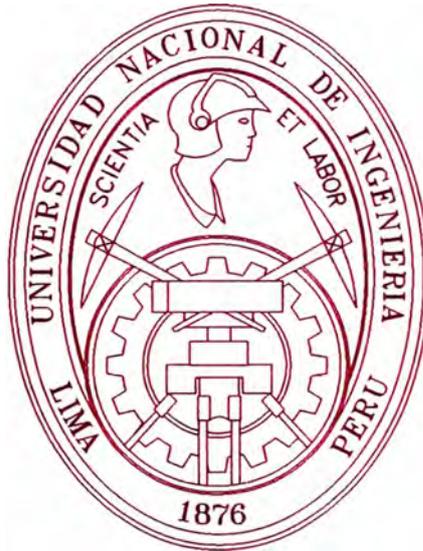


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“GESTION DE CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE
REDES DE CABLES DE FIBRA OPTICA APLICANDO LA
NORMA ISO 9001 : 2000”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

FELIPE JESUS REYES VIVANCO

PROMOCION 1984-III

LIMA-PERU

2005

**A los interesados en conocer
sobre fibra óptica y calidad**

INDICE

	Página
Prologo	1
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	
1.1 Objetivos	5
1.2 Alcances	6
1.3 Limitaciones	7
CAPITULO 2	
REDES DE FIBRA OPTICA EN OPERADORES DE TELECOMUNICACIONES	
2.1 Redes de interconexión	10
2.2 Redes de acceso	13
2.2.1 Que es banda ancha	13
2.2.1.1 Banda Ancha en acceso alámbrico	14
a) Acceso local por DSL	15
b) Acceso local por cable (cablemodem)	17
c) Otras tecnologías de acceso local	18
2.2.1.2 Banda Ancha en telefonía móvil	20
2.2.2 Requerimientos de ancho de banda de las aplicaciones	23
2.3 La fibra óptica	29
2.3.1 Historia de la FO	29
2.3.2 Estructura de la FO	31
2.3.3 Principales características de la fibra óptica	33
2.3.4 Tipos de fibra óptica	34
2.3.4.1. Fibras monomodo	34
2.3.4.2. Fibras multimodo	36
2.3.5 Parámetros ópticos de una fibra óptica	38
2.3.5.1 Atenuación	39

2.3.5.1.1 Pérdidas intrínsecas	40
2.3.5.1.2. Pérdidas extrínsecas	42
2.3.5.2 Dispersión	44
2.3.5.2.1 Dispersión modal	46
2.3.5.2.2 Dispersión cromática (CD)	46
2.3.5.2.3 Dispersión por modo de polarización (PMD)	50
2.4 Redes de cables de fibra óptica	53
2.4.1 Transmisión a través a la fibra óptica	54
2.4.1.1 Transmisor óptico	54
2.4.1.2 Receptor óptico	55
2.4.1.3 Conector y acoplador óptico	56
2.4.1.4 Empalmes de fibra óptica	58
2.4.2 Composición del cable de fibra óptica	59
2.4.2.1 Cable de estructura holgada	59
2.4.2.2 Cable de estructura ajustada	62
2.4.2.3 Materiales utilizados en los cables	63
2.4.2.4 Tipos de cables según aplicaciones especiales	66
2.4.3 Características del cable de fibra óptica	69
2.4.4 Tendencias en los sistemas de transmisión por fibra óptica	73
2.4.3.1 Sistemas DWDM	74
2.4.3.2. Sistemas CDWM	76

CAPITULO 3

CARACTERISTICAS TECNICO-OPERATIVAS DEL MANTENIMIENTO

3.1 Aspectos generales sobre la Operadora de Telecomunicaciones	78
3.1.1 Alcance del Negocio	79
3.1.2 Modelo de Negocio del Grupo Telefónica	81
3.1.2.1 Negocio de Telefonía Fija y Banda Ancha	82
3.1.2.2 Negocio de Telefonía Móvil	84
3.1.2.3 Visión, Misión y Valores	86
3.1.3 Estrategia de Negocios del grupo Telefónica	91
3.2 Consideraciones generales sobre el mantenimiento de fibra óptica	98
3.2.1 Instalaciones subterráneas	98
3.2.1.1 Tendido directamente enterrado	98
3.2.1.2 Tendido en canalización subterránea	99
3.2.1.3 Instalación del cable en conductos	101
3.2.2 Instalaciones aéreas	102
3.3 Mantenimiento correctivo de fibra óptica	103
3.3.1 Localización de la avería.	103
3.3.2 Desplazamiento y preparación de los empalmes	104
3.3.3 Ejecución de empalmes y restablecimiento de servicios	106

3.3.4 Consideraciones en daño parcial del cable	107
3.4 Mantenimiento preventivo y nuevas técnicas de mantenimiento	108
3.4.1 Medidas de fibra ópticas	109
3.4.2 Mantenimiento de repartidores ópticos	110
3.4.3 Vigilancia de las redes	112
3.4.4 Supervisión de obras de terceros	114
3.4.5 Nuevas técnicas de gestión del mantenimiento	115
3.4.5.1 El mantenimiento Productivo Total (TPM)	116
3.4.5.2 Promoción de técnicas de mantenimiento en TPM	121
3.4.5.3 Mantenimiento de calidad	125

CAPITULO 4

CONCEPTOS, TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

4.1 Concepto de calidad	129
4.2 Principios de la gestión de la calidad	131
4.3 Fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad	134
4.3.1 Base racional para los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC)	134
4.3.2 Requisitos para los SGC y requisitos para los productos	135
4.3.3 Enfoque de Sistemas de Gestión de la Calidad	136
4.3.4 Enfoque basado en procesos	137
4.4 Las 7 herramientas básicas de la calidad	139
4.4.1 Hoja de recogida de datos	140
4.4.2 Histogramas	141
4.4.3 Diagrama causa-efecto	143
4.4.4 Diagrama de pareto	144
4.4.5 Estratificación	146
4.4.6 Diagramas de correlación	148
4.4.7 Gráficas de control	149

CAPITULO 5

REQUISITOS DE LA GESTION DE LA CALIDAD: NORMA ISO 9001:2000

5.1 Que es ISO	152
5.2 La serie de normas ISO 9000	154
5.2.1 Comités de actualización del grupo de normas ISO 9000	155
5.2.2 Otras normas ISO relativas a la calidad	157
5.2.3 Marco conceptual de la norma ISO 9001:2000	160

5.3	Los principios de gestión de la calidad en ISO 9001:2000	162
5.3.1	Organización enfocada al Cliente	164
5.3.2	Participación de todo el personal	166
5.3.3	La mejora continua	168
5.3.4	Relaciones con los Proveedores	169
5.4	Estructura de la norma ISO 9001:200	171
5.4.1	Requisitos generales	171
5.4.2	Requisitos de la documentación	174
5.4.3	Manuales de aseguramiento de la calidad	175
5.4.3.1	Manual de calidad	175
5.4.3.2	Manual de procedimiento	179
5.5	Técnicas avanzadas de la gestión de la calidad	179
5.5.1	Planificación estratégica de la calidad	179
5.5.2	Benchmarking	183
5.5.3	Reingeniería de procesos	184

CAPITULO 6

ALTERNATIVAS DE MEJORAS DEL MANTENIMIENTO

6.1	Consideraciones generales	186
6.1.1	Definición de mantenimiento	186
6.1.2	Estrategias de mantenimiento	187
6.1.3	El mantenimiento centrado en la confiabilidad	188
6.2	El sistema de monitoreo remoto de fibra óptica	190
6.2.1	Descripción	190
6.2.2	Componentes del sistema	191
6.2.3	Integración con sistemas de supervisión	196
6.3	El Outsourcing en mantenimiento	197
6.3.1	Que es outsourcing	197
6.3.1.1	Las actividades distintivas	198
6.3.1.2	Ventajas del outsourcing	201
6.3.2	Outsourcing en una operadora de telecomunicaciones	204
6.3.2.1	Planificación	205
6.3.2.2	Selección	206
6.3.2.3	Implementación	207

CAPITULO 7

COSTOS RELATIVOS A LA CALIDAD	209
7.1 Costos funcionales de la calidad	211
7.1.1 Costos del control	213
7.1.1.1 Costos de Prevención	213
7.1.1.2 Costos de evaluación	215
7.1.2 Costos por fallas en el control	218
7.1.2.1 Costos por fallas internas	218
7.1.2.2 Costos por fallas externas	219
7.1.3 Datos para el cálculo del costo de la calidad	220
7.2 Costos relativos a la calidad en el mantenimiento de fibra óptica	223
7.2.1 Costos de Control	224
7.2.2 Costos por fallas en el control	225
7.2.3 La calidad ¿cuesta o no cuesta?	226
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	228
BIBLIOGRAFIA Y PÁGINAS WEB	239
GLOSARIO	248
APENDICE	

APENDICE

A. LAS REDES TELEFONICAS

B. TRANSMISION DE DATOS

C. FIBRA OPTICA: CONCEPTOS BASICOS

D. LA FIBRA OPTICA MONOMODO

E. FIBRA OPTICA MONOMODO DE DISPERSION DESPLAZADA

F. FIBRA OPTICA: FABRICACION

G. CRONOLOGIA HISTORICA DE LA FIBRA OPTICA

H. TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA OPTICA

I. EL ADSL

J. EL GIGA-ADSL

K. HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO FIBRA OPTICA

L. DATOS SOBRE CERTIFICACION ISO 9000

M. MATRIZ DE EVALUACION DE PROVEEDORES

PROLOGO

El presente informe de suficiencia profesional pretende servir de guía de referencia para el personal profesional y técnico que requiera conocer el fundamento teórico y tecnológico de los cables de fibra óptica, las técnicas de su mantenimiento y los fundamentos de la gestión de calidad que permiten desarrollar de manera óptima los procesos del mantenimiento de las redes de cables de fibra óptica monomodo en una empresa operadora de telecomunicaciones. La gestión de calidad de estos procesos está basada en la norma internacional de calidad ISO 9001:2000

Las comunicaciones apoyadas en las redes de telecomunicaciones en la primera década del siglo XXI, viene teniendo un importancia creciente en el desarrollo económico, social y cultural de cualquier país de este mundo globalizado. Para poder satisfacer la demanda de mayor tráfico generado por las comunicaciones telefónicas como de datos (Internet) tanto locales, nacionales e internacionales, las empresas operadoras de telecomunicaciones requieren contar con sistemas de transmisión digital de mayor velocidad. El soporte físico adecuado para estas redes de alta velocidad son los cables de fibra óptica, por ello las operadoras requiere contar con un área operativa que se encargue del mantenimiento de estas redes de cables de la manera más óptima y que permita mantener con alto grado

de confiabilidad y disponibilidad estos medios para asegurar la continuidad de las comunicaciones.

El presente informe está dividido en capítulos mostrando secuencialmente el tema del mantenimiento de manera sistémica y universal, permitiendo al lector contar con información relevante que le permita formarse un criterio experto sobre el tema, con aplicación a cualquier empresa operadora de telecomunicaciones.

El capítulo 1, de introducción se indica el objetivo del informe respecto a consolidar información teórica científica, tecnológica y de gestión, de manera simplificada y didáctica que permita al lector, tener una visión completa sobre el tema que permita iniciarlo en el aprendizaje continuo de estas tecnologías que irán evolucionando con mayor rapidez, así como del tema de gestión de la calidad cuya importancia está creciendo en un mercado globalizado.

En el **capítulo 2**, se describe las características generales de las redes externas de cables de fibra óptica monomodo en una operadora de telecomunicaciones, con énfasis en los detalles técnico-operativos y los requerimientos de los clientes directos usuarios. Se indica la evolución de estas redes, sus tendencias y las nuevas tecnologías que se vienen aplicando.

En el **capítulo 3**, se describe a la empresa en la cual se gestionará la calidad del mantenimiento de fibra óptica, asimismo se describe las características técnico-operativas de los procesos de mantenimiento de fibra óptica, su interrelación con las diversas áreas de la empresa y las alternativas operativas posibles. Se describe de manera simplificada las nuevas técnicas de la gestión del mantenimiento.

En el **capítulo 4**, se describe los conceptos, técnicas y herramientas actuales de apoyo a la gestión de la calidad y sus aplicación práctica en la gestión de la calidad en los procesos de mantenimiento.

En el **capítulo 5**, se describe con mayor detalle los aspectos de la norma ISO 9001:2000 que son aplicables al área de mantenimiento y los requerimientos de calidad en los diversos aspectos que se aplicarán a los procesos principales y de soporte.

En el **capítulo 6**, tratamos las alternativas modernas del mantenimiento de fibra óptica y su relación con la calidad. Se plantea el uso de sistemas modernos de monitoreo remoto para la optimización del mantenimiento, planteando los detalles de la mejora inicial de los procesos y los mecanismos de su mejora continua tanto internamente en la empresa como con los socios estratégicos (outsourcing).

El **capítulo 7**, se analiza los costos relativos a la calidad, se presenta las consideraciones de la estructura de costos que permita analizar la tendencia de los costos asociados a la calidad del mantenimiento, que permiten crear el criterio experto en las personas del área de mantenimiento, para que contribuyan al crecimiento del valor de la empresa y al aseguramiento de la calidad brindado al cliente interno.

Las conclusiones se han organizado por temáticas para un mejor orden y entendimiento.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Objetivos

El presente informe tiene como objetivos:

Ser un material de consulta para el personal profesional y técnico interesado en las redes de cables de fibra óptica monomodo utilizadas por las empresas de telecomunicaciones. Sobre la base de un fundamento teórico simplificado se tratará el avance tecnológico actual de los cables de fibra óptica, su aplicación práctica y las tendencias de las tecnologías emergentes

Brindar información simplificada sobre los conceptos de calidad y fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad, tomando como referencia la norma internacional ISO 9001:2000 que permitan motivar a su aplicación práctica y simplificada a los procesos de mantenimiento de cables de fibra óptica monomodo en una empresa de telecomunicaciones de ámbito nacional, volcando la experiencia obtenida del autor en el proceso de certificación de los procesos en los cuales participa en su centro de labores.

1.2 Alcances

El informe tratará de manera simplificada y didáctica el fundamento teórico científico de la fibra óptica, poniendo énfasis al avance tecnológico actual, su aplicación práctica y sus tendencias.

Considerando que el mantenimiento es diferente según el tipo de fibra óptica y característica del tendido, el informe se centra en los cables de fibra óptica del tipo monomodo en tendido subterráneo canalizado o directamente enterrado de una empresa operadora de telecomunicaciones a nivel nacional. No incluye el mantenimiento de redes de cables de fibra óptica submarinos, ni los tendidos en torres de alta tensión (ADSS u OPGW)

La información tecnológica brindada sobre materiales y equipamiento especializado de equipos de trabajo y de mediciones para las redes de fibra óptica monomodo se ha actualizado a lo que se oferta en el mercado globalizado al año 2004-2005. Asimismo indica las tendencias tecnológicas para los años futuros.

Para facilitar al lector continuar o ampliar sus conocimientos sobre los temas de fibra óptica, mantenimiento y calidad, facilitamos una relación de páginas Web, en las cuales hemos verificado que contiene información más amplia y confiable.

CAPITULO II

REDES DE FIBRA OPTICA EN OPERADORES DE TELECOMUNICACIONES

Hace una década (1995), las redes de cables de fibra óptica en operadoras de telecomunicaciones están solamente ligadas a los sistemas de transmisión de alta velocidad (Redes de interconexión) a quienes les servían como soporte físico de interconexión a sus sistemas que enlazaban los nodos de datos y las centrales de telefonía fija y celular a nivel local, regional, nacional e internacional.

Actualmente (2005), las redes de cables de fibra óptica no solamente han incrementado su presencia en las redes de interconexión, sino también en las redes de acceso a los Clientes y Servidores que es desde donde se inicia o genera el incremento de tráfico cursado por las redes de interconexión.

En las redes de acceso el tráfico cursado se ha incrementado básicamente por los mayores requerimientos de los usuarios sobre servicios (transmisión de datos, Internet) que demandan mayor ancho de banda.

Por ello es muy importante para las personas relacionadas al mantenimiento de fibra óptica conocer las características actualizadas de las redes de interconexión y acceso

por fibra óptica y como los usuarios finales generan el mayor tráfico que tiene incidencia en la manera de operar y mantener las redes ópticas.

2.1 Redes de Interconexión

Este tipo de red, está constituido por los enlaces que unen o interconectan las centrales telefónicas y nodos conmutadores de datos a nivel metropolitano o nivel regional. Las distancias de estos enlaces pueden variar entre los 5 a 500 kilómetros. Aunque los enlaces pueden ser por radio o par de cobre con repetidoras, la solución técnica-económica más utilizada a nivel mundial en el enlace por cable de fibra óptica monomodo, tanto a nivel terrestre, aéreo o submarino.

2.1.1 Características de la redes de interconexión

a) Enlaces de alta velocidad

Los enlaces de interconexión por cursar tráfico intercentrales, son los enlaces ópticos que sirven de soporte a sistemas de transmisión de alta velocidad. Debido a que es muy costoso realizar un tendido adicional o paralelo al existente, se debe aprovechar de la mejor manera las fibras ópticas disponibles en estos enlaces. Por ello se han desarrollado nuevas tecnologías de transmisión como el WDM que permiten el aumento de velocidad de transmisión por fibra óptica utilizada.

La velocidades más usual es de 2.5 Gbps por par de fibra en sistemas de transmisión PDH o SDH y por longitud de onda en sistemas DWDM.

b) Tendido diverso

El tendido de los enlaces de interconexión se efectúa generalmente en forma paralela a vías de fácil acceso existentes, como: carreteras interurbanas, vías ferroviarias, líneas de gasoductos y líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. Por tanto el tendido puede hacerse con cable directamente enterrado, tendido en canalización de ductos, tendido aéreo en postes y en cable de guarda en líneas de alta tensión.

c) Uso de repetidores o amplificadores

Debido a la atenuación de la luz a lo largo de la fibra, los enlaces de fibra óptica que cubren grandes distancias podrán requerir el uso de repetidores; esto es, un dispositivo que recibe los pulsos de luz, los convierte en pulsos eléctricos, los amplifica y los convierte nuevamente en pulsos luminosos para inyectarlos en el siguiente tramo de fibra.

Mientras que con el sistema de cables de cobre se requieren repetidores cada dos kilómetros, con el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 150 km. Con suficientes repetidores, este sistema puede transmitir las señales a cualquier distancia a lo largo y ancho de nuestro planeta. Actualmente se usa los amplificadores ópticos que no requieren

convertir la señal óptica en eléctrica para amplificar la señal, sino es amplificada la señal óptica recibida.

Record Guinees: El cable de fibra óptica más largo del mundo, de 28,000 kilómetros, ocupa un lugar en el libro Guinness de récords como la estructura más extensa hecha por el hombre. De Miura, Japón, a Porthcurno en Gran Bretaña, este cable tiene puntos de contacto en 11 países. Su centro operativo se encuentra en los Emiratos Árabes Unidos.

d) Atenuación total

Debido a la gran distancia que pueden tener los enlaces de interconexión interurbana, es muy importante el control de la atenuación total del enlace de fibra óptica (dB). Los sistemas de transmisión que operan en estos enlaces pueden tener un rango dinámico (atenuación máxima permitida) muy cercano a la atenuación total del enlace óptico, por tanto llegan a operar con un reducido margen de seguridad en la atenuación total, generándose riesgos de incomunicación cuando se producen atenuaciones parciales que elevan la atenuación total del enlace óptico por encima del rango dinámico del sistema de transmisión.

Margen de seguridad = $\frac{\text{Atenuación total del enlace óptico}}{\text{Rango dinámico del sistema transmisión}}$

Rango dinámico del sistema transmisión

2.2 Redes de Acceso

Las redes de acceso son los soportes físicos que permiten la interconexión de las centrales telefónicas y de datos con los usuarios finales.

Antes de la era Internet, las redes de acceso de fibra óptica estaban orientadas básicamente a la atención de Clientes Corporativos que requerían servicios de comunicaciones entre sus diversas áreas comerciales, técnicas y administrativas que muchas veces ubicadas en diversos lugares.

Con el inicio de la era de la globalización e Internet, los requerimientos de servicios que demandan velocidades mayores de transmisión (banda ancha) se incrementaron considerablemente superando el tráfico de voz. Esta mayor demanda generó la oferta de redes de acceso a mayores velocidades.

2.2.1 Que es Banda Ancha

Tres de las consultoras más importantes del mercado definen la banda ancha de la siguiente forma:

- a) “Conexión de alta velocidad a partir de velocidades de 256 kbps y superiores en la dirección de bajada” (IDC)

- b) “Banda Ancha son, en general, todos aquellos sistemas bidireccionales (simétricos o asimétricos) que permitan una velocidad de transmisión sensiblemente superior a la actual de Internet residencial de 56kbps” (Accenture)

c) “Banda Ancha constituye una conexión a velocidad simétrica por encima de 128 kbps para el usuario residencial y por encima de 2 Mbps para usuarios empresariales” (Morgan Stanley Dean Witter)

Nosotros, para concretar más la definición de banda ancha, distinguiremos entre las tecnologías fija y móvil, para las que la velocidad que delimita las conexiones es distinta.

