

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**TESIS**

**“INTERCONEXIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA DE LOS  
DISTRITOS DE LA BAHÍA DE PUNO PARA MEJORAR LOS  
SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS”**

Tesis Presentada por: EL BACHILLER  
**LUIS WILBER HUMPIRI VELASQUEZ**  
Para Optar el Título de:  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERU**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**TESIS**  
**“INTERCONEXIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA DE LOS**  
**DISTRITOS DE LA BAHÍA DE PUNO PARA MEJORAR LOS**  
**SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS”**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**BACH. LUIS WILBER HUMPIRI VELASQUEZ**

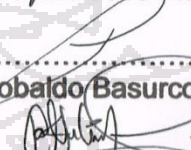
Para optar el título profesional de: **INGENIERO ELECTRÓNICO.**

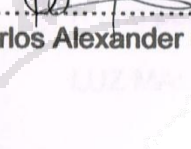
**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

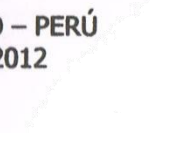
**PRESIDENTE** : .....   
 Ing. Marco Antonio Ramos Gonzales

**PRIMER MIEMBRO** : .....   
 Ing. Ferdinand Edgardo Pineda Ancco

**SEGUNDO MIEMBRO** : .....   
 Ing. Luis Enrique Baca Wiesse

**DIRECTOR DE TESIS** : .....   
 M.Sc. Gayino José Flores Chipana

**ASESOR** : .....   
 Mg. Teobaldo Basurco Chambilla

**ASESOR** : .....   
 Mg. Karlos Alexander Ccantuta Chirapo

PUNO – PERÚ  
2012

ÁREA: Telecomunicaciones  
TEMA: Aplicaciones en telecomunicaciones

## DEDICATORIA

A mi linda hija, MITZY LUZ  
quien con su mirada tranquila  
me inspira y fortalece ante la  
adversidad.

A mis padres,  
GERMAN Y NIEVES.  
Por el amor y confianza.

A mis hermanos,  
GERMAIN y BETZY  
Por su apoyo incondicional.

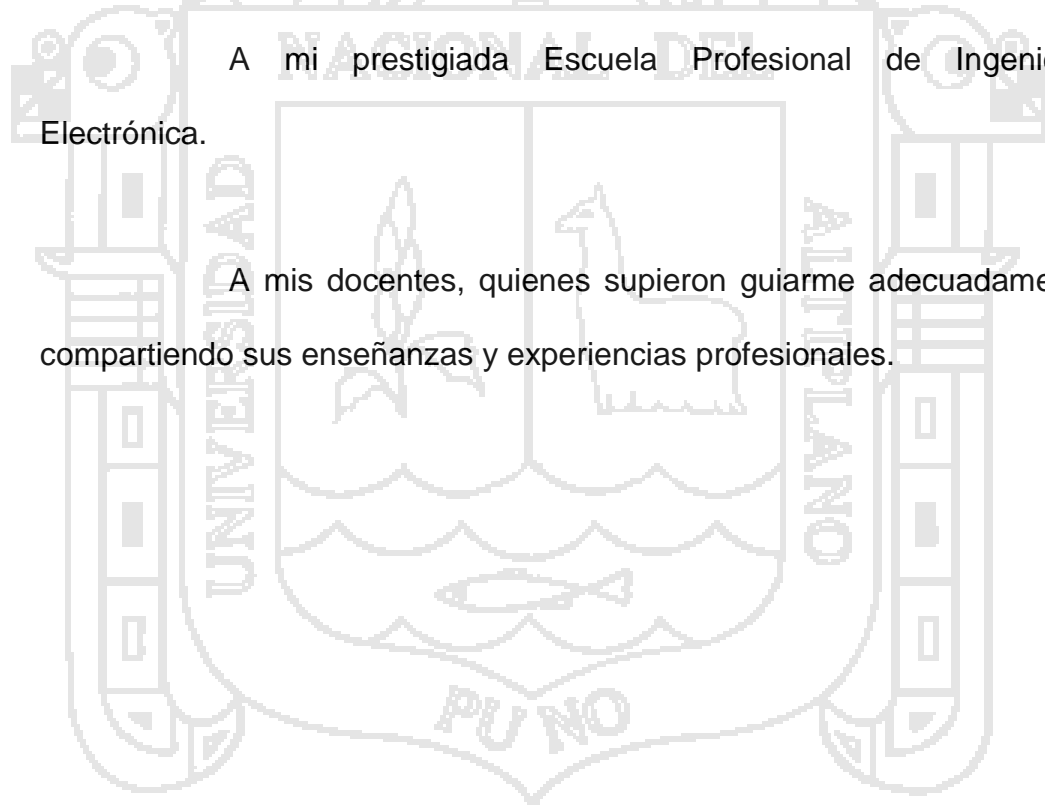
A una persona muy especial  
LUZ MARINA.

## AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTITPLANO por haberme albergado en su institución durante mi formación profesional donde he adquirido valiosos conocimientos y experiencias que serán de mucha utilidad en mi vida personal y profesional.

A mi prestigiada Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

A mis docentes, quienes supieron guiarme adecuadamente compartiendo sus enseñanzas y experiencias profesionales.



## INDICE

	Pág.
DICTAMEN	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCION	13
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>18</b>
1.1. TÍTULO	18
INTERCONEXIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA DE LOS DISTRITOS DE LA BAHÍA DE PUNO PARA MEJORAR LOS SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS	
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2.1. Relevancia de la investigación.	18
1.2.2. Descripción del problema.	18
1.2.3. Definición del problema	19
1.2.4. Formulación del problema.	20
1.2.4.1. Problema general	20
1.2.4.2. Problema específico	20
1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	21
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.4.1. Objetivos Generales	26
1.4.2. Objetivos Específicos	26
1.5. JUSTIFICACIÓN	26
1.6. LIMITACIONES	27
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>28</b>
2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.1.1. Topologías físicas para cable submarino	28
2.1.1.a. Festoon	29
2.1.1.b. Ring	31
2.1.1.c. Collapset Ring	32
2.1.1.d. Mesh	33
2.1.1.e. Topología ATLANTIS II	34
2.1.2. INSTALACIÓN DE CABLE SUBMARINO, SELECCIÓN DE RUTA Y PLANIFICACION DE CABLES	35
2.1.2.a. Selección de ruta	35
2.1.2.b. Producción y Test de Cables	36

2.1.2.c. Transporte	37
2.1.2.d. Instalación del Cable Submarino	37
2.1.2.e. Mantenimiento	42
2.2. MARCO CONCEPTUAL	43
2.3. MARCO TECNOLÓGICO	56
2.4. MARCO LEGAL	58
2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	61
2.5.1. Hipótesis General:	61
2.5.2. Hipótesis Específica:	61
2.5.3. Variables	61
CAPITULOIII: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1.1. Tipo de investigación	62
3.1.2. Diseño de investigación	62
3.1.3. Modelo de Investigación	62
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	63
3.2.1. Población:	63
3.2.2. Muestra:	63
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.4. ESTRATEGIAS PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	65
3.5. PROCEDIMIENTO PARA PROCESAR, ANALIZAR DATOS	65
CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	67
4.1. LUGAR DE EJECUCIÓN - DEPARTAMENTO DE PUNO	67
4.2. ALCANCES Y DESCRIPCION DEL LAGO TITICACA	68
4.3. BATIMETRIA DE LA CUENCA DEL LAGO	69
4.3.1. LA CUENCA LACUSTRE	69
4.3.2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA BATIMETRÍA DEL LAGO TITICACA	73
CAPITULO V: PILOTO DE INTERCONEXION BAHIA PUNO	77
5.1. PROBLEMA:	77
5.2. MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS DISTRITOS (PUNO - SALCEDO - CHUCUITO) DE LA BAHÍA DE PUNO MEDIANTE FIBRA OPTICA MARINA.	78

5.2.1. Punto de inicio bahía del Distrito Puno (UNA - PUNO).	79
5.2.2. Primer Punto de llegada bahía del distrito de Salcedo.	80
5.2.3. Segundo Punto de llegada bahía del distrito de Chucuito.	81
5.3 SELECCIÓN DE RUTA – LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO RUTA PROPUESTA	82
5.4 FUNDAMENTOS SIGNIFICATIVOS	84
5.5 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE TRABAJO	87
5.6 DESCRIPCION DE EQUIPOS EN LA ESTACION TERRENA	89
5.7 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	102
5.8 SIMULACIÓN	110
<b>CAPITULO VI: TELEINFORMÁTICA DE SERVICIO EN PUNO</b>	<b>116</b>
6.1 TELEINFORMÁTICA – TELEMÁTICA	116
6.2 SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS	117
6.3 TELEINFORMÁTICA DE SERVICIO EN PUNO	119
<b>CAPITULO VII: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>120</b>
7.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	120
<b>CAPITULO VIII: DE CONCLUSIONES</b>	<b>126</b>
8.1. CONCLUSIONES	126
8.2. SUGERENCIAS	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
PÁGINAS WEB DE REFERENCIA	130
ANEXOS	132
ABREVIATURAS	144

<b>ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS, DIAGRAMAS</b>	<b>Pág.</b>
Figura 2.1.1.a.1. Topología de tipo Festoon (Guirnalda)	30
Figura 2.1.1.a.2. Proyecto Arcos-1	30
Figura 2.1.1.b. Topología de tipo Ring (anillo)	31
Figura 2.1.1.c.1. Topología de tipo Collapset Ring (anillo colapsado)	32
Figura 2.1.1.c.2. Proyecto de Maya-1	33
Figura 2.1.1.d. Topología de tipo Mesh (Maya)	34
Figura 2.1.1.e. collapset ATLANTIS II	35
Figura 2.1.2.c. Métodos de transporte y almacenamiento típicos de cable submarino	38
Figura 2.1.2.d.1. Navío de instalación	38
Figura 2.1.2.d.2. Arado a punto iniciar.	
Figura 2.1.2.d.3 Equipos para excavar y enterrar el cable	41
Figura 2.2.a. Sistema Típico de Arquitectura	47
Figura 2.2.b. Unidad Branching – vista posterior	49
Grafico 4.3.2.a. Rangos de curvas batimétricas profundidades	74
Grafico 4.3.2.b. BATIMETRÍA DEL LAGO TITICACA	75
Grafico 4.3.2.c. Profundidad del lago Titicaca	76
Figura 5.2.1. Punto de Inicio Bahía del distrito de Puno.	80
Figura. 5.2.2. Punto de Llegada Distrito de Salcedo	81
Figura. 5.2.3. Punto de Llegada Distrito de Chucuito	82
Figura. 5.3. Ruta alternativa “INTERCONEXION DE LA BAHIA DE PUNO”	83
Figura 5.5. Diagrama configuración de la red de trabajo	88
Figura 5.5.a. Diagrama de componentes principales SLTE	89
Figura 5.5.b. Equipos SLTE instalados por TIWS	90
Figura 5.5.c. Diagrama Funcional del equipo óptico de Alto rendimiento HPOE	91
Figura 5.5.d. Equipo HDX, imágenes frontal y posterior	95
Figura 5.5.e. Imagen del PFE instalado	96
Figura 5.5.f. Imagen de ODF Instalado	97
Figura 5.5.g. Generadores de emergencia	99
Figura 5.5.h. Banco de baterías	100
Figura 5.5.i. Bastidor de cliente SURATEL	100
Figura 5.5.j. Centro de Control Local	101
Figura 5.8.a. Simulación 1640WM 32 canales, 40Gbps	111
Figura 5.8.b. Analizador BER factor Q	112
Figura 5.8.c. Analizador BER Potencia mínima de canal	113
Figura 5.8.d. Analizador WDM potencia mínima	114
Figura 5.8.e. Analizador WDM frecuencias centrales	115



<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 01 DETALLE DE TRAMOS	84
Tabla 02 FUNDAMENTOS SIGNIFICATIVOS	85
Tabla 03 DETALLE DE ESTACIONES	88
Tabla 04 ALCATEL 1650 SMC	105
Tabla 05 ALCATEL 1640 OADM	106
Tabla 06 ALCATEL 1640 FOX	108
Tabla 2.2.6.b Pruebas típicas en cables submarinos de fibra óptica (Anexo 1)	133
Tabla 07 decodificación de preguntas abiertas	135

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO VII: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
<b>CUADRO N° 1</b> <b>NOCIÓN DE SERVICIOS TELE INFORMÁTICOS</b>	120
<b>CUADRO N° 2</b> <b>NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS</b>	121
<b>CUADRO N° 3</b> <b>CONSIDERACIÓN DE LOS USUARIOS CONCERNIENTE A LOS SERVICIOS TELE INFORMÁTICOS ACTUALMENTE RECIBIDOS</b>	122
<b>CUADRO N° 4</b> <b>NECESIDAD DE MEJORAR LOS SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS</b>	123
<b>CUADRO N° 5</b> <b>PERIODICIDAD DEL USO DE SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS</b>	124

## RESUMEN

La importancia de contar con nuevos y mejores servicios tele informáticos (Fibras ópticas, transporte óptico, brindando servicios) en los distritos de la bahía de Puno, para lograr el desarrollo de la región, implementando las redes de alta velocidad. Que es la principal motivación de la presente investigación, mostrando una nueva alternativa para la implementación de las redes de fibra óptica marina en la bahía de Puno.

De esta manera, se pretende brindar una vía alternativa para el tráfico de datos, que presente un alto grado de seguridad. Y una visión de futuro para los pueblos altiplánicos en la sociedad de la información.

Esta circunstancia motivo, una investigación para recopilar información de estándares, proyectos similares, reunión con especialistas en determinadas áreas. Y de esta forma, se va generando la base de conocimiento requerida. Para la culminación de la presente investigación.

## ABSTRACT

The importance of new and improved services tele informatics (optical fibers, optical transport, providing service) in the districts of Puno Bay, to achieve development in the region, implementing high-speed networks. That is the main motivation of this study, showing a new alternative for deploying optical fiber networks marina in the bay of Puno.

In this way, it aims to provide an alternative route for data traffic, which has a high degree of safety. And a vision for the highland peoples in the information society.

This circumstance reason, an investigation to gather information from standards, similar projects, meeting with specialists in certain areas. And so, it will generate the knowledge base required. For the completion of this investigation.

## INTRODUCCION

La presente investigación motivo de tesis titulada: “INTERCONEXIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA DE LOS DISTRITOS DE LA BAHÍA DE PUNO PARA MEJORAR LOS SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS”, refleja el trabajo realizado con las poblaciones de la bahía de Puno.

Con la finalidad de mejorar los sistemas de información teleinformáticos debido a la necesidad de estos servicios, en las poblaciones de la bahía de Puno, que requieren del dominio de conocimientos y tecnologías renovadas, los cuales solo son obtenidos a través de la información. Para lo cual, las redes de comunicaciones son el principal soporte de todo sistema tele informático.

Se ha establecido relaciones tecnológicas actuales y de vanguardia, con la única finalidad de fundamentar la posibilidad de utilizar la fibra óptica marina en nuestro medio lacustre de Puno.

Dentro de los objetivos formulados en la presente investigación se han considerado. Mejorar los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno utilizando la fibra óptica marina. Exponer las bases teóricas para la interconexión de la bahía de Puno mejorando los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno mediante fibra óptica marina. Atender las necesidades que tienen los distritos de la bahía de Puno, de beneficiarse con mejores servicios teleinformáticos.

Con la finalidad de guiar y orientar el proceso de investigación en lo referido a recolección de información teórica de tipo cuantitativo se formula las siguientes hipótesis.

1. Se podrá mejorar los servicios teleinformáticos mediante la interconexión de los distritos de la bahía de Puno utilizando fibra óptica marina.
2. Se podrá interconectar la bahía de Puno, Mejorando los servicios tele informáticos de los distritos de la bahía de Puno mediante fibra óptica marina.

3. Se podrá utilizar la fibra óptica marina para atender las necesidades de los distritos de la bahía de Puno de beneficiarse con mejores servicios teleinformáticos.

En el proceso mismo de la investigación, para poder comprobar la veracidad de las hipótesis formuladas se realizó la aplicación de la técnica de encuesta, observación directa y revisión de archivos.

El presente trabajo se encuentra dividido en ocho capítulos:

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, se da a conocer la falta de una conexión real de fibra óptica en nuestro medio lacustre. Y de esta manera se formula nuestro problema de investigación, que es la de mejorar los servicios tele informáticos de los distritos de la bahía de puno mediante la interconexión de fibra óptica marina.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN, trata sobre las topologías físicas existentes, instalación, también se dejar ver las tecnologías existentes y legislación nacional referente a este tema.

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, contiene aspectos conocidos de una investigación, tales como tipo de investigación

técnicas e instrumentos a utilizar, así como determinar la muestra poblacional a considerar.

CAPITULO IV CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN, proporciona información meritoria sobre el medio geográfico del lago Titicaca que proporciona una importante alternativa de desarrollo tecnológico.

CAPITULO V PILOTO DE INTERCONEXIÓN BAHÍA DE PUNO, da un modelo de interconexión de la bahía de puno entre los distritos de Puno, Salcedo, Chucuito. Así como aspectos básicos para la formulación de problemas reales tecnológicos futuros.

CAPITULO VI TELEINFORMÁTICA DE SERVICIOS EN PUNO, reconoce la importancia de los servicios teleinformaticos: tele-medicina, tele educación, tele trabajo.

Y hace fija su atención el desarrollo unidireccional que se tiene actualmente en cuanto a servicios teleinformaticos.

CAPITULO VII EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS, este capítulo expone en forma sencilla y clara los resultados obtenidos.

CAPITULO VIII DE CONCLUSIONES, Concluye la posibilidad de implementar la fibra óptica marina en la bahía de Puno.

Mediante la presente investigación se ha llegado a la conclusión. Que es de necesidad contar con la interconexión de la bahía de Puno para la implementación de los servicios Tele informáticos en la región de Puno.

Finalmente pongo en consideración de mis jurados y lectores. El estudio realizado, el cual constituye un aporte al desarrollo de la tecnología en la región de Puno.



**EL AUTOR.**



# **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. TÍTULO**

**INTERCONEXIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA DE LOS DISTRITOS DE LA BAHÍA DE PUNO PARA MEJORAR LOS SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS.**

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Relevancia de la investigación.**

Los distritos de la bahía de Puno faltan de una interconexión real mediante fibra óptica, factible en nuestro medio lacustre y de ser aplicado se mejoran los servicios teleinformáticos que aportaran al desarrollo de la región.

### **1.2.2. Descripción del problema.**

La falta de servicios tele informáticos que son de utilización diaria en la actualidad y que proporcionan grandes alternativas de desarrollo. Y que a un no se han implementado adecuadamente en los distritos de la bahía de Puno. Siendo por su condición lacustre la bahía de Puno un medio geográfico favorable para tal desarrollo; con la utilización de

fibra óptica marina, nos conlleva a que no exista un desarrollo equitativo de los mismos. En el marco de estos hechos, se desarrolla el presente trabajo de investigación.

### **1.2.3. Definición del problema**

Los distritos de la bahía de Puno no cuentan con servicios teleinformáticos adecuados que permitan un desarrollo paralelo, equitativo, dependiendo estos de los servicios que brinda telefónica mediante los tendidos de cable telefónico convencional, lo que no permite una adecuada distribución de estos servicios y en consecuencia no permite un abaratamiento en el servicio de internet. Que a su vez es el que permite el desarrollo de la teleinformática del departamento. Lo que no ocurriría si se utilizaría una red de alta velocidad.

Es así que he visto y he palpado la realidad en donde los pobladores de la periferia de la bahía y la población en edad estudiantil, estos últimos quienes deberían ser los más provechosos de estos servicios no conocen ni cuentan con una dirección electrónica que hoy en día es fundamental para toda persona al igual que un DNI; en esta sociedad de la información globalizada.

#### 1.2.4. Formulación del problema.

El presente trabajo de investigación, pretende dar respuesta a las siguientes:

##### 1.2.4.3. Problema general

- **PG:** ¿Cómo mejorar los servicios tele informáticos del los distritos de la bahía de Puno utilizando la fibra óptica marina?

##### 1.2.4.4. Problema específico

- **PE1:** ¿De qué manera se lograra la interconexión mediante fibra óptica de la bahía de Puno para mejorar los servicios tele informáticos de los distritos de Puno?
- **PE2:** ¿Qué necesidades tienen los distritos de la bahía de Puno de contar con mejores servicios tele Informáticos?

### 1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

En este cuadro, existen trabajos de investigación y estudios relacionados, los cuales fueron realizados en el departamento y el extranjero en el medio marino, los cuales constituyen antecedentes generales de la investigación:

**GUSTAVO ADOLFO J., (2003).** Plantea un proyecto de cable submarino de fibra óptica a lo largo de la costa del Pacífico, como primer etapa. De esta manera, se pretende incrementar la estabilidad, disminuir la vulnerabilidad del SNT y brindar una vía alternativa para el tráfico, que presente un alto grado de seguridad y una baja vulnerabilidad ante una eventual catástrofe natural. <sup>(1)</sup>

**DENIS WIRRMANN, (1993).** BOUIANGE y AQUIZE JAEN, (1981). Y utilizando como fondos cartográficos los 5 mapas al 1/100.000 editados en 1978 por los Servicios Hidrológicos del Perú y de Bolivia (referencia Hidronav) establecidos a partir de 7.000 puntos de sondeo expresados en metros y decímetros sobre la base del promedio de las medidas correspondientes a 41 años de observaciones. <sup>(2)</sup>

---

(1) Instituto Tecnológico de Costa Rica, Gustavo Adolfo Jiménez Torres; "Estudio de aplicabilidad Técnica y estratégica del uso de cable óptico submarino en la costa de Costa Rica", Cartago, Junio de 2003.

(2) DENIS WIRRMANN; "Morfología y batimetría" 1993. Pág. 1.

**MADELLINE PULIDO,(1998).** Los servicios de telecomunicaciones se usan en una gama amplia de actividades de producción y distribución económicas, suministros de servicios sociales y administración del gobierno. Estos servicios contribuyen a mejorar la calidad de vida y a la consecución de objetivos sociales políticos y de seguridad. <sup>(3)</sup>

**ALFREDO M. MINGUEZ, (2007).**La proliferación de aplicaciones de banda ancha, como el acceso a Internet de alta velocidad, provisión de video o el trabajo a distancia, ha creado un interés creciente entre los proveedores de servicios por la mejora de las redes para suministrar servicios de banda ancha a abonados residenciales y pequeños negocios. Para que esto sea posible tiene que haber una gran eficiencia entre el coste total de infraestructura necesaria y los servicios que se pueden ofrecer a los usuarios finales. La Multiplexación por División en Longitud de Onda (WDM) es la tecnología que puede ofrecer la mejor solución, considerando la Multiplexación Densa por División en Longitud de Onda (DWDM) para aplicaciones de larga distancia y la Multiplexación Aproximada por

---

(3) UNIVERSIDAD FRANCISCO MARROQUIN; MADELLINE PULIDO AROCH, "Opciones de tecnologías para telecomunicaciones, ventajas y desventajas para su aplicación en un proyecto de transmisión de datos de alto volumen en Guatemala", GUATEMALA, 1998.

división de Longitud de Onda (CWDM) como la solución ideal para redes de acceso y metropolitanas, teniendo en cuenta el compromiso entre el coste de los componentes y la capacidad de servicios ofrecida. <sup>(4)</sup>

Los sistemas de telecomunicaciones requieren no sólo de redes de acceso para la prestación de sus servicios sino que necesitan de una red de transporte backbone<sup>(4)</sup> que permita transportar la información a altas velocidades entre ciudades. Es por ello que, estas redes se diseñan generalmente en base al tendido de fibra óptica, al ser un medio de comunicación de alta capacidad y velocidad.

**TOM H., (2009).**(EDFA), a esto muchos lo consideran la segunda revolución en la comunicación de la fibra óptica. Esta tecnología no sólo superó la limitación de la velocidad para la regeneración electrónica y permitió tramos más largos, le permitió a WDM ser el método de transmisión dominante.

Cuando se inicio el despliegue de estas nuevas tecnologías, se puso en claro que el mismo atributo que había hecho tan atractivo la fibra

---

(4) Universidad Politécnica de Madrid; Alfredo Martin Mínguez, Ingeniero de Telecomunicación 2007  
"Contribución al estudio y optimización de dispositivos basados en holografía dinámica para su uso en redes ópticas pasivas multiplexadas en longitud de onda, wdm-pon", Tesis Doctoral.

de dispersión desplazada causaba inconveniente para las demandas de WDM. La potencia extra que tenía que transportar la fibra de vidrio por el uso de varios amplificadores por cada longitud de onda dio como resultado, los efectos no lineales en la transmisión.

