceptación.

5.4.2 No circularidad del revestimiento

La no circularidad del revestimiento no debe ser superior al 2%. Para ciertas técnicas de emplace y requisitos de pérdida en los empalmes pueden ser apropiadas otras tolerancias.

5.5 Longitud de onda de corte

Pueden distinguirse tres tipos útiles de longitud de onda de corte:

- a) longitud de onda de corte del cable, λ_{cc} ,
- b) longitud de onda de corte de la fibra, λ_c ,
- c) longitud de onda de corte del cable de conexión, λ_{cj} .

NOTA - Para algunas aplicaciones específicas de los cables submarinos pueden requerirse otros valores de longitud de onda de corte del cable.

La correlación de los valores medidos de λ_c , λ_{cc} , y λ_{cj} depende del diseño concreto de la fibra y del cable, y de las condiciones de prueba. Si bien en general $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$, no puede establecerse fácilmente una relación cuantitativa general. Es de capital importancia asegurar la transmisión monomodal en la mínima longitud de cable entre empalmes, a la mínima longitud de onda de trabajo. Esto puede conseguirse recomendando que el valor máximo de la longitud de onda de corte del cable, λ_{cc} , de una fibra monomodo en cable sea de 1480 nm, o, para cables de conexión típicos, recomendando que la longitud de onda de corte del cable de conexión sea de 1480 nm, o para la longitud y las flexiones del caso más desfavorable, recomendando que el valor máximo de la longitud de onda de corte de la fibra sea de 1470 nm.

5.6 Característica de pérdida por flexión a 1550 nm

El aumento de la pérdida para 100 vueltas de una fibra enrollada hoigadamente con un radio de 37,5 mm y medida a 1550 nm no será superior a 0,5 dB.

Para aplicaciones SDH y WDM, la fibra puede utilizarse a longitudes de onda superiores a 1550 nm. La pérdida máxima de 0,5 dB se aplicará a la máxima longitud de onda de la utilización prevista (es decir, a longitudes de onda iguales o inferiores a 1580 nm). La pérdida a esta longitud de onda puede proyectarse a partir de una medición de la pérdida a 1550 nm utilizando un modelado de pérdida espectral o una base de datos estadísticos para ese diseño particular de fibra. Como otra solución, se puede efectuar una prueba de calificación a la longitud de onda mayor.

NOTA 1 - Una prueba de calificación puede ser suficiente para asegurar que se cumple este requisito.

NOTA 2 - El mencionado valor de 100 vueltas corresponde al número aproximado de vueltas que se emplean en todos los casos de empalmes de un tramo de repetidor típico. El radio de 37,5 mm es equivalente al radio de flexión mínimo ampliamente aceptado para empleo a largo plazo de fibras en las instalaciones de sistemas realizadas en la práctica para evitar los fallos debidos a la fatiga estática.

NOTA 3 - Si por razones prácticas se opta por utilizar menos de 100 vueltas para aplicar esta prueba con un radio de 37,5 mm, se aconseja utilizar no menos de 40 vueltas y un aumento de la pérdida proporcionalmente menor.

NOTA 4 - Si se proyecta utilizar radios de flexión de menos de 37,5 mm en casos de empalme o en cualquier otro lugar del sistema (por ejemplo, $R = 30$ mm), se aconseja aplicar el mismo valor de pérdida de 0,5 dB a 100 vueltas de fibra empleadas con este radio menor.

NOTA 5 - La recomendación sobre la pérdida por flexión a 1550 nm se relaciona con el empleo de fibras en instalaciones de fibra monomodo en la práctica. La influencia de los radios de flexión, relacionados con el trenzado, de las fibras monomodo en cable, sobre la característica de pérdida, se incluye en la especificación de pérdida de la fibra en cable.