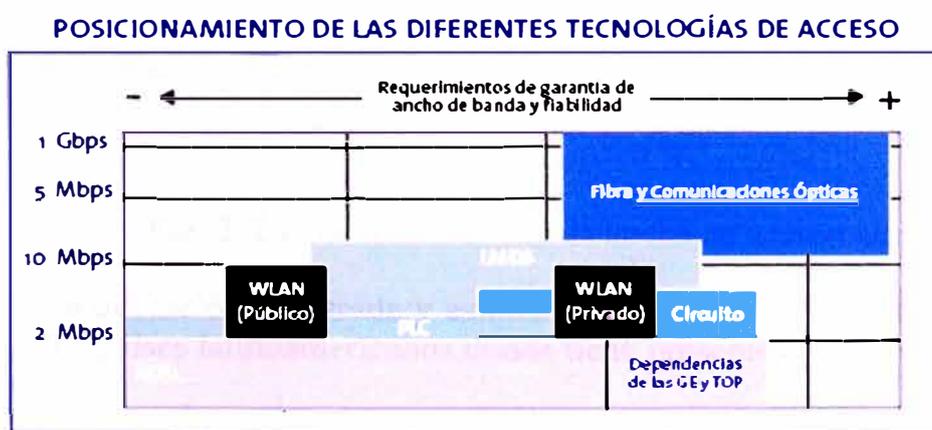


Fig. 1: Tecnología de acceso de banda ancha.

Se observa que la fibra óptica es la única tecnología que satisface los requerimientos de mayores anchos de banda y fiabilidad

2.2.1.1 Banda Ancha en acceso alámbrico

Dentro de las comunicaciones fijas o terrestres, podemos distinguir una serie de tecnologías que proporcionan servicios de banda ancha.

En el siguiente gráfico podemos ver sus perspectivas de evolución:

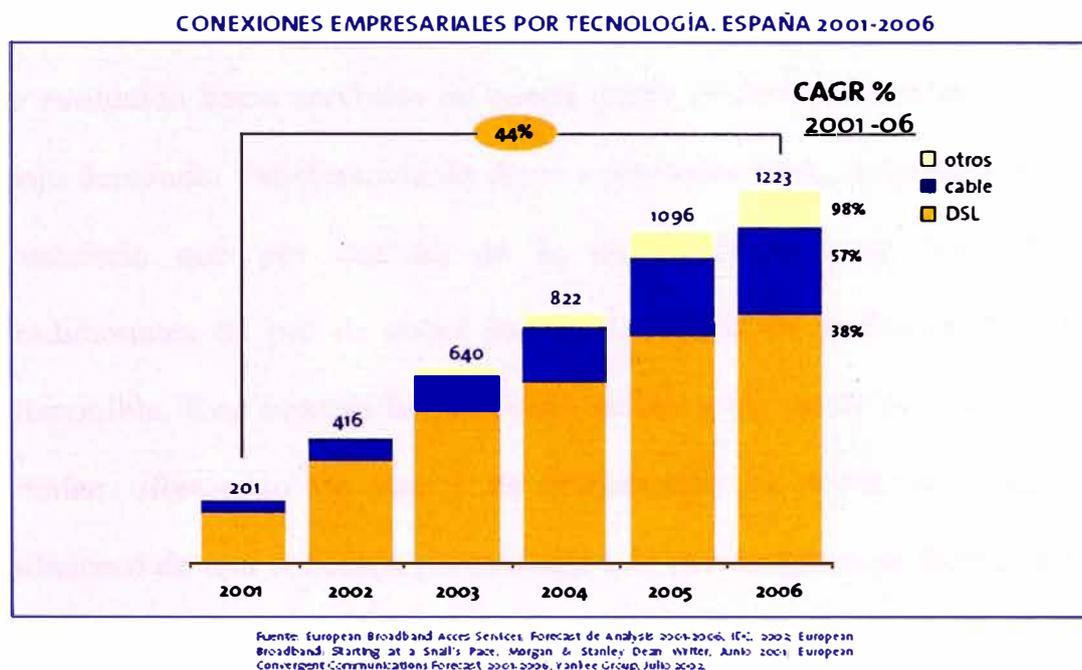


Fig. 2: Evolución de la Banda ancha en acceso alámbrico

La evolución registrada y estimada para España es similar al resto de los países latinoamericanos donde tiene presente el grupo Telefónica.

a) Acceso local por DSL

Tecnología de acceso basada en el uso de las líneas telefónicas tradicionales (par de cobre), que permite el uso simultáneo de la línea para la transmisión de voz y datos aportando, además, una conexión permanente a la red de datos.

Hasta ahora la infraestructura de acceso disponible (bucle de abonado) sólo podía transmitir caudales de 64 kbps en la banda de frecuencia inferior de 4KHz, o lo que es lo mismo, sólo servía para las comunicaciones de voz y transmisión de datos en banda vocal

mediante módem. Esta limitación de caudal suponía un obstáculo para la evolución hacia servicios de banda ancha (videoconferencia, vídeo bajo demanda, transferencia de datos a alta velocidad,...), hasta que se descubrió que por encima de la banda de voz de las redes tradicionales de par de cobre hay casi 10MHz de ancho de banda disponible. Este espacio ha permitido añadir a los servicios que ya se venían ofreciendo de voz y de transmisión de datos, la ventaja adicional de una conexión permanente a la red de datos, de forma que no se requiere de una llamada telefónica para el establecimiento de la conexión como ocurre con los módem en banda vocal.

El uso efectivo de este ancho de banda es altamente dependiente de la longitud y calidad del par de cobre: cuanto más se reduce la longitud del cable de cobre, el ancho de banda disponible se incrementa.

La necesidad de dar respuesta a los requerimientos de distintos usuarios en cuanto a accesos simétricos o asimétricos y a distintos rangos de velocidades, ha dado lugar a la aparición de múltiples variantes desarrolladas implementando DSL, desde el ya famoso ADSL pasando por el HDSL, SDSL, VDSL, o el G.shdsl.

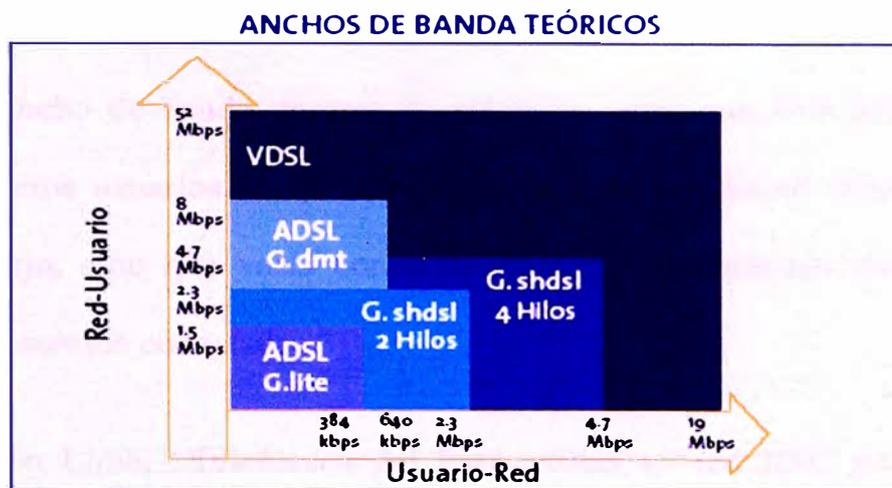


Fig. 3: Velocidades de acceso local por XDSL

Red-Usuario: velocidad de bajada de información desde la Red

Usuario-Red: velocidad de envío de información del usuario a la red

En el Perú, Telefónica del Perú, utiliza sus redes existentes de pares de cobre para brindar el servicio de acceso a Internet llamado Speedy. A dic. 2004 tiene cerca de 200,000 Clientes a nivel nacional

b) Acceso local por Cable (Cablemodem)

Se trata de una tecnología similar a la del DSL, pero en vez de separar las señales de datos y voz, separa los datos y la señal de TV posibilitando de igual forma el acceso simultáneo.

La principal desventaja, sin embargo, es que el despliegue de infraestructura (red HFC) en la mayoría de los países es inferior al de la red telefónica de par de cobre. Además, mientras que en las redes telefónicas de circuitos a cada usuario se le asigna una conexión

dedicada, el usuario de cable módem no utiliza una cantidad fija de ancho de banda durante su conexión, sino que comparte la red con otros usuarios. Esto supone que el ancho de banda disponible no es fijo, sino que varía considerablemente dependiendo del número de usuarios conectados.

En Lima, Telefónica del Perú utiliza su red HFC para brindar el servicio llamado CableNet de acceso a Internet. Tiene a Dic. 2004 aprox. 35,000 Clientes. Muchos de los Clientes de este servicio vienen migrando al servicio Speedy (ADSL) por sus ventajas tecnológicas y económicas

c) Otras Tecnologías de acceso local

c1) Red de Fibra Óptica

La fibra óptica proporciona una conexión directa de la red de comunicaciones a cada ubicación, a través de una red HFC (Híbrida Fibra Coaxial) o con un enlace de fibra directamente al edificio. Se trata de un conjunto de equipos e instalaciones que conectan los elementos terminales de la red de transporte con los terminales de los usuarios. Las redes de acceso de fibra óptica se pueden clasificar en función del lugar donde se instala el terminador óptico de red

- Fibra hasta la acera, Fiber To The Curb (FTTC).

- Fibra hasta el edificio, Fiber To The Building (FTTB).
- Fibra hasta el hogar, Fiber To The Home (FTTH).
- Fibra hasta el escritorio, Fiber To The Desk (FTTDH).

La disponibilidad de infraestructuras de transporte y acceso basadas en fibra óptica en los entornos metropolitanos permite la provisión de servicios flexibles y dinámicos de prestaciones avanzadas, tanto limitados al ámbito metropolitano (RPVs metropolitanas), como servicios de acceso a otras redes (Internet, o RPV en entorno WAN).

En el Perú, solo se utiliza la red FTTB para Clientes Corporativos.

Una vez desplegada la infraestructura física de red, el servicio utiliza tecnología Ethernet como protocolo que corre sobre la fibra, facilitando el acceso de alta velocidad. Ethernet es una tecnología de red de área local (LAN) que transmite información entre ordenadores a velocidades de 10 y 100 Mbps o superiores. Hay varias tecnologías LAN actualmente en uso, pero Ethernet es la más popular, al proporcionar la mejor relación coste/rendimiento para accesos de alta velocidad.

C2) PLC (Power Line Comunications)

Es una tecnología de acceso al hogar en fase de prueba, que utiliza la red eléctrica de baja y media tensión para la transmisión de voz y datos entre el centro de transformación (CT) y el terminal de red. A partir del CT, se utilizan redes de telecomunicaciones tradicionales (Fibra óptica, LMDS, líneas punto a punto). Esta tecnología posibilita comunicaciones seguras, es de fácil implantación, y alcanza velocidades de transmisión entre 2 Mbps y 20 Mbps.

En el Perú esta tecnología todavía no ha sido implantada

2.2.1.2 Banda Ancha en Telefonía Móvil

Toda personal relacionada al mantenimiento de fibra óptica debe conocer las alternativas tecnológicas de banda ancha inalámbrica, debido a que debe tener una visión global de las modernas tecnologías para contar con el criterio técnico-económico de las alternativas que pueden satisfacer los requerimientos de los Clientes.

Las tecnologías móviles se clasifican según su generación: 2G, 2.5G y 3G. Las dos primeras están principalmente centradas en servicios de voz, aunque han ido evolucionando hacia mayores capacidades de transmisión de datos impulsados por la definición de los estándares 3G. Las actuales redes móviles europeas están basadas en las tecnologías GSM/GPRS, y se prevé que la introducción de la tecnología UMTS esté

disponible a mediados del 2005 en España

a) GPRS

Uno de los motores del desarrollo de los sistemas de 2G de móviles es la posibilidad de proporcionar servicios de datos. Por tal motivo nace el GPRS (General Packet Rate Service). El GPRS (basado en el estándar GSM) es un servicio de acceso a datos en el que la transmisión de la información en paquetes se puede realizar a diferentes velocidades, soportando hasta 114 kbps. Los usuarios utilizan el canal según sus necesidades y con una conexión permanente, con lo que no es necesario establecer la comunicación para cada nueva llamada, ni existen costes de establecimiento de llamadas, ni tiempos de conexión.

b) UMTS

UMTS representa una evolución en términos de servicios y velocidad de acceso con respecto a los actuales servicios de 2G de móviles. También denominada banda ancha móvil de 3G, UMTS es un servicio de comunicaciones basado en paquetes para la transmisión de texto, voz digital, vídeo y multimedia, a velocidades de hasta 2 Mbps.

Esta nueva tecnología de tercera generación permitirá(1) disponer de más canales y de mayor capacidad, por lo que será adecuada para aquellas aplicaciones que impliquen un uso masivo de recursos de

capacidad, tales como acceso a Internet de banda ancha, descarga de vídeo o videotelefonía. A mediados del 2005 se estima que estarán disponibles los primeros terminales UMTS, y será entonces cuando se produzca el lanzamiento comercial de estos nuevos servicios.

c) Redes inalámbricas (WLAN)

Se trata de una red a la cual los usuarios pueden conectarse a través de una conexión de radiofrecuencia (wireless). Los dispositivos Wireless LAN están teniendo uno de los mayores crecimientos en el mercado. Se ha pasado de 5 millones de unidades en el 2001, a 9 millones en el 2002, y 34 millones previstos para el 2005. Según aumenta su popularidad, los fabricantes están intentando añadir valor a sus productos mediante extensiones propietarias, tales como accesos de 22 Mbps y funcionalidades de seguridad y gestión, ordenadores portátiles o dispositivos móviles (PDAs, cámaras), y además comienzan a integrar las tarjetas de conexión de serie.

Los elementos que están potenciando el uso de esta tecnología son la movilidad de los usuarios y sus reducidos costes y plazos de instalación, tanto para las diferentes dependencias de la empresa como en las áreas más o menos públicas, donde se espera que el acceso a Internet esté presente en forma de servicio de valor añadido de cafeterías, salas VIP o centros de conferencias.

2.2.2 Requerimientos de ancho de banda de las aplicaciones

Para la correcta elección de la tecnología necesaria en cada caso, se deben tener en cuenta las velocidades comerciales que están disponibles, el tipo de aplicaciones que se van a cursar, y el gasto que se puede asumir. La relación entre el ancho de banda, las aplicaciones y los usuarios es cada vez más estrecha y por lo tanto, dependiente.

El incremento en las necesidades de ancho de banda se debe sobre todo a la cada vez mayor dependencia entre las aplicaciones y las comunicaciones, lo que hace que su evolución vaya alineada según un **ciclo** reforzante que consta de dos etapas diferenciadas en su definición, pero difusas en su delimitación:

- **Nuevas aplicaciones.** La disponibilidad de un mayor ancho de banda fomenta la aparición de nuevas mejores aplicaciones, que aumentan la productividad y generan ahorros. A su vez, estas aplicaciones necesitan de nuevas soluciones de comunicaciones, que obligan a disponer de un mayor ancho de banda.
- **Nuevas tecnologías de acceso.** Las nuevas aplicaciones hacen que se incremente la búsqueda y demanda de nuevas tecnologías de acceso con un mayor ancho de banda. La existencia de soluciones avanzadas de comunicaciones con grandes anchos de banda, fomenta la aparición de nuevas aplicaciones más potentes que requieren de un gran caudal

Factores determinantes del ancho de banda

La cantidad de ancho de banda necesaria, y por lo tanto el servicio de comunicaciones que más se adapta, viene determinada por las aplicaciones que se van a soportar en cada caso y el número y perfil de los usuarios de las mismas. Además, la existencia de distintas arquitecturas y orientaciones de negocio determinan la necesidad de definir para cada una de ellas una infraestructura de banda ancha adecuada a sus requerimientos.

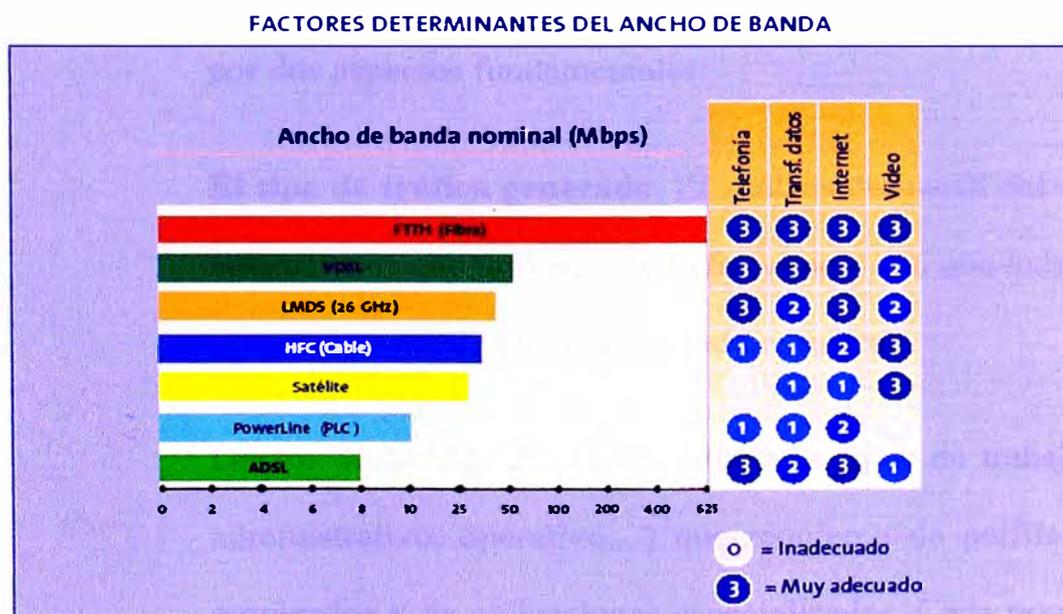


Fig. 4: Tecnología adecuada según el ancho de banda requerido

Se observa que la fibra óptica satisface adecuadamente las mayores exigencias de banda ancha.

Los servicios de banda ancha que la empresa requiere vienen definidos por el análisis de dos aspectos que determinan el “punto de equilibrio” en las necesidades de ancho de banda. Estos dos aspectos a analizar son:

- El consumo de ancho de banda por usuario.
- La concurrencia de usuarios.

a) El consumo de ancho de banda por usuario

Las necesidades de ancho de banda por usuario vienen determinadas por dos aspectos fundamentales:

El tipo de tráfico generado. El análisis del perfil del empleado, de las aplicaciones que utiliza, y de la frecuencia con que lo hace, determinará el ancho de banda que el empleado requiere.

Dentro de la empresa existen distintos tipos de trabajo (organizativo, administrativo, operativo,...) que requieren de perfiles específicos de empleados y de aplicaciones especializadas. Cada uno de ellos tendrá, además, unas necesidades de comunicaciones concretas según la mayor o menor accesibilidad a información que requiera. Esto, unido a las necesidades de ancho de banda de las propias aplicaciones, determinará el volumen de información transmitido por tipo de usuario y por lo tanto, las necesidades de ancho de banda.

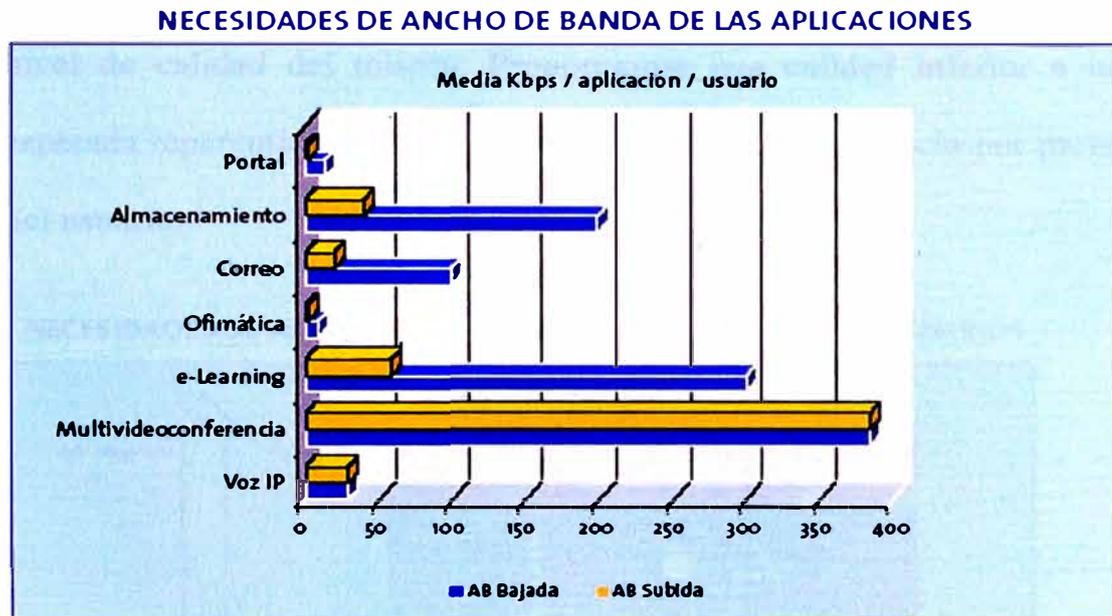


Fig.5: Necesidades de ancho de banda de las aplicaciones

La calidad de servicio es el otro aspecto que influye en la cuantificación del ancho de banda necesario por empleado. En este caso, el nivel de calidad hace referencia a la percepción que el propio usuario tiene del servicio o aplicación, variando de forma notable de unas aplicaciones a otras.

El usuario tiene una percepción diferente de los servicios y establece requerimientos también distintos para cada uno de ellos. Por ejemplo, el nivel de calidad establecido para una aplicación como el correo, por su carácter asíncrono, es muy distinto del nivel de calidad esperado para una aplicación como la videoconferencia, que presenta unos requerimientos más rigurosos de sincronismo.