Uno de los primeros y más perjudiciales efectos que aparece es el efecto de la mezcla de cuatro ondas (FWM). En FWM, las longitudes de onda múltiples se combinan para crear nuevas longitudes de onda que pueden interferir potencialmente con la transmisión. El efecto es más pronunciado cuando la dispersión es cercana a cero.

El desarrollo de la industria de la fibra de dispersión no nula (NZDSF) era una respuesta directa a los efectos no lineales de la propagación. Se Cambia la longitud de onda de dispersión cero fuera de la ventana de operación, introduciendo así una cantidad pequeña pero finita de dispersión para lograr reducir los efectos de FWM.

Los primeros cables NZDSF disponibles comercialmente con una gran área eficaz aparecen en 1998. Aumentando el área eficaz del modo de campo dentro de la fibra, y de aquí, los efectos no lineales pueden reducirse. Los beneficios técnicos son inmediatos: la capacidad del

manejo de la potencia es más alta, el ratio señal/ruido es mayor, y el espacio entre amplificadores es mayor. <sup>(5)</sup>

A principios de la década de 1990 se da la segunda generación de WDM, a veces llamada WDM de banda estrecha en que se usaban de 2 a 8 canales. Ahora estos canales están espaciados en un intervalo de unos 400 Ghz en la ventana de 1550 nm. A mediados de la década de 1990 los sistemas DWDM que estaban emergiendo consistían de 16 a 40 canales y un espaciado de 100 a 200 Ghz. A finales de la década de 1990 los sistemas DWDM han evolucionado hasta el punto de que son capaces de tener de 64 a 160 canales en paralelo y espaciados cada 25 o 50 Ghz.

En el Perú existen redes dorsales de gran capacidad implementadas en base a fibra óptica para prestar servicios públicos de telecomunicaciones en el país, principalmente en la costa. Estas redes son de propiedad de empresas operadoras de telecomunicaciones tales como, Telefónica del Perú S.A.A., Telmex Perú S.A., América Móvil Perú S.A.C., Internexa S.A., Global Crossing Perú S.A. y Optical IP Servicios Multimedia S.A. <sup>(6)</sup>

---

(5)"City of de light: TheStory of fiberOptics" por Tom Hayes, Oxford UniversityPress  
Artículo "Optical Fiber Span 30 years" publicado en la revista Ligh-Wave en julio del 2000.  
(6)Diagnostico sobre el despliegue de las redes detransporte de fibra óptica para prestar servicios públicos de tele comunicaciones en el país.



## 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. Objetivos Generales

- **OG:** Mejorar los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno utilizando la fibra óptica marina.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

- **OE1:** Exponer las bases teóricas para la interconexión de la bahía de Puno mejorando los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno mediante fibra óptica marina.
- **OE2:** Atender las necesidades que tienen los distritos de la bahía de Puno, de beneficiarse con mejores servicios teleinformáticos.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de información actualmente han pasado del centralismo a procesos distribuidos, debido a que las organizaciones requieren del dominio de conocimiento el cual es apropiado desde la información,

para lo cual, las redes de comunicaciones son el soporte central de todo sistema teleinformático.

La teleinformática a través de la tecnología es un proceso de invención, fabricación y usos de objetivos y sistemas que contribuyen a la solución de problemas que se pueden plantear. Es uno de los principios del desarrollo de la sociedad. Ya que ésta incorpora con asombrosa rapidez los descubrimientos tecnológicos a las acciones más triviales de la vida cotidiana. Por ello, es preciso que la sociedad actúe de una forma consiente con respecto a la tecnología informática.

#### **1.6. LIMITACIONES**

Las limitaciones que evidencian el presente trabajo de investigación surgen de las circunstancias que rodean su ejecución, dentro de ellas se señalan las siguientes:

- Desarrollo del análisis teórico.
- Simulación en computadora del diseño a detalle.
- Obtención de especificaciones.
- Documentación.
- Referencias bibliográficas.
- Evaluación Económica.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

Las telecomunicaciones están afectando nuestras vidas diarias, también se está produciendo un cambio drástico en el propio mundo de las telecomunicaciones; Con el surgimiento de nuevos servicios que está generando una creciente demanda de capacidad de transmisión y nuestro departamento no está aislado a esta demanda. Estoy convencido de que las redes de fibra óptica pueden conquistar la revolución del ancho de banda. Y en este parecer hago alcance lo siguiente a fin de especular en la posibilidad de su utilización en nuestro medio geográfico de la bahía de puno.

#### **2.1.1.Topologías físicas para cable submarino**

En los sistemas de telecomunicaciones basados en cables submarinos y otros, existen diversas topologías tanto a nivel físico como a nivel lógico y pese a que la topología lógica dependa de una infraestructura física organizada de alguna

manera. La organización lógica no está definida por la topología física por el contrario ésta se define con la organización que se dé a la distribución de la información a través de la topología física que se utilice, por ejemplo una topología física de anillo o anillo colapsado puede brindar una topología lógica de maya como lo en el caso del proyecto Maya-1. A continuación presento las distribuciones o topologías físicas más usuales:

#### **2.1.1.a. Festoon**

Consiste en un tendido de cable con múltiples puntos de llegada a lo largo de la costa, como se muestra en la Figura 2.1.1.a.1., que forman una guirnalda, como ejemplo de este tipo de topología se encuentra el proyecto ARCOS-1 como se muestra en la Figura 2.1.1.a.2., en el cual tanto el ICE como RACSA tiene participación. También, el uso de esta topología dentro de los tendidos de cable submarino se encuentra asociado a la conectividad con una topología similar terrestre dando como resultado final uno o varios anillos conformados por tendidos combinados tierra / agua que ofrecen una excelente confiabilidad y alta estabilidad.

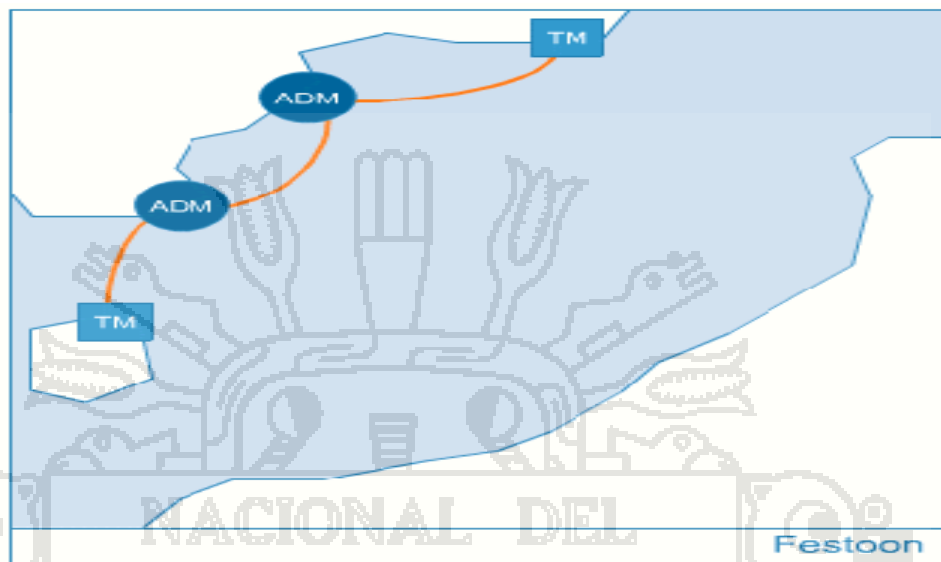


Figura 2.1.1.a.1. Topología de tipo Festoon (Guirnalda) (\*)



Figura 2.1.1.a.2. Proyecto Arcos-1 (\*)

### 2.1.1.b. Ring

Cada nodo cuenta con dos conexiones que lo comunican con sus análogos inmediatos más cercanos a ambos lados, tal como se muestra en la Figura 2.1.1.b., pretende un sistema que brinde redundancia a cada nodo, de este modo si por alguna razón se presenta una falla física, el tráfico podrá ser dirigido a través del segmento que se encuentra operando y es entonces casi imposible que se presente una ruptura en el flujo de información.

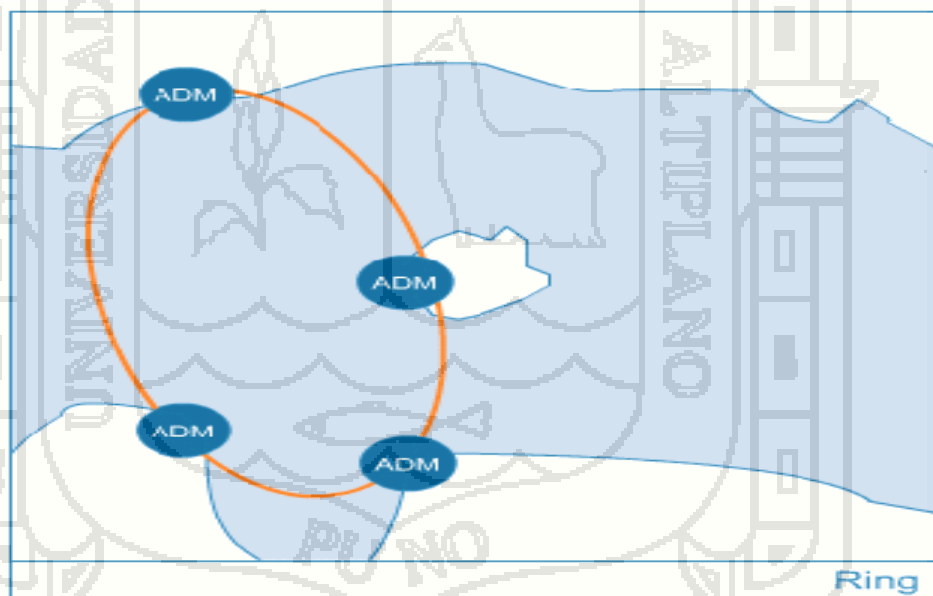


Figura 2.1.1.b. Topología de tipo Ring (anillo) (\*)

### 2.1.1.c. Collapset Ring

Como recurso para una mejor relación costo beneficio en una topología de anillo, el “collapset ring” (anillo colapsado) mantiene las arquitectura de la red como un anillo físicamente aunque el tendido de cable no lo refleje, pero dado a la cantidad de fibra que se pueden transportar en dentro del cable es posible realizar las conexiones de las fibra en la estaciones terrestres, en la Figura 2.1.1.c.1.se muestra esta topología, que se utilizó en el proyecto Maya-1, como se muestra en la Figura 2.1.1.c.2.

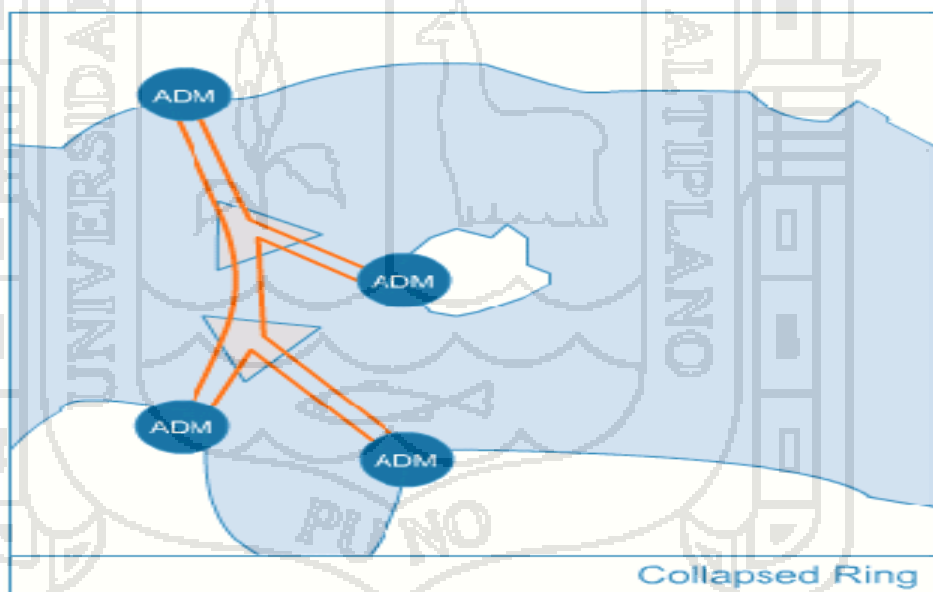
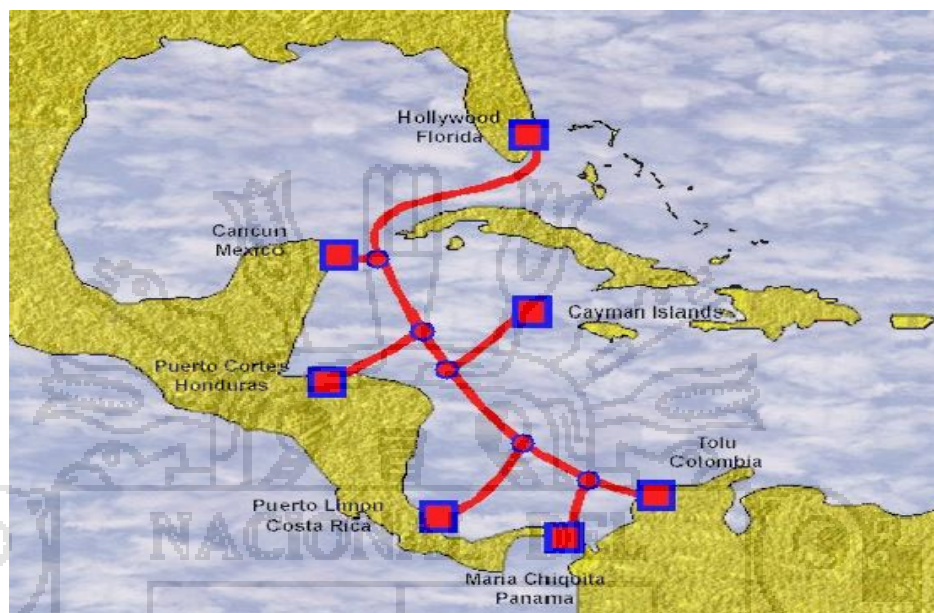


Figura 2.1.1.c.1. Topología de tipo CollapsetRing(anillo colapsado) (\*)

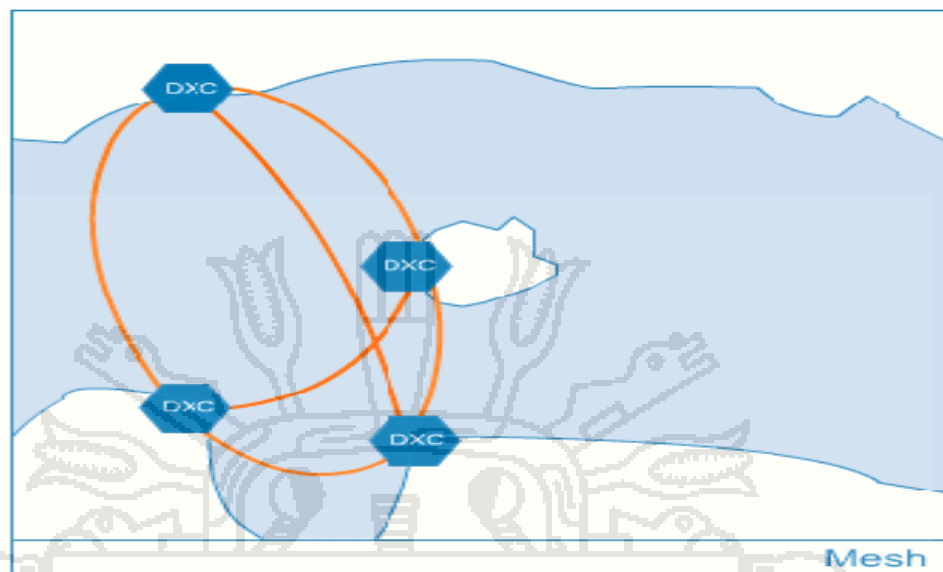


**Figura 2.1.1.c.2. Proyecto de Maya-1 (\*)**

#### **2.1.1.d. Mesh**

Esta topología es el reflejo de los desarrollos actuales que pretenden brindar conectividad punto multipunto a cada nodo de los sistemas constituyendo una topología de elevado costo pero de gran confiabilidad, que cuenta con múltiples vías de respaldo y, sobre todo, con grandes anchos de banda en los enlaces que interconectan cada punto, apuntando hacia una infraestructura en la que los anchos de banda no sean problema para la mejora de los servicios. Ver Figura 2.1.1.d.





**Figura 2.1.1.d. Topología de tipo Mesh (Maya) (\*)**

#### **2.1.1.e. Topología ATLANTIS II**

ATLANTIS II es un anillo de fibra óptica colapsado, SDH con tecnología WDM, con posibilidades de realizar up-grades. Tiene una longitud de 12.000 km.

Este cable submarino se utiliza para las telecomunicaciones entre Sudamérica y Europa.

La empresa contratante del servicio, Alcatel-Techint (Francia), formó un consorcio de empresas telefónicas para el mantenimiento de las comunicaciones entre los siguientes países: Alemania, Francia, Italia, España, Portugal, Brasil y Argentina. Ver Figura 2.1.1.e.

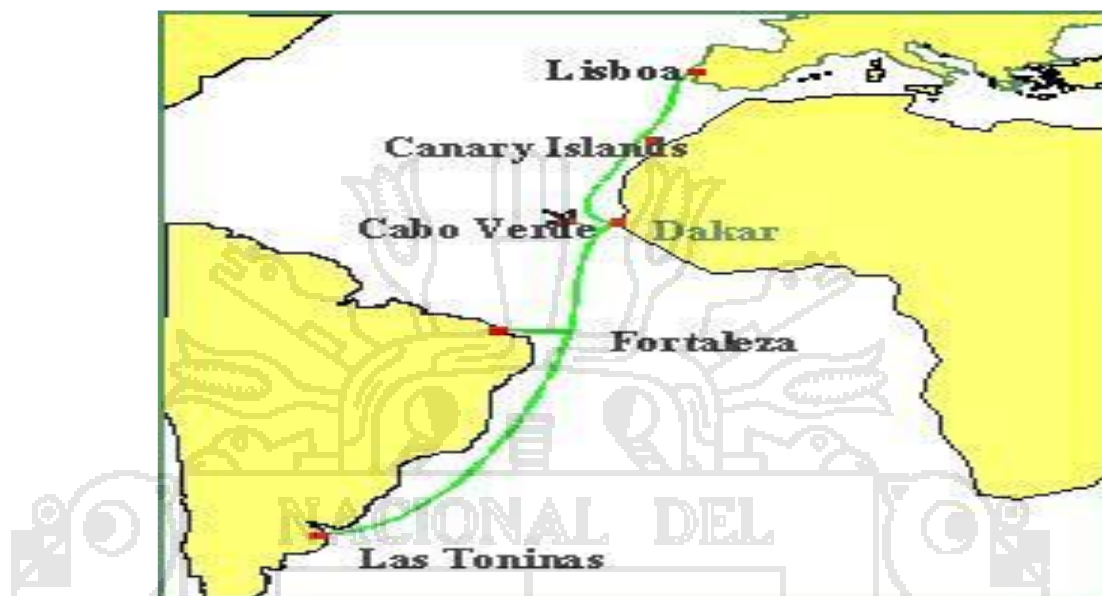


Figura 2.1.1.e. colapset ATLANTIS II (\*)

## 2.1.2. INSTALACION DE CABLE SUBMARINO, SELECCIÓN DE RUTA Y PLANIFICACION DE CABLES

### 2.1.2.a. Selección de ruta

La especificación de la ruta se conforma de la profundidad, la protección y los puntos exactos dados en coordenadas, latitud y longitud. Ésta será respetada en el momento de realizar la instalación.

### 2.1.2.b. Producción y Test de Cables

Las fibras y cables se elaboran en conformidad y cumplimiento a recomendaciones de entidades internacionales en el campo de las telecomunicaciones, para el caso de interés las recomendaciones son brindadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en caso de los cables ópticos submarinos, G.976 reúne la información relacionada a este tipo de cables lo cual observamos en la Tabla 2.1.2.b; allí se muestra un cuadro resumen de las pruebas pertinentes a los cables submarinos, de uso en un sistema con repetidores y sin repetidores.

La lista de pruebas se basa en programas de pruebas típicos, por lo que no es ni exclusiva ni exhaustiva. Algunas de las pruebas son inadecuadas para fines de prueba de producción, ya que son o inadecuadas para su uso en línea o son de carácter destructivo y se utilizan para determinar límites de capacidad. Deben implementarse pruebas suplementarias o condiciones de prueba específicas, si es necesario, para asegurar que el tipo de cable ofrecido es adecuado para el objetivo deseado.

**Tabla 2.1.2.b.** Pruebas típicas en cables submarinos de fibra óptica (ANEXO 01)

### **2.1.2.c. Transporte**

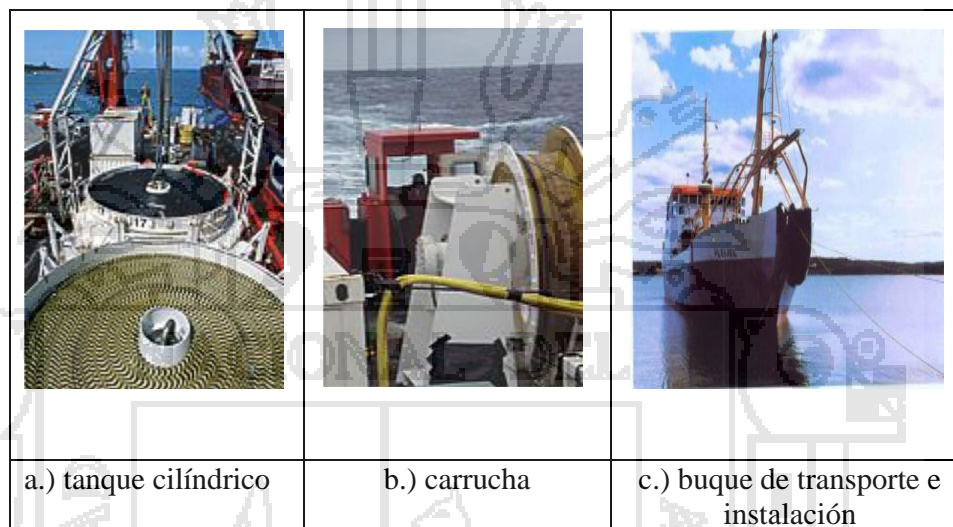
Debido al elevado costo de estos proyectos, de la poca cantidad de compañías dentro de este mercado y así como la localización de los centros de producción de estos, es de suma importancia la forma en que se realice el almacenamiento y transporte del cable hasta su lugar de instalación, debido a los daños que se puede causar en caso de irrespetar tolerancias máximas como por ejemplo los radios de enrollado del cable dentro de las carruchas o tanque de almacenamiento.

Generalmente, el transporte se realiza en buques que cuentan con tanque cilíndricos internos, estos mismos buques se encuentran equipados con los equipos, grúas, brazos hidráulicos, laboratorios, arados, robots y demás, así como el personal capacitado para las labores de instalación.

### **2.1.2.d. Instalación del Cable Submarino**

Se lleva a cabo desde buques equipados para tal fin, como los mostrados en la Figura 2.1.2.d.1. Se encuentra estrechamente relacionado con la obra civil en la playa, las salidas y llegadas a la playa constan en sí de un proceso que se divide en varias etapas.

Estas se describirán, bajo el entendido de que el proceso de instalación inicia una vez que el cable ha sido transportado hasta el punto de instalación y se encuentra en el buque de instalación,



**Figura 2.1.2.c.** Métodos de transporte y almacenamiento típicos de cable submarino (\*\*)



**Figura 2.1.2.d.1.** Navío de instalación (\*\*)

que no necesariamente es el mismo que transportó el cable, dado que la mayoría de fabricas de éste se encuentran en Europa cerca de las costas, para mayor facilidad de transporte. Ahora bien, a partir de este punto se dan las siguientes etapas:

- El cable se lleva hasta la playa y permanece flotando sujetado por boyas, como se muestra en la Figura 2.1.2.d.2.
- Se une en el Beach manhole, especie de arqueta que se construye en la playa y se utiliza como interfase entre la fibra submarina y la fibra terrestre, con la fibra para fines terrestres que es la que finalmente lleva la información hasta las estación.