NOTA 6 - Cuando se requieran pruebas periódicas, puede utilizarse un bucle de menor diámetro con una o varias vueltas, en lugar de las 100 vueltas, para obtener una mayor exactitud y facilidad de medición de la sensibilidad de la flexión a 1550 nm. En este caso, el diámetro del bucle, el número de vueltas y la pérdida máxima admisible por flexión para la prueba con varias vueltas deberán elegirse de modo que estén correlacionados con la recomendación de una pérdida de 0,5 dB para la prueba funcional con 100 vueltas y un radio de 37,5 mm.

5.7 Propiedades de la fibra relacionadas con los materiales

5.7.1 Materiales de la fibra

Deberán indicarse las sustancias de que se componen las fibras.

NOTA – Debe procederse con cuidado en el caso del empalme por fusión de fibras de diferentes sustancias. Resultados provisionales indican que pueden obtenerse valores adecuados de pérdida en el emplace y de resistencia mecánica cuando se empalman diferentes fibras de alto sílice.

5.7.2 Materiales protectores

Deberán indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario y la mejor manera de retirarlo (si es necesario). En el caso de fibra cubierta por una sola camisa protectora deberán darse las mismas indicaciones.

5.7.3 Nivel de esfuerzo mecánico para la prueba

El esfuerzo mecánico para la prueba, σ_p , especificado será por lo menos de 0,35 GPa, lo que corresponde a un esfuerzo mecánico porcentual para la prueba de aproximadamente 0,5%. A menudo, para el esfuerzo mecánico para la prueba se especifica un valor de 0,69 GPa.

NOTA – Las definiciones de los parámetros mecánicos se indican en 1.2/G.650 y 2.6/G.650.

5.8 Perfil del índice de refracción

Generalmente no es necesario conocer el perfil del índice de refracción de la fibra.

5.9 Uniformidad longitudinal

En estudio.

NOTA – A una determinada longitud de onda, el valor absoluto local del coeficiente de dispersión puede variar y diferir del valor medido en un tramo largo. Si este valor se reduce a un valor pequeño a una longitud de onda que está próxima a una longitud de onda de trabajo en un sistema WDM, el efecto denominado mezcla de cuatro ondas puede inducir la propagación de potencia en otras longitudes de onda, incluidas otras longitudes de onda de trabajo, pero sin que estén excluidas otras longitudes de onda. La magnitud de la mezcla de cuatro ondas es función del valor absoluto del coeficiente de dispersión, la pendiente de la dispersión, las longitudes de onda de trabajo, la potencia óptica, y la distancia a lo largo de la cual se produce la mezcla de cuatro ondas.

6 Especificaciones de los largos de fábrica

Como las características geométricas y ópticas de las fibras indicadas en la cláusula 1 apenas son afectadas por el proceso de cableado, en la cláusula 6 se hacen recomendaciones principalmente aplicables a las características de transmisión de los largos de cable en fábrica.

Las condiciones ambientales y de prueba son importantísimas y se describen en las directrices para los métodos de prueba.

6.1 Coeficiente de atenuación

Los cables de fibra óptica especificados en esta Recomendación generalmente tienen coeficientes de atenuación inferiores a 0,35 dB/km en la región de 1550 nm.

NOTA – Los valores más bajos dependen del proceso de fabricación, la composición y el diseño de la fibra, y el diseño del cable. Se han alcanzado valores en la gama de 0,19-0,25 dB/km en la región de 1550 nm.

6.2 Coeficiente de dispersión cromática

El coeficiente de dispersión cromática D cumplirá lo siguiente:

$$D_{\min} \leq |D(\lambda)| \leq D_{\max} \text{ para } \lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}$$

NOTA 1 – Están en estudio valores de λ_{\min} , λ_{\max} , D_{\min} , y D_{\max} , pero pueden especificarse para satisfacer las exigencias de un sistema WDM a condición de que:

$$0,1 \text{ ps/nm}\cdot\text{km} \leq D_{\min} \leq D_{\max} \leq 6,0 \text{ ps/nm}\cdot\text{km} \text{ y } 1530 \text{ nm} \leq \lambda_{\min} \leq \lambda_{\max} \leq 1565 \text{ nm}$$

NOTA 2 – D_{\min} no se produce necesariamente a λ_{\min} y D_{\max} no se produce necesariamente a λ_{\max} .