Por lo tanto, es importante conocer la percepción que tiene el usuario sobre un servicio, para poder definir con la mayor exactitud posible el nivel de calidad del mismo. Proporcionar una calidad inferior a la esperada repercutirá en un descenso en el uso de ese servicio por parte del usuario.

NECESIDADES DE ANCHO DE BANDA EN BASE AL NUMERO DE USUARIOS

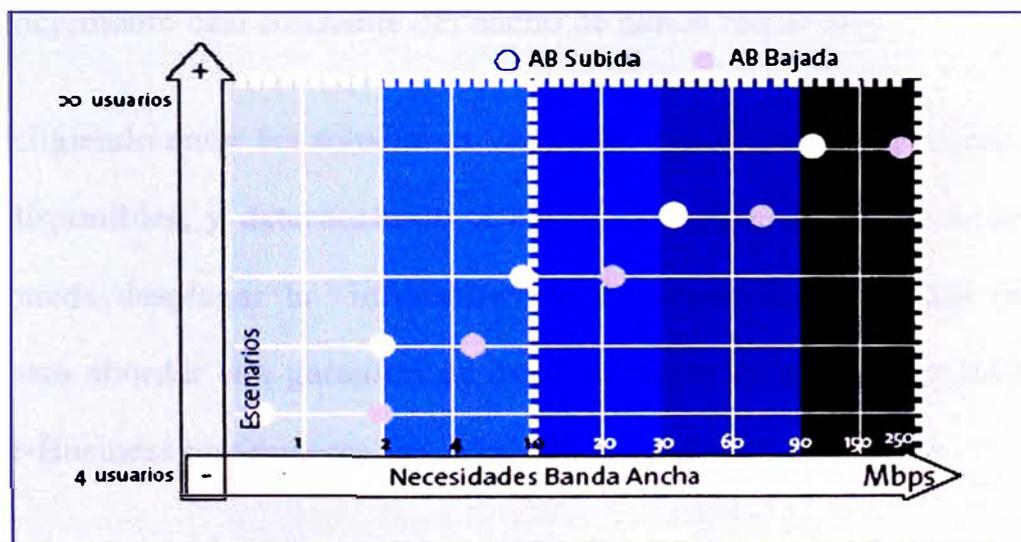


Fig.6: Necesidades de ancho de banda según cantidad de usuarios

b) Concurrencia de usuarios

Además de conocer el consumo por usuario, hay que determinar cuántos empleados trabajan de forma concurrente para poder dimensionar el ancho de banda necesario en cada una de las ubicaciones de la empresa. Para ello, se cuantifica el número de veces que se utiliza cada aplicación en los picos más altos de uso (hora punta), y cuál es el número de usuarios por oficina que comparten las comunicaciones.

Adicionalmente al análisis de estos aspectos, hay que tener en cuenta la evolución de la empresa en el corto/medio plazo. La creciente demanda de nuevas aplicaciones y servicios, así como la búsqueda de una mayor eficiencia y productividad, sin olvidar la influencia de la evolución del mercado, provocan una actualización continua de las plataformas y soluciones tecnológicas de la empresa, lo que se traduce en un incremento casi constante del ancho de banda requerido.

Eligiendo entre las soluciones empresariales de acceso de banda ancha disponibles, y determinando el ancho de banda necesario, la empresa puede desplegar la infraestructura de comunicaciones que necesita para abordar con garantías de éxito la puesta en marcha de iniciativas e-Business que mejoren sus procesos.

2.3 La fibra óptica

Conociendo que las operadoras de telecomunicaciones requieren el uso de la fibra óptica en sus redes de interconexión y de acceso local, conoceremos en mayor detalle este elemento tecnológico que ha permitido el desarrollo de las telecomunicaciones en los últimos años a nivel mundial.

En términos sencillos se puede decir que la Fibra Óptica es un filamento de vidrio de alta pureza, sumamente delgado (similar a la de un cabello humano, 0.125 mm de diámetro), extremadamente compacto y flexible. Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. Tienen un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia.

Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

2.3.1. Historia de la fibra óptica

La historia de la comunicación por fibra óptica se remonta hasta antes de 1977, cuando se instaló un sistema de prueba en Inglaterra. Dos años después, ya se producían cantidades importantes de este material.

Las fuentes de luz usuales, como los focos incandescentes y los tubos de neón, emiten una combinación de luz de muchos colores, o longitudes de onda. En 1959, se descubrió una manera de producir luz de una sola longitud de onda: el LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Es por esto que decimos que la luz de un láser es "coherente", y puede producir haces de luz muy intenso.

El láser se empleó en las telecomunicaciones con el fin de que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura. Sin embargo, aquel uso del láser era muy limitado pues no existían los conductos y canales adecuados para conducir esa luz. Fue entonces cuando los expertos en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal y obtuvieron lo que hoy se conoce como fibra óptica.

Resumidamente indicamos principales hitos de la evolución de la fibra óptica:

1970 Corning obtiene fibras con atenuación 20 dB/km.

1972 Fibra Óptica con núcleo líquido con atenuación 8 dB/km.

1973 Corning obtiene Fibra Óptica de SiO₂ de alta pureza con atenuación 4 dB/km y deja obsoletas a las de núcleo líquido.

1976 NTT y Fujikura obtienen Fibra Óptica con atenuación 0,47 dB/km en 1300 nm, muy próximo al límite debido a factores intrínsecos (Rayleigh).

1977 se instala un sistema de prueba en Inglaterra.

1979 Obtienen atenuaciones 0,12 dB/km con fibras monomodo en 1550 nm.

2005 Las fibra ópticas comerciales tienen 0.20 dB/Km. En 1550nm.

El uso de la fibra óptica en las redes de telecomunicaciones se incrementó cuando se superaron básicamente los problemas siguientes:

- La atenuación se redujo de 5 dB/Km a 0.20 dB/Km. Esto permitió tener distancias largas entre el transmisor y receptor óptico.
- El costo de cable de fibra óptica se redujo hasta aprox. 3 US\$/m. (cable 24FO)
- Se mejoró la tecnología de los equipos ópticos tanto el transmisor como el receptor óptico

2.3.2 Estructura de la fibra óptica

El cable de fibra óptica está compuesto por una o más fibras, cada una con su correspondiente recubrimiento, tal como se observa en la figura Nro.7, consta de varios componentes colocados de forma concéntrica. Desde el centro hasta el exterior del cable de fibra óptica nos encontramos con: el núcleo, un revestimiento, una cubierta, unas fibras de refuerzo y una vaina exterior.

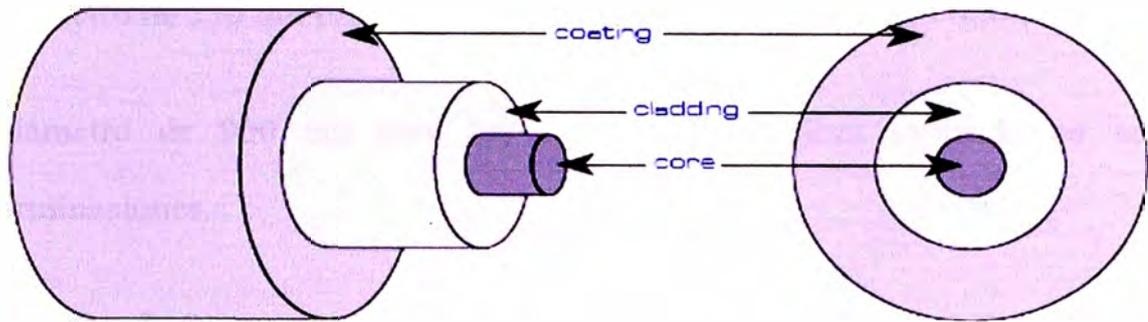


Fig. 7: Partes básica de la fibra óptica

El núcleo (core) es el medio físico que transporta las señales ópticas de datos desde la fuente de luz al dispositivo de recepción. Se trata de una sola fibra continua de vidrio ultra-puro de cuarzo o dióxido de silicio de diámetro muy pequeño;

Fibra multimodo: 50 μm , 62.5 μm y 100 μm
 Fibra Monomodo: 9 a 10 μm

El revestimiento (cladding) o aislante de vidrio, que rodea el núcleo tiene un índice refractante distinto al del núcleo, de forma que actúa como capa reflectante y consigue que las ondas de luz que intentan escapar del núcleo sean reflejadas y retenidas en el núcleo.

Tiene un diámetro de 125 μm . Para los 2 tipos de fibras

La protección primaria (coating) o recubrimiento de color, añade varias capas de plástico con el fin de absorber los posibles shocks y proporcionar una protección extra contra las curvaturas excesivas del cable, es decir, para preservar la fuerza de la fibra.

Diámetro de 250 um para las fibras en tubos holgados (cables multifibras)

Diámetro de 900 um para los cordones monofibra utilizado en las terminaciones.

El color de la protección primaria permite la identificación de las fibras según una codificación establecida. Telefónica utiliza la codificación siguiente.

FIBRA	COLOR
1	Verde
2	Rojo
	Azul
4	Amarillo
5	Gris
6	Violeta
7	Marrón
8	Naranja

La protección secundaria, es el tubo (en cables) o conjunto de fibras de refuerzo (monofibra) envolventes para proteger a las fibras con protección primaria de posibles aplastamientos o excesivas tensiones durante la instalación del cable.

2.3.3 Principales característica de la fibra óptica

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales

- a) Del diseño geométrico de la fibra. La fibra monomodo de menor diámetro (<math><10\text{ um}</math>) tiene mayor capacidad que las fibras multimodo de mayor diámetro (>50 um)
- b) De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración. (diseño óptico)
- c) De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra. Cada vez se fabrican fuentes con menor ancho espectral.

El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos.

El sílice tiene un amplio margen de funcionamiento en lo referente a temperatura, pues funde a $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. La fibra óptica presenta un funcionamiento uniforme desde $-550\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin degradación de sus características

2.3.4 Tipos de fibra óptica

Existen 2 tipos de fibras ópticas: Las monomodo y las multimodo

2.3.4.1 Fibras monomodo

Son las fibras utilizadas por las operadoras de telecomunicaciones porque permite transportar grandes cantidades de información y a grandes distancias.

Se le denomina monomodo (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único) porque sólo pueden ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra. Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 10 μm . Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado.

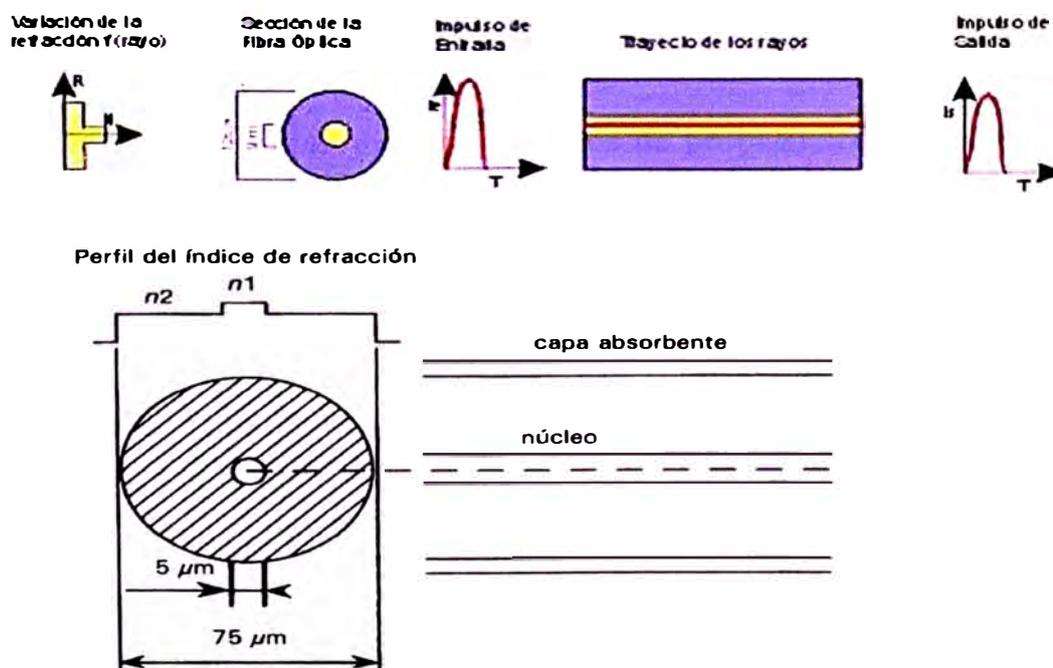


Fig. 8: Fibra monomodo de índice escalonado

El mantenimiento de los cables de FO monomodo requiere personal más capacitado y los equipos de medición y empalmes de fusión de mayor precisión, por ello son más costosos que los requeridos para las fibras multimodo.

2.3.4.2 Fibras multimodo

Son las fibras utilizadas en los cableados estructurados de los campus y edificios

Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, como se puede ver en el dibujo. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

Según la distribución del índice de refracción en el material del núcleo existen tipos de fibra multimodo: De índice gradual y de índice escalonado

La fibra multimodo de **índice gradual** de tamaño 62,5/125 mm (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta primaria) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras: multimodo de índice escalonado 100/140 mm, multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 mm.

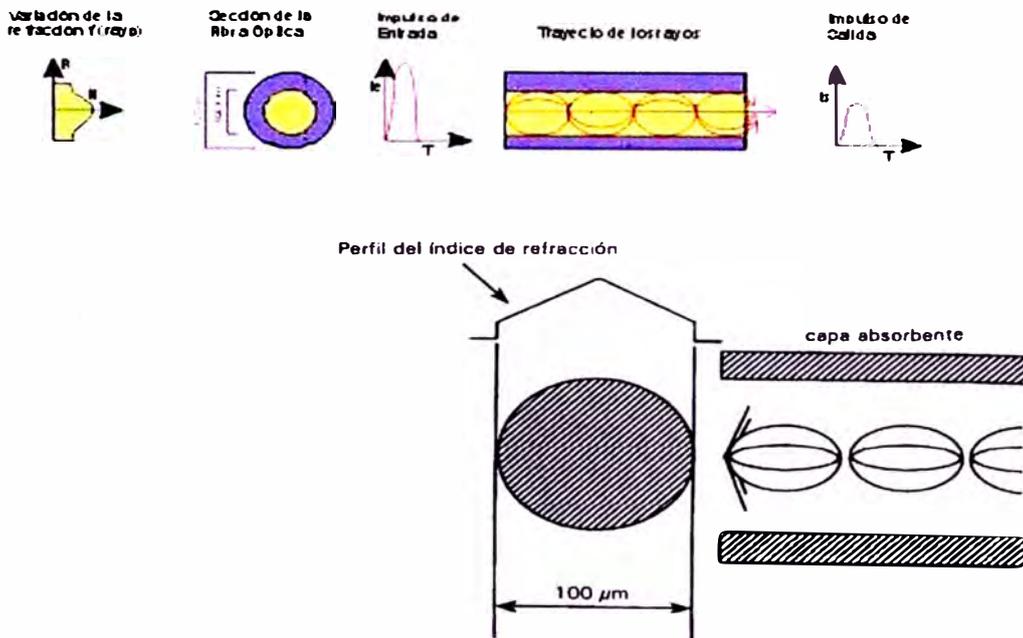


Fig.9: Fibra óptica multimodo de índice gradual

Las fibras multimodo de índice gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro

En las fibras multimodo de **índice escalonado**, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos, reflejándose a diferentes ángulos, como se muestra en la figura

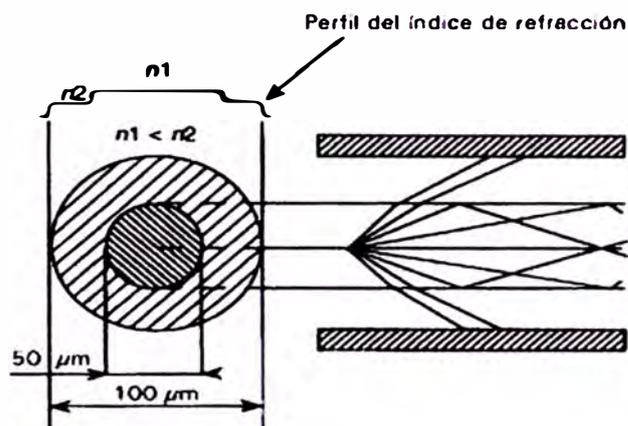


Fig. 10: Fibra óptica multimodo de índice escalonado

Los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada.

2.3.5 Parámetros ópticos de una fibra óptica

Dependiendo de la velocidad de transmisión (Gbps) y características especiales de los sistemas de transmisión, se requerirán conocer diversos parámetros de las fibras ópticas que les servirán de soporte físico. Pero para sistemas de transmisión menores a 10 Gbps, con equipos de una sola longitud de onda, son necesarios 2 parámetros básicos, la atenuación y la dispersión.

La atenuación y la dispersión dependerán de las características propias de las fibras como de la longitud de onda de la señal transmitida

Atenuación Y Dispersión Cromática Por Tipo De Fibra Óptica

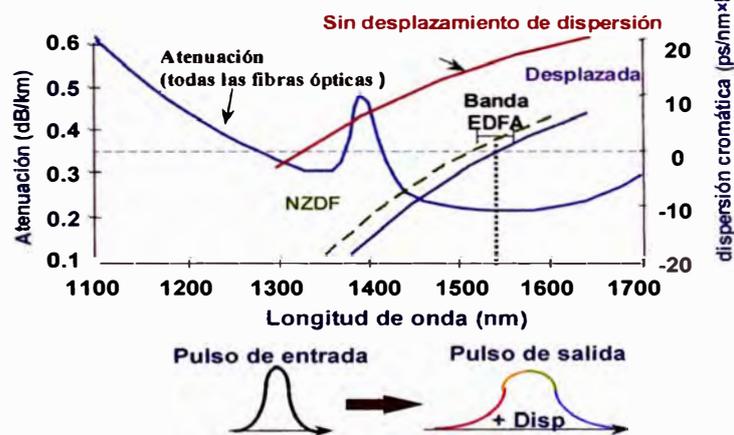


Fig. 11: Atenuación y dispersión cromática por tipo de fibra óptica

2.3.5.1 Atenuación

La atenuación es la pérdida de potencia óptica que experimenta la señal óptica con la distancia recorrida a través de la fibra óptica. Esta pérdida de potencia depende de la longitud de onda de la señal óptica y del material por el que se propaga. Las pérdidas más bajas en una fibra óptica se encuentran para una señal óptica de longitud de onda de 1550 nm, que se usa frecuentemente para enlaces de larga distancia.

La pérdida de potencia óptica en una fibra óptica se mide en decibelios (dB). Las especificaciones de un cable de fibra óptica expresan las pérdidas del cable como la atenuación kilométrica, es decir la atenuación en dB para un kilómetro de longitud (dB/Km). Este valor se debe multiplicar por la longitud total de la fibra óptica para determinar las pérdidas del cable en dB.

$$P(\lambda) = 10 \log (P_T / P_R) \quad (\text{dB})$$

$$\alpha(\lambda) = (1 / L) 10 \log (P_T / P_R) \quad (\text{dB/Km})$$

Donde P_t = potencia óptica transmitida hacia la fibra

P_r = potencia óptica recibida al final de la fibra

L = Longitud total de la fibra en kilómetros.

Las pérdidas ópticas a través de una fibra óptica están causadas por varios factores y se pueden clasificar en pérdidas intrínsecas y extrínsecas:

2.3.5.1.1 Pérdidas intrínsecas

Son pérdidas sobre las cuales el personal de mantenimiento no se puede hacer mucho para evitarlas.

a) Pérdidas inherentes a la fibra óptica

Estas pérdidas no se pueden eliminar durante el proceso de fabricación y son generadas por impurezas en el vidrio y a la absorción de la luz a nivel molecular. Las variaciones en la densidad óptica, composición y estructura molecular se denominan dispersión de Rayleigh. Los rayos de luz que encuentran estas variaciones e impurezas se dispersan en muchas direcciones y se pierden.

La absorción óptica a nivel molecular en una fibra se debe principalmente a los contaminantes en el vidrio, tales como las moléculas de agua (OH^-). La difusión de las moléculas de OH^- dentro de una fibra óptica es uno de los factores fundamentales que contribuyen al incremento de la atenuación de la fibra cuando ésta envejece. También contribuye a las pérdidas de luz la absorción debida a la resonancia molecular del vidrio de sílice (SiO_2).

b) Pérdidas resultantes de la fabricación de la fibra

Las irregularidades durante el proceso de fabricación pueden dar lugar a pérdidas. Por ejemplo un cambio de 0.1% en el diámetro del núcleo puede significar unas pérdidas de 10 dB/Km, por ello se debe mantener la

tolerancia de precisión durante todo el proceso de fabricación de la fibra para minimizar las pérdidas.

c) Reflexión de Fresnel

La reflexión de fresnel ocurre en cualquier frontera de un medio donde cambie el índice de refracción, causando que una parte de los rayos incidentes sean reflejados al primer medio. El extremo de una fibra es un buen ejemplo de este hecho. Se puede reducir la potencia óptica reflejada usando mejores conectores. Los conectores con ferrule PC o APC están diseñados para minimizar esta reflexión.