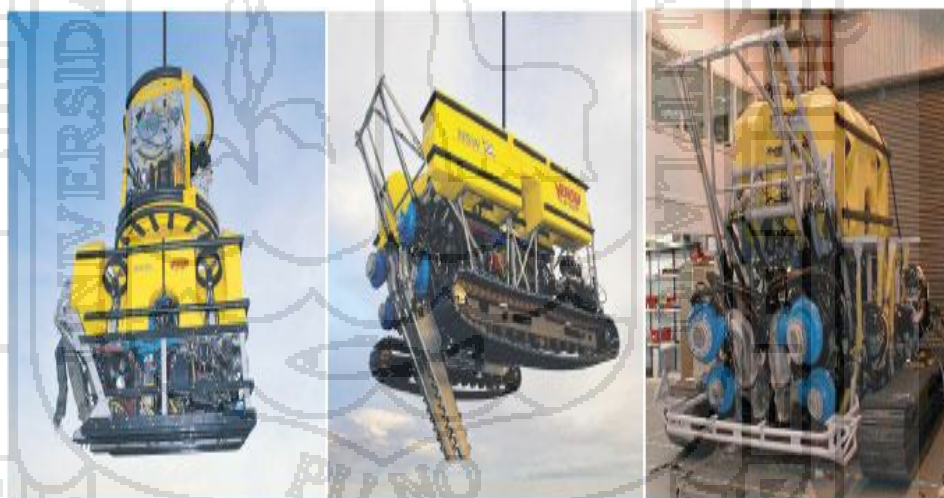
**Figura 2.1.2.d.2.**Arado a punto iniciar. (\*\*)

- Las boyas son retiradas por un buzo desde la costa hasta el buque.
- Se inicia el proceso de enterrado, este depende de la compañía pues algunas utilizan excavadores controlados desde el buque, como las que se muestran en la Figura 2.1.2.d.3, con diferentes capacidades en cuanto a la profundidad y el tipo de superficies que pueden perforar, mientras otras emplean “arados”, que simplemente son movidos por el navío al tiempo que realizan el enterrado y depositan la fibra sobre el lecho marino. Este proceso varía tanto en la profundidad que se entierre el cable, puede ser entre uno y cinco metros, y también dependiendo de la compañía ejecutora este proceso se puede extender hasta alcanzar los mil metros de profundidad. Luego se alcanza la profundidad máxima de enterrado, que es un punto en el cual el cable se considera en una zona segura, libre del peligro de las anclas y de la pesca de arrastre.

Estas etapas del proceso se repetirán en cada punto de llegada a la costa, en promedio y bajo condiciones óptimas para la instalación, el tendido del cable puede avanzar hasta

50km por día y en los puntos de llegada se puede tardar entre dos y hasta tres días.

Una vez concluida la instalación del cable, se proceden a realizar los test para verificar el correcto funcionamiento y cumplimiento con los estándares que regulan el sistema según sea, con o sin repetidores. La instalación de los equipos de transmisión y demás equipo para interfasar, con SDH, por ejemplo, así como las conexión a equipos de alimentación en el caso de ser un sistema con repetidores, se llevan a cado dentro de la estación terrestre.



**Figura 2.1.2.d.3**Equipos para excavar y enterrar el cable (\*\*)

(\*\*) Instituto Tecnológico de Costa Rica; Gustavo Adolfo Jiménez Torres Escuela de Ingeniería en Electrónica, " Estudio de aplicabilidad técnica y estratégica del uso de cable óptico submarino en la costa de Costa Rica", Cartago, Junio de 2003.



### 2.1.2.e. Mantenimiento

Pese a que los cable submarinos son una opción altamente confiable, segura y estable, no se escapan a fallas, generalmente ocasionadas por anclas de barcos o cruceros que irrespetan la normativa en cuanto a las áreas destinadas para anclaje o parqueo de barcos. En algunos casos, la pesca de arrastre alcanza al cable, pero por lo general dadas las características mecánicas del mismo no resulta afectado.

Para los casos en los que el cable resulta afectado, las compañías ofrecen diferentes mecanismos para realizar su reparación, el procedimiento en general consiste de:

- Ubicación exacta de la falla
- Dragado hasta encontrar el primer extremo mismo que es elevado hasta la superficie y se sujeta a una boya
- Dragado del segundo extremo
- Corte y reemplazo de la sección de cable dañado
- Tendido sobre el lecho o enterrado

Cuando se realiza la fabricación del cable, también se elaboran los cables para reparación, esto pues la distancia que debe ser suspendido el cable desde el lecho marino en ambos extremos del

daño no permitiría realizar la reparación a menos que se llevara a cabo sobre el lecho mismo. Ahora bien, la reparación se lleva a cabo en aproximadamente 12 horas, una vez que el navío para tal fin se encuentre en el lugar del daño, la diferencia en el tiempo de respuesta ante una eventualidad está dada por el tipo de contrato que tenga la empresa para tal efecto.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **SISTEMAS SUBMARINOS REPETIDORES**

Se habla de una capacidad de 2.5 Gbps o 4.8 Tbps

#### **Tipos de Sistema y Capacidad de Tráfico:**

##### **OALW40 (16 x 2.5 Gbps DWDM)**

- Desde 2.5 Gbps por par de fibra (1 canal)
- Más de 40 Gbps por par de fibra (16 canales)
- Más de 8 pares de fibra (capacidad máxima del cable 320 Gbps)

##### **Tera10( 60x 10 Gbps DWDM)**

- Desde 10 Gbps por par de fibra (1 canal)
- Más de 600 Gbps por par de fibra (60 canales)

- Más de 8 pares de fibra (capacidad máxima del cable 4.8 Tbps)

### **Distancias Típicas Alcanzadas**

Estos sistemas son convenientes para aplicaciones de pequeña, mediana y larga distancia dentro de los límites de los Sistemas No Repetidores (entre los 300 km y 450 km dependiendo de la configuración) hacia distancias transoceánicas.

### **Profundidades Marinas**

Para profundidades de 8000m.

### **Interface del Sistema**

La interface entre el sistema submarino OALW40 y la red terrestre (multiplexores SDH) es el nivel STM – 16(2.5 Gbps) como par ITU-T Rec. G.707, G.708 y G.709. Hacer la interface con los multiplexores SONET es también posible con el nivel OC- 48(2.5 Gbps). La interface entre el sistema submarino Tera10 y la red terrestre (multiplexores SDH), es el nivel STM-64(10 Gbps) como par ITU-T Rec. G.691. Hacer la interface con

los multiplexores SONET es también posible con el nivel OC-192(10 Gbps).

### **Performance de Error del Sistema**

El uso de Corrección de Error (FEC) permite que la performance de la línea de error sea mejor que la ITU-T G.826 ofreciendo periodos mas largos entre repetidores. Indicando el número de errores corregidos, FEC proporciona también un método conveniente de evaluación, servicio, evolución de cobertura del sistema.

### **Confiabilidad**

El diseño de planta sumergida es tal que solo requiere de una nave en caso de reparación requerida por un error interno dentro de los 25 años de tiempo de vida para el sistema de 4 pares de fibra con 5000 km. de span global.

### **Disponibilidad**

La disponibilidad depende del esquema de protección usado para la red por ejemplo protección de equipo, protección de camino, protección de anillo o una combinación de éstos. Para

una aplicación de punto a punto típica que tiene protección de equipo, la falta de disponibilidad será menos de 10 minutos por año.

### **Consideraciones de Diseño**

En los sistemas ópticamente amplificados, el papel de los amplificadores es compensar la pérdida de poder óptico que se debe a la atenuación en la línea de fibra de cada sección del repetidor. La amplificación óptica trae el beneficio de un diseño de repetidor más simple, sin la complejidad de la electrónica.

Es más, se ha prestado atención particular al diseño del amplificador para obtener el ancho de banda (cerca de 20 nm).

Este parámetro lo permite la tecnología WDM para transmitir varios canales (60 y posiblemente más) en una sola fibra.

### **Capacidad de Actualización**

Uno de las mayores ventajas es el resultado de la tecnología WDM que tiene la posibilidad de actualizar los sistemas OAL agregando las longitudes de onda para que los anchos de banda sean eficaces y los márgenes del sistema existentes lo permitan.

Es más, las actualizaciones de capacidad hacen más fácil el poder ajustar el rendimiento del amplificador de línea.

### Supervisión de Línea

Los sistemas OAL con un único sistema de supervisión directo capaz de permitir información sobre el comportamiento del cable y amplificadores y de recuperarlo instantáneamente mientras el sistema ésta en servicio. La medida directa de entrada y salida de niveles de poder tanto como la inyección de láser brinda habilitadores de fácil identificación de una sección o equipo. En suma, EOTDR, permite la ubicación exacta de rupturas de fibra.

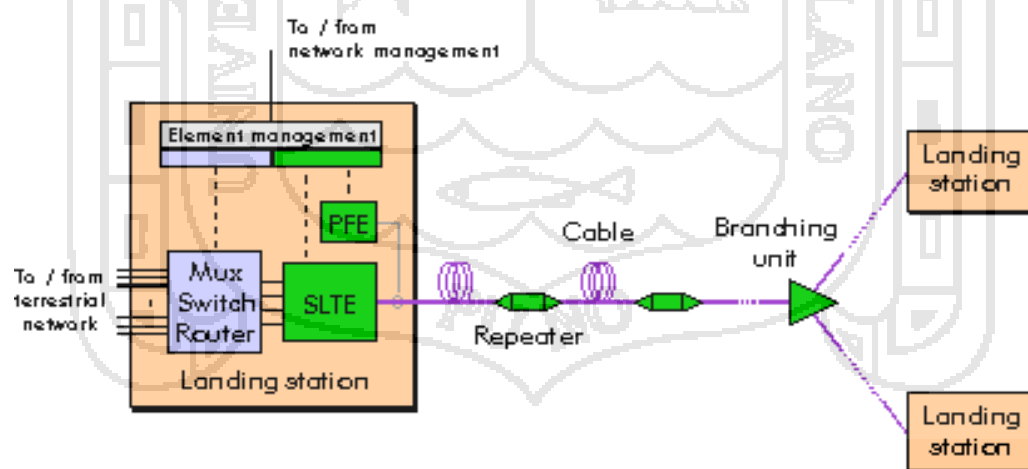


Figura 2.2.a. Sistema Típico de Arquitectura

Cada sistema está compuesto de elementos sumergibles: el cable; los repetidores y Unidades Branching (BU), y de elementos de estación de cable: el Equipo Terminal de Línea Submarina (SLTE); el equipo Fuente de Poder (PFE); el multiplexor SDH/SONET o ATM switches o routers IP y el equipo de Dirección de Red Asociado . Las diferentes topologías de red son posibles como un punto a punto, festón, y anillo o, con el uso de unidades branching, cadenas ramificadas, anillo enredado o colapsado.

Pueden ofrecerse diferentes soluciones de unidad branching, dependiendo de la topología de la red y la cantidad de tráfico en cada estación de la rama. El total de pares de fibra o un número de longitudes de onda seleccionadas pueden ser derivadas a la unidad branching permitiendo adaptar la capacidad a la capacidad del tráfico necesitado y limitando el tráfico a la estación de la rama.

### **Repetidores Típicos de Tramos**

Dependen de las longitudes globales del sistema, así como del número de tramos. En el caso de diseño de una actualización de capacidad de sistema, el último número de canales tiene que tenerse en cuenta. El cuadro siguiente muestra un repetidor típico que

entrama los valores. (los valores reales dependerán de los requisitos específicos de la red )

### **Repetidores OAL ( Sistemas Submarinos Repetidores )**

Alcatel además de usar totalmente las técnicas de ingeniería opto-electrónicas y mecánicas para hacer repetidores, éstos también se han diseñado para satisfacer las necesidades del mañana, Tbps, los caminos de tráfico y puede aceptar hasta ocho pares de fibra.

El repetidor es muy compacto y es actualmente uno del más pequeño en el mercado. Para algunas aplicaciones, donde el factor de bajo ruido es requerido junto con un alto poder de rendimiento de salida del repetidor, un esquema bombeado se usa con bombas de 980 nm y 1480 nm.

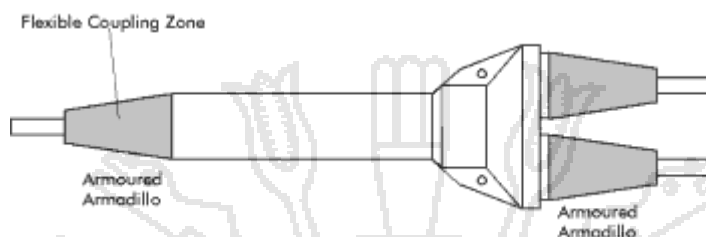
Se ha configurado la salida, habilidad de ajustar el poder de rendimiento de cada amplificador para un orden de supervisión simplificando la provisión de longitudes de onda adicionales.

### **Empalmes de fibra óptica y conexiones**

Entre cables y unidades branching acostumbran albergar la junta externa hacia los repetidores. El traslado de carga es a través de acoplamientos flexibles.



## Unidad Branching – vista posterior

**Figura 2.2.b.** Unidad Branching – vista posterior**Compatibilidad ambiental**

Se usa estándares europeos.

**SDH Elemento de Red**

El sistema se diseña para unirse con cualquier STM-16 u OC-48 de equipamiento síncrono. Se ha dado la consideración especial a la compatibilidad con la carpeta de Alcatel actual y en particular con los 1664SM (2.5 Gbps ADM) y con los 1641SX (4/1 conector-cruz digital). La protección de la red proporcionados por la combinación de la porción sumergida y la familia de equipos síncronos Alcatel permiten construir redes flexibles y eficaces, como los son Géminis y SEA-ME-WE.

## **SISTEMAS NO REPETIDORES (NR)**

La familia NR incluye una serie de sistemas capaces de alcanzar distancias a más de 400 km sin repetidores sumergidos. Los sistemas de gran capacidad se aprovechan de la tecnología DWDM.

### **Aplicaciones Típicas**

Los sistemas NR son principalmente usados para cruzar estrechos pequeños de agua en diferentes tipos de conexiones: continente a continente, continente a isla o isla a isla. Haciendo festones de segmentos NR permite hacer conexiones más largas. Porque no hay electrónica sumergida, los sistemas No Repetidores ofrecen soluciones rentables, competitivo con microondas, cables de tierra y alternativas de satélite.

### **Tipos de Sistemas y correspondiente Capacidad de Tráfico**

1666UT span ultra - largo para sistemas de canal único a 2.5 Gbps

- A 12, 24 pares de fibra dependiendo del tipo de cable

(Capacidad máxima del cable: 60 Gbps)

1640UW a más de 40 canales (DWDM) a 2.5 Gbps o 10 Gbps

- A 12, 24 pares de fibra dependiendo del tipo de cable

(Capacidad máxima del cable: 9.6 Tbps)

### **Distancias Típicas Alcanzadas**

Las distancias típicas que puede lograrse depende del número de canales y la operación de tasa de bit. Las soluciones óptimas son posibles para sistemas donde se requiere sólo un canal a 2.5 Gbps, usando los 1666UT.

Pueden ofrecerse las configuraciones diferentes de sistema, para lograr distancias específicas. Pueden limitarse configuraciones que usan amplificadores remotos por lo que se refiere al número de pares de fibra por cable.

### **Profundidades Marinas**

A las profundidades de 7000 m.

### **Interface del Sistema**

La interface entre la red terrestre y el 1666UT o 1640UW, usaron 2.5 Gbps, acepta las señales siguientes: SDH STM-16, SONET OC-48 o 2.5 Gbps de los routers del backbone IP.

La interface entre la red terrestre y los 1640UW usaron 10 Gbps, o acepta señales SDH STM-64 o señales SONET OC-192. También aceptará señales de 10 Gbps de los routers del backbone IP cuando ellos están disponibles.

### **Performance de Error del Sistema**

El diseño de cada sistema es tal que todo el error que ofrece es mejor que el de la ITU-T G.826. El uso de la Corrección de Error (FEC) tiene el beneficio adicional de eliminar virtualmente el error del fenómeno de superficie.

### **Disponibilidad**

La disponibilidad del sistema depende del esquema de protección usado para la red por ejemplo protección de equipo, protección de la ruta, protección del anillo o una combinación de éstos. Para una aplicación de punto a punto típica cuenta con protecciones de línea, falta de disponibilidad en el sistema será a menos de 10 minutos por año.

### **Tecnologías Importantes**

#### **Cable URC1 de Fibra Óptica para Sistemas Submarinos No Repetidores**

- A 192 fibras.
- Muy confiable hasta los 25 años

- Resistente a rupturas.
- Barrera hermética contra el hidrógeno.
- Capacidades de Electroodos.
- Rangc

completo de acorazamiento.

- UQJ \* calificado.
- Aplicaciones para ríos y lagos.

Alcatel ha desarrollado un rango completo de cable de fibra óptica submarina, uno de ellos siendo la familia del cable URC1. El cable URC1 se ha diseñado especialmente para los sistemas No Repetidores. El diseño del cable está basado en un tubo de acero soldado, alojando a 48 fibras en un ambiente tensión-libre asegurando su larga duración. El centro del cable puede acomodar un máximo de cuatro tubos de acero con un total de 192 fibras.

Las fibras tienen una longitud de exceso relativa hacia el tubo que está llenado con un compuesto de agua. El tubo de acero de protección mecánica e hidrostática actúa como una barrera hermética contra el hidrógeno para las fibras ópticas.

Una envoltura de polietileno es aplicada encima del tubo de acero para completar el núcleo del cable. Las propiedades mecánicas

necesarias de este cable URC1 se adapta para cada aplicación. Las diferentes estructuras externas al tubo de acero, como el número y diámetro de la armadura del alambre, difiera según profundidades marinas, topología del lecho marino y el grado de protección necesario. Dos capas de polypropileno en exteriores, inundados en betún, son aplicados encima de la coraza para proporcionar protección de corrosión. El cable URC1 puede fabricarse en cambio con una envoltura externa de polietileno, para una buena densidad y durabilidad en sus aplicaciones en los lagos y ríos.

Los cables URC1 y familias asociadas son diseñados para trabajar confiablemente durante por lo menos 25 años. Los cables URC1 también están calificados para el uso con el UQJ.

El diseño del cable asegura que ninguna tensión se de en las fibras durante el normal funcionamiento. En el caso de una ruptura del cable, tensiones altas e ingreso del agua estan limitados a distancias cortas para que la mayoría del cable permanezca servible.

El marco conceptual fue captado de la siguiente fuente: <http://alcatel.com/telecom.com>

## 2.3. MARCO TECNOLÓGICO

### **SIMULACION EN EL DISEÑO DE REDES**

El uso de las simulaciones durante el diseño de redes es importante porque permite estudiar el comportamiento del sistema y de los dispositivos de networking antes de su implementación, así de esta forma tendremos un porcentaje de seguridad, de que tanto el diseño como los equipos que vamos utilizar cumplen de manera más satisfactoria los objetivos y las funciones para los cuales fueron elegidos. Además las simulaciones permiten tener un continuo entrenamiento y refrescamiento de los conocimientos y experimentar nuevas alternativas.

### **HERRAMIENTAS DISPONIBLES**

- Network Simulator Tesbed (NEST)
- Maryland Routing Simulator (MaRS)
- Realistic And Large Network Simulator (Real)
- Network Simulator 2(ns-2)
- S3 project/Scalable Simulator Framework
- Java Simulator (J-Sim)

- Wireless IP Simulator (WIPSIM)
- NCTUns 2.0 Network Simulator/Emulator
- Packet Tracer
- PC - SIMFO, otros.

### **SISTEMÁTICA PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE SIMULACIÓN**

- Formación del problema
- Planteamiento de objetivos y plan de proyectos
- Conceptualización del Modelo
- Conjunto de datos
- Traducción del modelo
- Verificación
- Validación

Con los simuladores, podemos configurar diferentes escenarios de trabajo, crear múltiples topologías de red, realizar conexiones entre ellas y estudiar su comportamiento ante diferentes parámetros de configuración.



## 2.4. MARCO LEGAL

**Ley N° 28737: Ley que establece la concesión única para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.**

- Prestación de múltiples servicios a través de una sola concesión.
- Registro de Valor Añadido automático.
- Aplicación del silencio administrativo positivo a i) Homologación de equipos y terminales, ii) Instalación de redes propias para el servicio de Valor Añadido que no utiliza espectro, iii) Concesión de Operador independiente de Teléfonos Públicos que no utiliza espectro.

**2) Ley N° 29022: Ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones y su Reglamento (D.S. N°039-2007-MTC).**

- Permisos sectoriales, regionales, municipales para abrir pavimentos, calzadas, aceras de las vías públicas se sujetan al silencio administrativo positivo en un plazo de 30 días calendario.
- El uso de áreas y bienes de dominio público, incluidos el suelo, subsuelo y aires de caminos públicos, calles y plazas es a título gratuito.

- Tasas o derechos, que resulten exigibles deberán corresponder a los costos reales en los que incurren las Entidades de Administración Pública.

### **3) D.S. N° 049-2006-MTC: Nuevo Régimen del Canon para los servicios públicos móviles.**

- Pago en función a parámetros técnicos:
  - i) Ancho de banda asignado
  - ii) Banda utilizada
  - iii) Área de cobertura
  - iv) Zona de servicio
- Otorga predictibilidad a los operadores.
- La prestación de servicios adicionales en la banda asignada no implica pago adicional del canon.
- 235 distritos con servicios móviles, en virtud a compromisos de operadores.

### **4) Lineamientos para desarrollar y consolidar la competencia y la expansión de los servicios públicos (D.S. N°003-2007-MTC)**

Principales medidas:

- Portabilidad Numérica al 2010.
- Eliminación de preselección por defecto.

- Llamada por llamada o preselección en móviles.
- Acuerdos de Reconocimiento Mutuo, para facilitar la homologación
- de equipos y aparatos de telecomunicaciones.

**5) Norma que posibilita la instalación de ductos y cámaras para instalación de fibra óptica en carreteras (D.S. N° 024-2007-MTC)**

- Las carreteras a ser construidas deberán incluir dentro del área de su derecho de vía, ductos y cámaras técnicamente adecuados para la instalación de cables de fibra óptica.
- Los ductos y cámaras son de titularidad del Estado y serán entregados en concesión a un concesionario de telecomunicaciones.

**6) Estimación del número de hilos de fibra óptica para el estado que se instalara” en cumplimiento de D.S. 034-2010-MTC**

Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que el país cuente con una red dorsal de fibra óptica (ANEXO 07) que facilite el acceso de la población a internet de banda ancha y que promueva la competencia en la prestación de servicio.(.)

---

(.) Marco Legal; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Pag 67 a la 69)

## 2.5.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.5.1. Hipótesis General:

- **HG**  
: Se podrá mejorar los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno utilizando fibra óptica marina.

### 2.5.2. Hipótesis Específica:

- **HE:** Si, se podrá interconectar la bahía de Puno y atender las necesidades de los distritos de la bahía de Puno mejorando los servicios teleinformáticos mediante la interconexión de fibra óptica marina.  
Y en esta conjetura proporcionarse un importante medio de transmisión; solución para los problemas informáticos actuales de los distritos de la bahía de Puno. Logrando un desarrollo tecnológico adecuado a las necesidades actuales y futuras.

### 2.5.3. Variables

Variable independiente.- INTERCONEXION MEDIANTE FIBRA ÓPTICA

Variable interviniente.- DISTritos DE LA BAHIA DE PUNO

Variable dependiente.- MEJORAR LOS SERVICIOS

## TELEINFORMATICOS

## CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

**3.1.1. Tipo de investigación:** Por el nivel alcanzado la presente Investigación es cuantitativa en un principio y cualitativa en su parte analítica decir mixto.

**3.1.2. Diseño de investigación:** Descriptivo, porque nuestro objetivo es: Determinar la necesidad de implementar los servicios teleinformáticos de los distritos de la bahía de Puno.

#### 3.1.3. Modelo de Investigación

**Modelo principal:** Se elaborará un modelo piloto de interconexión de los distritos de la bahía de Puno para mejorar los servicios teleinformáticos y a su vez se realizara un trabajo de campo a fin de conseguir datos de carácter estadístico a fin de consolidar nuestras hipótesis.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1. Población:

- Poblaciones de los distritos de Puno, Salcedo y Chucuito.

#### 3.2.2. Muestra:

#### Cálculo del Tamaño de la Muestra desconociendo el Tamaño de la Población.

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{z_a^2 \times p \times q}{d^2}$$

en donde:

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

**FORMULACIÓN:** ¿A cuántas personas tendríamos que encuestar para conocer las necesidades teleinformáticas, si desconoce la población total?

Seguridad = 95%;

Precisión = 3%;

Proporción esperada = asumamos que puede ser próxima al 5%; si no tuviésemos ninguna idea de dicha proporción utilizaríamos el valor  $p = 0.5$  (50%) que maximiza el tamaño muestral.

Entonces:

- $Z_{\alpha} = 1.962$  (ya que la seguridad es del 95%)
- $p =$  proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- $q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )
- $d =$  precisión (en este caso deseamos un 3%)

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.55 \times 0.95}{0.03^2} = 203$$

Se requeriría encuestar por lo menos de 203 personas para poder tener una seguridad del 95%

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Técnicas:** Se utilizará la escala de Likert.
- **Instrumentos:** Dada la técnica que se va aplicar el instrumento a usar es la **encuesta**.