NOTA 3 – La uniformidad de la dispersión debe estar de acuerdo con el funcionamiento del sistema.

NOTA 4 – El signo de D no varía en la mencionada gama de longitudes de onda para una fibra dada, pero puede variar de una fibra a otra dentro de un sistema.

NOTA 5 – Según el diseño del sistema y el tipo de transmisión, puede ser necesario especificar el signo de D .

NOTA 6 – Los requisitos sobre la dispersión se basan en el diseño del sistema WDM, que debe equilibrar la dispersión de primer orden con diversos efectos no lineales tales como la mezcla de cuatro ondas, modulación de fase cruzada, inestabilidad de la modulación, esparcimiento Brillouin estimulado, y formación de solitones (véase la Recomendación G.663).

NOTA 7 – No es necesario efectuar mediciones periódicas del coeficiente de dispersión cromática.

6.3 Dispersión por modo de polarización

En estudio.

NOTA – Los cables de fibra óptica tratados en esta Recomendación generalmente tienen un coeficiente de dispersión por modo de polarización inferior a $0,5 \text{ ps/km}^2$. Esto corresponde a una distancia de transmisión limitada por PMD (penalidad de 1 dB) de aproximadamente 400 km para sistemas STM-64.

Los sistemas que tienen productos más bajos de distancia x velocidad binaria pueden tolerar valores más altos de coeficiente PMD sin degradación.

7 Secciones elementales de cable

Una sección elemental de cable generalmente está formada por cierto número de largos de fábrica empalmados. Los requisitos que deben cumplir los largos de fábrica se indican en la cláusula 6. Los parámetros de transmisión para secciones elementales de cable tienen que tomar en consideración no sólo la calidad de funcionamiento de las longitudes de cable individuales, sino también otros factores tales como las pérdidas en los empalmes y en los conectores (si son aplicables).

Además, las características de transmisión de las fibras en los largos de fábrica, así como elementos tales como los empalmes, conectores, etc., tendrán una cierta distribución de probabilidad que a menudo se debe tener en cuenta si se pretende obtener los diseños más económicos. Los siguientes apartados de esta sección deben leerse teniendo en mente esta naturaleza estadística de los diversos parámetros.

7.1 Atenuación

La atenuación A de una sección elemental de cable viene dada por:

$$A = \sum_{n=1}^m \alpha_n L_n + \alpha_s \lambda + \alpha_c \gamma$$

donde:

α_n = coeficiente de atenuación de la n -ésima fibra en la sección elemental de cable

L_n = longitud de la n -ésima fibra

m = número total de fibras concatenadas en la sección elemental de cable

α_c = pérdida media en el empalme

χ = número de empalmes en la sección elemental de cable

α_e = pérdida media de los conectores de línea

γ = número de conectores en la sección elemental de cable (si se proporciona).

Deberá preverse un margen adecuado para tener en cuenta las futuras modificaciones de las configuraciones de los cables (empalmes adicionales, un mayor número de largos de cable, efectos del envejecimiento, variaciones de la temperatura, etc.). La ecuación anterior no incluye la pérdida de los conectores de equipo.

Para la pérdida de los empalmes y conectores se toma la pérdida media. En el balance de atenuación utilizado para el diseño de un sistema real se deben tener en cuenta las variaciones estadísticas de estos parámetros.

7.2 Dispersión cromática

La dispersión cromática en ps puede calcularse a partir de los coeficientes de dispersión cromática de los largos de fábrica, suponiendo una dependencia lineal en función de la longitud, y teniendo debidamente en cuenta los signos de los coeficientes y las características de la fuente del sistema (véase 6.2).