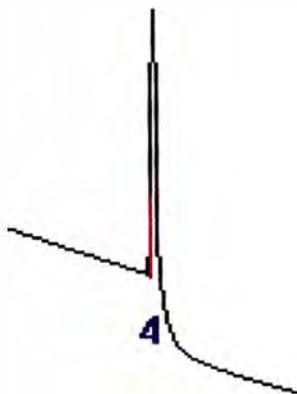


Fig.12: Diagrama de reflexión en un reflectómetro

2.3.5.1.2 Pérdidas extrínsecas

Son pérdidas sobre las cuales el personal de mantenimiento si puede tomar acciones para evitarlas.

a) Pérdidas por curvatura

Estas pérdidas ocurren en las curvas muy pronunciadas de una fibra óptica debido al cambio del ángulo de incidencia en la frontera núcleo-revestimiento. Si el radio de curvatura es mayor que el radio de curvatura mínimo de la fibra, las pérdidas son despreciables o nulas.

b) Pérdidas por empalme y conexión

Las pérdidas por empalme ocurren en casi todos los empalmes. Los empalmes mecánicos tienen generalmente las mayores pérdidas (0.2 dB a 1 dB) dependiendo del tipo de empalme y la calidad de trabajo. Los empalmes por fusión tienen unas pérdidas más bajas, generalmente menores a 0.1 dB. Con lo modernos equipos se consiguen cada vez menores pérdidas llegando a casi cero dB. Las pérdidas se pueden atribuir aun gran número de factores, incluyendo un mal corte de las fibras empalmadas, el desalineamiento de los núcleos de la fibras, burbujas de aire, contaminación, desadaptación del índice de refracción, desadaptación del diámetro del núcleo, etc.

Las pérdidas por conectores de fibra óptica están en el rango de 0.3 dB a 0.8 dB y dependen en gran medida del tipo de conector usado. Otros factores que contribuyen a las pérdidas por conexión incluyen la suciedad, polvo o contaminantes en el conector, la instalación no adecuado del conector (mas ajuste), una cara dañada del conector, desalineamientos de los núcleos de las fibras, adaptador deteriorado, etc.

2.3.5.2 Dispersión

La dispersión es el ensanchamiento del pulso óptico luego de recorrer la longitud de la fibra óptica. La dispersión limita la capacidad de transmisión de información porque los pulsos se distorsionan y se ensanchan, solapándose unos con otros y haciéndose indistinguibles para el equipo receptor óptico. Para evitar que esto ocurra, los pulsos se deben transmitir a una menor frecuencia, reduciéndose por tanto la velocidad de la transmisión de datos (Gbps

En las primeras instalaciones de fibra óptica sólo se tenía en cuenta las medidas de pérdida de atenuación y/o pérdidas de retorno (CATV) para certificar los enlaces. Se consideraba el enlace de fibra óptica como un medio de transmisión con ancho de banda infinito. Asegurando que los parámetros

anteriores no excedieran los límites permitidos, cualquier señal podría ser transmitida por la fibra, independientemente de la velocidad de modulación.

Esta situación se mantuvo hasta sistemas de 2,5 Gbit/s. Sin embargo, cuando comenzaron a aparecer sistemas a 10 Gbit/s y mayores, se encontraron efectos que no eran apreciables a velocidades de transmisión de 2,5 Gbit/s. El ancho de banda de las fibras ópticas resultó no ser infinito, a pesar de seguir siendo el medio de transmisión más rápido disponible.

Los efectos de dispersión pusieron límites a las velocidades de transmisión alcanzables en los enlaces de fibra óptica. A velocidades de transmisión por encima de los 10 Gbit/s, los efectos de dispersión cromática (CD: Chromatic Dispersion) y dispersión por modos de polarización (PMD: Polarization Mode Dispersion) hicieron que los operadores tuvieran que replantear y volver a verificar los enlaces de fibra óptica para poder transmitir a estas velocidades.

Las consecuencias de los dos efectos anteriores son las mismas: producen una deformación y un ensanchamiento de los pulsos transmitidos. Al ensancharse los pulsos puede ocurrir que el receptor no pueda distinguir si se trata de un cero o un uno, o lo que es peor, que lo interprete

erróneamente elevando la tasa de error permitida. El aumento de la velocidad implica que se reduzca la duración y la separación de los pulsos, esto hace que los sistemas sean más sensibles a la deformación.

Si bien las consecuencias de CD y PMD son las mismas, sus orígenes son diferentes.

La dispersión se puede dividir en dos categorías: dispersión modal y cromática

2.3.5.2.1 Dispersión modal

Llamada también dispersión multimodo, porque afecta solo a la fibra multimodo y está causada por los diferentes caminos o modos que sigue un rayo de luz en la fibra. Esto da como resultado que los rayos recorran distancias diferentes y lleguen al otro extremo de la fibra en tiempos diferentes.

2.3.5.2.2 Dispersión Cromática (CD)

El CD se origina por el hecho que la velocidad de propagación de la luz dentro de una fibra es diferente para las distintas longitudes de onda, ya que el índice de refracción es diferente para cada una de ellas. Como consecuencia, los pulsos de luz se van ensanchando a

medida que pasan por la fibra, porque cada componente de la señal llega al receptor en tiempos diferentes.

La dispersión cromática aumenta en relación cuadrática con la velocidad de transmisión. Por lo tanto, cuando pasamos de 2,5Gbit/s a 10 Gbit/s, los efectos de la dispersión cromática no aumentan por un factor de 4 si no por 16!!!

A pesar del rápido incremento de este efecto con la velocidad de transmisión, tiene dos características que lo hacen menos temible a los operadores: es bastante predecible y es posible encontrar métodos para compensarlo. Por lo tanto, midiendo la dispersión cromática en los enlaces existentes, es posible realizar modificaciones para compensar sus efectos.

Normalmente, la mayoría de las fibras monomodo instaladas tienen una dispersión cromática positiva. Esto significa que cuanto mayor sea la longitud de onda, menor será su velocidad de propagación en la fibra. Variando los perfiles de los índices de refracción del núcleo y el recubrimiento de la fibra, puede obtenerse una fibra con una dispersión cromática negativa. Alternado tramos de fibra con dispersión positiva y negativa puede conseguirse una compensación de la dispersión cromática. Sin embargo, una

compensación exacta en cada una de las longitudes de onda es prácticamente imposible, ya que la fibra de compensación debería seguir perfectamente el perfil de variación de la dispersión de la fibra original a cada longitud de onda. Además, normalmente este tipo de fibra introduce una atenuación relativamente elevada.

La dispersión cromática tiene 2 orígenes: Del material y por la Guía-Onda

a) Dispersión cromática material

Ocurre porque el índice de refracción de la fibra óptica varía con la longitud de onda de la luz que viaja por la fibra. Debido a que la fuente óptica está compuesta de un espectro de más de una longitud de onda (ancho espectral), los rayos de luz de diferente longitud de onda viajan a diferentes velocidades ($v = c/n$), dando como resultado el ensanchamiento del pulso.

VARIACION DE LA DISPERSION CROMATICA EN LAS FIBRAS MONOMODO

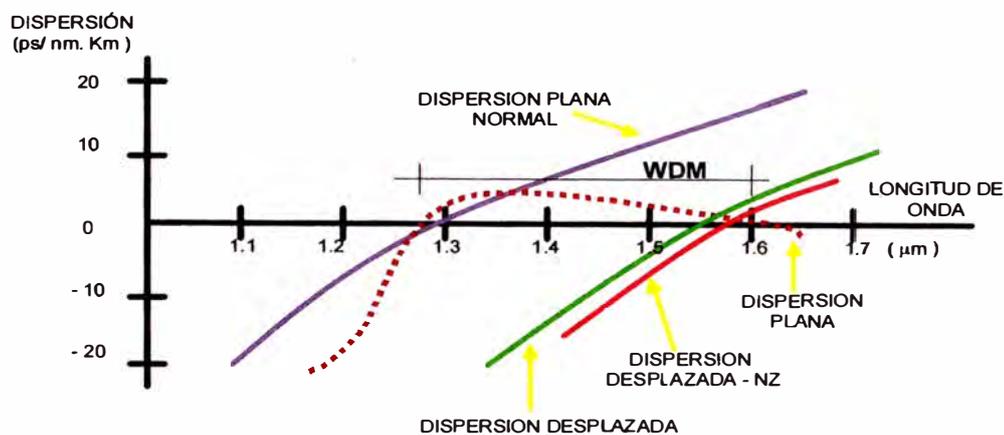


Fig.13: Dispersión cromática en las fibras monomodo

b) Dispersión cromática guía-onda

Es debida a la anchura espectral de la fuente de luz, cuando el índice de refracción permanece constante. La razón de esto es que la geometría de la fibra causa que la constante de propagación de cada modo cambie con la longitud de onda de la luz. La dispersión de guía-onda es despreciable, excepto cerca del cero de la dispersión material.

2.3.5.2.3 Dispersión por modo de Polarización (PMD)

El PMD (Polarization Mode Dispersion) es el segundo efecto de dispersión a altas velocidades. Es sabido que la luz

se propaga con distintos estados de polarización. Puede asumirse que dichos estados son ortogonales entre sí, aunque, de hecho, estos estados van cambiando en cada punto de la fibra. Si el núcleo de la fibra fuera perfectamente circular e isotópica, todos los estados de polarización viajarían a la misma velocidad. Pero en las fibras reales, el núcleo no es perfectamente circular, ni perfectamente isotópico. Incluso, la geometría se ve afectada por vibraciones mecánicas, temperatura, alteraciones debidas al viento en instalaciones aéreas, etc.

Hasta mediados de los '90 no se había tenido en consideración los efectos de PMD, por lo cual existe una gran cantidad de fibra óptica instalada con altos niveles de PMD. Como en el momento de ser instalada no se tomaba en consideración este efecto, no se sabe que tramos contienen altos o bajos niveles de PMD. Lo que está claro es que si se pretende utilizar enlaces para altas velocidades, es necesario realizar mediciones previas en los mismos para asegurar niveles de PMD aceptables para estas velocidades. Otra característica del PMD, que lo hace más temible para los operadores, es que es aleatorio. Un mismo enlace puede presentar grandes variaciones de PMD al ser medido en diferentes momentos. Eso implica que es necesario medir un

mismo enlace a lo largo del tiempo y en distintas condiciones ambientales para obtener valores medios, mínimos y máximos de PMD.

La naturaleza aleatoria del PMD hace que sea difícil de compensar. Además, los efectos del PMD son diferentes y no están correlacionados a distintas longitudes de onda. Esto hace que en sistemas DWDM, se tendría que compensar el PMD a cada longitud de onda, lo que hace que sea impracticable técnica y económicamente.

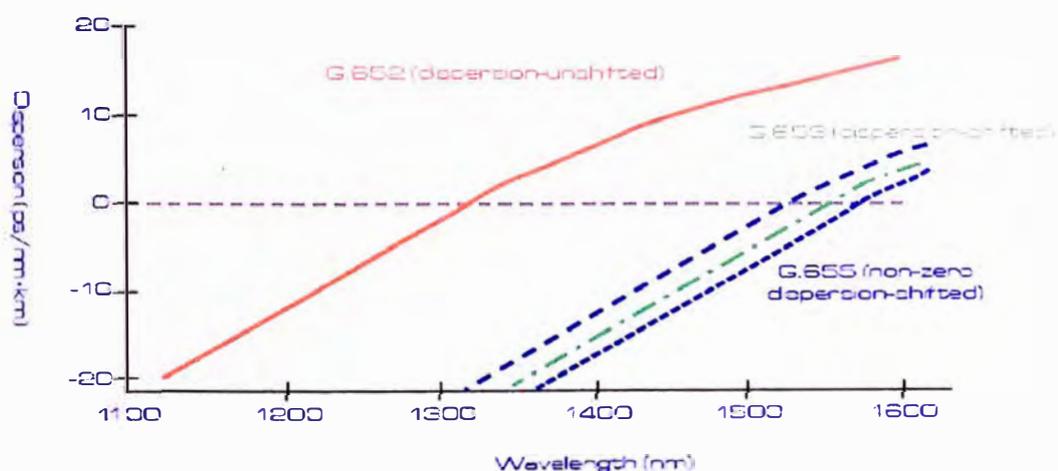


Fig. 14: Dispersión según tipos de fibra especificadas en normas ITU-T

Las fibras ópticas están estandarizadas por el ITU-T (antes CCITT) con:

G.650 Definiciones y métodos de parámetros de fibras monomodo

G.651 Características de la fibra multimodo de índice gradual

G.652 Características del cable de fibra óptica monomodo (SM)

G.653 Características del cable FO SM de dispersión desplazada

mismo enlace a lo largo del tiempo y en distintas condiciones ambientales para obtener valores medios, mínimos y máximos de PMD.

La naturaleza aleatoria del PMD hace que sea difícil de compensar. Además, los efectos del PMD son diferentes y no están correlacionados a distintas longitudes de onda. Esto hace que en sistemas DWDM, se tendría que compensar el PMD a cada longitud de onda, lo que hace que sea impracticable técnica y económicamente.

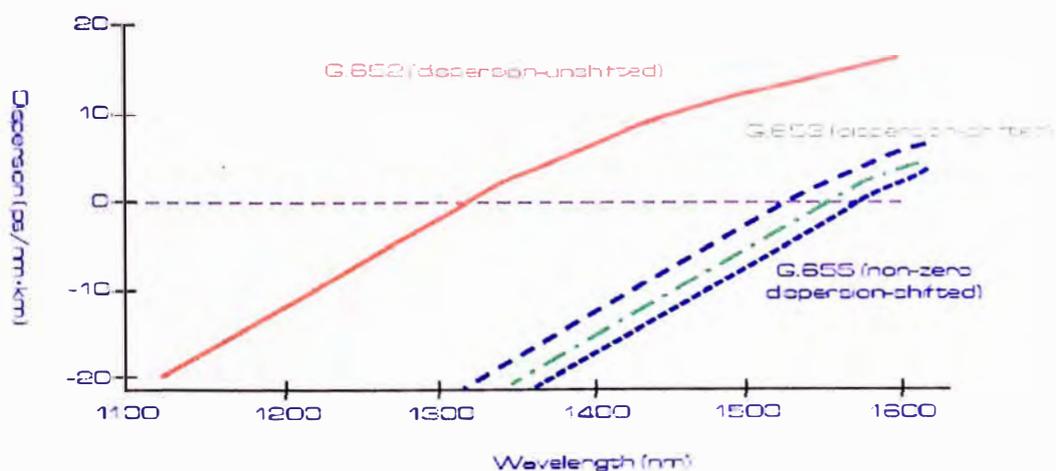


Fig. 14: Dispersión según tipos de fibra especificadas en normas ITU-T

Las fibras ópticas están estandarizadas por el ITU-T (antes CCITT) con:

G.650 Definiciones y métodos de parámetros de fibras monomodo

G.651 Características de la fibra multimodo de índice gradual

G.652 Características del cable de fibra óptica monomodo (SM)

G.653 Características del cable FO SM de dispersión desplazada

G.654 Características del cable FO SM con mínimas pérdidas a 1150nm

Asimismo la IEC tiene como principales estándares de fibra óptica:

IEC 60793 sobre fibra óptica

IEC 60794 sobre cables de fibra óptica

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	TIPO DE FIBRA SM10/125DN	MONOMODO SM10/125DD
RECOMENDACIÓN CCITT		G.652	G.653
PROPIEDADES OPTICAS			
• Atenuación máxima 1310 nm 1550nm	dB/Km dB/Km	= ó < 0.38 = ó < 0.25	= ó < 0.25
• Uniformidad de atenuación	dB	= ó < 0.1	= ó < 0.1
• Longitud de Onda de corte	nm	1190 - 1330	1120 - 1350
• Longitud de onda para la Dispersión nula	nm	1300 - 1324	1535 - 1565
• Dispersión Cromatica entre 1285 y 1330nm entre 1270 y 1350nm a 1550nm	ps/(nm.Km) ps/(nm.Km) ps/(nm.Km)	= ó < 3.5 = ó < 6.0 = ó < 19.0	----- ----- = ó < 2.7

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	TIPO DE FIBRA SM10/125DN	MONOMODO SM10/125DD
PROPIEDADES GEOMETRICAS			
• Diametro de revestimiento	um	125 +/- 2	125 +/- 2
• Error de Concentricidad Nucleo/Revestimiento	um	= ó < 1	= ó < 1
No circularidad del Revest	%	= ó < 2	= ó < 2
No circularidad del Nucleo	%	= ó < 6	= ó < 6
Diametro sobre 1° protección	um	250 +/- 15	250 +/- 15
No circularidad 1° protección	%	< 10	< 10
Error de concentricidad 1° protección	um	15	15
• Ensayo de tracción	kpsi	> ó = 100	> ó = 100

Fig. 15: Características de la fibra óptica según normas ITU(ex-CCITT)

2.4 Redes de cables de fibra óptica

2.4.1 Transmisión a través de la fibra óptica

Según las nuevas tendencias del mantenimiento que exigen del personal de mantenimiento que tengan una visión integral de los procesos en los cuales intervienen los elementos sobre cuales tienen responsabilidad. Por ello se debe conocer el proceso sobre el cual intervienen los cables de fibra óptica.

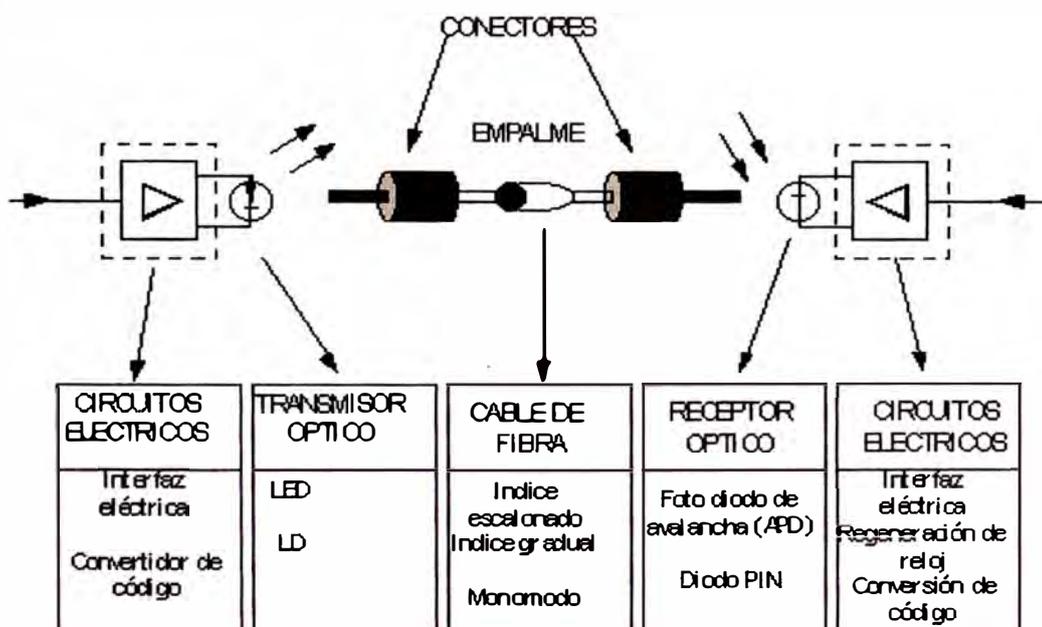


Fig.16: Elementos básica de una transmisión óptica

La fibra óptica se basa en el principio de la reflexión total. La luz cambia de trayectoria al pasar de un medio a otro, como el aire y el vidrio. A partir de cierto ángulo, la luz no puede abandonar un medio para pasar a otro, y se refleja en la superficie que los separa. De este modo, la luz que viaja por una fibra óptica permanece en su interior, rebotando en las paredes, aunque la fibra se doble.

Los bloques principales de un enlace de comunicación de fibra óptica son:

Equipos ópticos activos: el transmisor y el receptor óptico

Elementos ópticos pasivos: los conectores, acopladores, la fibra óptica y los empalmes

En las Operadoras de telecomunicaciones generalmente la operación y mantenimiento de los equipos ópticos activos están a cargo de un área especializada y con equipos de medición y pruebas correspondientes.

Los conectores y acopladores ópticos también se encuentran en el interior de los equipos ópticos como en las terminaciones de los cables de fibra óptica. Estos segundos acopladores son la frontera de responsabilidad ente el personal a cargo del mantenimiento de los equipos ópticos activos y el personal del mantenimiento de fibra óptica.

La fibra óptica y los empalmes son responsabilidades propias del área de mantenimiento de fibra óptica.

2.4.1.1 Transmisor óptico

El transmisor consiste en una interfase analógica o digital, un convertidor de voltaje a corriente, una fuente de luz y un adaptador de fuente de luz a fibra.

El convertidor de voltaje a corriente sirve como interfase eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz.

La fuente de luz puede ser un diodo emisor de luz (LED), o un diodo de inyección láser (LD), la cantidad de luz emitida es proporcional a la corriente de excitación, por lo tanto el convertidor voltaje corriente, convierte el voltaje de la señal de entrada en una corriente que se usa para dirigir la fuente de luz.

Los transmisores para uso en fibras **multimodo** son LED siendo sencillos y baratos. Como irradian en forma esférica, solamente una pequeña parte de la potencia puede ser introducida en la fibra. Su bajo costo ha facilitado su uso en las redes de cableado estructurado de edificios como enlace principal de distribución (Backbone).

Los transmisores para uso en fibras **monomodo** emiten luz láser que se caracterizan por su coherencia de la luz (bajo ancho espectral). En la actualidad los láser son usualmente fabricados a partir de materiales semiconductores (Diodo láser, LD).

2.4.1.2 Receptor óptico.

El receptor o detector óptico incluye un dispositivo conector detector, de fibra a luz, un fotodetector, un convertidor de corriente a voltaje, un amplificador de voltaje y una interfase analógica o digital.