### 3.4. ESTRATEGIAS PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS:

Una vez elaborada la encuesta se procederá a aplicarla al azar pero realizando un trazo de ruta para obtener una cobertura adecuada y que el trabajo tenga buenos resultados.

### 3.5. PROCEDIMIENTO PARA PROCESAR, ANALIZAR DATOS:

Para analizar los datos se utilizara estadística descriptiva e inferencial. La primera con la finalidad es obtener información, analizarla, elaborarla y simplificarla lo necesario para que pueda ser interpretada cómoda y rápidamente y, por tanto, pueda utilizarse eficazmente para tomar las decisiones más acertadas con respecto a esta investigación.



Es por este motivo que se utilizó el proceso de la estadística descriptiva para el estudio de la población (de los distritos de Puno, Salcedo, Chucuito). (ANEXO 3)

Consta de los siguientes pasos:

- Selección de necesidades de los pobladores.
- Mediante encuesta, obtención del valor de cada individuo por sus necesidades en cuanto al servicio teleinformático.
- Representación de los resultados (elaboración de gráficas estadísticas).
- Obtención de parámetros estadísticos, números que sintetizan los aspectos más relevantes de una distribución estadística.

En cuanto a la segunda nos referimos al uso de la estadística inferencial para la estimación y contraste de hipótesis. en ambos casos se trata de generalizar la información obtenida en una muestra a una población. Estas técnicas exigen que la muestra sea aleatoria.

## CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

**LUIS H. (2011).** El medio geográfico del lago Titicaca nos proporciona una importante alternativa de desarrollo tecnológico para la utilización de la fibra óptica marina pudiéndose convertir en una de las redes troncales más importantes de Sudamérica debido a su ubicación.

Para lo cual presentó las características más importantes del lugar de investigación.

### 4.1. LUGAR DE EJECUCIÓN - DEPARTAMENTO DE PUNO

#### **Superficie y ubicación geográfica**

El departamento de Puno está ubicado al extremo sur este del Perú, entre los 13°00'00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; cuenta con una extensión territorial de 71 999,00 km<sup>2</sup> (6 por ciento del territorio nacional) siendo el quinto departamento más grande en el ámbito nacional. Limita por el

norte con la región Madre de Dios, por el este con la República de Bolivia, por el sur con la región Tacna y la República de Bolivia y por el oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco.

El territorio puneño comprende 43 886,36 Km<sup>2</sup> de sierra (61,0 por ciento) y 23 101,86 Km<sup>2</sup> de zona de selva (32,1 por ciento), 14,5 Km<sup>2</sup> de superficie Insular (0,02 por ciento) y 4 996,28 Km<sup>2</sup> (6,9 por ciento) que corresponden a la parte peruana del lago Titicaca. La Región abarca un perímetro fronterizo de 1108 Km. que representa el 11 por ciento de línea de frontera del Perú. Esta subdividido en 13 provincias y 109 distritos, distribuidos de la siguiente manera: Puno 15 distritos, Azángaro 15, Carabaya 10, Chucuito 7, El Collao 5, Huancané 8, Lampa 10, Melgar 9, Moho 4, San Antonio de Putina 5, San Román 4, Sandía 10 y Yunguyo 7.

#### **4.3. ALCANCES Y DESCRIPCION DEL LAGO TITICACA**

##### **UBICACIÓN:**

15°13'19`` a 16°35'37`` **Lat. Sur.**

69°33'36`` a 70°02'13`` **Long. Oeste.**

**ALTITUD:** 3810 msnm

**SUPERFICIE:**

**Lago Grande** 6,500 km<sup>2</sup>

**Lago Pequeño** 1,420 km<sup>2</sup>

**Bahía de Puno** 580 km<sup>2</sup>

**TOTAL** **8500 km<sup>2</sup>**

**LONGITUD:** 179 km

**ANCHO PROMEDIO:** 50 km.

**PROFUNDIDAD MAXIMA:** 283 mts.

**AREA DE LA CUENCA:** 58,500 km<sup>2</sup>.

**AREA AFECTADA (CONTAMINACION):** 20 a 40 km<sup>2</sup>.

**VARIACION DE NIVEL:** 6.5 mts

### 4.3. BATIMETRIA DE LA CUENCA DEL LAGO

#### 4.3.1 LA CUENCA LACUSTRE

La hoyada del lago Titicaca, con la misma orientación que la de la cuenca vertiente, se divide en dos sub-cuencas:

- Al norte, el Lago Mayor o Lago Chucuito,
- Al sur, el Lago Menor o Lago Huiñaimarca,

Reunidas por el estrecho de Tiquina, con un ancho de aproximadamente 850 metros y con una profundidad mínima de 21 metros. Ver ( ANEXO 4)

#### A) El Lago Mayor

**DENIS WIRRMANN, (1993).** Los bloques diagramas realizados a partir de los puntos de **sondeo permiten diferenciar 4 zonas batimétricas** en el Lago Chucuito una zona de grandes profundidades, más de 200 metros de agua; correspondiente a la parte central del lago; el punto más profundo, medido por BOUJANGE y AQUIZE JAEN (1981), situado cerca de la isla Soto corresponde al nivel -284 m ;una zona de profundidades medias, entre 100 y 200 metros de agua, mejor desarrollada en el borde occidental del Lago Mayor; zonas de profundidades intermediarias, entre 100 y 20 metros de agua, que corresponden en parte a las bahías de Puno y Achacachi; y finalmente el borde litoral, menos de 20 metros de agua, muy estrecho a lo largo de la orilla oriental aunque bien

individualizado en las bahías de Puno, del río Ramis y de Achacachi.

De manera general, el Lago Chucuito se caracteriza por pendientes muy fuertes a medida que uno se aleja de la orilla y su profundidad media es de 135 metros. Las islas representan menos de 1 % de su superficie total, la cual corresponde a alrededor de 84 % de la superficie del lago Titicaca, o sea 7.132 km<sup>2</sup>. El Lago Chucuito representa 98.5 % del volumen total del agua, o sea 889 km<sup>3</sup>.

### **B) El Lago Menor**

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, el Lago Huiñaimarca interviene muy poco en cuanto al volumen total de agua, aunque su superficie - aproximadamente 1.470 km<sup>2</sup> - representa 16 % de la superficie del lago Titicaca. Esto resalta su baja profundidad media (9 m) y la superficie importante correspondiente a una profundidad de agua inferior a 5 metros, del orden de 56 %.

#### **diferencian tres sectores batimétricos :**

al norte se sitúa la zona más profunda, 41 metros, o fosa de Chúa, al centro-oeste, más allá de la línea de las islas, existe una

hondonada central con una profundidad máxima de 20 metros, alrededor y entre estas dos unidades se extienden zonas de bajas profundidades, con una profundidad mínima de aproximadamente 7 metros entre la fosa de Chúa y la depresión central.

Globalmente, con excepción del borde oriental de la fosa de Chúa, las pendientes son muy leves. El exutorio del río Desaguadero no es un corte sino una zona de mínima profundidad (-5metros) y por consiguiente es únicamente sobre el nivel de 3.804 m que el lago y el curso superior del Desaguadero estarán en relación. A la salida del Lago Huiñaimarca, la corriente es baja, algunas veces incluso invertida (**CARMOUZE y AQUIZE IA EN, (1981)**), el verdadero exutorio estando situado más al Sur, en Aguallamaya. El estrecho de Tiquina en su desembocadura al Lago Menor presenta un límite correspondiente a una profundidad de 21 m. El Lago Huiñaimarca se presenta así como una cuenca que en el curso de su historia ha podido funcionar como una entidad lacustre independiente del Lago Mayor y en el cual dos hondonadas han podido individualizarse.<sup>(7)</sup>

#### 4.3.2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA BATIMETRÍA DEL LAGO TITICACA

Se cuenta con las informaciones cartográficas de la batimetría del Lago Titicaca, obtenidas a partir de las imágenes escaneadas y geo referenciadas de las Cartas Náuticas N° 3400, 3300, 3100, 3500, 652 de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Las cotas batimétricas fueron digitalizadas y luego convertidas a ráster para generar la interpolación de las cotas y mediante el análisis espacial se generó las curvas batimétricas. Ver Gráfico 4.3.2.a. Cotas Batimétricas y Curvas Batimétricas.

---

(7) DENIS WIRRMANN; "*Morfología y batimetría*" 1993.



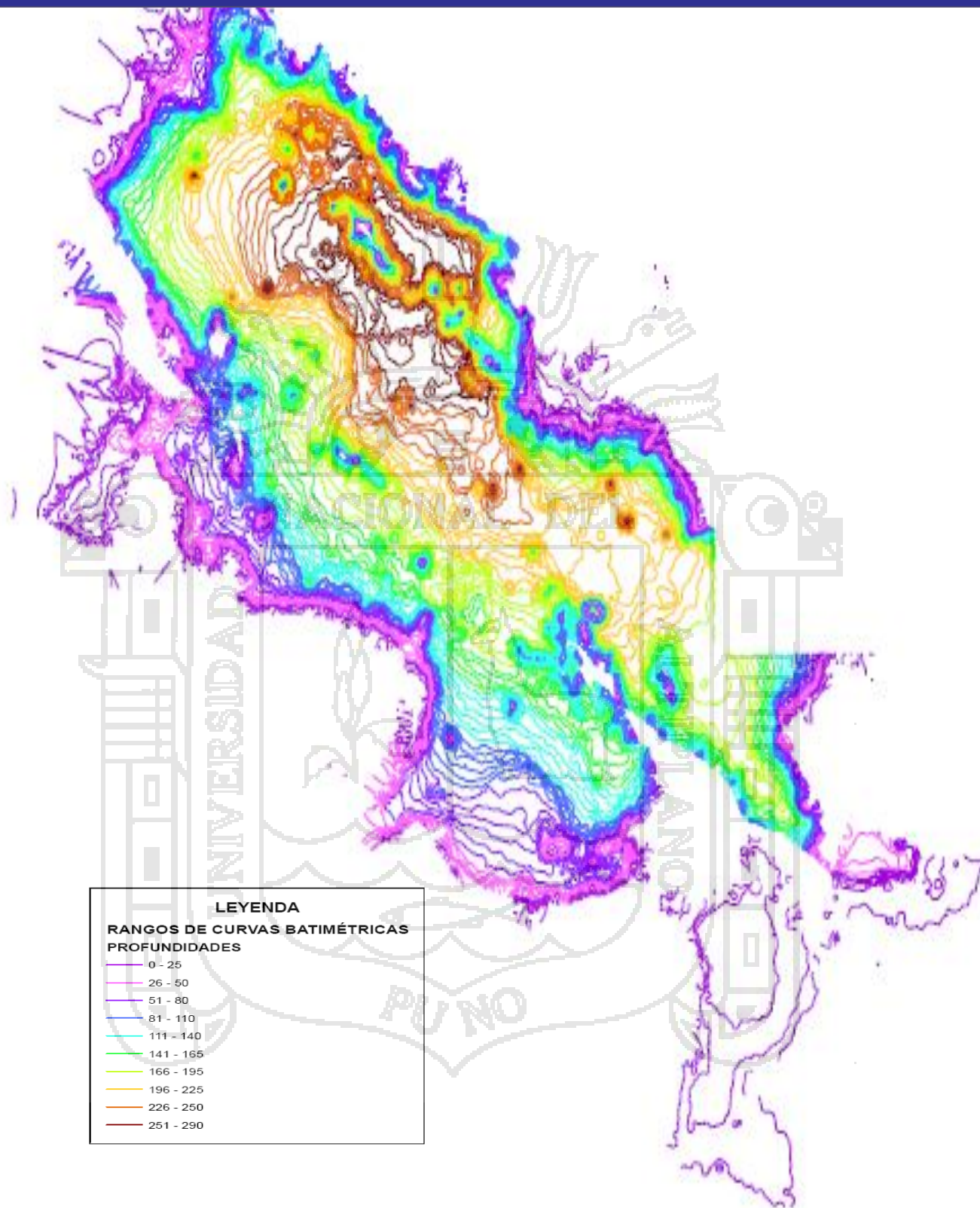


Grafico 4.3.2.a. Rangos de curvas batimétricas profundidades

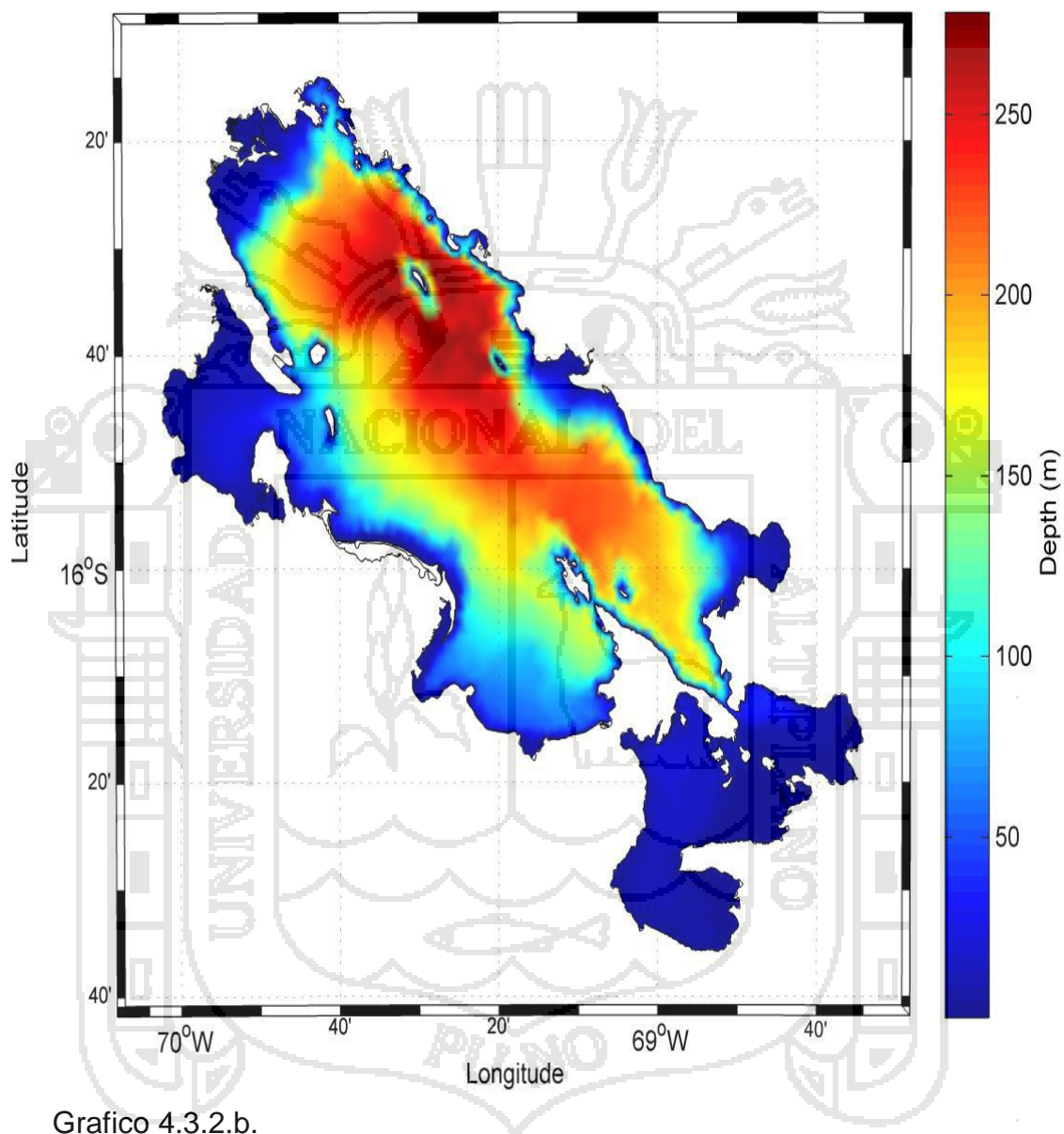
**BATIMETRÍA DEL LAGO TITICACA(=)**

Grafico 4.3.2.b.

(=) PROYECTO: " ESTUDIOS QUE CONDUZCAN A LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL LAGO TITICACA – PRIMERA ETAPA" Segundo informe de avance 31 Diciembre 2010 Old Dominion University Research Foundation Grafico 4.3.2.b..

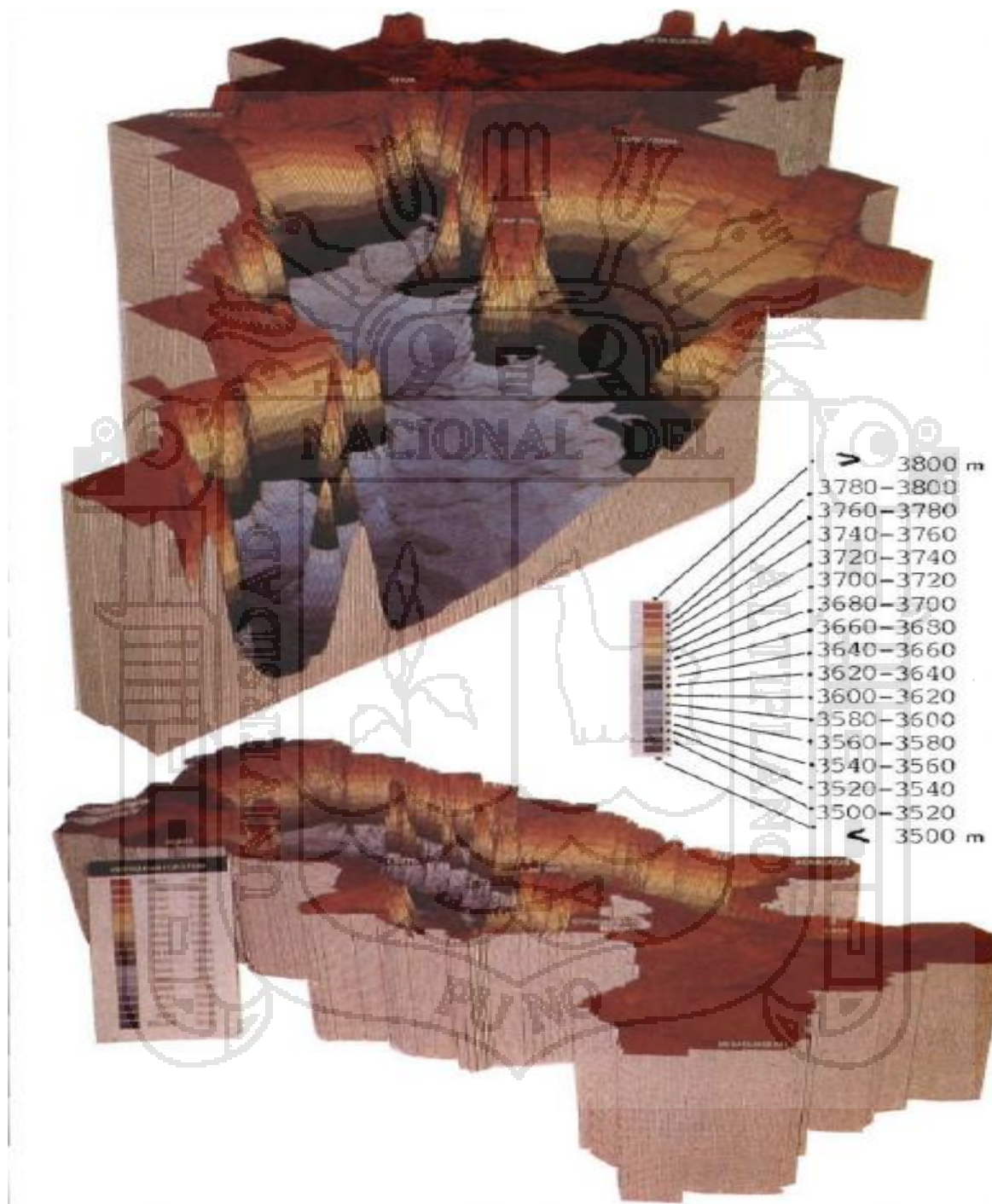


Grafico 4.3.2.c. Profundidad del lago Titicaca

## CAPITULO V: PILOTO DE INTERCONEXION

### BAHIA PUNO

Considerando la finalidad fundamental de la presente investigación que es la de “interconexión mediante fibra óptica de los distritos de la bahía de puno para mejorar los servicios teleinformáticos” y en marco de los objetivos de la misma. He considerado la implementación piloto de los distritos de Puno, Salcedo y Chucuito.

Primero debemos considerar y reiterar que la empresa telefónica es el principal proveedor de los servicios de internet en la región, debido a que es propietario de gran parte de los tendidos de fibra óptica en el sur del país.

Segundo es de conocimiento de la comunidad universitaria y de la OTI – UNAP (Oficina de Tecnología Informática de la Universidad Nacional del Altiplano), que existe la necesidad de ampliar el ancho de banda de la universidad.

#### 5.1. PROBLEMA:

La Universidad Nacional del Altiplano desde el año 2008 ha requerido una ampliación del ancho de banda de 4Mbps a 8Mbps en un inicio; servicio que se ha venido contratando de telefónica año tras año. El consumo de ancho de banda por los servicios de datos es superior al crecimiento de usuarios y de los servicios de voz, los nuevos servicios están basados principalmente en la transmisión de datos. Y es un hecho que en el Perú según informes de MTC (Ministerio de

transportes y Comunicaciones) que la velocidad típica de las redes de fibra óptica son de 1Gbps.

Las poblaciones de la región de Puno. Insto requieren de mejores servicios teleinformáticos y nuevas alternativas de solución.

El distrito de Salcedo no cuenta con servicio de internet mediante un tendido de línea fija, recurriendo estos a servicios alternativos como WiFi, Wireless, otros. Soluciones alternativas que actualmente se ha venido dando en nuestra universidad que no ofrecen el soporte a un eventual uso masivo de transmisión de datos. El distrito de Chucuito que es un atractivo turístico no cuenta con telefonía fija, existiendo solo contados TUP (teléfono público de telefónica modelo tele TUP) y los populares FONROYA(Línea fija inalámbrica con tarificación al segundo, a fijos locales, móviles a todo el Perú) y al igual que en mucha poblaciones del departamento recuren a Empresas, profesionales particulares para contar con servicios de internet. Y más aun siendo la interconexión de fibra óptica submarina una alternativa no utilizada pero existente. Considerando además que los sistemas de Fibra Óptica Son sistemas desarrollados para un medio, lugar específico, exclusivos y únicos. Creo muy pero muy importante su desarrollo. Y Ha de ser de interés para los profesionales de ingeniería electrónica su perfeccionamiento.

## **5.2 MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS DISTRITOS (PUNO – SALCEDO - CHUCUITO) DE LA BAHÍA DE PUNO MEDIANTE FIBRA OPTICA MARINA.**

Se ha de considerar que es posible utilizar por lo menos una de las topologías físicas antes descritas en el punto 2.1.1. sin embargo no dependiendo de esta la topología lógica a lo cual se selecciona una topología de anillo colapsado (Collapset Ring), creando un anillo virtual. Para nuestros puntos seleccionados (Universidad Nacional del Altiplano) y los distritos de Salcedo y Chucuito, para lo cual se realiza el primer trazo de ruta y que se presenta a continuación.

#### **5.2.1. Punto de inicio bahía del Distrito Puno (UNA - PUNO).**

Por razones estratégicas, respecto a la ubicación, sus condiciones, la cercanía a la Universidad nacional del altiplano que ya cuenta con la implementación de una Red de Fibra Óptica, así como las posibilidades de crecimiento futuro y la conectividad a la red terrestre (Red Dorsal - Anexo 7) de fibra óptica. Presento el siguiente esquema, que buscan evidenciar la ubicación. Ver Figura 5.2.1.

Ubicación por coordenadas del punto de Inicio PUNO.