El detector de luz generalmente es un diodo PIN o un APD (foto diodo de avalancha). Ambos convierten la energía de luz en corriente. En consecuencia, se requiere un conversor corriente a voltaje que transforme los cambios en la corriente del detector a cambios de voltaje en la señal de salida.

2.4.1.3 Conector y acoplador óptico.

Son elementos pasivos, permite unir la fibra óptica con el transmisor y el receptor, son por definición, dispositivos desmontables utilizados cuando se necesitan conectar y desconectar fácilmente las fibras.



Fig.17: Conector óptico metálico tipo FC/pc

En el mercado existen dos tipos de conectores/acopladores: los metálicos y los de plástico, que a su vez se pueden dividir en conectores para fibras múltiples y para fibras únicas.

Los conectores **metálicos** sirven para fibras de alta calidad (fibras monomodo), utilizadas en los sistemas de transmisión de un tráfico de información elevado, debiendo presentar muy bajas pérdidas.

Los conectores de **plástico** requieren las mismas características de calidad, utilizándose en conectores de cubierta de plástico. Se usan con fibras multimodo, por lo cual son más sencillos mecánicamente y, en consecuencia, más económicos.

Estos conectores, han de presentar unas características comunes:

- Pérdida de inserción baja (< 1.5 dB) e insensible a cambios de temperatura
- Pérdida de retorno alta
- Conectarse y desconectarse hasta 1000 veces sin degradación de la transmisión
- Protección contra humedad y polvo
- Resistir altos esfuerzos

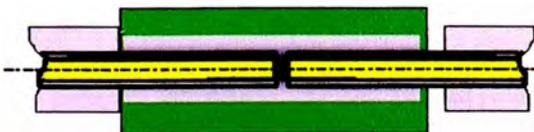


Fig.18: Acoplamiento óptico de 2 conectores en un acoplador

Las averías en los conectores/acopladores son difíciles de detectar por encontrarse tanto al extremo de las fibras ópticas como al interior de los equipos ópticos. Por ello es necesario que el personal que realiza las conexiones de fibra óptica lo realicen con calidad teniendo importancia la limpieza y el ajuste requerido para evitar pérdidas de la señal óptica en estos accesorios.

2.4.1.4 Empalmes de fibra óptica

Se recurre al empalme cuando se quiere unir tramos de cable de fibra óptica en enlaces donde la distancia a cubrir es grande, utilizándose también para reparar cables ópticos ya instalados.

Actualmente existen 2 formas de realizar un empalme de fibras:

a) Empalmes ópticos mecánicos

Une las fibras preparadas en un tubo ajustado de forma semipermanente.

Se emplea generalmente como empalme provisional en caso de averías (corte de cables FO)

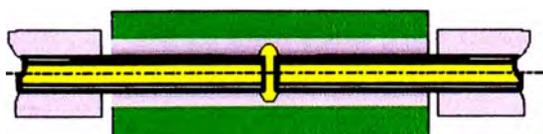


Fig.19: Acoplamiento de 2 fibras ópticas en un empalme mecánico

b) Empalmes ópticos por fusión

Es un sistema permanente, se realiza mediante un máquina de fusión especializada, que emplea un arco eléctrico para llegar hasta el punto de fusión las puntas preparadas de las dos fibras.

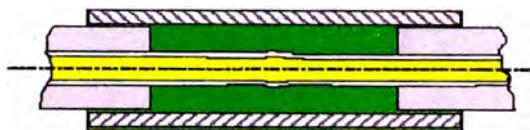


Fig.20: Acoplamiento de 2 fibras ópticas en un empalme a fusión

2.4.2 Composición del cable de fibra óptica

Un cable de fibra óptica se encuentra disponible en dos construcciones básicas: Cable de estructura holgada y cable de estructura ajustada.

2.4.2.1 Cable de estructura holgada

El rasgo distintivo son los tubos que contienen fibras. Este tipo de cable se usa en la mayoría de las instalaciones **exteriores**, incluyendo tendidos aéreos, en canalizaciones y directamente enterrados. Este tipo de cable no es adecuado para instalaciones en recorridos muy verticales

Este tipo de cable consta de 3 elementos



Fig. 21: Cable de estructura holgada

a) Tubos o buffers

Los tubos llamados buffers están instalados rodeando un miembro central de refuerzo, y rodeados de una cubierta protectora. Cada tubo lleva varias fibras que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden estar llenos de un gel resistente al agua que impide que ésta entre en la fibra, por ello también no es adecuado este cable para instalaciones muy verticales porque el gel puede fluir. El tubo holgado aísla a la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

Las fibras dentro del tubo son ligeramente más largas que el propio cable, por lo que el cable se puede alargar bajo cargas de tensión, sin aplicar tensión a la fibra.

Cada tubo está coloreado, asimismo cada fibra individual en el tubo. Esto permite la fácil identificación y numeración de las fibras. Los tubos (

buffers) de los cables utilizados en Telefónica tienen un máximo de 8 fibras.

CODIGO DE COLORES DE LOS CABLE DE F.O. NORMALIZADOS EN TdP

TUBO N°	6 F.O.	8 F.O.	12 F.O.	24 F.O.	48 F.O.	64 F.O.	96 F.O.	128 F.O.
1	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO
2	ROJO	ROJO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO
3	AZUL	AZUL	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	BLANCO	BLANCO
4		VERDE	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	BLANCO	BLANCO
5			AZUL	AZUL	AZUL	AZUL	ROJO	ROJO
6			AZUL	AZUL	AZUL	AZUL	ROJO	ROJO
7						VERDE	ROJO	ROJO
8						VERDE	ROJO	ROJO
9							AZUL	AZUL
10							AZUL	AZUL
11							AZUL	AZUL
12							AZUL	AZUL
13								VERDE
14								VERDE
15								VERDE
16								VERDE
N° FIBRAS	2	2	2	4	8	8	8	8

Fig.22: Códigos de colores de buffers de cables de fibra óptica en Telefónica

b) Elemento central

El centro del cable contiene un elemento de refuerzo, que puede ser acero, Kevlar o un material similar, sirve como refuerzo y soporte durante las operaciones de tendido, así como en las posiciones de instalación permanente. Este elemento debe colocarse apropiadamente en los anclajes que existen en las cajas de empalmes y repartidores ópticos

c) Cubiertas

La cubierta o protección exterior del cable pueden ser de diversos materiales, polietileno, hilos de aramida, armadura o coraza de acero. Con objeto de localizar los fallos con el reflectómetro (OTDR) de manera más

precisa, la cubierta está secuencialmente numerada cada 2 o 3 metros por el fabricante.

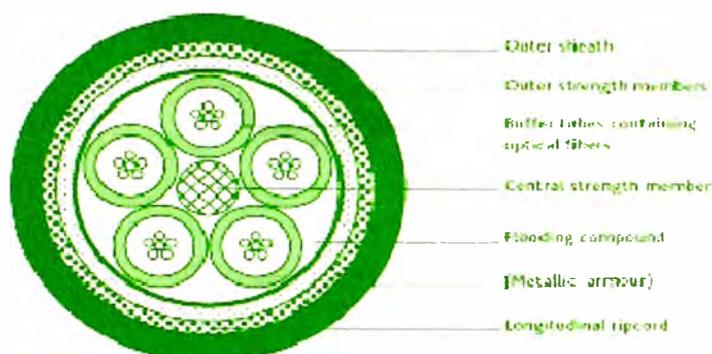


Fig. 23: Corte transversal de cable de estructura holgada

2.4.2.2 Cable de estructura ajustada

Es un cable diseñado para instalaciones en el **interior** de edificios y para fibras **multimodo**. La diferencia con el cable ajustado es que la protección secundaria de la fibra consiste en una cubierta plástica de 900um de diámetro que rodea al recubrimiento de 250 um de la fibra óptica, además este cable es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que los cables de estructura holgada.

Este tipo de cable como es instalado en el interior de los edificios, su cubierta es viene en varias graduaciones de piroresistencia (ignífugo) para cumplir de los requerimientos estándar de inflamabilidad o combustibilidad. Es de diámetro mayor y generalmente mas caro que un cable de estructura holgada de igual cantidad de fibras.

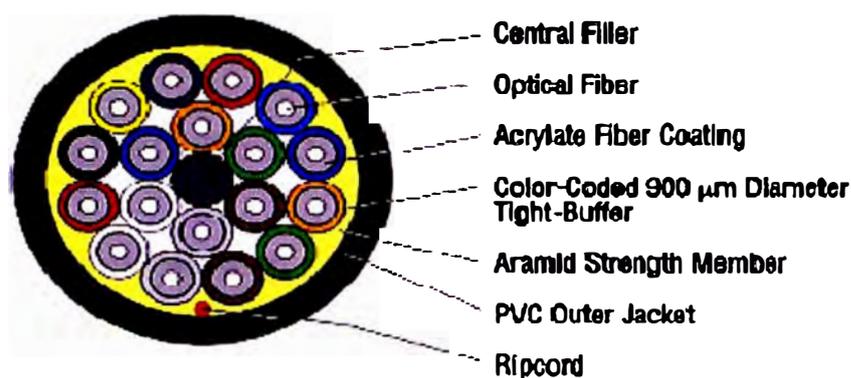


Fig. 24: Corte transversal de cable de estructura ajustada

2.4.2.3 Materiales utilizados en los cables

Los cables de fibra óptica se fabrican con varios materiales para adecuarse a los requerimientos que exigen el entorno de la instalación.

Los cables **de exteriores** deben ser fuertes, a prueba de intemperie y resistentes al ultravioleta (UV). Debe resistir las variaciones máximas de temperatura que se pueden dar durante el proceso de instalación y a lo largo de su vida. La cubierta exterior debe inhibir la penetración de luz UV al interior, para evitar la descomposición del material interno. Las cubiertas se pueden especificar con una protección UV adicional si es requerido.

Los cables **de interiores** deben ser fuertes y flexibles y con el grado requerido de resistencia al fuego o de emisión de humos. Los colores de las cubiertas exteriores suelen ser naranjas o amarillos brillantes para su fácil identificación.

Los principales materiales utilizados en los cables son:

a) Polietileno (PE)

Es el material más utilizado para la cubierta exterior de los cables de exteriores, generalmente es de color negro. Tiene buenas propiedades de resistencia frente a la intemperie y la humedad. Es un aislante muy bueno y tiene propiedades dieléctricas estables. Dependiendo de su densidad molecular puede ser muy duro y rígido, especialmente a bajas temperaturas. No es un material ignífugo.

b) Cloruro de Polivinilo (PVC)

Tiene buena resistencia a los efectos de las temperaturas extremas (-55 y + 55 grados centígrados). Es un buen retardador del fuego, por ello se puede instalar también en interiores. El PVC es menos flexible que el PE y más caro.

c) Aramida/ Kevlar

Los hilos de aramida son un material ligero (color amarillo) que se encuentra justo debajo de la cubierta externa del cable, rodeando a la cubierta interna y que se usa como un miembro central de sujeción del cable a la caja de empalmes. Los hilos de aramida son muy fuertes a la tracción. El kevlar es una marca registrada de DuPont de un cierto tipo de aramida que es capaz de soportar un esfuerzo mecánico muy grande, por ello se utiliza en los chalecos antibalas. Los cables que deben resistir

grandes tensiones de tracción utilizan el Kevlar en formado de cable sólido (3 mm de diámetro) como elemento central de refuerzo. Asimismo los hilos de aramida otorgan una protección a prueba de balas en los tendidos aéreos.

d) Armadura de acero

Los cables con armadura de acero son utilizados para tendidos directamente enterrados, debido a que la armadura le proporciona una resistencia a la compresión y es el único material a prueba de roedores. La armadura de acero debe tener puesta a tierra en las cajas de empalmes y en los extremos.

e) Hilo de rasgado

Es un hilo fino y fuerte que se encuentra justo por debajo de la cubierta externa e interna del cable. Se usa para rasgar fácilmente la cubierta sin dañarla.

f) Relleno intersticial

Es una sustancia gelatinosa que se encuentra en los cables de estructura holgada. Llena los tubos o buffers y los intersticios del cable haciéndolo que éste sea impermeable al agua. Cuando se prepara el cable para empalmar el extremo, se debe eliminar completamente esta sustancia con disolvente para relleno de cable

2.4.2.4 Tipos de cables según aplicaciones especiales

a) Cable de figura en 8

Es un cable para tendido aéreo, es de estructura holgada y tiene un cable mensajero adosado, que se utiliza como elemento de soporte en las instalaciones aéreas. Éste cable mensajero es generalmente un cable de acero para alta tracción con un diámetro entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{5}{8}$ de pulgada. También en cable mensajero puede ser de un material dieléctrico cuando el cable se instala cerca de líneas de alta tensión.

Se le denomina cable figura en 8 porque su sección transversal se asemeja al número 8. Se usa en instalaciones aéreas y elimina la necesidad de bobinar el cable a un cable mensajero preinstalado.



Fig.25: Cable de fibra óptica tipo figura ocho

b) Cable aéreo autosoportante

Es un cable para tendido aéreo, y está desplazando el uso del cable de figura en 8, por su menor precio. El cable autosoportado es un cable de

estructura holgada para ser utilizado en tendidos aéreos. No requiere cable mensajero como soporte. Para asegurar el cable a la estructura del poste se utilizan abrazaderas especiales que soportan longitudinalmente el cable en más de 3 metros, distribuyendo el esfuerzo en esta parte de la cubierta del cable.

c) Cable blindado

Los cables blindados tienen una armadura de acero debajo de la cubierta externa de polietileno, esto proporciona mayor resistencia al aplastamiento y al daño de roedores, por ello se le utiliza en tendidos directamente enterrado o en entornos agresivos o riesgosos. La armadura de acero debe conectarse a tierra en todas las cajas de empalmes y en los extremos.

d) Cable compuesto tierra-óptico (OPGW)

El cable OPGW es un cable de guarda o tierra de líneas de alta tensión, que tiene fibras ópticas insertadas dentro de un tubo el núcleo central del cable, por ello las fibras están protegidas y rodeadas por los hilos metálicos del cable de guarda. Actualmente no solo es utilizado por las operadoras eléctricas para suministrar soporte a sus comunicaciones a lo largo de las rutas de las líneas de alta tensión, sino sirven como enlaces de interconexión para las operadoras de telecomunicaciones.



Fig.29: Cable submarino de fibra óptica

e) Cable submarino

Es un cable de estructura holgada, sus cubiertas están diseñadas para permanecer sumergido en el agua de los mares. Actualmente muchos continentes están interconectados por cables submarinos transoceánicos.

Tipo de cable	Aplicaciones	Características
Ligero (LW)	Fondo arenoso benigno. Profundidad a 7500 m.	Núcleo del cable, menor protección
Aplicaciones especiales (SPA)	Fondo un poco rocoso. Riesgo de ataques de tiburones. Profundidad a 5000m.	Cinta metálica y segundo forro de polietileno aplicados sobre el núcleo. Protección adicional contra desgaste. Protección contra ácido sulfhídrico.
Hilo ligero blindado de alta resistencia (LWA-HS)	Terreno rocoso. Alto riesgo de daños de jábegas. Profundidad a 1200m. Usado típicamente para enterrado.	Capa de hilo blindado aplicada al núcleo del cable. Protección adicional.
Blindaje doble de alta resistencia (DA-HS)	Zona de oleaje, coral, roca volcánica. Alto riesgo de daños de jábegas. Profundidad a 400m.	Dos capas de hilo blindado aplicadas al núcleo del cable. Protección adicional

Fig.30: Principales tipos de cables submarinos

f) Cable híbrido

Es un cable que contiene tanto fibras ópticas como pares de cobre.

2.4.3 Características del cable fibra óptica

Para poder utilizar fibras ópticas en forma práctica, estas deben ser protegidas contra esfuerzos mecánicos, humedad y otros factores que afectan su desempeño. Para ello se les proporciona una estructura protectora, formando así, lo que conocemos como cable óptico. Dicha estructura de cables ópticos variará dependiendo de si el cable será instalado en ductos subterráneos, enterrado directamente, suspendido en postes, sumergido en agua, etc.

El propósito básico de la construcción del cable de fibra óptica es el mismo; mantener estables la transmisión y las propiedades de rigidez mecánica durante el proceso de manufactura, instalación y operación. Las propiedades esenciales en el diseño del cable son la flexibilidad, identificación de fibras, peso, torsión, vibración, límite de tensión, facilidad de pelado, facilidad de cortado, facilidad de alineación del cable y la fibra, resistencia al fuego, atenuación estable, etc. Los parámetros para formar un cable especial son:

- Esfuerzo máximo permitido en la fibra durante su fabricación, instalación y servicio; determina la fuerza mínima de ruptura de la fibra y la fuerza requerida para el miembro de tensión.

- Fuerza lateral dinámica y estática máxima ejercida sobre la fibra, para determinar la configuración del cable y el límite de tolerancia de microcurvaturas.
- Flexibilidad.
- Rango de temperatura y medio ambiente en donde el cable va a operar, paralela elección del tipo de materiales a utilizar tomando en cuenta su coeficiente de expansión térmica y su cambio de dimensiones en presencia de agua.

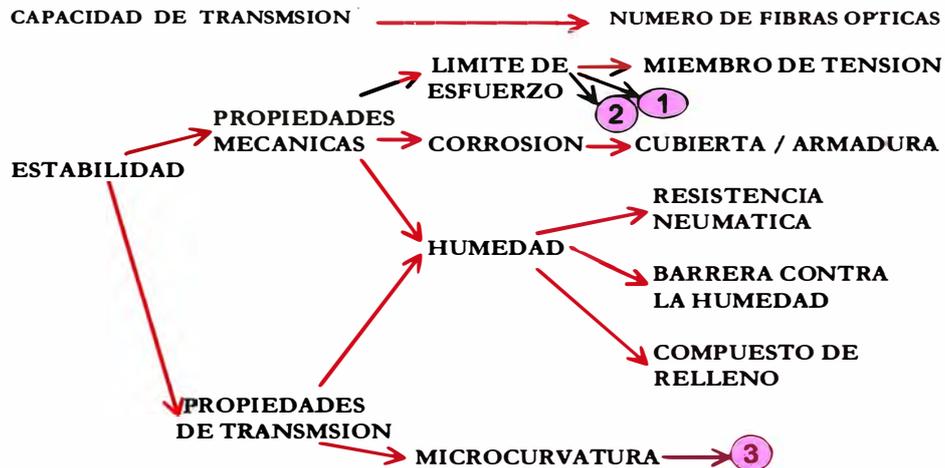
CARACTERISTICAS DEL CABLE OPTICO

CARACTERISTICAS MECANICAS Y TERMICAS:

•Tensión máxima (Kg)	270 Kgf.
•Temperatura de Operación (°C)	-20 a +70
•Longitud de Suministro (m)	2000/6000
•Radio de Curvatura	
Estático	15 x d
Dinámico	20 x d
d = diámetro exterior del cable (mm)	

Fig. 31: Principales características mecánicas del cable óptico

FACTORES PARA LA SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA DE CABLE DE FIBRA OPTICA



FACTORES PARA LA SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA DE CABLE DE FIBRA OPTICA



Fig.32: Factores de selección del tipo de cable de fibra óptica

Debido a la gran variedad de cables de fibra monomodo ofrecidos en el mercado global y considerando que el presente informe está referido al mantenimiento de los **cables terrestres de fibra óptica monomodo**, mencionaremos los principales tipos para este grupo de cables.

2.4.4 Tendencias en los sistemas de transmisión por fibra óptica

Hasta la década del 1990, la transmisión de datos por fibra óptica consistía en transmitir impulsos luminosos (luz / no-luz) a alta velocidad a través de la fibra. Este concepto, que en su día parecía muy avanzado, ha quedado ya anticuado.

Podemos pensar en un enlace tradicional punto a punto con fibra óptica: una fuente óptica transmite en un extremo y un fotodetector recibe la señal en el extremo opuesto. Señales con diferentes fuentes de luz requerirían diferentes canales ópticos, es decir, diferentes fibras. Y, considerando que las fuentes ópticas tienen un espectro estrecho, se puede deducir que únicamente se está aprovechando una pequeña porción de todo el ancho de banda disponible en la fibra óptica.

Partiendo de este hecho, se podría pensar en introducir diferentes fuentes de luz a través de una única fibra con tan solo hacer que cada fuente emita a una longitud de onda diferente. Así aparece el concepto de WDM (wavelength division multiplexing) Multiplexación por longitud de onda.