**Latitud**            15°49'41.82"S

**Longitud**         70° 0'51.17"O



**Figura 5.2.1. Punto de Inicio Bahía del distrito de Puno. (\*\*\*)**

**5.2.2. Primer Punto de llegada bahía del distrito de Salcedo.**

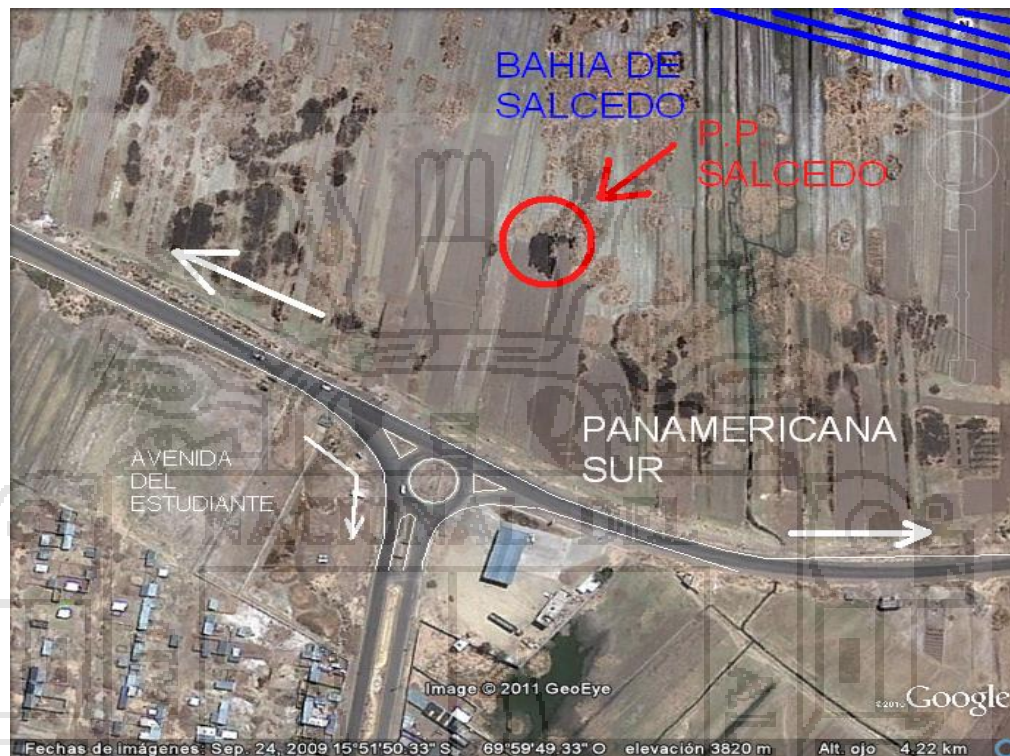
Punto que permitirá eliminar la actual dependencia que existe en esta zona del tráfico limitado de información vía telefónica, inconveniente causado por la falta de implementación de este servicio o saturación del mismo. Ver Figura 5.2.2.

Ubicación por coordenadas del punto de llegada SALCEDO

**Latitud**            15°51'50.15"S

**Longitud**         69°59'49.39"O

(\*\*\*) Imágenes adquiridas de GOOGLE, adecuadas por el AUTOR para el mejor entendimiento.



**Figura. 5.2.2. Punto de llegada Distrito de Salcedo (\*\*\*)**

### **5.2.3. Segundo Punto de llegada bahía del distrito de Chucuito.**

Debido a su cercanía a los distritos de Puno y Salcedo y luego de evidenciar las necesidades de contar con nuevos y mejores servicios teleinformáticos. Y siendo este un distrito de afluencia turística.

Ubicación por coordenadas del punto de llegada CHUCUITO.

Ver Figura 5.2.3.



Ubicación por coordenadas del punto de llegada CHUCUITO

**Latitud** 15°53'24.01"S

**Longitud** 69°53'14.90"O



**Figura. 5.2.3. Punto de llegada Distrito de Chucuito (\*\*\*)**

### 5.3 SELECCIÓN DE RUTA – LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO

A continuación, resuelvo tomar la siguiente ruta alternativa antes del levantamiento hidrográfico final que de realizarse debería realizarse con equipos especializados (sonar, otros). Ver Figura 5.3.

**RUTA PROPUESTA**

**Figura 5.3. Ruta alternativa “INTERCONEXION DE LA BAHIA DE PUNO”**

**Tabla 01 DETALLE DE TRAMOS**

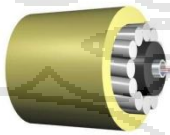
TRAMO	INICIO	FINAL	DISTANCIA
Tramo 01	Distrito de PUNO (UNA – Puno)	Punto de UNION	2676 metros 2,68 Kilómetros
Tramo 02	Distrito de SALCEDO	Punto de UNION	2503 metros 2,5 Kilómetros
Tramo 03	Punto de UNION	Distrito de CHUCUITO	12557 metros 12,6 Kilómetros



#### 5.4 FUNDAMENTOS SIGNIFICATIVOS

He determinado fundamentar y dar alcance de los principales elementos necesarios para la implementación de un aleatorio método de interconexión mediante fibra óptica de los distritos ya mencionados, dando a conocer la topología empleada tipo de fibra velocidad de la red. Que considero importantes y necesarios para futuros estudios y aplicaciones en la región, puntualmente en la bahía de Puno. Y considerando que según recomendaciones de ALCATEL

al momento del diseño e implementación de fibra óptica este deberá ser de la mayor capacidad de ancho de banda posible. Recomendación con la cual concuerdo la cual será determinada por el tipo de fibra, sistema. A utilizar el número de pares de fibra y el tipo de fibra serán determinantes.

**Tabla 02 FUNDAMENTOS SIGNIFICATIVOS**

	UTILIZADO	DETALLE	COMENTARIO
<b>TOPOLOGÍA FÍSICA UTILIZAR</b> A	Bus		
<b>TOPOLOGÍA LÓGICA UTILIZAR</b> A	Anillo Colapsado	Arquitectura de anillo aunque el tendido no lo refleje.	Topología que se utilizo en el proyecto Maya – 1.
<b>TIPO DE FIBRA ÓPTICA UTILIZAR</b> A	URC1 sistema submarino no repetidor monomodo.  DA1: máximo despliegue a 1000 metros de profundidad	Profundidades de hasta 7000m. Falta de disponibilidad de -10 minutos por año. Norma: G652	Porque no hay electrónica sumergida diseñado para uso superficie o enterrados Puede contener hasta 96 fibras (tipo G.652D) protegidos en un solo tubo, de acero inoxidable.

	UTILIZADO	DETALLE	COMENTARIO
<b>EMPALME DE FIBRA OPTICA</b>	Unidad de branching 	ofrecerse tres tipos de conectividad, drop/add, canal en add/drop, fibra y canal en add/drop.	Utilizamos esta BU en el punto de UNION.
<b>ENCADENAMIENTO DE FIBRA</b>	Fibra Add/Drop, un tronco par de fibra involucrado 	<b>Multiplexores Add/Drop(ADM)</b> : es posible configurar estructuras en anillo, que ofrecen la posibilidad de conmutar automáticamente a un trayecto de reserva en caso de fallo por parte de algún elemento del trayecto.	Encadenamiento utilizado para poder obtener una topología de (anillo colapsado).
<b>TIPO DE TRANSMISION A UTILIZAR</b>	DWDM	Está definido para la banda de 1530 – 1610nm, espaciado entre canales de 0.8nm y 1.6nm.	se consigue mayor números de canales ópticos reduciendo la dispersión cromática de cada canal mediante el uso de un láser

			de mayor calidad, fibras de baja dispersión o mediante el uso de módulos DCM
<b>CAPACIDAD DE LA FIBRA</b>	Capacidad máxima 120Gbps	El sistema seleccionado puede contener hasta 96 fibras, lo que implica una capacidad máxima de 48 canales. Considerando una transmisión típica de 2.5Gbps por canal.	

### 5.5 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE TRABAJO

A continuación presento la configuración de red a utilizarse para la interconexión de los distritos de la bahía de Puno, Chucuito y salcedo, en concordancia a la ruta propuesta, se puede ver la implementación de la arquitectura para 03 estaciones, en cada uno de los puntos de inicio y llegada, considerando un sistema de fibra óptica sin repetidor.

DIAGRAMA DE LA CONFIGURACIÓN DE LA RED DE TRABAJO

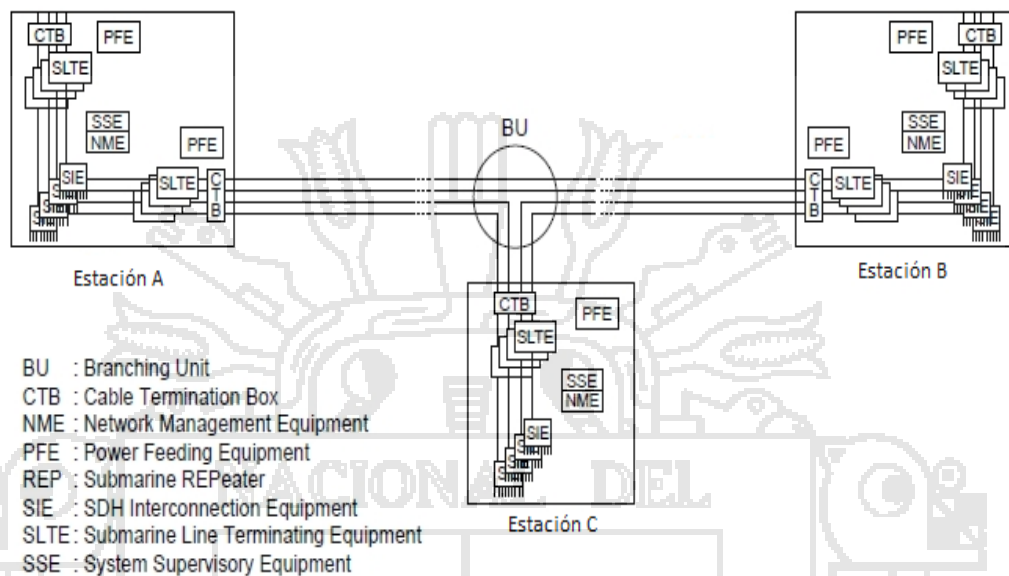


Figura 5.5. Diagrama de la configuración de la red de trabajo

**TABLA 03 DETALLE DE ESTACIONES**

ESTACIÓN	INICIO	DETALLE
Estación A	Distrito de PUNO (UNA - Puno)	Estación terrena, lleva en su interior equipos de: CTB, PFE,SLTE,SSE, NME,SIE.
Estación B	Distrito de CHUCUITO	Estación terrena, lleva en su interior equipos de: CTB, PFE,SLTE,SSE, NME,SIE.
Estación C	Distrito de SALCEDO	Estación terrena, lleva en su interior equipos de: CTB, PFE,SLTE,SSE, NME,SIE.

## 5.6 DESCRIPCION DE EQUIPOS EN LA ESTACION TERRENA

### Equipo terminal de línea submarina (STLE)

Estos equipos proporcionan alta calidad en la transmisión de señales ópticas multiplexadas transoceánicas. Se une el interfaz en dirección a tierra a STM-64/OC-192 (9,95328 Gbps) y en dirección al mar se une en interfaz de forma óptica a la estación submarina que incluye el cable, repetidores, etc.

La interfaz óptica cumple con la recomendación G. 691 del ITU.T

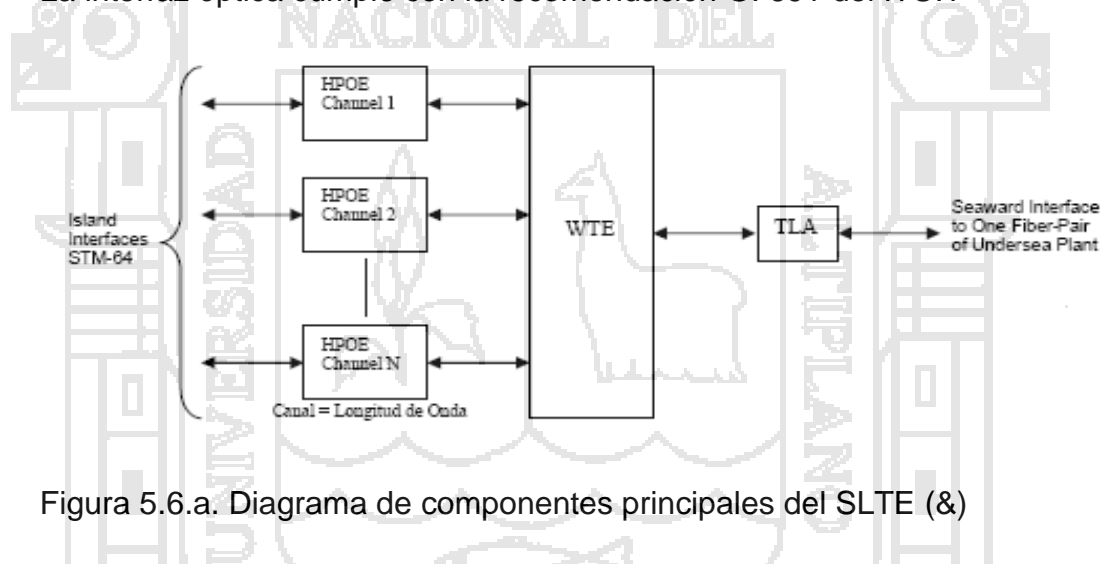


Figura 5.6.a. Diagrama de componentes principales del SLTE (&)

Los componentes principales del SLTE son:

**HPOE (Equipo óptico de alto rendimiento):** Es un equipo óptico de alto rendimiento que consiste en un solo circuito que provee transmisión en ambas direcciones, (transmisión y recepción). Posibilita la transmisión por sobre distancias de hasta 13000Km sin la necesidad de repetidores



**WTE (Equipo terminal de longitud de onda):** Está diseñado para proporcionar la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) y demultiplexación por división de longitud de onda (WDD), así como también la compensación de dispersión por canal.

**TLA (Amplificador de línea terminal):** Este equipo es el encargado de proporcionar amplificación de salida y/o entrada a la señal óptica transmitida y/o recibida, respectivamente. Existen tres equipos SLTE instalados en la estación de amarre, uno por cada par de fibra, distribuidos de la siguiente manera: Se emplea un diseño de plataforma llamado Plataforma Común para empaquetar los elementos de SLTE. La Plataforma Común proporciona 8 ranuras para los elementos de la red además de un procesador de I/O que maneja toda la comunicación externa y un Pack de interconexión /Despliegue que proporciona LED (diodos electro luminosos) de alarma y otras funciones comunes a todas las ranuras.



Figura 5.6.b. Equipos SLTE instalados por TIWS (&)

**HPOE (Equipo óptico de alto rendimiento)**

Consiste en un pack de circuito único que proporciona transmisión en ambas direcciones (transmitir y recibir). Cada HPOE ocupa una sola ranura en la Plataforma Común. Tiene capacidades de Corrección de error delantera (FEC).

Un láser sintonizable proporciona adaptabilidad de longitud de onda por encima del rango completo de longitud de onda que soportan.

El empleo del HPOE permite a los sistemas submarinos utilizar espacios de repetidores más largos y/o soportar una última capacidad más alta por par de fibra.

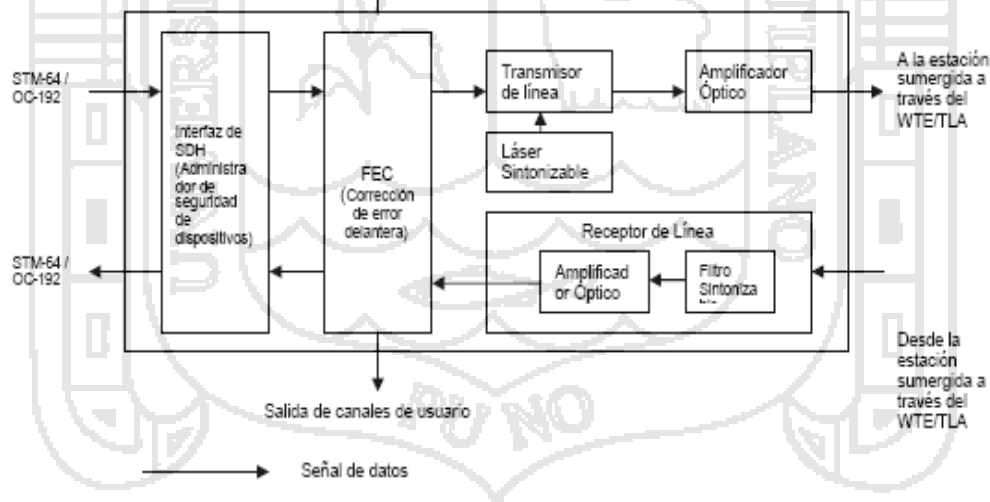


Figura 5.6.c. Diagrama Funcional del equipo óptico de Alto rendimiento HPOE (&)

- a. Interfaz del SDH.-** Este bloque funcional convierte las señales OC-192 / STM-64 y desde el formato de datos y reloj eléctrico.
- b. FEC.-** Pone en código las señales de los datos entrantes en una señal digital de tasa más alta en la dirección de transmisión y usa la información redundante agregada para corregir los errores en la dirección de recepción
- c. Láser Sintonizable.-** Proporciona un portador óptico a la longitud de onda apropiada para este canal. El láser es sintonizable por encima de toda la banda C. La longitud de onda del láser sintonizable se fija desde la información de una memoria volátil en la plataforma común.
- d. Transmisor de línea.-** Toma la energía eléctrica de salida del Codificador de la FEC y modula la luz que genera el láser sintonizable.
- e. Amplitud Óptica.-** Proporciona una energía óptica superior en el rendimiento de transmisión del HPOE para facilitar ciertos diseños de WTE.
- f. Receptor de Línea.-** Acepta cualquiera de las longitudes de onda especificadas para los transmisores de línea. Proporciona pre-amplificación óptica, conversión óptica a eléctrica, regeneración y recronometraje.

### **TLA (Amplificador de Línea Terminal)**

Las ampliaciones del sistema habitualmente requieren el empleo de amplificadores ópticos de transmisión y recepción, terminales para proporcionar ajustes de nivel de señal. Los amplificadores terminales se usan para compensar la multiplexación, demultiplexación y las pérdidas de fibra de compensación de dispersión de WDM (División de Longitud de onda densa).

### **WTE (Equipo de terminal de Longitud de Onda)**

Proporciona multiplexación de división de longitud de onda WDM y de multiplexación de división de longitud de onda WDD así como también la compensación de dispersión por canal.

Las funciones básicas del equipo terminal de longitud de onda son:

- a. **Filtración del canal de transmisión.**- Mejora la relación de señal a ruido de la transmisión y para impedir la transmisión accidental de una longitud de onda incorrecta.
- b. **Combinadores de longitud de onda.**- La multiplexación o combinación de una longitud de onda se realiza a través de una combinación de filtros y acopladores de banda ancha. La función de combinación de longitud de onda está diseñada de tal manera que pueda insertar cualquier fibra de compensación de dispersión requerida en cualquier punto del WTE.

c. **Divisores de energía.**- Soportan la demultiplexación de las longitudes de onda. Como sucede con la combinación de longitud de onda, la división de energía se realiza a través de un árbol de divisores ópticos de banda ancha.

d. **Fibra de compensación de dispersión.**- La implementación del WTE proporciona cantidades diferentes de fibras de compensación de dispersión para cada longitud de onda según sea el necesario.

#### **ADMINISTRACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL STLE**

Los HPOE, el WTE y el TLA se administran como elementos del STLE, por medio del sistema de administración de elementos TEMS, y a nivel de acceso local mediante una computadora portátil.

#### **Optical Cross Conect HDX**

El Optical Cross Connect HDX es un switch óptico inteligente de alta densidad, multi servicio escalable, se encargan de enlazar los diferentes caminos dentro de la capa de transporte, conocen todos sus enlaces de conexión, ellos informan de la existencia de estas conexiones a todos los nodos dentro del dominio, a través de protocolos de enrutamiento, como OSPF implementados en redes ópticas. En otras palabras, existe una

ingeniera de tráfico de los canales ópticos, en donde la asignación del ancho de banda está basada en patrones de demanda en tiempo real.

De esta forma todos los nodos en el dominio tienen una visión consistente en la red.

El Optical Cross Connect monitorea continuamente sus interfaces tributarias para cualquier equipo de clientes, tiene una capacidad de conmutación de 640 Gbps.

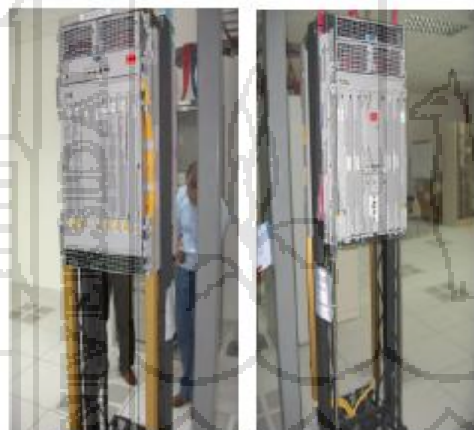


Figura 5.6.d Equipo HDX, imágenes frontal y posterior (&)

### **Equipo de Alimentación de Energía PFE**

El PFE se utiliza para alimentar a los repetidores submarinos entre la estación de amarre y el Branching Unit.

El PFE instalado en TIWS puede soportar hasta 5000 voltios, esta conformado por un bastidor que contiene varias bandejas distribuidas de la siguiente manera:

**Converter 1 y 2:** Alimentan con 800 voltios a los repetidores submarinos. La cargase reparte entre los dos converter. La capacidad máxima de cada convertidor es de 5000 voltios.

**LCU:** Es la unidad de control local (Local Control Unit), donde se realiza la gestión completa del equipo, desde esta unidad se puede cambiar el voltaje y corriente que se genera y sale hacia mar para alimentar a los repetidores submarinos.



Figura 5.6.e Imagen del PFE instalado (&)

### **Sistema de Administración de Elementos TEMS**

El TEMS es el sistema que se encarga de la administración de los elementos del SLTE como los HPOE, el WTE y el TLA, a nivel de acceso local.

### **Distribuidor de Fibras Ópticas ODF**

Es el distribuidor de fibras ópticas, con capacidad de 96 fibras ópticas en cada banco. En el ODF se trabaja a nivel de SDH y se utiliza para conectar los pares de fibra óptica con los SLTE y el HDX.

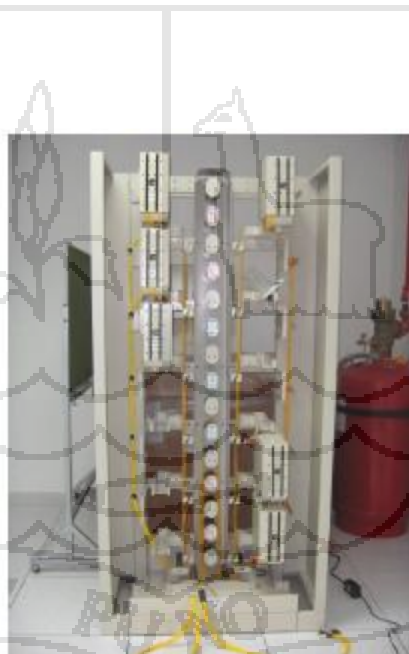


Figura 5.6.f Imagen de ODF Instalado (&)



### **Sistema de Energía Eléctrica**

El sistema de provisión de energía eléctrica de la estación de amarre está compuesto por dos subsistemas:

- Subsistema de energía pública: conformado de una línea de alta tensión que alimenta a una cabina de transformación instalada en la periferia de la estación de amarre. En la cabina de transformación se encuentran 2 tableros para cada uno de generadores de emergencia, además de un tablero para la energía suministrada por la empresa eléctrica, y todos con sus respectivos circuitos de manejo de la energía.
- Subsistema de energía de emergencia: conformado por dos generadores de emergencia, de 250 KW, 313 KVA cada uno. Los generadores disponen de los elementos necesarios para garantizar que la energía de respaldo sea lo más estabilizada posible. Este subsistema dispone de dos tableros de transferencia automáticos, los que efectúan el control de las características eléctricas de la energía comercial.

- Los generadores de emergencia disponen de un tanque de combustible exterior para cada uno de ellos, con una capacidad de 250 galones. Adicionalmente se dispone de un tanque principal que es compartido por los dos generadores, que tiene una capacidad necesaria para proveer energía de respaldo para la operación continua del generador de emergencia durante 21 días.



Figura 5.6.g. Generadores de emergencia (&)

### **Sala de rectificación**

En esta sala se encuentran instalados los equipos que rectifican la energía eléctrica proporcionada por los subsistemas de alimentación de energía alterna, tanto el comercial como el de respaldo, de manera adicional se encuentran instalado un banco de baterías, el cual proporciona la energía continua de respaldo para que en el lapso de

tiempo en el cual ingresan a operar los grupos electrógenos ante las fallasen la provisión de energía comercial, los niveles de tensión en la alimentación de energía a todo el equipamiento se mantengan constantes y no existan problemas en la operación.



Figura 5.6.h. Banco de baterías (&)

#### **Sala de co-ubicación**

Es un cuarto ubicado a la entrada de las instalaciones en el cual se dispone del espacio suficiente para la instalación de los equipos de las empresas portadoras autorizadas que contraten los servicios proporcionados por TIWS.