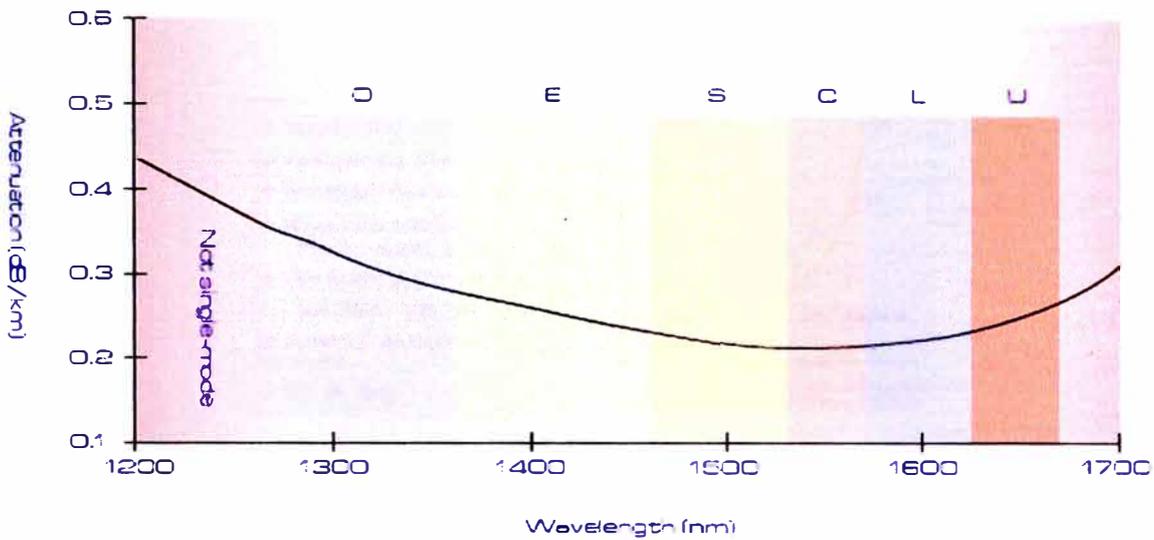


Fig.33: Atenuación típica de la fibra monomodo en las 6 bandas

2.4.4.1 Sistemas DWDM

La tecnología de hoy permite transmitir por la misma fibra óptica, impulsos de luz de diferentes colores a la vez como canales independientes, permitiendo multiplicar la capacidad de transmisión de la fibra óptica monomodo existente. Esta característica de las redes ópticas las hace idóneas para cubrir la imparable demanda de mayores prestaciones de ancho de banda y velocidad de transmisión como se refleja en la siguiente figura



Fig.34: Crecimiento del ancho de banda en el tiempo

En los sistemas de transmisión óptica DWDM se reciben múltiples entradas ópticas de diferente longitud de onda λ (color) y las multiplexa por una sola fibra óptica. Se le denomina DWDM (Dense wavelength division multiplexing) porque se utiliza una densa gama de canales, mayor a 4 longitudes de onda.

Esta tecnología permite transmitir hasta 256λ (colores) diferentes por cada pareja de fibras. Gracias a esto, se multiplica la capacidad de transmisión de datos sin tener que invertir en infraestructura.

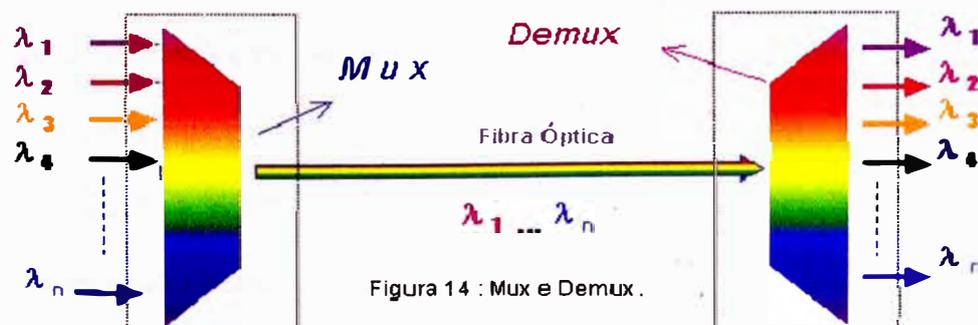


Fig.35: Multiplexación y demultiplexación en sistema DWDM

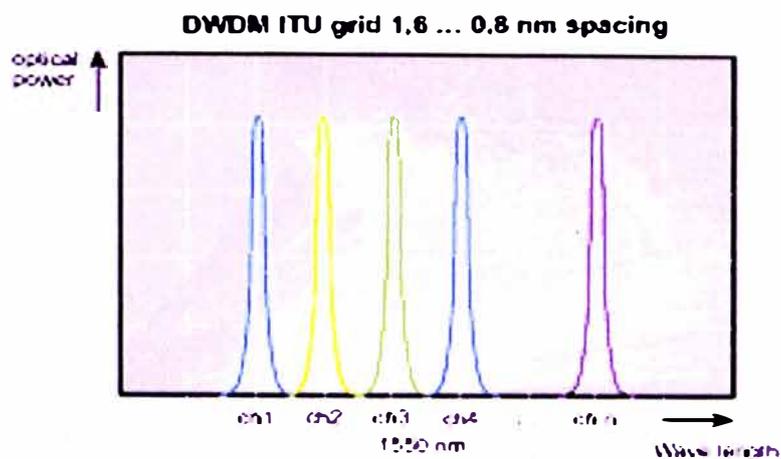


Fig. 36: Potencias ópticas versus longitudes de onda en DWDM

2.4.4.2 Sistemas CWDM

El enorme traspás sufrido por el mercado de telecomunicaciones durante el estallido de burbuja tecnológica (año 2000) provó un cambio significativo en el enfoque de los fabricantes de dispositivos y sistemas de comunicaciones ópticas. En la actualidad los esfuerzos de los fabricantes se centran principalmente en el área de las redes metropolitanas, y más concretamente, en la búsqueda de soluciones que permitan abaratar costes. Diversos fabricantes de componentes e integradores de sistemas están desarrollando productos CWDM puesto que la industria reconoce la oportunidad de mercado para esta tecnología.

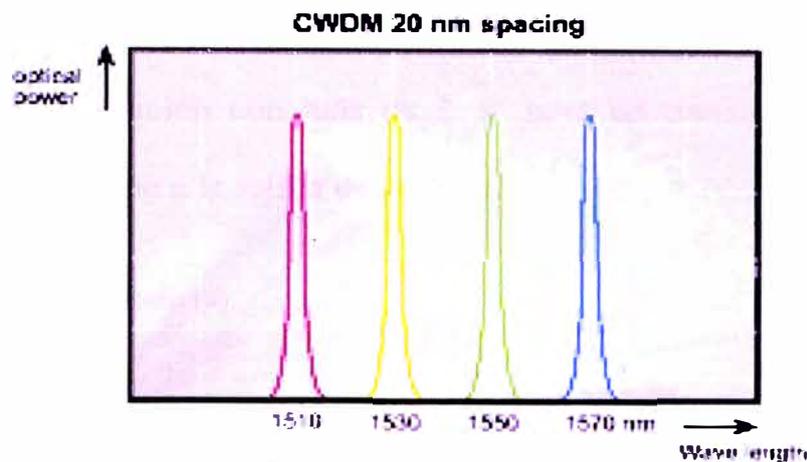


Fig.37: CWDM con un máximo de 4 longitudes de onda

La tecnología CWDM es especialmente atractiva debido a su bajo coste. En comparación con DWDM, los sistemas CWDM proporcionan ahorros del orden de un 35% a 65%. Por ejemplo, en la figura 1 se muestran los costes relativos de ambas tecnologías calculados para un sistema consistente en un anillo protegido de 16 canales, con un hub y cuatro nodos, cada uno de los cuales manejando 4 longitudes de onda. El ahorro proporcionado por CWDM (hasta un 40% en este caso) se debe a la reducción de costes de los láseres sin necesidad de control de temperatura y al menor precio de los multiplexores y demultiplexores pasivos. Básicamente, la mayor separación entre canales de los sistemas CWDM permite que las longitudes de onda de los láseres DFB puedan sufrir derivas con los cambios de temperatura, evitando de este modo la necesidad de emplear controladores de temperatura. Esto trae consigo un ahorro de espacio, simplifica el empaquetamiento del láser y reduce además el consumo de

potencia (un valor medio de 0,5 W para un láser CWDM en comparación con más de 2 W para un transmisor láser DWDM conforme a la rejilla de la UIT).

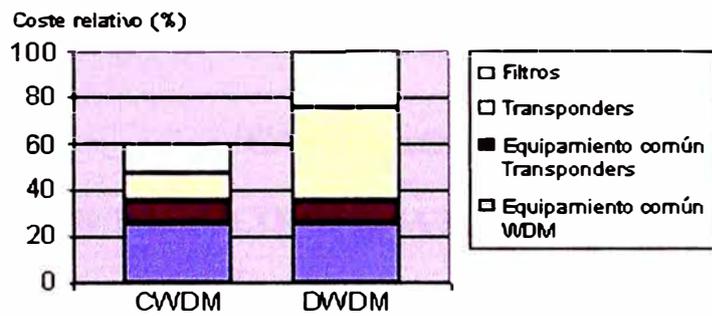


Fig.38: Costos relativos CWDM vs. DWDM

CAPITULO 3

CARACTERISTICAS TECNICO-OPERATIVAS DEL MANTENIMIENTO

3.1 Aspectos generales sobre la Operadora de Telecomunicaciones

Toda persona del área de mantenimiento, debe conocer y mantenerse actualizado sobre el mercado y la participación de su empresa en dicho mercado, así como conocer la visión, misión, objetivos y el núcleo del negocio (core business) de la empresa. Asimismo debe conocer la ubicación exacta de su área de mantenimiento dentro de la estructura de la empresa, la participación en los procesos principales y el aporte en la cadena de valor.

En un mercado cada vez más globalizado, serán muchas las personas que laborarán en empresas que pertenecen a un grupo de inversión global. Por ello es importante que no solo el personal ejecutivo, sino todo el personal que labora en la empresa conozca mejor a su grupo corporativo a fin de alinearse a la visión, misión, objetivos y tendencia tecnológica.

3.1.1. Alcance del Negocio

El Grupo Telefónica es una de las empresas de telecomunicaciones líderes a nivel mundial. Tiene una base de clientes de más de 100 millones de personas, en un mercado potencial de 500 millones.

Presencia internacional del Grupo Telefónica

Telefónica es un grupo con alcance global, centrado en los mercados de habla hispano-portuguesa, presente en tres continentes, con operaciones en 13 países y presencia en más de 40. Es un operador multidoméstico, por un lado, porque tiene definida en cada país una oferta conforme a las singularidades de cada mercado, adaptándose a las necesidades de cada sociedad, siendo capaz de ser global y local, grande y accesible a la vez. Por otro, porque es el único operador que es incumbente en todos los países relevantes para su negocio. Y por último, porque la contribución al margen bruto de explotación procedente de mercados distintos a su país de origen es superior a la mayoría de sus competidores

Presencia del Grupo Telefónica en Mercado Hispano

Es el operador incumbente con mayor porcentaje de negocio fuera de su mercado de origen (España) y el operador de referencia en el mercado de habla hispano-portuguesa. En **España**, cuenta con más de 80 años de experiencia en el país y tiene más de 19 millones de líneas fijas y cerca de 19 millones de clientes de telefonía móvil.

En **Latinoamérica**, tiene una presencia estable desde hace 14 años, con una inversión en infraestructuras y adquisiciones cercana a los 65.000 millones de euros. En 2003, Telefónica es la operadora de referencia en Brasil, Argentina, Chile y Perú y está desarrollando operaciones relevantes en Puerto Rico, Colombia, México, Guatemala, el Salvador y Venezuela. Es el primer operador en la región (año 2004), alcanzando los 22 millones de líneas fijas (1) y gestionando más de 47 millones de clientes móviles (2); además, ofrece soluciones integrales de comunicación a empresas. (1) No considera las líneas fijas de CANTV. (2) Incluye los que procederían de BellSouth tras la compra anunciada en marzo de 2004.

RANKING DE EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES EN EL MERCADO HISPANO-PORTUGUÉS



Fig. 39: Líneas fijas en servicio (datos en millones-dic. 2003)

En total, el 60% de los clientes del Grupo corresponde a los mercados de lengua hispana, mientras que el 37% procede de los de lengua portuguesa. Su plantilla asciende, a diciembre de 2003, a más de 148.000 empleados como Grupo consolidado, de los cuales el 41% se encuentra en Europa y el 58% en Latinoamérica, siendo los países con mayor número de empleados España (más de 58.000) y Brasil (más de 42.000).

Es la quinta compañía mundial del sector por capitalización bursátil (15-octubre de 2004) y cuarta compañía en el ranking EuroStoxx50 (30- julio de 2004). Además, es la empresa número 45 del mundo en cotización bursátil (31-julio de 2004). Cuenta con más de 1,6 millones de accionistas directos y cotiza en las principales bolsas nacionales y extranjeras.

3.1.2 Modelo de Negocio del Grupo Telefónica

Telefónica es un operador que ofrece soluciones integradas y que satisface las expectativas y necesidades de comunicación de sus clientes.

Telefónica es el impulsor del **ADSL** en España y Latinoamérica

A lo largo de los últimos años, el Grupo Telefónica ha concentrado su negocio en las telecomunicaciones, reforzando su presencia en telefonía fija y telefonía móvil.

Como resultado, el modelo de negocio está orientado a satisfacer las necesidades de comunicación de todos sus clientes.

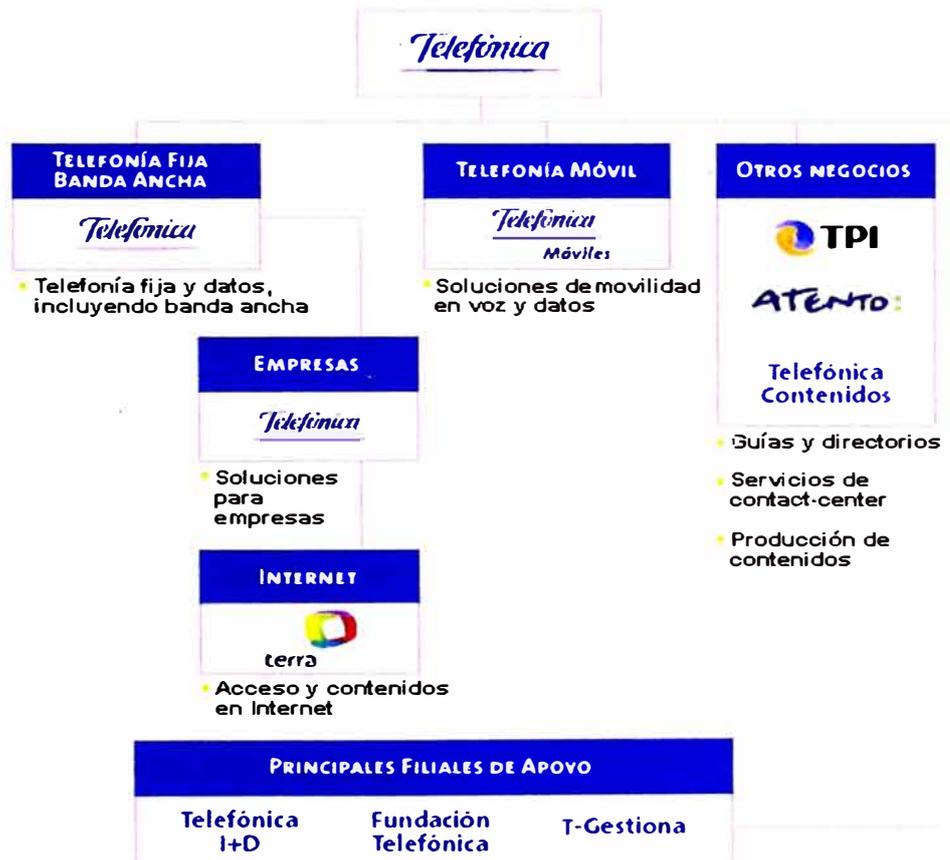


Fig. 40: Organización de los negocios del grupo Telefónica

3.1.2.1 Negocio de Telefonía Fija y Banda Ancha

Este negocio lo gestiona a través de 3 empresas: Telefónica de España, Telefónica Latinoamérica (TLatam) y Telefónica Empresas.

a) Telefónica de España

Presta servicios de telefonía básica, larga distancia nacional e internacional, telefonía de uso público, Internet, alquiler y venta de equipos y terminales, radiobúsqueda, ISP, ADSL y servicios de valor añadido para los clientes.

Existe una fuerte apuesta en este mercado por la banda ancha a través del despliegue del ADSL en el que Telefónica de España ha invertido desde el año 2000 alrededor de 2.000 millones de euros. Telefónica es el operador líder en ADSL con más de 2 millones de clientes a junio de 2004. Además, Telefónica se ha comprometido a invertir 3.000 millones de euros en ADSL España durante el periodo 2004-2008.

b) Telefónica Latinoamérica

Todas las inversiones de Telefónica en el sector de la telefonía fija en Latinoamérica se gestionan a través de Telefónica Latinoamérica, con sus principales actividades con sus principales actividades en Argentina (TASA), Brasil (Telesp), Chile (CTC), Perú y Telefónica Larga Distancia Puerto Rico. Las operadoras de Telefónica Latinoamérica prestan servicios de telefonía básica, larga distancia nacional e internacional, telefonía de uso público, Internet, alquiler y venta de equipos y terminales, radiobúsqueda, ISP, televisión por cable (en el caso de Perú) y servicios de valor añadido.

c) Telefónica Empresas

Telefónica Empresas provee servicios y soluciones de comunicación al segmento **corporativo** (grandes empresas y administraciones públicas). A finales de 2003, la Compañía gestionaba una cartera de más de 21.000 clientes a escala mundial, de los cuales 2000 se encontraban en España. Su objetivo es satisfacer las necesidades de comunicación de sus clientes de manera integrada y personalizada. Para ello, gestiona la integración de toda la tecnología necesaria (voz, datos, sistemas de información y telecomunicaciones) y abarca toda la cadena de valor, desde la conectividad hasta la consultoría, el desarrollo y la implantación de las soluciones de comunicación. Cuenta con un amplio portafolio de servicios y soluciones, y asegura calidad extremo a extremo, flexibilidad y servicio integral. Telefónica Soluciones y Telefónica Internacional Wholesale Services (ofrece servicios internacionales de capacidad a otros Operadores) se integran dentro de esta unidad de negocio. Telefónica Deutschland & Telefónica UK Telefónica Deutschland, que incluye la operativa de Gran Bretaña, está fundamentalmente enfocada al segmento empresarial.

3.1.2.2 Negocio de Telefonía Móvil

Este negocio lo gestiona a través de Telefónica Móviles que se ha convertido es una de las principales compañías de telefonía móvil del mundo. Es líder en los mercados de España y Latinoamérica y tiene operaciones en la cuenca mediterránea. En marzo de 2004, Telefónica llegó a un acuerdo con

BellSouth para adquirir todos sus activos de telefonía móvil en Latinoamérica. Tras la adquisición, Telefónica Móviles pasará a gestionar más de **68 millones de clientes celulares** alcanzando presencia en todos los mercados claves de Latinoamérica y una posición de liderazgo en la región. Además, este movimiento situará a Telefónica Móviles como el **cuarto mayor operador** de telefonía móvil del mundo.

Con este acuerdo, Telefónica Móviles consolida su presencia como líder en países claves de la región en los que ya estaba presente (Argentina, Chile y Perú). También adquiere una significativa posición en mercados de fuerte crecimiento en los que no estaba presente (Venezuela, Colombia, Ecuador y Uruguay) y, por último, logra una importante masa crítica en Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Panamá y Nicaragua). Por todo ello, Telefónica Móviles se configura como el primer operador en Latinoamérica. En España es el operador líder con más del 50% de cuota, cerca de 19 millones de clientes a junio de 2004 y a futuro se espera seguir creciendo en ingresos a través del desarrollo de otros servicios con UMTS.

En **Brasil**, como resultado de la fusión de sus participaciones en operadoras móviles con Portugal Telecom en Vivo, cuenta con más de 23,5 millones de clientes a junio de 2004, que le convierten en el líder del mercado. En **México**, se está siguiendo una estrategia de despliegue de red y ampliación de la distribución comercial que ha hecho que se alcance un 11% de cuota del mercado, lo que representa casi 4,1 millones de clientes a junio de 2004.

3.1.2.3 Visión, Misión y Valores

El propósito de Telefónica: **es ser reconocido como la operadora de confianza para todos los grupos de interés**

El Grupo Telefónica comparte una misma visión de liderazgo, una misión y unos valores que son el eje de su cultura corporativa. Una cultura sólida y a la vez flexible que le permite adaptarse a los nuevos contextos y a los retos del futuro. Este es el proyecto empresarial de Telefónica para el futuro.

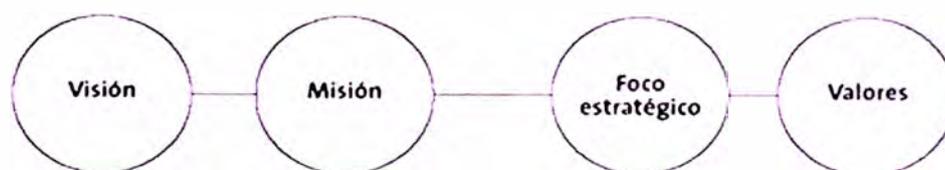


Fig. 41: Eje de la cultura corporativa

a) Visión

El Grupo Telefónica aspira a convertirse en el mejor y mayor grupo integrado de telecomunicaciones del mundo. El mejor, en orientación al cliente, innovación, excelencia operativa y liderazgo, y compromiso de sus empleados. Y el mayor, tanto en crecimiento y rentabilidad para sus accionistas como en valor de mercado entre las operadoras integradas.

Telefónica quiere alcanzar su visión, por un lado, a partir de la anticipación y compromiso y por otro, a través de una relación próxima y cercana entendiendo las necesidades expectativas y necesidades de los grupos de interés.

b) Misión

El propósito de Telefónica es el de ser reconocidos como un grupo integrado que ofrece soluciones integradas a cada segmento de clientes, tanto de comunicaciones, móviles como fijas, de voz, de datos y de servicios; que está comprometido con sus grupos de interés por su capacidad de cumplir con los compromisos adquiridos con todos: clientes, empleados, accionistas y la sociedad de los países en los que opera. El empeño de la Compañía es el de obtener la satisfacción de sus clientes como única vía posible de crecimiento y creación de valor para todos los grupos de interés.

El Grupo Telefónica tiene como objetivo principal comprender y satisfacer las necesidades de las personas con las que se relaciona, transformando las innovaciones tecnológicas en soluciones de comunicación que faciliten y mejoren la vida de los clientes y que contribuyan al desarrollo de la sociedad. De este modo, Telefónica puede construir relaciones duraderas basadas en la confianza. Los diferentes grupos que se relacionan con una compañía de Telecomunicaciones, buscan un operador que les permita hacer las cosas mejor y más fácilmente. Quieren un proveedor que satisfaga sus necesidades y exceda sus expectativas, ahora y a largo plazo. Pero sobre todo quieren un **socio en el que puedan confiar**.

Telefónica persigue ser este socio. Para ello, sus profesionales gestionan la tecnología, productos, servicios y las relaciones en beneficio de todos los grupos de interés: accionistas, empleados, comunidades en las que operamos

y de la sociedad en general. Telefónica aspira a lograr estos propósitos a partir de una actitud de comprensión de sus clientes; mejora continua en aquello que hace; de la aceptación de las responsabilidades que conlleva el liderazgo; y desde el compromiso con un comportamiento transparente, íntegro y ético.

c) Foco estratégico

El Grupo ha iniciado una profunda transformación hacia una orientación totalmente comercial, o dicho de otro modo, sitúa la satisfacción del cliente como la pieza clave para el crecimiento. Con una gestión más eficiente y siendo capaz de anticiparnos no sólo en servicios, sino también en mercados y negocios.

d) Valores Corporativos

Los valores son los cimientos de la Corporación, constituyen el punto de partida y establecen la dirección sobre el cual se va dotando de contenido específico los compromisos que Telefónica adquiere con sus grupos de interés para ganarse su confianza. Así para los accionistas la confianza se traduce en rentabilidad y transparencia; para los clientes, en calidad y cumplimiento; para los empleados, en claridad en la relación y desarrollo profesional; y para la sociedad, en proximidad y contribución.

ACCIONISTAS E INVERSORES

- **Transparencia:** esforzándonos para que tanto los accionistas, como los inversores, como el resto de los grupos de interés, cuenten siempre con toda la información que requieren.
- **Rentabilidad:** con un modelo de negocio sólido y de futuro. Como Grupo líder en el sector de las Telecomunicaciones, somos depositarios de la confianza de nuestros accionistas, quienes esperan que nuestras decisiones y comportamientos se orienten a la creación de valor, y a quienes debemos máxima transparencia.

CLIENTES

- **Calidad:** cuidando de que nuestra oferta de productos y servicios, y nuestra atención al cliente, sea siempre la más adecuada a sus necesidades.
- **Cumplimiento:** comprometiéndonos a hacer lo que decimos.

Debemos perseguir incansablemente la excelencia en el servicio basándonos en nuestra capacidad para escuchar a nuestros clientes. Todos nuestros comportamientos deben dirigirse a dar respuesta a la confianza que nuestros clientes depositan en un Grupo líder en comunicaciones como Telefónica.

EMPLEADOS

- **Claridad:** procurando que los empleados del Grupo cuenten en todo momento con información completa y de calidad.
- **Desarrollo:** asegurando para los empleados de Telefónica las mejores oportunidades en su evolución profesional. Nuestros empleados son Telefónica. Mas allá de la marca o la tecnología, las personas que componen el Grupo son la auténtica clave de su liderazgo. Únicamente garantizando el crecimiento personal y profesional de nuestros empleados, garantizamos también el éxito de nuestro Grupo.

SOCIEDAD

- **Contribución:** para alcanzar con la sociedad una relación de confianza a través de nuestra contribución hacia todos los estamentos sociales, con políticas concretas de solidaridad, atención medioambiental e integración.
- **Proximidad:** siendo una empresa global y multidoméstica, presentando una oferta global pero, a su vez, atendiendo a las necesidades y singularidades de la sociedad, allí donde estemos.

Es una empresa multidoméstica al servicio de la sociedad. Cree que le corresponde asumir el liderazgo en el desarrollo de la sociedad de la información, contribuyendo a reducir la brecha digital y respetando los valores de las comunidades en las que opera

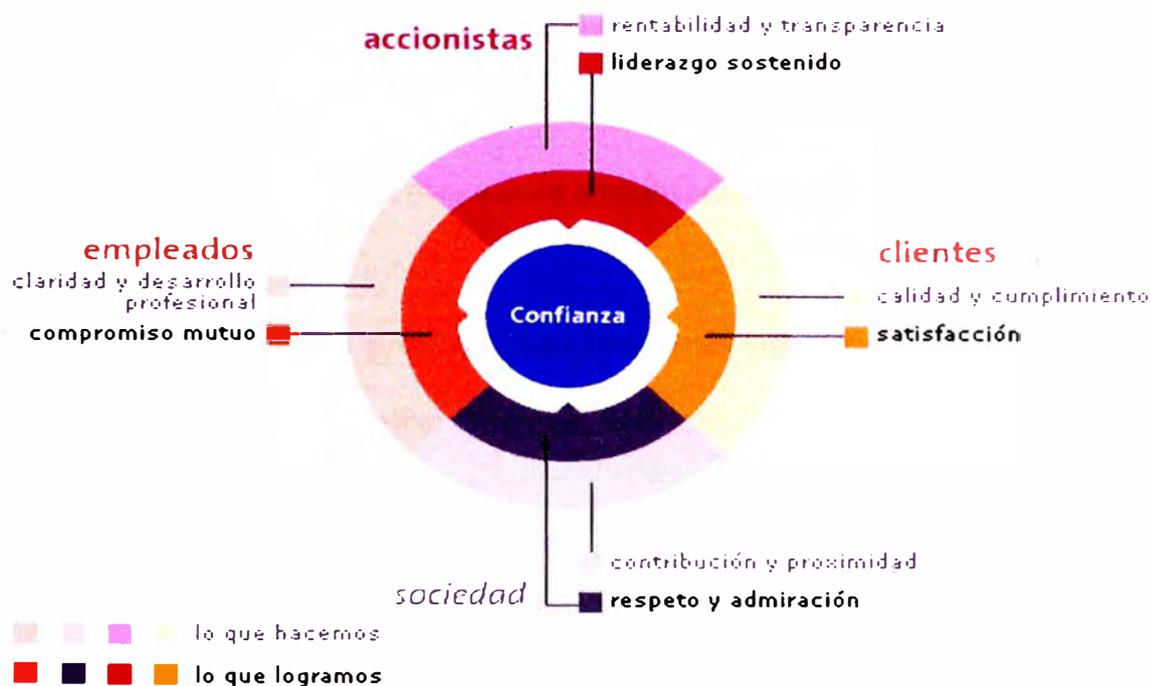


Fig. 42: Relación entre los valores corporativos y los grupos de interés

3.1.3 Estrategia de Negocios del grupo Telefónica

La estrategia de Negocios tiene 3 grandes rubros:

- Foco en el crecimiento rentable
- El Cliente es el centro de su actividad
- Desarrollo tecnológico

a) Foco en el crecimiento rentable

La transformación del Grupo Telefónica hacia el cliente es ineludible para alcanzar los grandes objetivos estratégicos: mantener un crecimiento sostenido del flujo de caja libre y mejorar la rentabilidad de los capitales invertidos en la Compañía.

Ello se refleja en un profundo cambio en las prioridades en las que ha puesto foco el Grupo, cuatro ejes: Clientes, Servicios, Geografía y Finanzas

	Pautas recientes	Foco actual
Clientes	Captura agresiva de clientes de forma independiente por cada línea de actividad	Foco en la rentabilidad/calidad de los clientes Mejor segmentación y atención mediante la convergencia de tecnologías y el desarrollo de plataformas avanzadas comerciales y de marketing
Servicios	Creación de una plataforma de Internet y Medios	Liderazgo de la revolución digital a través de la estrategia de Banda Ancha apoyada sobre redes y los activos de contenidos
Geografía	Liderar el mercado hispano - portugués Desarrollar la presencia en Europa	Enfoque multidoméstico selectivo y orientado a resultados, centrado en los mercados naturales
Finanzas	Modelo de crecimiento acelerado Valor a través de la segmentación de los negocios en líneas de actividad	Modelo de crecimiento rentable Foco en la generación FCF (Flujo de Caja Libre) y ROCE (retorno sobre el Capital Empleado)

Fig. 43: Cuatro ejes de crecimiento rentable

Para desarrollar esta estrategia se han definido dos grandes líneas de actuación, que están íntimamente relacionadas entre sí: la primera, orientada al crecimiento de los ingresos, y la segunda, a la transformación de Telefónica en una organización más comercial, más flexible y ligera en

activos, que sea capaz de capturar el crecimiento deseado y de obtener el máximo rendimiento del mismo.

A futuro, Telefónica pretende alcanzar el objetivo de generar más de 27.000 millones de euros de flujo de Caja Libre acumulados en el periodo 2003-2006 y de elevar el Retorno sobre el Capital Empleado a tasas de dos dígitos a partir de 2005

b) El Cliente es el centro de su actividad: Orientación comercial

Telefónica tiene como objetivo principal satisfacer todas las expectativas y necesidades de los clientes, abarcando diferentes tecnologías y servicios

La Compañía ha iniciado una profunda transformación hacia una orientación totalmente **comercial**, o dicho de otro modo, sitúa la satisfacción del cliente como la pieza clave para el crecimiento. Con una gestión más eficiente y siendo capaz de anticiparnos no sólo en servicios, sino también en mercados y negocios. Este mayor enfoque al cliente, y menos en el producto, forma parte de la estrategia de Telefónica de situarse como un Grupo integrado que ofrece soluciones de comunicación que abarquen todas las expectativas y necesidades de sus clientes, combinando las diferentes tecnologías y servicios. En este sentido, Telefónica lidera la mejor estrategia de mercado, diferenciada frente a operadores parciales o de nicho que sólo satisfacen una parte de dichas necesidades.

Telefónica se ha convertido, por tanto, en un operador de referencia en el mundo, estando las claves de esta reorientación estratégica definidas claramente en una atención más personalizada de sus clientes, la diferenciación de soluciones para cada necesidad y la segmentación de los clientes en cuatro grandes grupos: clientes individuales, hogares, Pymes, y grandes empresas y Administraciones Públicas.

Para reforzar este enfoque comercial, la Compañía ha incrementado estos perfiles en la organización, tal como va a continuar realizando en el futuro. Por ejemplo, se ha establecido un incremento del personal comercial en Telefónica de España y Telefónica Latam. Además, a futuro, toda la plantilla del Grupo Telefónica deberá adoptar una actitud comercial.

TRANSFORMACIÓN DE LA PLANTILLA EN NUESTRAS OPERACIONES FIJAS

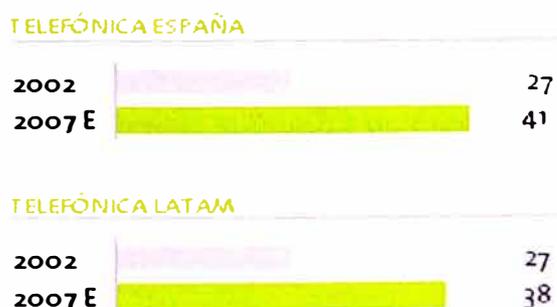


Fig. 44: Porcentaje de la plantilla en actividades comerciales o de marketing

Este enfoque en la actividad comercial, genera que las actividades de operación y mantenimiento deben ser más eficaces y eficientes, debido a la menor cantidad de personal que se asignarán a estas actividades. Por ello es

muy importante el cambio cultural que deben asumir el personal de estas áreas.

c) Anticiparse en el mercado futuro

Telefónica está desarrollando una nueva generación de servicios que combina de forma integrada soluciones de Banda Ancha y movilidad

Para los próximos años la estrategia de Telefónica se va a apoyar en tres pilares: la Banda Ancha, la movilidad y la popularización de las telecomunicaciones en Latinoamérica.

La combinación de las dos primeras (a través de tecnologías como ADSL, Wi-Fi, 3G) va a dar lugar a una nueva generación de servicios, algunos de los cuales son ya una realidad comercial, y que van a suponer una evolución muy importante sobre los servicios tradicionales. Por otro lado, la incorporación de nuevos grupos de clientes supondrá una oportunidad para crecer.

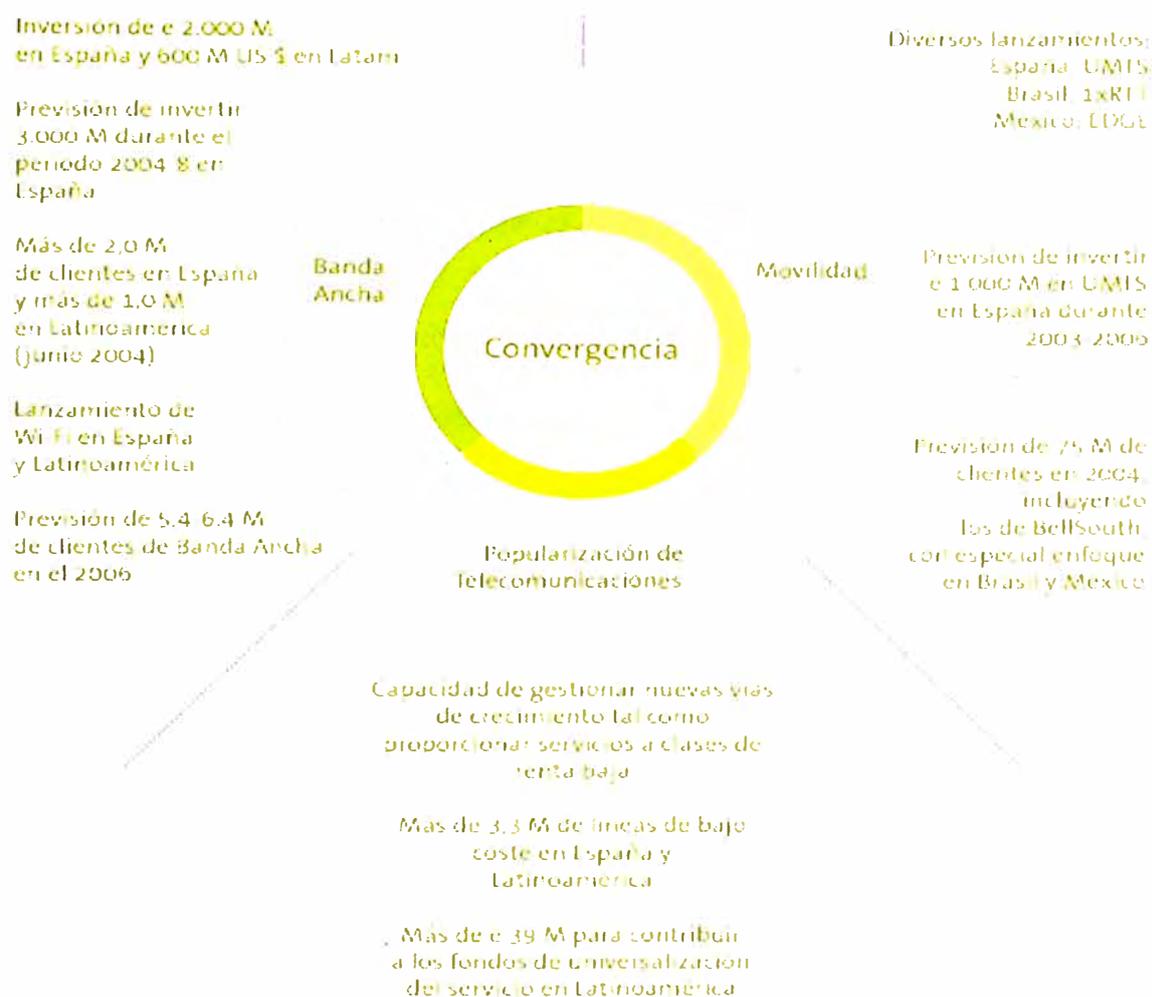


Fig. 45: Tres pilares de la Convergencia de nuevos servicios

La Banda Ancha va a dejar de ser patrimonio de las comunicaciones fijas (gracias al Internet desde móviles) y la movilidad dejará de ser patrimonio de las comunicaciones móviles (el Wi-Fi dará movilidad a las comunicaciones fijas). La integración, por tanto, es la clave de un futuro en el que las soluciones van a estar orientadas menos desde la tecnología o el producto, y más desde el punto de vista del cliente. Los planes de Telefónica se centran en impulsar el avance de la banda ancha a partir de cuatro ejes: incremento de

la cobertura; comercialización de nuevos productos y servicios; sostenimiento creciente de la calidad; e innovación permanente.

Telefónica se propone convertir el ADSL en un producto de consumo masivo

En Latinoamérica, Telefónica está enfocada en la extensión del servicio a toda la sociedad. En telefonía fija, Telefónica quiere crecer en Latinoamérica haciendo aumentar la base de clientes actual con ofertas novedosas y a medida de todo tipo de clientes. Además, se espera incorporar al mundo de las telecomunicaciones a toda la sociedad. Por ello, Telefónica está invirtiendo en democratizar las telecomunicaciones, con el objetivo de ofrecer sus servicios a segmentos de población que hasta ahora tenían difícil acceso al sector.

3.2 Consideraciones generales sobre el mantenimiento de fibra óptica

Para efectuar un adecuado mantenimiento a los cables de fibra óptica es recomendable seguir los lineamientos dadas en las recomendaciones del UIT-T en la serie L “Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior”, asimismo se debe conocer en detalle los aspectos de las instalaciones del cable en los diversos entornos de los exteriores que pueden clasificarse en 2 grupos: instalaciones subterráneas e instalaciones aéreas

3.2.1 Instalaciones subterráneas

Las instalaciones subterráneas de cables de fibra óptica, pueden tener 2 variantes, tendido directamente enterrado y tendido en canalización subterránea.

3.2.1.1 Tendido directamente enterrado

Las instalaciones o tendidos de cables de fibra óptica directamente enterrados son frecuentes en las largas rutas de los enlaces de interconexión nacionales e inter-urbanos. En estas instalaciones se utilizan cables especiales, generalmente el blindado con armadura de acero, para ser directamente enterrados sin protección adicional.

Antes de iniciar las excavaciones, se deben investigar las condiciones del suelo a lo largo de la ruta del cable, para determinar la selección del equipamiento de colocación del cable, el tipo de cable y la profundidad de la instalación. Todas las redes de servicios públicos que existen bajo tierra,

deben ser identificadas y localizadas, para salvar oportunamente las interferencias y evitar daños.

El cable de fibra óptica se puede introducir en zanjas o enterrar directamente. Abrir zanjas es mucho más costoso y toma mayor tiempo que hacer surcos directamente, pero permite una instalación más controlada. Justo encima del cable se debe enterrar una cinta de señalización de color brillante, para alertar a las futuras operaciones de cavado.

Las cajas de empalmes de estos cables deben ser estancas al agua. Las cajas pueden enterrarse a pocos centímetros del nivel de la superficie para permitir un fácil acceso. Sistemas más elaborados requieren la instalación de arquetas o cámaras para la caja de empalme. Como la caja queda enterrada es conveniente la instalación de una baliza electrónica de señalización, la cual es fácilmente detectable con un localizador portátil.

También ayuda a la localización del cable directamente enterrado, la instalación de hitos de concreto armado, que sobresalgan 40 cms. del nivel de la superficie y que se debe instalar a lo largo del tendido del cable con una separación que puede oscilar entre 100 a 500 metros, pero pueden atraer una atención no deseada sobre el cable de fibra óptica.

3.2.1.2 Tendido en canalización subterránea

La instalación de conductos bajo tierra permite al cable instalado en su interior de una protección adicional frente al entorno y permiten la instalación

futura de cables o su eliminación sin necesidad de excavar. Esto es beneficioso en las zonas urbanas, donde la canalización va por debajo de las calles. También permite la instalación de un cable estándar, sin armadura, en vez del pesado y costoso cable blindado.

Es conveniente sobredimensionar el número de conductos, es decir que queden conductos sobrantes para permitir la instalación futura de cables adicionales en la canalización construida.

La mayoría de las canalizaciones se construyen con ductos de polietileno de alta densidad (PVC), los colores frecuentes son el negro o gris y los diámetros más usados son de 2 y 4 pulgadas. En los ductos de 4 pulgadas se suelen instalar los multiductos constituidos que son 4 subconductos unidos a una cinta de tracción preinstalada por el fabricante. Esto permite ahorrar tiempo durante el proceso de instalación, los cuales vienen suministrados en carretes con 500 metros de multiductos.

Para las canalizaciones en zonas no urbanas y terrenos duros donde no se puede efectuar el tendido del cable directamente enterrado con arado, se efectúa la excavación y se instala el triducto, constituido por 3 subconductos unidos en forma horizontal. Estos subconductos tienen la pared más gruesa que los multiductos, para que tengan capacidad de resistir la fuerza de compresión de la tierra de relleno y del tráfico terrestre.

Tras la instalación del cable de fibra óptica en un subconducto, se deben instalar tapones terminales para garantizar un sellado efectivo al agua.

3.2.1.3 Instalación del cable en conductos

El cable de fibra óptica se puede tender en canalizaciones que terminan en cámaras subterráneas o arquetas que proporcionan un medio de acceso a las canalizaciones. Las cámaras o arquetas son normalmente rectangulares y hechas de concreto armado.