Figura 5.6.i. Bastidor de cliente SURATEL (&)

### Centro de Control Local

El sistema de control instalado en la compañía TIWS es un sistema local denominado TEMS que administra los elementos del SLTE, es decir, el HPOE, WTE y LTA con un nivel de acceso local mediante un computador. Al activarse cualquier alarma en el sistema, el personal de la estación da soporte por problemas en la conexión de la siguiente forma. allí se administran las acciones relacionadas con las operaciones de gestión, mantenimiento y control de todo el sistema; evitando de esta manera la intervención de los centros de control locales que solamente tienen acceso a alarmas visuales.

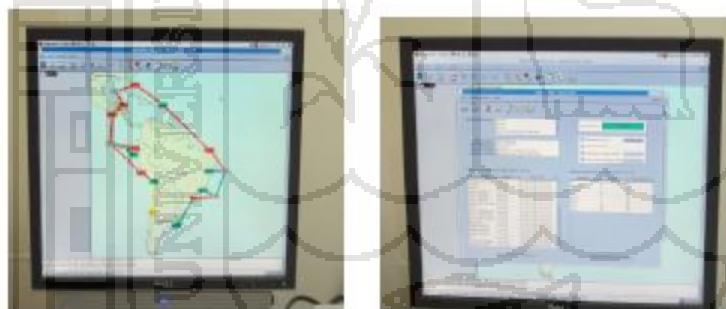


Figura 5.6.j. Centro de Control Local (&)

---

(&) <http://www.grupoice.com>

## 5.7 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En la actualidad la jerarquía digital síncrona (SDH) es la tecnología que se impone dentro de los operadores de telecomunicaciones o de redes metropolitanas los nuevos servicios de banda ancha han ido integrado a los operadores de telefonía fija como servicios de valor agregado. La integración estos nuevos servicios han sido implementados sobre la red por medio de nodos ópticos multiservicio. Los nodos óptico multiservicio, son ya la nueva generación para la construcción de estructura SDH en la aplicación sobre redes metropolitanas; altamente eficientes. Esta es una plataforma de transporte multiservicio la cual se encuentra integrada de un paquete de funciones capaces de dar soporte a servicios de banda ancha tales como:

- Acceso internet (banda ancha)
- Línea privada y servicios sobre puerto ethernet
- Servicios móviles
- Mensajería

Estos nodos cuentan con la capacidad de integrar la conmutación de circuitos con capacidades ATM y Ethernet.

Estas tarjetas con la capacidad de manejar el tráfico de datos son llamados módulos de adaptación de servicios (ISA)\*\*

En una transmisión sobre SDH se puede volver a direccionar el tráfico para evitar los puntos de fallo independientemente de la topología de red.

Varias empresas ha implementado familias completas de los OMSN.

Familia Alcatel de nodos ópticos multiservicios

- Alcatel 1640 FOX SMT - 1/4 Nodo Multiservicio de abonado
- Alcatel 1650 SMC SMT - 1/4 Nodo Multiservicio metropolitano
- Alcatel 1660 SMC SMT - 1/4/16 Nodo Multiservicio metropolitano
- Alcatel 1640 OADM SMT - 64 Nodo Multiservicio metropolitano

En la actualidad los sistemas de redes metropolitanas deben soportar mas de un anillo y brindar una protección muy rápida. Todos lo OMSN no poseen puertos definidos como primarios, debido a su arquitectura simétrica, De esta manera los OMSN son capaces de realizar cualquier aplicación para la cual esta diseñada, se puede utilizar como protección para secciones compartidas en aplicaciones transoceánicas o terrestres, para realizar un cross - conector, o un modulo de entradas y salidas a

---

(\*\*) ISA: integrated service adapter, modulos de servicios adaptables.

diferentes velocidades (2 Mbit/s, 155Mbit/s, 2,5 Gbit/s y 10Gbit/s). Y otros aun en estudio.

Su capacidad de multiservicio hace de los OMSN que cuente con la particularidad de la integración del manejo de tráfico de datos. Los módulos ISA son los que realizan las funciones de conmutación de los datos.

Módulos ISA de la familia de los OMSN de ALCATEL:

- ISA - ATM Modulo de conmutación de celulas Gigabit ATM
- ISA - Eth Puertos de interfaz adaptativo de tasa Ethernet
- ISA - GbE Puertos de interfaz adaptativo de tasa Ethernet
- ISA - CGbE Puertos de interfaz adaptativo de tasa Ethernet

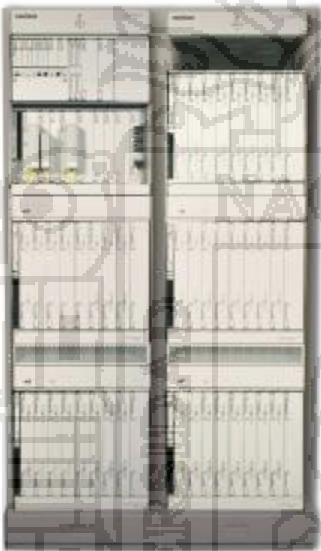
La principal ventaja de los módulos ISA es que estos se pueden aplicar a cualquier protocolo que este trabajando en la red ya sean estos ATM y Ethernet en la capa 2 o protocolos como el IP para la capa 3 encuentran dedicadas al diseño, implementación y venta de estos tipos de equipos.

Tabla 04 ALCATEL 1650 SMC NODO MULTISERVICO  
METROPOLITANO

<b>ENERGIA</b>	
Potencia Típica	250W
Tensión típico	-48 o -60 V DC
<b>APLICACIONES GENERALES</b>	
<b>EQUIPO TERMINAL MULTIPLEXOR</b>	MULTIPLEXOR Inserción / Extracción
Mini cross - connect	Aplicación en enlaces lineales, soporte para varios anillos, y enlaces con otras redes
Brinda soporte a varios servicios en un centro de datos	
Agregación de servicios de banda ancha mediante módulos ISA	
Cuenta con un sistema de protección 1 +1	
Oscilador interno de +/- 4.6 ppm	
Fuentes externas SM – n 2Mb/s y un puerto de 2MHz/2Mb/s de Salida	
<b>INTERFACES</b>	
63 x 2Mb/s 3 x34/ 45 Mb/s conmutable 4x140 Mb/s STM – 1 conmutable 4 x STM-1 1 x STM-4 14 x Ethernet 10 /100 base – TX	4 x Ethernet 10 /100 base –SX/LX 4 + 4 x Gigabit Ethernet base - SX/LX 32 x Ethernet 10/100 1 x GE SX/LX 4 x GE SX/LX/LH
<b>CONEXTIVIDAD</b>	
96X96/64X64 STM -1 NO BLOQUEADAS Unidireccional, Bidireccional, conexiones de banda ancha La línea y los VC tienen retroalimentación Función para conexión con redes CWDM , 1 o 2 canales 8 canales para multiplicación/demultiplexacion para CWDM Soporta topología de anillo.	
<b>CONFIGURACIONES DEL EQUIPO ALCATEL 1650 SMC</b>	
STM - 1 ADM	:Configuración en modo de multiplexor de inserción /extracción
STM - 4 Hub	:Configuración en modo Hub para realizar interfaces con redes LAN.
STM - Mini cross – Connect	:Configurado como un modulo de entradas y salidas para la realización de conmutación



Tabla 05 ALCATEL 1640 OADM - DWDM OPTICO ADD/DROP MULTIPLEXOR

1640 OADM Largo y Ultra Largo DWDM óptico Inserción / Extracción multiplexor	CARACTERÍSTICAS	
 <p><b>El Alcatel 1640 OADM es un de última generación, de larga distancia y ultra Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) óptico sistema de redes.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- señal óptica a ruido relación en 8-9 dB</li> <li>- Efectivamente elimina el bit residual Error Rate piso (BER).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilidad con OC -192, Utilizando el espectro completo de las Bandas C y L como utilización de UIT.</li> <li>- Transporta hasta 160 señales OC-192, el mayor tráfico de transporte de la industria.</li> <li>- capacidad de 1,6 TB / S.</li> <li>- Detección de la señal de error y Corrección, emplea Forward Error Out-Of-Band Corrección de la tecnología-el método más avanzado (OOB-FEC) de detección y corrección de errores en señales recibidas.</li> <li>- Muchos de los sistemas DWDM de hoy en día utilizan In-Band Forward Error Corrección (IB-FEC) para la detección de errores y corrección</li> <li>- La flexibilidad de la 1640 OADM y su interfaces permiten la conexión directa tanto a los datos y las interfaces de SONET para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- más que cualquier otro sistema disponible.</li> <li>- OOB-FEC ayuda a detectar problemas antes de que afecten el rendimiento. Proporciona Distancia, poder y Flexibilidad.</li> <li>- Una técnica que mejora la señal óptica y el rendimiento.</li> <li>- los sistemas utilizan canal de 50 GHz de separación puede soportar hasta 160</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta la distancia entre amplificadores de 30% a 50%</li> <li>- Aumenta las distancias entre los regeneradores de cuatro a cinco veces.</li> <li>- Los 1640 OADM monitorea el número de bits corregido.</li> <li>- La potencia de salida de la 1640 OADM en el módulo amplificador es de 5 dBm a 17 dBm.</li> </ul>	<p>crecimiento incremental de ancho de banda.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interfaz directa a IP, LAN, Frame Relé y equipos ATM, a los sistemas heredados. NML / EML 1000 - 3000 km Terrestre y Submarino</li> </ul>	<p>canales en una sola fibra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los amplificadores operan en los 1545 nm - 1560 nm</li> </ul>
--	--	--

La Estructura de anillo con tecnología DWDM, formado por nodos Optical Add-Drop Multiplexe (OADM) duales capaces de insertar y extraer longitudes de onda de forma totalmente óptica, donde se pueden establecer dinámicamente y en tiempo real conexiones ópticas bidireccionales entres dos puntos de la red de forma totalmente transparente. Para los transmisores y los receptores ópticos de este proyecto la velocidad máxima se ha limitado a 10 Gbit/s y otros aun en estudio; por longitud de onda.

Tabla 06 ALCATEL 1640 FOX (FIBRA ÓPTICA EXTENSIÓN)

<p>Alcatel 1640 FOX (Fibra Óptica Extensión)</p>  <p><b>ALCATEL 1640 FOX; Entrega de una gama flexible de diferentes Servicios - ATM, Ethernet, voz, TDM - con el apoyo de próxima generación Tecnología SDH. Es una nueva generación de nodos multiservicio síncrona; diseñado para transportar acceso óptico por medio de fibras.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcatel 1640 FOX ofrece STM-1 o STM-4 interfaces de red para conexión a la red de acceso oficina central.</li> <li>- Interfaces de : 2 Mbps, 34 Mbps, 45 Mbps, STM-1 y STM-4, así como de Ethernet 10/100 y Gigabit Ethernet SX / LX interfaces para LAN directa interconexiones.</li> </ul> <p>Aplicaciones múltiples de los Alcatel 1640 FOX multiservicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal Multiplexer ; Multiplexor en protegido o no protegido</li> <li>• Enlaces lineales, anillos o redes malladas para el acceso óptico multiservicio.</li> <li>• Fibra individual de trabajo Servicios de Metro Ethernet (p2p, L2-VPN, Acceso a Internet)</li> </ul> <p>Sincronización</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El Alcatel 1640 FOX puede actuar como un dispositivo de transporte multiprotocolo. Ideales entre la compañía y de los clientes finales de redes. Además, lo que permite consolidación de diferente tráfico patrones (TDM, ATM, Ethernet, GbE) en cualquiera de SDH segregada o compartida Contenedores Virtuales (tubos), se realiza funciones de última generación como de control de tráfico, la policía y QoS garantías.</li> <li>- Alcatel 1640 FOX puede estar conectado a cualquier otro nodo SDH situado en un oficina central o en un anillo de acceso. En este último caso Alcatel 1640 FOX mayo conectar con el anillo, ya sea como un espolón de un nodo de anillo o como propio nodo ring.</li> <li>- Bi-direccional de trabajo en una sola fibra está disponible para redes metropolitanas.</li> <li>- Switch LAN o router de acceso interconexiones.</li> </ul>
---	--

<p>&gt; Oscilador interno <math>\pm 4,6</math> ppm                  &gt; Deriva remanente <math>\pm 0,37</math> ppm por día                  &gt; Fuentes externas: puertos STM-n/2Mbps, 1 salida 2MHz/2Mbps externa                  &gt; Prioridad y Calidad (SSM) algoritmos de sincronización Motores datos (ISA)</p> <p>Red de CA: opcional externo de AC / DC                  &gt; Consumo de energía: 35 W (típico)</p> <p>Dimensiones físicas                  &gt; Tamaño del chasis: 90W x 285H x 313D mm                  &gt; Posibilidades de montaje: Escritorio, en la pared, bastidor ETSI</p> <p>Normas                  &gt; ITU-T/ETSI                  De acuerdo a la última ITU-T/ETSI normas para los equipos SDH I.113, I.150, I.311, I.321, I.326, I.356, I.357, I.361, I.363.5, I.371, I.432.1, I.432.2, I.610, I.630, I.731, I.732, Q.2110 B-ISDN SAAL, Q.2130 B-ISDN SAAL, Q.2140 B-ISDN SAAL, ETS 300 298-1, ETS 300 298-2, EN 301 163-1-1, EN 301 163-2-1</p>	<p>Cuando Alcatel 1640 FOX es directamente insertado en un nodo de acceso de anillo, tráfico procedente de distintos clientes pueden ser preparados en SDH común Contenedores virtuales, por medio de la célula o basada en paquetes estadísticos multiplexación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- compatible con paquetes Anillo Edge Agregador de capacidad, que proporciona Funciones Ethernet / MPLS de capa 2 con calidad de servicio diferenciada.</li> <li>- Soporte de alta densidad para Gran capacidad de enlace ascendente</li> </ul>
--	--

## 5.8 SIMULACIÓN

En coherencia al marco tecnológico de la presente investigación, se realiza la simulación para el diseño de red, que permita estudiar el comportamiento del sistema y de los dispositivos. Así se tendrá un porcentaje de seguridad, Además de plantear una posible alternativa futura, fin anhelado.

El mercado de los enlaces sin repetidor está experimentando la misma velocidad de crecimiento que el mercado de enlaces de trayecto largo. No existe riesgo de fallo por repetidor, no se requiere alimentación de potencia eléctrica, y el uso de más fibras por cable da lugar a una alta capacidad en total de transmisión. El objetivo para este tipo de enlaces es buscar la capacidad más grande posible sobre la distancia más larga posible.

Alcatel es el líder mundial con una reciente transmisión de 32 canales modulados a 40Gbit/s (1,28 Tbits/s por fibra) sobre una distancia de 250km; para enlaces de multiplexores sin repetidor, los láseres actuales liberan potencias superiores a 1W. Y para limitar la atenuación se utilizan longitudes de onda de 1.480nm; esta señal genera una ganancia óptica de 25 dB por el efecto Raman.

El sistema Alcatel de 40 Gbits/s – Plataforma 1640 OADM/WM, para transmisión DWDM a larga distancia, su diseño cumple con las

topologías de punto a punto, lineales con inserción /extracción, anillo, de malla y de transmisión hibrida permitiendo fuentes de 40Gbits con un espacio de canal de 100GHz en la región 1550 nm (banda C).

Las interfaces del cliente (tributarias) son nominalmente señales ópticas de 9,95 ó 10,664Gbits las cuales pueden escalarse sobre la misma plataforma 1640WM, a cada canal de 40Gbit/s se le asigna una longitud de onda y se adapta adecuadamente para lograr una distancia larga , utilizando la norma UIT –T G652 SSMF.

La funcionalidad de los enlaces se mide en términos de producto ancho de banda/distancia.

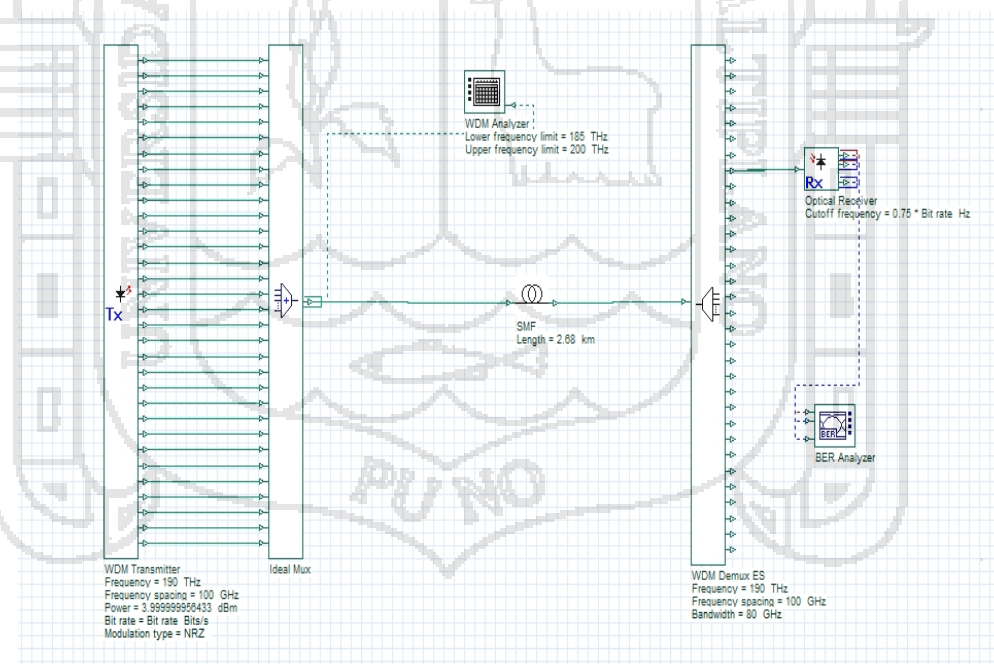


Figura 5.8.a.Simulación 1640WDM 32 canales,40Gbps

Simulación realizada para el TRAMO 01 para la plataforma 1640WM , con espesamientos de canal de 100GHz, escalable de 40GHz a 100GHz en la misma plataforma para una distancia de 2676 metros, 2,68 Km con modulación NRZ.

### ANALIZADOR BER

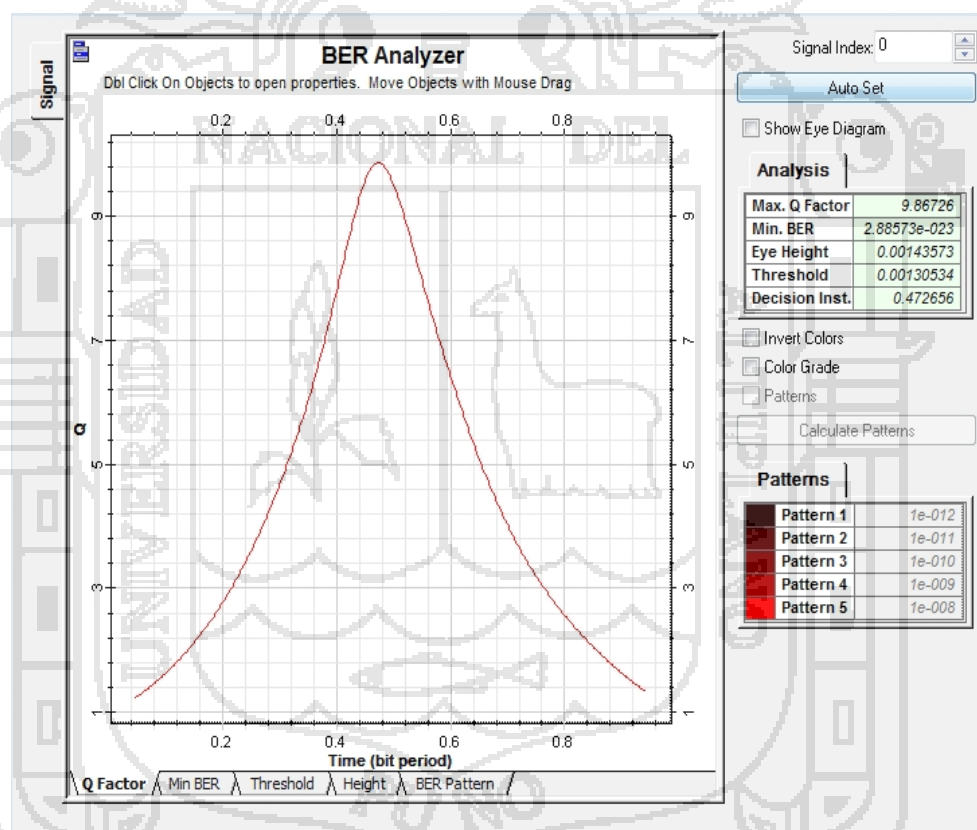


Figura 5.8.b. Analizador BER factor Q

La potencia mínima de canal que resulta es independiente del número de canales.

## ANALIZADOR BER POTENCIA MINIMA DE CANAL

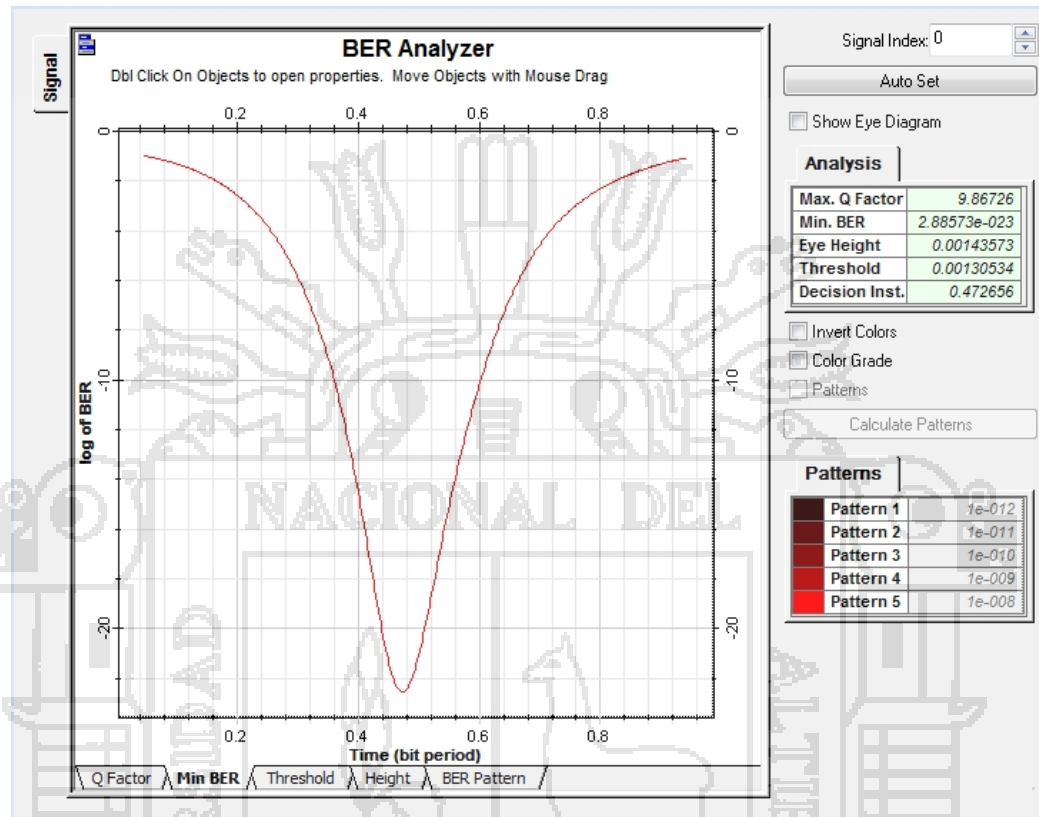


Figura 5.8.b. Analizador BER potencia mínima de canal

## ANALIZADOR WDM

En sistemas WDM reales, la potencia de salida de canal varía debido a diferentes niveles de ganancia, pudiendo también existir diferencias en las figuras de ruido de los distintos amplificadores y de los distintos canales. Además probablemente las pérdidas del vano no serán las mismas para todos. No obstante, la ecuación (I) es útil para establecer los niveles



mínimos de potencia de canal, ya que solo es necesario considerar el caso mas desfavorable (es decir, con todas las pérdidas de vano iguales al valor más elevado y teniendo encuentra el canal con potencia de salida más baja.

$$OSNR = P_{OUT} - L - NF - 10\text{Log}N - 10\text{Log}[hv \Delta\nu] \dots\dots(l)$$

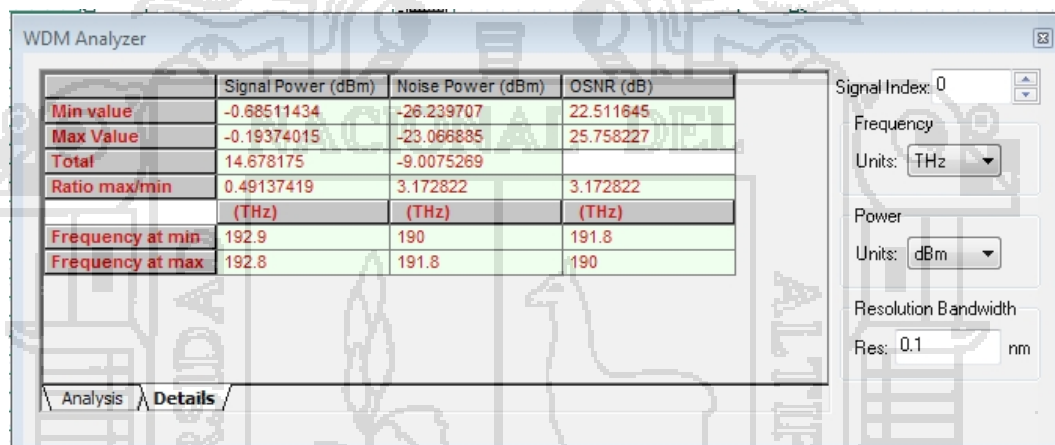


Figura 5.8.d. Analizador WDM Potencia mínima

La potencia máxima del canal se limita por los efectos no lineales de la fibra o a consideraciones relativa a la seguridad de los laser.

Determinación del intervalo entre frecuencias; para determinar los valores de las frecuencias, debe en primer lugar fijarse cual debe ser el valor mínimo del intervalo entre frecuencias 190THZ además de considerar un intervalo de frecuencia mayor a 40Ghz.

## FRECUENCIAS CENTRALES

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
190	-0.48148006	-26.239707	25.758227
190.1	-0.48629303	-23.978715	23.492422
190.2	-0.38001754	-23.83506	23.455042
190.3	-0.37080291	-24.298103	23.927301
190.4	-0.32675884	-24.559553	24.232795
190.5	-0.31016972	-24.208594	23.898424
190.6	-0.2667383	-23.98443	23.717692
190.7	-0.4002465	-24.08968	23.689434
190.8	-0.65282966	-23.786665	23.133835
190.9	-0.22354442	-23.685347	23.461803
191	-0.22601965	-24.180917	23.954897
191.1	-0.29719903	-24.153807	23.856608
191.2	-0.3137848	-24.06814	23.754355
191.3	-0.2172371	-23.291813	23.074576
191.4	-0.2732147	-23.443944	23.170729
191.5	-0.28122101	-23.724944	23.443723
191.6	-0.4059727	-23.32344	22.917467
191.7	-0.30880053	-23.895277	23.586477
191.8	-0.55523948	-23.066885	22.511645
191.9	-0.67133554	-23.874345	23.20301
192	-0.21358497	-23.988866	23.775281
192.1	-0.4954122	-24.224444	23.729032
192.2	-0.28126432	-23.857508	23.576244
192.3	-0.39039262	-23.70038	23.309987
192.4	-0.4534223	-24.586285	24.132863
192.5	-0.31152616	-24.171411	23.859885
192.6	-0.41048412	-24.21776	23.807275
192.7	-0.44105561	-25.143859	24.702803
192.8	-0.19374015	-23.661972	23.468232
192.9	-0.68511434	-25.141014	24.4559
193	-0.22731819	-23.330169	23.102851
193.1	-0.4590241	-25.70921	25.250186

Signal Index: 0  
 Frequency  
 Units: THz  
 Power  
 Units: dBm  
 Resolution Bandwidth  
 Res: 0.1 nm

Figura 5.8.e. Analizador WDM frecuencias centrales

Deberá realizarse el análisis en forma análoga para la distancia de 12,6 kilómetros, para determinar de utilización de amplificadores ópticos en caso de ser necesarios. La capacidad de la unidad de BU y configuraciones de la estación C de Salcedo proporcionarán las características finales del ancho de banda máximo; como también lo harán los requerimientos de los distritos de la bahía.

## CAPITULO VI: TELEINFORMÁTICA DE SERVICIO EN PUNO

### 6.1 TELEINFORMÁTICA - TELEMÁTICA

**Telemática**, conjunto de servicios y técnicas que asocian las telecomunicaciones y la informática. La telemática ofrece posibilidades de comunicación e información, tanto en el trabajo como en el hogar. Agrupa servicios muy diversos, por ejemplo, la tele copia, el teletexto o las redes telemáticas como Internet.

En la década de 1970, la evolución de la informática requirió la creación de nuevos servicios capaces de almacenar, recibir y procesar a distancia datos e informaciones. Ello condujo a la invención de la teleinformática, que descentralizaba mediante redes de telecomunicaciones los recursos ofrecidos por la informática. Estas redes permitieron igualmente mejorar las transmisiones de datos escritos. Con el fin de paliar la lentitud del telex y la telegrafía, se crearon la telecopia y otros servicios de oficina. Todos estos servicios informáticos proporcionados por una red de telecomunicaciones se reagruparon bajo el nombre de **'telemática', neologismo propuesto**

**por los autores franceses de un informe sobre La informática de la sociedad (1978).**

Las nuevas tecnologías no solo afectan a sectores como el informático o el de los medios de comunicación. También influyen en muchos aspectos de la vida cotidiana (el trabajo, la educación, el hogar, la salud), inmersos ya en una revolución tecnológica que tarde o temprano modificara los hábitos del ciudadano y creara nuevas costumbres, tal como ocurrió con la aparición del automóvil o de la televisión. A continuación repasamos algunos de los ámbitos en los cuales empieza a notarse el efecto de dicha revolución.

## **6.2 SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS**

La teleinformática hace posible la aplicación y utilización de servicios informáticos a través de los medios de transmisión tales como la fibra óptica, que posee en la actualidad una capacidad de transmisión que no ha sido aun utilizado en su capacidad total, proporcionando así grandes expectativas para el desarrollo de la tecnología, y la capacidad de desarrollar servicios informáticos de importancia tales como:

## 1) TELE-EDUCACION

- La educación a distancia
- Universidades virtuales.
- Capacitación empresarial

## 2) TELE-MEDICINA

- Atención al paciente vía virtual

## 3) TELE- TRABAJO

- Toda actividad que genera ingreso económico mediante el ordenador u otro.

Una prospección reciente demostró que 1,2 millones de personas ya teletrabajan en Europa: más del 5% de las empresas hacen uso de esta nueva forma de trabajar. El fenómeno del Teletrabajo en relación con las redes de comunicación y con este otro fenómeno llamado Internet tiene tal prioridad para la Unión Europea.

### 6.3. TELEINFORMÁTICA DE SERVICIO EN PUNO

Parte de la teleinformática se conoce como servicios telemáticos que hacen posible el manejo de la información, comunicación en la sociedad. (Internet)

En la actualidad tiene una gran trascendencia tanto técnica como social, lo que se denomina teleinformática: la unión de la informática y las telecomunicaciones. Tanto en la vida profesional como en las actividades cotidianas, es habitual el uso de expresiones y conceptos relacionados con la teleinformática.

En Puno en la actualidad solo se ha desarrollado la teleinformática en una forma unidireccional es decir, no ha desarrollado en una forma deseable ya que es de un carácter solo informativo. Provocando un desarrollo incompleto de la sociedad, y en consecuencia de la región.

Por lo que mejorar los servicios tele informáticos (telemáticos) de nuestro ámbito posibilita un desarrollo social-regional.

## CAPITULO VII: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se expone de forma clara los análisis realizados y los resultados obtenidos con el 100% de la muestra.

#### PREGUNTA 01.

**¿QUE ENTIENDE USTED POR SERVICIOS TELEINFORMATICOS?**

**CUADRO N° 1: NOCIÓN DE SERVICIOS TELEINFORMATICOS**

Códigos	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje %
1	- Son servicios, medios de Información	249	25%
2	- Absolutamente nada/ no se	123	12.3%
3	- Es internet	145	14.7%
4	- Tecnología de información - comunicación	119	11.9%
6	- Son servicios audiovisuales	55	5.5%
7	- Es una red de servicios de Comunicación / medio de comunicación.	177	17.7%
8	- Son servicios que nos ayudan a educarnos, trabajar.	89	8.9%
9	-otros	40	4.0%

#### INTERPRETACION

Según respuesta de las personas encuestas sobre servicios teleinformaticos, 25% refiere entender son un medio de información, lo

que evidencia que relacionan los Servicios teleinformaticos con información, Un 17.7% Refieren que es un servicio de comunicación, Un 14.7% lo relacionan con el servicio de internet, 11.9% lo asocian con tecnología de información y comunicación, 8.9% refieren que este servicio les ayuda a realizar trabajos y educarse, 5.5% lo relaciona con servicios audiovisuales, 4% dieron otras respuestas y un 12.3% refieren no conocer absolutamente nada.

Lo que evidencia un desconocimiento relativo de lo enmarcado en el concepto de servicios teleinformaticos.

#### **PREGUNTA 02.**

#### **¿CREE QUE ES NECESARIO LA IMPLEMENTACION DE ESTOS SERVICIOS?**

#### **CUADRO N°2: NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS TELEINFORMATICOS**

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje %</b>
1	- Si es necesario implementar en todo el medio rural/comunidades.	209	21%
2	- Si/si es muy importante	329	33%
3	- No	30	3%
4	- Si, yo quiero que hayan mas internet	81	8.1%
5	- Si, yo quiero para educarnos /realizar trabajos.	129	12.9%
6	- Si, para informarnos - comunicarnos	156	15.6%
7	- Si, para mis hijos (medio rural)	36	3.6%
8	- otros	27	2.7%



**INTERPRETACION**

Según respuesta de las personas encuestadas sobre la necesidad de la implementación de servicios teleinformáticos, 33% manifiesta que es Si, muy importante la implementación de estos servicios,21% afirma que Si, es necesario implementar en el medio rural, 15.6% refieren que si para informarnos y comunicarnos,12.9% afirman Que Si Queremos para educarnos - realizar trabajos,8.1% quieren mas internet,3.6% Si, para mis hijos (medio rural),3% dicen que no, 2.7% otras respuestas.

De donde se interpreta que 94.3% dan una respuesta afirmativa lo que se interpreta con un SI, y solo un 5.7% NO. Lo que afirma la necesidad de mejorar los servicios teleinformaticos de la bahía de Puno.

**PREGUNTA 03.**

**¿ACTUALMENTE CREE USTED QUE SON ADECUADOS LOS SERVICIOS TELEINFORMATICOS COMO EL INTERNET. ACTUALMENTE RECIBIDOS?**

**CUADRO N°3: CONSIDERACIÓN DE LOS USUARIOS CONCERNIENTE A LOS SERVICIOS TELEINFORMATICOS ACTUALMENTE RECIBIDOS**

Códigos	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje %
1	- No, debe haber mas internet (rural)	58	5.8%
2	- Si	318	31.9%
3	- Si, dan información, nos comunica son rápidos.	170	17%
4	- No, no existe en la comunidad.	292	29.3%
5	- Desconozco	87	8.7%
6	- <b>No, son muy caros</b>	43	4.3%
7	- No, necesitan implementarse	18	1.8%
8	- Otros	11	1.1%

**INTERPRETACION**

Según respuesta de las personas encuestadas si son adecuados los servicios teleinformaticos así como el internet. 31.9% respondieron afirmativamente SI. 29.3% que NO, no existe.17% Si, dan información, comunicación y son rápidos, lo que afirma lo positivo de la tecnología en su fin mismo. 8.7% desconoce, 5.8% desean mejores servicios de internet, 4.3% manifiestan que son muy caros lo que matiza la diferencia de posibilidades económicas para acceder a estos servicios, 1.8% manifiestan que No deben implementarse,1.1% otros.

De donde podemos considerar como afirmativa 48.9% como afirmativa SI 48.1% que NO, y 2.9% otros. Que muestra la falta de implementación de estos servicios en un 50% de la población aproximadamente.

**PREGUNTA 04.**

**¿DESEARIA QUE SE MEJOREN ESTOS SERVICIOS?**

**CUADRO N° 4: NECESIDAD DE MEJORAR LOS SERVICIOS TELEINFORMATICOS**

Códigos	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje %
1	- Si	564	56.6%
2	- Si, para informarnos	64	6.4%
3	- Si, dando charlas, orientando.	30	3%
4	- Si, para mejorar/para los estudiantes	102	10.2%
5	- Si, para la población del medio rural.	217	21.8%
6	- No	20	2%

**INTERPRETACION**

A la pregunta desearía que se mejoren estos servicios, 56.6% responden dieron que Si, 21.8% afirmaron que Si para la población del medio rural, 10.2% manifestaron que si para mejorar la educación y otros, 6.4% que si para informarse, 3% Si, con orientación y solo 2% que No.

Estadística muy significativa, que da aval a nuestro objetivo que es de mejorar los servicios teleinformaticos de la bahía con un 98%.

**PREGUNTA 05.****¿CON QUE FRECUENCIA HACES USO DE ESTOS SERVICIOS?**

**CUADRO N° 5: PERIODICIDAD DEL USO DE SERVICIOS TELEINFORMATICOS**

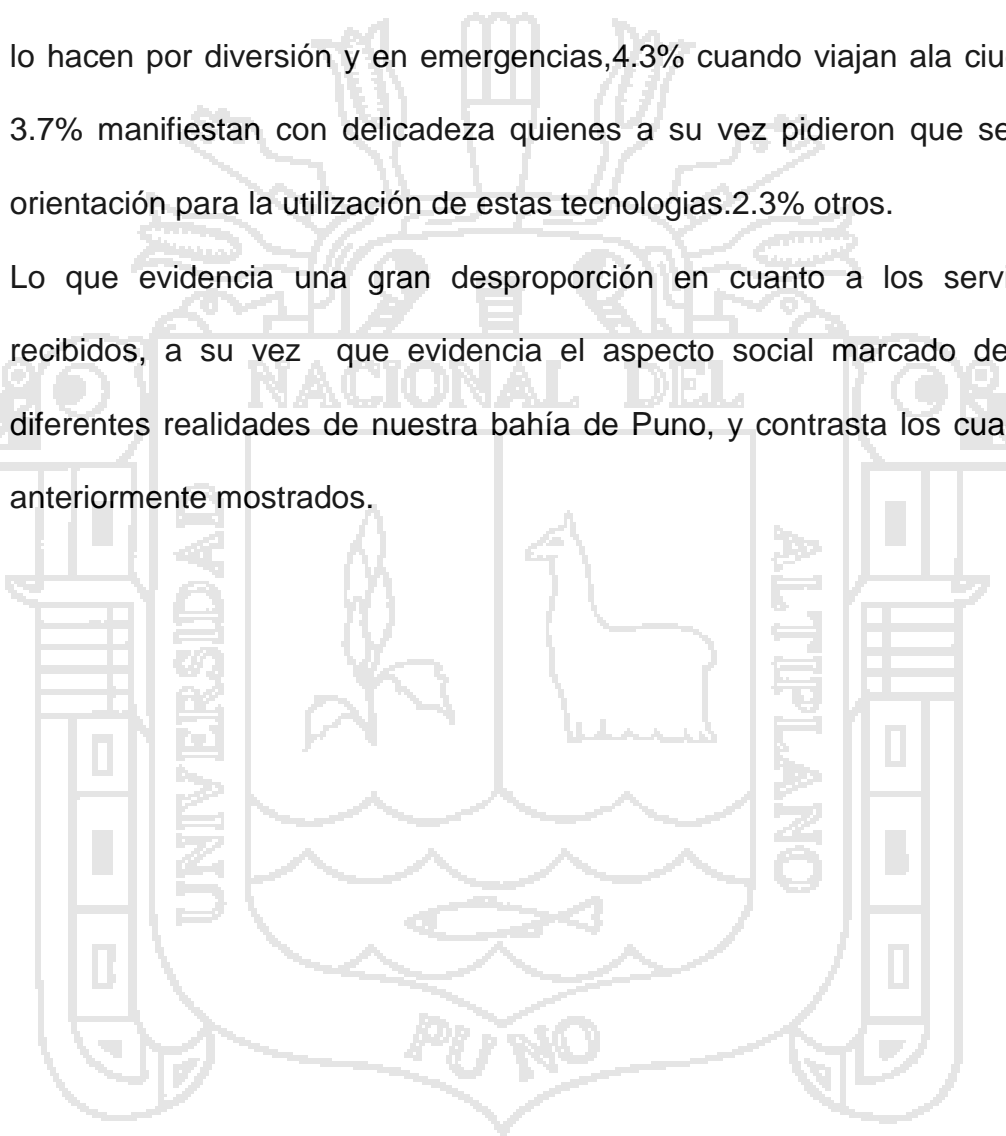
<b>Códigos</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje %</b>
1	- De vez en cuando/para Trabajos Educativos.	250	25%
2	- Siempre/ Diariamente	297	29.8%
3	- Casi nunca	65	6.5%
4	- Interdiario	60	6%
5	- Con internet/celular	60	6%
6	- No existe el servicio	116	11.6%
7	- Cuando voy a la ciudad	43	4.3%
8	- Con delicadeza/cuidado	37	3.7%
9	- Para Divertirme/Emergencias	46	4.6%
10	- Otros	23	2.3%

**INTERPRETACION**

A la pregunta final, si usted usa frecuentemente estos servicios tenemos, 29.8% que afirman que utilizan el servicio diariamente, 25% de

vez en cuando para trabajos educativos,11.6% no cuenta con en servicio respuesta que consideramos negativamente como, No utilizo estos servicios, 6.5% Casi nunca, 6% lo utiliza interdiario,6% con Internet, 4.6% lo hacen por diversión y en emergencias,4.3% cuando viajan ala ciudad. 3.7% manifiestan con delicadeza quienes a su vez pidieron que se les orientación para la utilización de estas tecnologías.2.3% otros.

Lo que evidencia una gran desproporción en cuanto a los servicios recibidos, a su vez que evidencia el aspecto social marcado de las diferentes realidades de nuestra bahía de Puno, y contrasta los cuadros anteriormente mostrados.



## CAPITULO VIII: DE CONCLUSIONES

### 8.1 CONCLUSIONES

1. La presente investigación aporta bases teóricas para La interconexión de los distritos de Puno que permitirá la implementación de SERVICIOS TELEINFORMÁTICOS.
2. Se evidencia la posibilidad de Implementar la fibra óptica marina en la bahía de Puno.
3. Las poblaciones rurales de la zona necesitan mejorar los servicios teleinformáticos.
4. Es de necesidad inmediata la implementación de los servicios Teleinformáticos en la región de Puno.

### 8.2. SUGERENCIAS

- Se sugiere que en futuras investigaciones se realice un estudio de impacto ambiental.
- Se sugiere realizar un levantamiento hidrográfico de detalle.
- Se sugiere evaluar la posibilidad de implementar nuevas rutas de fibra óptica marina.
- Se sugiere buscar alternativas en cada distrito que facilite desarrollar una red de fibra óptica metropolitana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURA, M. D. (1995). EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL LAGO TITICACA. Lima.

ALVARES, M. SISTEMAS SUBMARINOS.

AZORÍN, F. y SÁNCHEZ-CRESPO, J. L. (1994). Métodos y Aplicaciones del Muestreo. Madrid: Alianza Universidad Textos.

BARRIA, C. A. (2006). Análisis de la Tecnología IP sobre WDM. Valdivia.

Bujanos, J. B. CONVERTIDOR DE LONGITUD DE ONDA UTILIZANDO LA MODULACION CRUZADA DE LA POLARIZACION DENTRO DE UN AMPLIFICADOR ÓPTICO DE SEMICONDUCTOR.

CANAVOS, G. C. (1992) Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. México: McGraw-Hill.

Cardenas, L. (2007). Sistema de Telecomunicaciones por Cable Submarino de Fibra óptica Ixtapa . TELEFONOS DE MEXICO.

CASA ARUTA, E. (1994). 200 Problemas de Estadística Descriptiva. Barcelona: Vicens-Vives.

Comunicaciones, M. d. (2010). CABLE SUBMARINO DE FIBRA OPTICA PARA LA ISLA DE SAN ANDRES. Colombia.

COMUNICACIONES, M. D. (2001). PROPUESTA - PERÚ TELECOMUNICACIONES. Lima.

DIAS, G. R. (2008). MARCO NORMATIVO PARA LA PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LAS TIC. Lima.

FERNÁNDEZ DÍAZ, M.J. (1990). 225 Problemas de Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales. Madrid: Síntesis

GLASS, G. V. y STANLEY, J. C. (1986). Métodos Estadísticos Aplicados a las Ciencias Sociales. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Grosz, D. (s.f.). SISTEMA DE FIBRA OPTICA DE ALTA CAPACIDAD. LLamas, I. F. Aplicaciones y diseño de las rejillas en fibra óptica en la ingeniería de telecomunicaciones.

Holman J. P. (1984), Experimental Methods for Engineers, McGraw Hill Inc, U. S. A.

Jaramillo O.A. y del Río J.A. (1997), Aplicación de las Fibras Ópticas a la Energía Solar, Memoria

Minguez, A. M. (2007). CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE DISPOSITIVOS BASADOS EN HOLOGRAFÍA DINÁMICA PARA SU USO EN REDES ÓPTICAS PASIVAS.

MINGUEZ, A. M. (2007). CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE DISPOSITIVOS BASADOS EN HOLOGRAFÍA DINÁMICA PARA SU USO EN REDES ÓPTICAS PASIVAS MULTIPLEXADAS EN LONGITUD DE ONDA, WDM-PON.

Naranjo, J. S. (2006). DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PROTOTIPO PARA EVALUACIÓN DE EQUIPO DWDM PARA LA INFRAESTRUCTURA DE FIBRA ÓPTICA . Cartago: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD.

PEÑA, D. (1986). Estadística. Modelos y métodos I. Madrid: Alianza Universidad.

Perez, V. L. (2005). FACTIBILIDAD DEL USO DE REPETIDORES DE BANDA ANCHA. Guatemala.

- Perú, D. d. (2009). BITÁCORA HIDROGRÁFICA. Callao.
- PUNO, G. R. (2007). PLAN DE DESARROLLO REGIONAL CONCERTADO 2007 - 2011. Puno.
- RIBA, M. D. (1990). Modelo Lineal de Análisis de la Variancia. Barcelona: Herder.
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F.-C. (2007). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION. Mexico: Ultra.
- SANCHEZ, J. A. CARTOGRAFIA SUBMARINA. Universidad politecnica de Madrid.
- SAN MARTÍN, R. y PARDO, A. (1989). Contrastes Paramétricos y no Paramétricos. Madrid: Pirámide.
- SANZ, A. C. (2007). GENERACION DE FRECUENCIAS DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACION DE SISTEMAS WDM EN COMUNICACIONES. Granada.
- SIEGEL, S. y CASTELLAN, N.J. (1998). Estadística no Paramétrica: Aplicada a las Ciencias de la Conducta. México: Trillas.
- Tejedor, R. J. (2002). REDES DWDM METROPOLITANAS. Comunicaciones World .
- Torres, G. A. (2003). ESTUDIO DE APLICABILIDAD TECNICA Y ESTRATEGIA DEL USO DE CABLE ÓPTICO SUBMARINO EN LA COSTA DE COSTA RICA. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingenieria en Electronica.
- Trejo, J. G. (2001). TRANSMISION EN FIBRA OPTICA. Guatemala.
- Wijngaarden, P. v. (2008). Error tolerance analysis of the Telefónica.
-



## PAGINAS WEB DE REFERENCIA

Alcatel (2012), <http://alcatel.com.es/>

Cisco(2012), <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/educacion/>

Hewlett-Packard Co. (2010), <http://www.hp.com/>

Oriel Corporation (2011), <http://www.oriel.com/>

Polymicro Technologies (2008), <http://www.polymicro.com/>

(s.f.). Obtenido de <http://www.globalcrossing.com>

(s.f.). Obtenido de <http://www.diveweb.com/telecom/index.shtml>

(s.f.). Obtenido de [www.revistapoder.com](http://www.revistapoder.com)

(s.f.). Obtenido de [http://www.hondutel.hn/museo/historia\\_cable.htm](http://www.hondutel.hn/museo/historia_cable.htm)

(s.f.). Obtenido de <http://www.telegeography.com/resources/index.html>

(s.f.). Obtenido de <http://www.angelfire.com/planet/formach/TESIS.htm>

(s.f.). Obtenido de <http://www.angelfire.com/planet/formach/TESIS.doc>

(s.f.). Obtenido de <http://davidw.home.cern.ch/davidw/public/>

(s.f.). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos4/teleinf/>

(s.f.). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/33899891/FIBRAS-OPTIC>

(s.f.). Obtenido de <http://docs.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/>

(s.f.). Obtenido de [http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/](http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/)

(s.f.). Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/telecomcide/banda\\_ancha/](https://s3.amazonaws.com/telecomcide/banda_ancha/)

(s.f.). Obtenido de <http://www.visionxip.com/tecnologia.php?ipd=11>

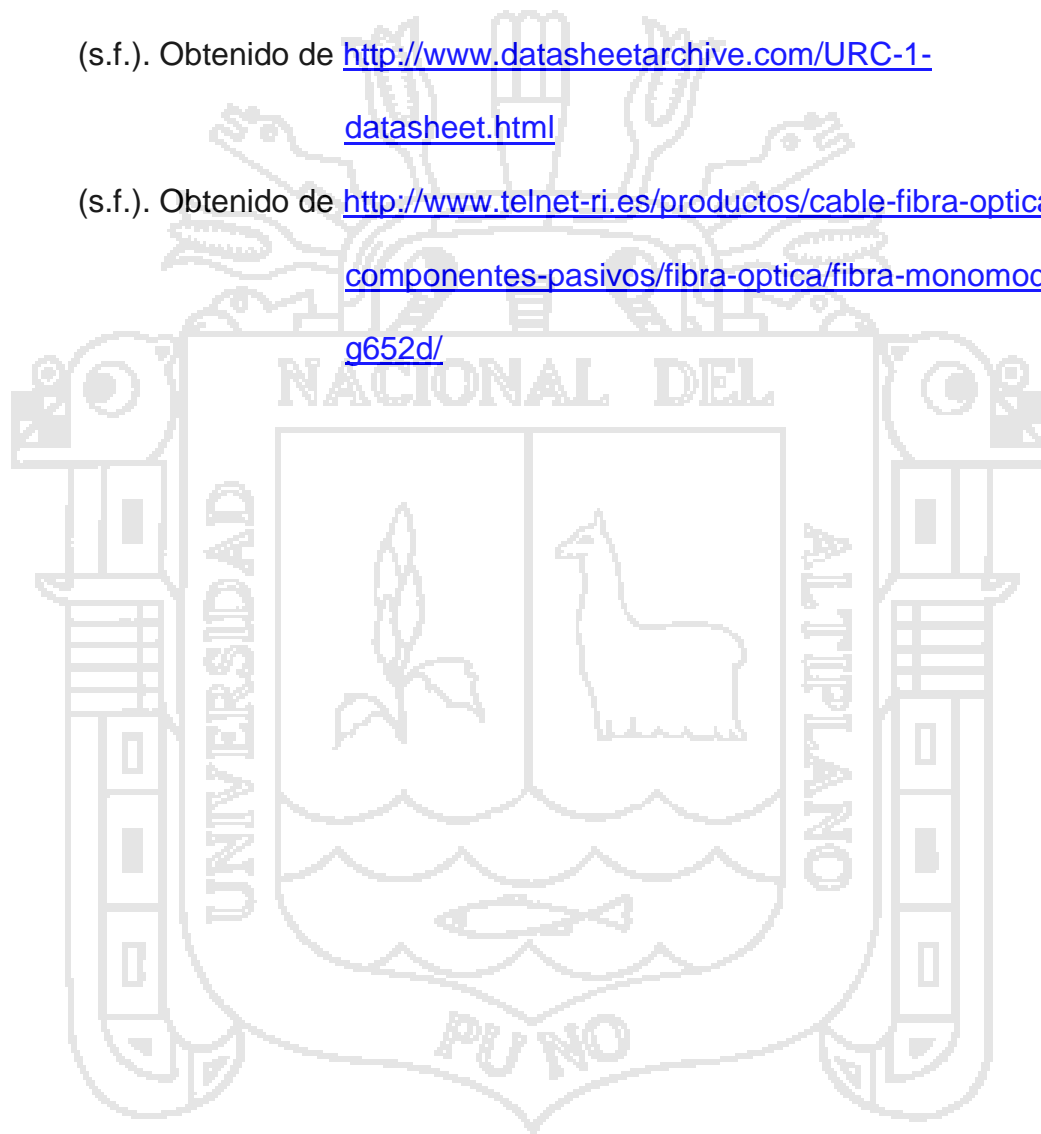
(s.f.). Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/>

(s.f.). Obtenido de <http://profesores.usfq.edu.ec>

(s.f.). Obtenido de <http://www.nexans.no/eservice/>

(s.f.). Obtenido de <http://www.datasheetarchive.com/URC-1-datasheet.html>

(s.f.). Obtenido de <http://www.telnet-ri.es/productos/cable-fibra-optica-y-componentes-pasivos/fibra-optica/fibra-monomodo-g652d/>





(ANEXO 1)

**Tabla 2.2.6.b.** Pruebas típicas en cables submarinos de fibra óptica

Referencia	Elemento de prueba	Muestra	Con rep.	Sin rep.
7.2.1	Transmisión			
7.2.1.1	Pérdida de fabricación	C	x	x
7.2.1.2	Deformación de la fibra cableada	C	x	x
7.2.1.3	Temperatura	C, J	x	x
7.2.1.4	Presión	C, J	x	x
7.2.2	Mecánico			
7.2.2.1	Tracción (fija)	C, J	x	x
7.2.2.2	Tracción (libre)	C, J	x	x
7.2.2.3	Tracción (rotura)	C, J	x	x
7.2.2.4	Fatiga	C	x	x
7.2.2.5	Polea	C, J	x	x
7.2.3	Tratamiento			
7.2.3.1	Aplastamiento	C	x	x
7.2.3.2	Impacto	C	x	x
7.2.3.3	Resistencia a la flexión	C	x	x
7.2.4	Fiabilidad			
7.2.4.1	Penetración del agua	C	x	x
7.2.4.2	Corrosión	C, J	x	x
7.2.4.3	Alta tensión	C, J	x	
7.2.4.4	Integridad del aislamiento	C, J	x	x
7.2.5	Operacional			
7.2.5.1	Adherencia	C	x	x
7.2.5.2	Tope	C	x	x
7.2.5.3	Equipo de instalación	C, J	x	x
C	Muestras de cable que han sido previamente enrolladas y desenrolladas.			
J	Muestras de cable que incluyen uniones o terminaciones.			
Con rep.	Aplicable a cables submarinos de fibra óptica con repetidores.			
Sin rep.	Aplicable a cables submarinos de fibra óptica sin repetidores.			
x	Muestra la etapa de calificación que hay que probar.			
NOTA – Cuando esté justificado, el largo de la muestra de cable agregado a las uniones o terminaciones puede acortarse para facilitar las pruebas.				

(ANEXO 2)

**ENCUESTA**

¿ QUE ENTIENDE USTED POR SERVICIOS TELEINFORMATICOS?

¿ CREE USTED QUE ES NECESARIO LA IMPLEMENTACION DE ESTOS  
SERVICIOS?

¿ACTUALMENTE CREE USTED QUE SON ADECUADOS LOS SERVICIOS  
TELEINFORMATICOS COMO EL INTERNET, ACTUALMENTE RECIBIDOS?

¿DESEARIA QUE SE MEJOREN ESTOS SERVICIOS?

¿CON QUE FRECUENCIA HACES USO DE ESTOS SERVICIOS?

Luego de realizada la Encuesta se realiza una tarea de información de los  
servicios Tele informáticos actuales y se vuelve ha realiza la en cuesta.

(ANEXO 3)

**Tabla 07 Decodificación de preguntas abiertas**

**¿QUE ENTIENDE USTED POR SERVICIOS TELEINFORMATICOS?**

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- No tengo mucha información.	36
2	- Son medios que nos dan Información	125
3	- Absolutamente nada/ no se	87
4	- Es internet	145
5	- Son servicios de información	124
6	- Tecnología de información / comunicación	119
7	- Son audiovisuales	55
8	- Una red de comunicación	21
9	- Son servicios de comunicación	53
10	- medio de comunicación	103
11	- Es una forma para hacer tu Trabajo.	21
12	- Son servicios que nos ayudan a educarnos.	68
13	- otros	40

De donde se obtiene la interpretación siguiente:

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- Son servicios, medios de Información	249
2	- Absolutamente nada/ no se	123
3	- Es internet	145
4	- Tecnología de información - comunicación	119
6	- Son servicios audiovisuales	55
7	- Es una red de servicios de Comunicación / medio de comunicación.	177
8	- Son servicios que nos ayudan a educarnos, trabajar.	89
9	-otros	40

**¿CREE QUE ES NECESARIO LA IMPLEMENTACION DE ESTOS  
SERVICIOS?**

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- Si mas que todo en el área rural	120
2	- Si	160
3	- Si para que podamos comunicarnos	15
4	- No	30
5	- Si es necesario implementar estos servicios.	14
7	- Si es necesario para hacer trabajos	24
8	- Si, yo quiero que haya en las comunidades.	75
9	- Si, yo quiero que hayan mas internet	81
10	- Si, yo quiero para educarnos.	105
11	- Si, es muy importante	169
12	- Si, para informarnos	107
13	- Si, para Comunicarnos	34
14	- Si, para mis hijos	36
15	- otros	27

De donde se obtiene la interpretación siguiente:

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- Si es necesario implementar en todo el medio rural/comunidades.	209
2	- Si/si es muy importante	329
3	- No	30
4	- Si, yo quiero que hayan mas internet	81
5	- Si, yo quiero para educarnos (ralizar trabajos).	129
6	- Si, para informarnos - comunicarnos	156
7	- Si, para mis hijos (medio rural)	36
8	- otros	27

**¿ACTUALMENTE CREE USTED QUE SON ADECUADOS LOS SERVICIOS TELEINFORMATICOS COMO EL INTERNET. ACTUALMENTE RECIBIDOS?**

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- No, deben haber mas internet	58
2	- Si	318
3	- Si, nos da información-comunicarnos	125
4	- No conozco	27
5	- Si, porque son rápidos	45
6	- No, no existe en la comunidad	292
7	- Tengo duda	60
8	- No, son muy caros	43
9	- No, necesitan implementarse	18
10	- Otros	11

De donde se obtiene la interpretación siguiente:

<b>Códigos</b>	<b>Respuestas con mayor frecuencia</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	- No, deben haber mas internet (rural)	58
2	- Si	318
3	- Si, dan información, nos comunica son rápidos.	170
4	- No, no existe en la comunidad.	292
5	- Desconozco	87
6	- No, son muy caros	43
7	- No, necesitan implementarse	18
8	- Otros	11



### ¿DESEARIA QUE SE MEJOREN ESTOS SERVICIOS?

Códigos	Respuestas con mayor frecuencia	Frecuencia de medición
1	- Si	455
2	- Si, para informarnos	64
3	- Si, yo quiero	81
4	- Si, dando charlas, orientando.	30
5	- Si, para mejorar/para los estudiantes	102
6	- Si, para la población	117
7	- Si, en zonas rurales	100
8	- Si, falta implementar	28
9	- No	20

De donde se obtiene la interpretación siguiente:

Códigos	Respuestas con mayor frecuencia	Frecuencia de medición
1	- Si	564
2	- Si, para informarnos	64
3	- Si, dando charlas, orientando.	30
4	- Si, para mejorar/para los estudiantes	102
5	- Si, para la población del medio rural.	217
6	- No	20

### ¿CON QUE FRECUENCIA HACES USO DE ESTOS SERVICIOS?

Códigos	Respuestas con mayor frecuencia	Frecuencia de medición
1	- De vez en cuando	120
2	- Diariamente	212
3	- Siempre	85
4	- Casi nunca	65
5	- Interdiario	60
6	- Con internet	35
7	- Con el celular	25
8	- No existe el servicio	116
9	- Cuando tengo trabajo el colegio.	103
10	- Cuando voy a la ciudad	43
11	- No con frecuencia puede causar daño	27
12	(medio rural)	
13	- Con delicadeza/cuidado	37

14	- Para divertirme	15
15	- Para Emergencias	31
16	- Otros	23

De donde se obtiene la interpretación siguiente:

Códigos	Respuestas con mayor frecuencia	Frecuencia de medición
1	- De vez en cuando/para Trabajos Educativos.	250
2	- Siempre/ Diariamente	297
3	- Casi nunca	65
4	- Interdiario	60
5	- Con internet/celular	60
6	- No existe el servicio	116
7	- Cuando voy a la ciudad	43
8	- Con delicadeza/cuidado	37
9	- Para Divertirme/Emergencias	46
10	- Otros	23

(ANEXO 4)

34

D. WIRRMANN

	Lago Mayor	Bahía de Puno	Total	Lago Menor	Lago Titicaca
A km <sup>2</sup> .....	6542	589	7131	1428	8559
A <sub>i</sub> km <sup>2</sup> .....	49	1	50	61	111
A <sub>i</sub> / A % .....	0.7	0.1	0.7	4.2	1.3
A <sub>E</sub> km <sup>2</sup> .....	6493	588	7081	1367	8448
L km .....	151	41		62	178
l <sub>M</sub> .....	69	30		41	69
l <sub>m</sub> .....	43	14	47	29	48
Z <sub>M</sub> .....	284	51		42	284
Z <sub>m</sub> .....	135	8	125	9	105
Z <sub>m</sub> / Z <sub>M</sub> .....	0.47	0.16	0.44	0.21	0.37
C km .....	455	155	610	305	915
DC = C / √π · A	1.59	1.80	2.04	2.28	2.79
V x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	878.7	4.8	883.5	12.36	895.86

Cuadro 1. - Parámetros morfométricos del lago (según BOULANGE y AQUIZE JAEN, 1981).

A : superficie total -- A<sub>i</sub> : superficie de las islas -- A<sub>E</sub> : superficie en agua -- L : longitud -- l<sub>M</sub> : ancho -- l<sub>m</sub> : ancho medio -- Z<sub>M</sub> : profundidad máxima -- Z<sub>m</sub> : profundidad media -- C : línea de borde -- DC : desarrollo de la línea de borde -- V : volumen.

Lago Mayor y Bahía de Puno				
Profundidad en m	Superficie en agua		Volumen	
	km <sup>2</sup>	%	m <sup>3</sup> x 10 <sup>9</sup>	%
0	6493	100	124.5	14.1
20	5407	76.3	153.3	17.4
50	4816	68	217.2	24.6
100	3886	54.8	180.3	20.4
150	3332	47	130.5	14.8
200	1948	27.5	66.6	7.5
250	800	11.3	11.1	1.2
284				
			883.5	100
Bahía de Puno				
0	588	100	1.95	40.3
5	221	37.6	0.91	18.8
10	146	24.8	1.09	22.5
20	75	12.8	0.89	18.4
50	2	0.3	0.002	0
52				
			4.84	100
Lago Menor				
0	1367	100	5.27	42.7
5	768	56.2	2.97	24.0
10	434	31.7	2.90	23.5
20	167	12.2	0.98	7.9
30	44	3.2	0.20	1.6
40	4	0.3	0.04	0.3
42				
			12.36	100

Lago Titicaca				
Profundidad en m	Superficie		Volumen	
	km <sup>2</sup>	%	m <sup>3</sup> x 10 <sup>9</sup>	%
0	8562.7	100	903.7	100
1	7541.5	88	896.2	99
2	7304.7	85	888.9	98
3	7052.7	82	861.8	97.5
4	6889.5	80	875	97
5	6754	79	868.2	96
10	6269.5	73	836	92.5
15	5963	70	805.5	89
20	5714	67	776.5	86
25	5606.5	65	748.2	83
30	5500.7	64	720.5	80
35	5411.2	63	693.3	77
40	5320.7	62	666.5	74
45	5249.2	61	640.1	71
50	5167.2	60	614.1	68

Cuadro 3. - Relaciones superficie-profundidad y volumen-profundidad según el cálculo directo (tratamiento informático).

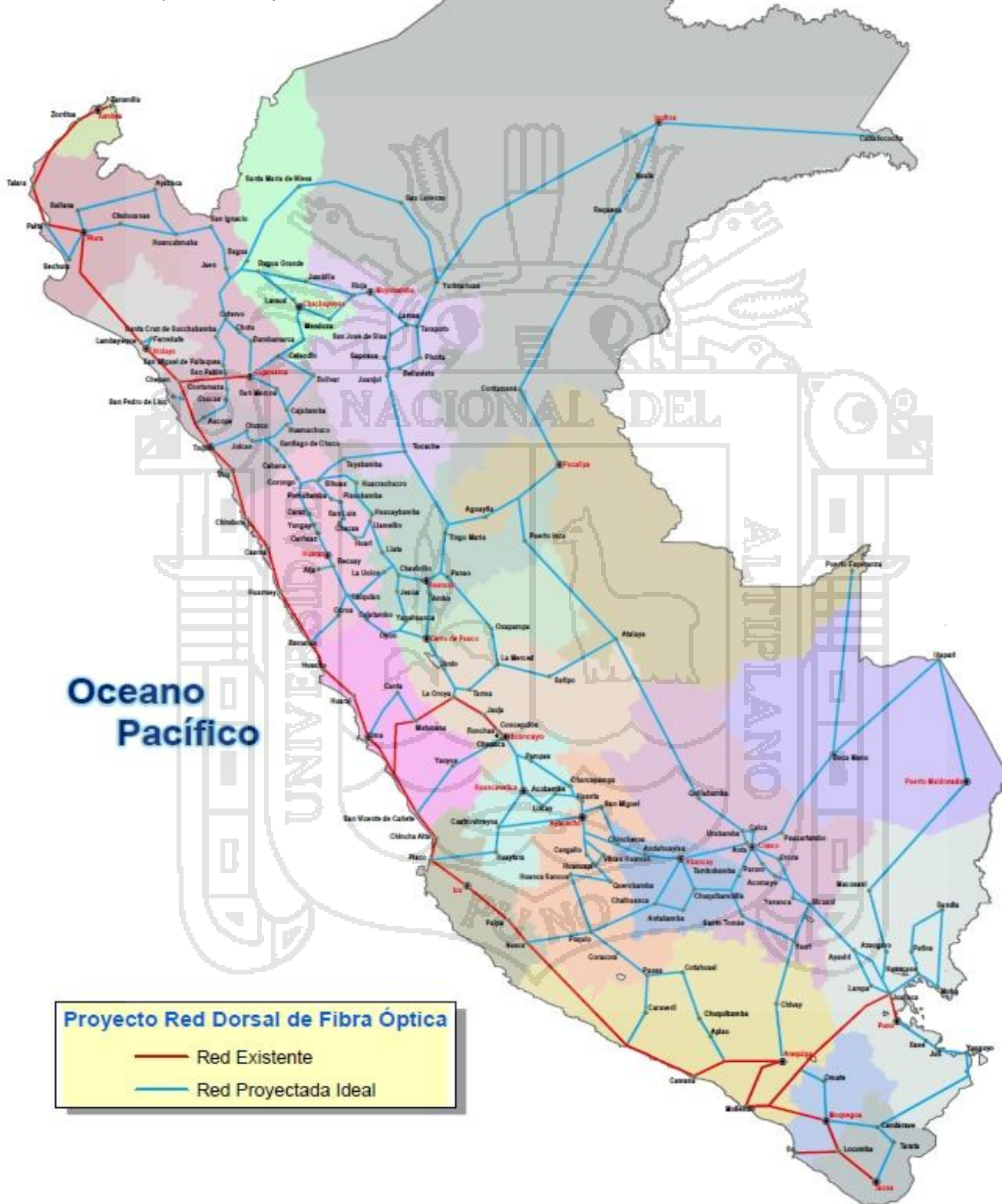
Cuadro 2. - Relaciones superficie-profundidad y volumen-profundidad (según BOULANGE y AQUIZE JAEN, 1981).

## (ANEXO 6)

## ► Cronología de los cables submarinos

1842	Samuel Morse sumerge el primer cable de telégrafo en el puerto de Nueva York.
1858	Intento de interconexión transatlántica. Falló tras 26 días.
1866	Primer cable transatlántico Europa-América del Norte: 4.260 kilómetros.
1884	Primer cable telefónico submarino entre San Francisco y Oackland (EE. UU.).
1930	Conexión telefónica Tenerife-Gran Canaria.
1953	Primer cable eléctrico HVDC entre la isla sueca de Gotland y Suecia: 98 kilómetros de longitud.
1956	Primer enlace telefónico transatlántico Escocia-Canadá con capacidad para 36 llamadas simultáneas.
1969	Conexión telefónica España-Italia.
1972	Cable telefónico BRACAN 1 que une Gran Canaria con Brasil.
1976	Cable telefónico Columbus que une España con América del Sur siguiendo el trazado del último viaje de Colón.
1986	Primer cable de fibra óptica de telecomunicaciones entre Bélgica y Reino Unido.
1988	Primer cable de fibra óptica transatlántico: capacidad para 40.000 llamadas simultáneas.
1989	Sistema de fibra óptica de telecomunicaciones entre España y Reino Unido.
1997	Primera interconexión eléctrica entre dos continentes a través de España y Marruecos: 31 kilómetros de cable bajo el estrecho de Gibraltar.
2000	Conexión de telecomunicaciones más larga: SEA-ME-WE 3 (Sureste asiático-Oriente Medio-Europa occidental), de 39.000 kilómetros.
2006	Segunda interconexión eléctrica entre España y Marruecos.
2008	Cable eléctrico submarino más largo del mundo entre Holanda y Noruega: 580 kilómetros.
2010	Enlace eléctrico península Ibérica-islas Baleares: 237 kilómetros y profundidad máxima de 1.485 metros.
2010	Conexión transpacífica de telecomunicaciones Japón-Estados Unidos: 10.000 km y un 20 % más de capacidad que en la actualidad.

(ANEXO 7)



**Proyecto Red Dorsal de Fibra Óptica**

- Red Existente
- Red Proyectada Ideal

## ABREVIATURAS

- ATM** Modo de transferencia asincrónica (*Asynchronous Transfer Mode*)
- AWG** Matriz de rejilla de guía de onda (*Arrayed Waveguide*)
- ASE** Emisión espontánea amplificada.
- BER** Tasa de bit errado (*Bit Error Rate*)
- CWDM** Multiplexación por división de longitud de onda gruesa (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*)
- DSF** Fibra de dispersión modificada (*Dispersion Shifted Fiber*)
- DWDM** Multiplexación por división de longitud de onda (*Dense Wavelength Division Multiplexing*)
- EDFA** Amplificador de fibra dopada de Erblio (*Erbium Doped Fiber Amplifier*)
- FDDI** Interfaz de datos distribuidos por fibra (*Fiber Distributed Data Interface*)
- FWM** Mezclado de cuatro ondas (*Four-Wave Mixing*)
- GE** Gigabit Ethernet
- IP** Protocolo de Internet (*Internet Protocol*)
- LASER** Emisión de radiación estimulada por amplificación de luz (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)
- LED** Diodo emisor de luz (*Light Emission Diode*)
- MAN** Redes de área metropolitana (*Metropolitan Area Network*)
- MPLS** Conmutación de etiquetas multiprotocolo (*Multiprotocol Label Switching*)
- NZ-DSF** Fibra de dispersión desplazada no nula (*Non-Zero Dispersion Shifted Fibre*)
- OADM** Multiplexor óptico de inserción/extracción (*Optical Add/Drop Multiplexer*)
- OCA** Analizador de canal óptico (*Optical Channel Analyzer*)
- OCM** Monitor de actuación óptica (*Optical Channel Monitor*)
- OPM** Monitor de actuación óptica (*Optical Performance Monitor*)

- OSA** Analizador de espectros óptico. (*OpticalSpectrumAnalyzer*)
- OSC** Canal óptico de servicio (*OpticalServiceChannel*)
- OSNR** Relación señal a ruido óptico (*OpticalSignaltoNoise Ratio*)
- OSPF** Abrir primero la trayectoria más corta (*Open ShortestPathFirst*)
- OTDR** Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (*Optical Time Domain Reflectometer*)
- OXC** Conector cruzado óptico (*Optical Cross Connect*)
- PMD** Dispersión por modo de polarización (*PolarizationModeDispersion*)
- RFA** Amplificador de fibra de efecto Raman (*RamanFiberAmplifier*)
- RSVP** Protocolo de reservación de recursos (*ResourceReservationProtocol*)
- SBS** Dispersión estimulada de Brillouin (*StimulatedBrillouinScattering*)
- SDH** Jerarquía digital Sincrónica (*Synchronous Digital Hierarch*)
- SLA** Acuerdo de nivel de servicio (*Servicelevelagreement*)
- SNMP** Protocolo sencillo de administración de redes (*Simple NetworkManagement Protocol*)
- SNT** Sistema nacional de telecomunicaciones (de Costa rica)
- SOA** Amplificador óptico de semiconductor (*Semiconductor OpticalAmplifiers*)
- SONET** Red óptica sincrónica (*SynchronousOptical Network*)
- SRS** Dispersión estimulada de Raman (*StimulatedRamanScattering*)
- TDM** Multiplexación por división de tiempo (*Time DivisionMultiplexing*)
- UIT** Union Internacional de Telecomunicaciones (*International TelecommunicationUnion*)
- VPN** Redes privadas virtuales (*Virtual Private Networks*)
- WDM** Multiplexación por división de longitud de onda (*WavelengthDivision Multiplexing*)
- XPM** Modulación de fase cruzada (*Cross-PhaseModulation*)