Considerando que el cable de fibra óptica es liviano, en la canalización se instala la longitud más larga posible de cable ininterrumpido para reducir el número de empalmes. Las longitudes de los cables están determinados por el diseño de ingeniería, considerando factores tales como la tensión de tracción, la longitud de la ruta, el número de curvas, la localización de la caja de empalmes, la accesibilidad y la atenuación del enlace de fibra óptica.

El procedimiento de tendido del cable de fibra óptica es similar al tendido de un cable multipar de cobre con la adición de lo siguiente:

Antes de arrastrar el cable y mientras se encuentre en el carrete, se deberá examinar todas las fibras ópticas del cable con un reflectómetro (OTDR) y un adaptador de fibra desnuda, para asegurarse que las fibras no hayan sufrido atenuaciones.

Dependiendo del diseño de ingeniería, se debe dejar enrollados al menos 20 metros de exceso de cable en cada extremo, para los empalmes y almacenamiento para reparaciones de emergencia.

Luego del tendido del cable de fibra óptica se debe volver a medir las fibras con un reflectómetro (OTDR) para asegurarse de que no ha sido dañado durante el proceso de tendido.

Almacenar el cable engrapándolo en las paredes de la cámara o el techo.

Situar el cable en el sitio más elevado posible de la cámara.

Las etiquetas de los cables de fibra óptica se deben situar en cada cámara cerca a la entrada a los ductos, para así identificar el enlace, la capacidad, la fecha de instalación y las cuentas del cable cuando es cable de distribución.

3.2.2 Instalaciones aéreas

Se puede realizar una instalación aérea bobinando el cable de fibra óptica a un cable mensajero de acero existente o instalando un cable de fibra óptica autosoportado mediante sujetadores especiales a los postes.

Se debe extremar la cautela cuando se realiza una instalación aérea. Se deberá contactar con el personal adecuado para que estén en el lugar en el momento en que se trabajará cerca de líneas de alta tensión.

Entre los postes de instala un cable mensajero de acero, a la tensión y pandeo adecuados para soportar el cable de fibra óptica, muchas Operadoras de telecomunicaciones han establecido el uso del nivel superior del poste para la instalación de los cables de fibra óptica, para que se encuentre menos expuesto durante los trabajos que se efectúan sobre otros cables aéreos instalados en los

mismos postes. El cable mensajero debe tener conexión sólida a puesta de tierra.

3.3 Mantenimiento correctivo de fibra óptica

El principal objetivo del mantenimiento correctivo es restablecer los servicios interrumpidos por avería en cable de fibra óptica, en el menor tiempo posible.

Los cables de fibra óptica sobre todo los utilizados en las redes de interconexión, soportan sistemas de transmisión de cada vez más altas velocidades (2.5 o 10 Gbps), por tanto cuando se produce la rotura del cable de fibra óptica que les sirve de soporte, se produce la interrupción de una gran cantidad de servicios, los cuales no todos pueden ser respaldados por los sistemas de radio enlaces instalados para dar respaldo a los sistemas por fibra óptica.

El proceso de reparación de una rotura de cable de fibra óptica, debe estar especificado en un procedimiento técnico interno que recoja todas las consideraciones del proceso operativo y los requerimientos técnicos que permitan reducir al mínimo el tiempo de reparación. El proceso tiene 3 subprocesos claramente diferenciados.

3.3.1 Localización de la avería.

La detección y localización de la avería en el cable de fibra óptica debe ser lo más inmediato posible.

La posición exacta de la rotura del cable de fibra óptica debe determinarse mediante inspección visual y medidas reflectométricas con un OTDR efectuadas desde un extremo del cable afectado.

Actualmente existen sistemas de monitoreo remoto de los cables de fibra óptica, que permiten detectar casi inmediatamente de producido la rotura del cable y reportarlo automáticamente vía mensajes a e-mail o celular a los responsables del mantenimiento. Este tema será desarrollado ampliamente en el punto 6.2 del presente informe.

3.3.2 Desplazamiento y preparación de los empalmes

Una vez detectada la rotura del cable y localizada su ubicación según longitud óptica desde el extremo más cercano, el proceso de desplazar al personal técnico con los materiales, herramientas y equipos necesarios para la reparación, ocupa el mayor tiempo de todo el proceso de reparación.

El área de mantenimiento deberá contar con personal técnico disponible las 24 horas de los 365 días del año. Para ello el personal técnico deberá contar con equipos celulares de uso permanente. Asimismo se deberá contar con disponibilidad de las unidades móviles, las herramientas, los planos, los materiales y los equipos de medición y trabajo requeridos para efectuar la reparación provisional que restablecerá los servicios interrumpidos. Para ello deben establecerse responsabilidades y procedimientos operativos que consideren situaciones de contingencias.

Es recomendable el establecimiento de pareja de avanzada, que con un vehículo, los planos de tendido y una cámara fotográfica digital, serán los primeros en salir a localizar el punto de la avería. Generalmente las roturas de los cables de fibra óptica son producidas por máquinas excavadoras cuando realizaban excavaciones sobre el tendido de fibra óptica directamente enterrado o canalizado. Es muy importante conseguir el apoyo de la máquina excavadora causante del daño para realizar las excavaciones necesarias para conseguir la suficiente longitud de cable desde los 2 extremos generados por la rotura, para poder efectuar la preparación de la caja de empalmes con la longitud de cable disponible. Este apoyo es más crítico cuando se trata de un cable directamente enterrado puesto que es necesario obtener un mínimo de 8 metros a cada lado de la rotura mediante excavaciones que si no son realizadas por la máquina excavadora tomaría mucho tiempo efectuarlos en forma manual.

La reparación provisional tiene por objetivo restablecer los servicios afectados a la brevedad, sin considerar el estado final de la reparación definitiva. Según el tipo de instalación se deberá las acciones siguientes:

a) Cable directamente enterrado: Deberá adicionarse un tramo de cable y la adición de 2 cajas de empalmes. Tanto las cajas de empalmes y el tramo deberán ser enterrados convenientemente hasta que se efectúe la reparación definitiva en la cual se deberá efectuar una excavación paralela al tendido con 2 cámaras en sus extremos donde terminará el triducto que se colocará en la excavación.

b) Cable canalizado: Si existe reserva en las cámaras contiguas, se tratará de adicionar una sola caja de empalme en la cámara más cercana, de lo contrario se tenderá un tramo de cable entre las cámaras contiguas al daño, adicionándose 2 cajas de empalmes. Se debe analizar la alternativa de instalar una sola caja de empalme en el lugar del daño, a fin de reducir el tiempo de la reparación provisional.

La preparación de los 2 extremos de un cable de 24 fibra óptica en una caja de empalmes toma un tiempo aproximado de 30 a 40 minutos dependiendo de la habilidad del técnico reparador.

3.3.3 Ejecución de empalmes y restablecimiento de servicios

Una vez instalados los dos extremos del cable en la caja de empalmes, se debe proceder a los empalmes fibra por fibra, priorizando los empalmes de los pares de fibras que contienen sistemas de más alta velocidad o que no son respaldados por sistemas alternos de radio enlaces. Es recomendable que se tenga establecido para cada cable en servicio, la priorización de la fibras a ser reparadas, sino se tuviera se debe coordinar dicha priorización con el área de mantenimiento de los sistemas de transmisión o con el centro de gestión de las redes de la Operadora.

Cuando se ha adicionado un tramo de cable y 2 cajas de empalmes, se debe coordinar la ejecución simultánea de las mismas fibras priorizadas en ambas cajas de empalmes. Para ello es conveniente el uso de dos máquinas empalmadoras a fusión, sean éstas de la Operadora o una contratista.

Mientras se ejecutan los empalmes en el lugar de la avería, simultáneamente personal técnico debe efectuar mediciones reflectométricas a las fibras empalmadas para dar su conformidad de atenuación aceptable (menor a 0.15 dB).

3.3.4 Consideraciones en daño parcial del cable

Aunque su probabilidad de ocurrencia es menor que las roturas de cable de fibra óptica, existen casos de averías por daños parciales en tramos de cables o en las cajas de empalmes, que generan el corte de solo algunos de los sistemas de transmisión en servicio.

Ante estas situaciones es recomendable actuar con cautela, para evitar interrupciones no deseadas de los sistemas de transmisión que no han sido afectados.

Lo prioritario es restablecer los servicios afectados antes de efectuar la reparación o corrección de la atenuación. Ante un caso de daño parcial es recomendable efectuar mediciones reflectométricas a todas las fibras libres del cable afectado, para identificar cuáles fibras no han sido afectadas por el incidente. Teniendo en cuenta la distribución de las fibras en los tubos o buffers, las fibras generalmente se afectan en grupos alojados en un mismo tubo o buffers, por tanto es recomendable enrutar los servicios afectados ocupando fibras libres de tubos los más alejados del tubo o tubos afectados dentro de la estructura interna del cable.

Luego de restablecido los servicios afectados, se debe realizar la localización del daño parcial, para ello se siguen los mismos pasos en caso de una rotura, pero una vez detectado el daño es necesario evaluar la situación de cable para determinar si la corrección de la atenuación generada por una macro-curvatura, puede efectuarse sin generar riesgos de quebradura de las fibras en servicio, la alternativa es efectuar la corrección en un trabajo programado para ser ejecutado en horas de la madrugada (a partir de las 01:00 horas) donde existe menor tráfico en los sistemas de transmisión.

Mediante trabajos programados de madrugada se debe efectuar las reparaciones de fibra abiertas en las cajas de empalmes. Generalmente este tipo de averías se produce por daños en la cámara por sabotaje o por fuertes vibraciones en la caja de empalmes, que han afectado a los empalmes que no han estado ejecutados con la calidad requerida.

3.4 Mantenimiento preventivo y nuevas técnicas de mantenimiento

Mediante el mantenimiento preventivo se debe asegurar la operatividad y disponibilidad del soporte de fibra óptica para todos los sistemas de transmisión que utilizan este medio de transporte.

Por ser un elemento relativamente nuevo, considerando que la mayoría de las redes de fibra óptica se instalaron en la década de los 80, las fibras ópticas no

presentan deterioro por envejecimiento que pueda generar riesgos a la operatividad del servicio. Los fabricantes de fibra óptica han indicado que según pruebas de envejecimiento realizadas en laboratorios, las fibras ópticas tendrían una vida útil superior a los 50 años.

Las recomendaciones de la UIT-T L.25 “mantenimiento de redes de cables de fibra óptica” es aplicable. Asimismo el mantenimiento preventivo está destinado a detectar oportunamente los eventos de atenuaciones puntuales en la fibra óptica generados por agentes externos que causan macro-curvaturas al cable de fibra óptica, así como el incremento de la atenuación (dB) en los empalmes existentes.

3.4.1 Medidas de fibras ópticas

El requerimiento de operatividad de enlace de fibra óptica es que la atenuación total máxima permitida por el sistema de transmisión sea menor que la atenuación total del enlace óptico. Cuando mayor sea ésta diferencia el sistema de transmisión operará con mayor seguridad y menos riesgos de interrupción del servicio por el incremento de la atenuación total que pueda generarse en el enlace óptico.

A diferencia de los cables multipares, en los cuales cada par es más independiente del resto en cada uno de sus parámetros de transmisión, en los cables de fibra óptica solo existe un parámetro de control que es la atenuación total de cada una de las fibras del cable y considerando que la mayor probabilidad de atenuación de las fibras ópticas sean por la acción

de agentes externos que generan una macro-curvatura al cable de fibra óptica, si efectuamos las medidas reflectométricas de solo las fibras libres, nos darán una referencia del resto de fibras ocupadas con sistemas de transmisión.

Es recomendable efectuar las mediciones reflectométricas de las fibras ópticas en servicio, cuando se ejecutan trabajos programados de cambio de tramos sean por reparaciones definitivas o por variación de ruta. Como todos los servicios serán interrumpidos por el corte total del cable, cuando se efectúan los empalmes fibra por fibra, se efectúan mediciones reflectométricas a todas las fibras ópticas del cable, incluyendo las que se encontraban con servicios.

3.4.2 Mantenimiento de repartidores ópticos

Los repartidores ópticos son los gabinetes donde terminan los cables de fibra óptica y brindan el acceso a cada una de las fibras ópticas del cable terminado en dicho punto a través de los conectores y acopladores de cada fibra óptica. Debe ser un sistema flexible que permita efectuar cualquier conexión de equipos u otras fibras a cualquiera de las fibras del cable terminado en el repartidor óptico. Estos equipos generalmente tienen una estructura modular que permite ampliar su capacidad según sean sus requerimientos.

El mantenimiento de los repartidores ópticos consiste básicamente e actividades:

- Verificar el estado y acondicionamiento de los elementos que la componen
- Verificación de la rotulación de la ocupación de las fibras

En la verificación del estado y acondicionamiento de los elementos que componen el repartidor óptico debe poner énfasis en los elementos ópticos que puedan sufrir algún tipo de atenuación que puede degradar las señales ópticas hasta producir una incomunicación en los sistemas de transmisión en servicio. Asimismo se debe verificar los sistemas de sujeción del cable, de los cordones y jumpers ópticos, de las bandejas de empalmes y conectores.

La verificación de la rotulación de la ocupación de las fibras, es la parte más importante y tediosa del mantenimiento de los repartidores ópticos, se debe verificar que se haya efectuado la correcta actualización de los rótulos cada vez que se ocupa o desocupa cada una de las fibras. La rotulación debe permitir hacer un seguimiento físico de todo el enlace es decir de origen a destino, sin información adicional a la registrada en los rótulos. Si encontraran fibra ocupadas no rotuladas o rotulaciones sin ocupación de las fibras, se debe efectuar las coordinaciones con las áreas correspondientes para contar con la información que permita completar la rotulación en cada uno de los repartidores ópticos involucrados del enlace.

Debe efectuarse un programa anual del mantenimiento de repartidores ópticos según la importancia de cada repartidor y el histórico de la frecuencia de ocupaciones, así se podría establecer una revisión mensual de algunos repartidores, mientras otros requerirán solo de una revisión semestral.

La rotulación autorizada debe ser impresa en un centro de gestión que apoyado en equipos informáticos gestione la ocupación de los cables de fibra óptica, a fin de reducir el riesgo de errores en la rotulación y permita una fácil actualizar de los rótulos.

3.4.3 Vigilancia de las redes

Los cables de fibra óptica forman redes de alcance nacional, por ello recorren grandes distancias en zonas no urbanas, generalmente instalas dentro del derecho de vía y en forma paralela a carreteras, líneas férreas, líneas de alta tensión, gasoductos, etc. Generalmente los tendidos son subterráneos, con cable directamente enterrado en canalización, por ello cualquier obra con movimiento de tierras que se realice cerca o sobre el tendido del cable de fibra óptica representará un riesgo para la integridad de cable. Por ello se debe programar la vigilancia visual de todo el recorrido del tendido de fibra óptica, con una frecuencia que dependerá de los riesgos potenciales registrados como de la importancia del enlace por su capacidad de transmisión o enlace sin respaldo de anillo óptico o radial.

La vigilancia deberá efectuarse preferentemente con un vehículo de doble tracción (tipo 4x4), con cabina cerrada y equipada con los materiales, planos, herramientas y equipos que permitan efectuar una reparación provisional rápida en cada de ocurrir un siniestro en el cable. Asimismo los técnicos vigilancia deberá contar con equipos de comunicación complementarios para asegurar una oportuna comunicación. Se recomienda contar con equipos celulares de mínimo 2 operadores móviles que tengan sistemas independientes de interconexión con sus estaciones bases celulares. Para zonas muy remotas se recomienda contar con equipo satelital.

El área de mantenimiento debe mantener una estrecha coordinación con los organismos de administración de las carreteras sea estatal o en concesión privada. También con las Municipalidades Provinciales y Distritales para conocer de todas las autorizaciones de obras que puedan ejecutar cerca o sobre el tendido de fibra óptica. Asimismo se debe coordinar con las empresas de servicios públicos, Gobiernos Regionales, Comunidades Campesinas, Empresas proyectistas y contratistas ejecutoras de obras civiles, para establecer los mecanismos que permitan identificar oportunamente las interferencias de las obras con el tendido de fibra óptica y se puedan establecer los procedimientos operativos para salvar dichas interferencias sin ocasionar daños a la canalización o al cable de fibra óptica.

El área de mantenimiento debe llevar un control diario de los resultados de las vigilancias efectuadas, que incluyen los riesgos potenciales detectados y las acciones tomadas para minimizar dicho riesgo que incluyen las coordinaciones verbales y telefónicas, notificaciones escritas, toma de fotos, formulación de obras de protección adicional, entrega de planos, calas (zanjas) de ubicación del tendido, es decir se debe llevar un registro que permita el seguimiento de todas las acciones efectuadas y en desarrollo que permitan reducir al mínimo el riesgo de rotura o daño a los cables de fibra óptica.

La actividad de vigilancia es más importante y crítica en los países donde no existen sistemas eficientes de control de obras en ambientes públicos y no existe una cultura de respeto a las normas o reglamentos de obras públicas, constituyendo la informalidad en la construcción de obra un factor adicional de riesgo para la redes nacionales de fibra óptica.

3.4.4 Supervisión de obras de terceros

Mientras la actividad de vigilancia de las redes de fibra óptica tiene por objetivo detectar riesgos potenciales no previstos o no ingresados o ingresados al sistema de control de obras establecido, la supervisión de obras de terceros es la actividad de vigilancia y coordinación que se realiza sobre una obra ya ingresada al sistema de control de obra de terceros.

Por cada obra de terceros que se ejecuta en una zona que representa riesgos para el tendido del cable de fibra óptica, se debe establecer un expediente o registro que permita el seguimiento y control de todas las acciones efectuadas y previstas para minimizar el riesgo de daño al tendido de fibra óptica. En muchos se tienen que ejecutar obras de variación de ruta o protección a la canalización existente a fin de reducir el riesgo.

3.4.5 Nuevas técnicas de gestión del mantenimiento

Para la adopción de las nuevas técnicas de gestión del mantenimiento de los cables de fibra óptica se debe tener especial atención a las características propias de las redes de cables que son no elementos de producción en sí, sino soportes físicos o vías de comunicación o enlace a los sistemas de transmisión de alta velocidad de las Operadoras de Telecomunicaciones.

Considerando que el mantenimiento de cables de fibra óptica está orientado más a la prevención y gestión de información operativa, que a la acción correctiva, se debe poner el mayor énfasis al recurso humano que tendrá la responsabilidad de contribuir formando equipos de trabajo a la fiabilidad de la redes de fibra óptica. Por ello la estimulación a la formación de lugares de trabajo seguros, gratos y productivos,

optimizando las relaciones entre personas y los equipos que emplean es vital

El mantenimiento se debe apoyar cada vez mas en sistemas de gestión de equipos con fuertes rasgos colaborativos que puedan garantizar la seguridad y operación estable a bajo coste. Como el mantenimiento de fibra óptica es un soporte a las áreas de sistemas de transmisión, se debe promover la formación de equipos de proyectos inter-funcionales encaminada a la mejora orientada, por la finalidad es elevar la eficacia de los sistemas de transmisión como proceso integral y no solo del mantenimiento de fibra óptica

Es recomendable ir adoptando paulatinamente los diversos criterios establecidos en el mantenimiento preventivo, predictivo, proactivo, como camino hacia el *mantenimiento productivo total (TPM)*.

3.4.5.1 El mantenimiento Productivo Total (TPM)

Mantenimiento Productivo Total o TPM (Total Productive Maintenance) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la

eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El TPM se define como un sistema orientado a lograr:

cero accidentes

cero defectos

cero averías

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa

Los objetivos que puede proporcionar a una organización la implantación el TPM se desglosan en los siguientes apartados:

- 1) **Estratégicos:** El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos,

flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

2) Operativos: El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

3) Organizativos: El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.

- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

Dirección de operaciones de mantenimiento y dirección de tecnologías de mantenimiento.

Los procesos fundamentales, llamados "pilares", son:

a) Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales.

b) Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su

propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

c) Mantenimiento planificado o progresivo

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

c) Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.

d) Prevención de mantenimiento

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

e) Mantenimiento en áreas administrativas

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

d) Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo

3.4.5.2 Promoción de técnicas de mantenimiento en TPM

Las empresas aumentan de valor, desarrollando constantemente sus recursos humanos y asegurando que todos sus empleados o colaboradores lleguen a ejercer su pleno potencial. El objetivo del TPM es crear entornos corporativos capaces de responder positivamente al entorno cambiante de los negocios, los avances tecnológicos, la sofisticación de los equipos y las innovaciones directivas.

El personal de mantenimiento de fibra óptica debe obtener la tecnología y la capacidad requerida para actuar como custodios profesionales no solo de los cables sino de los sistemas de transmisión.

a) Formación y entrenamiento

El TPM incluye en su enfoque la implantación de estrategias y objetivos explícitos para elevar el nivel de las prácticas de gestión y el nivel técnico de cada individuo involucrado. Dos conceptos básicos en la formación son el entrenamiento en el mismo trabajo y el auto-desarrollo. La mejora de la destreza de los individuos también aumenta la vitalidad de las personas y su orgullo por el trabajo. Para lograr buenos resultados, ejecutivos y supervisores deben dedicarse a formar al personal a su mando.

Capacidad es la habilidad para hacer el trabajo, y la destreza para aplicar correcta y reflexivamente conocimientos y experiencia a toda clase de sucesos durante un extenso período. La acumulación sistemática de formación, experiencia e información permite a las personas diagnosticar y actuar apropiadamente. Cuanto más rápidamente pueda tratar una persona una anomalía, más elevado es su nivel de capacidad.

La *capacidad* es producto de la motivación personal y un profundo entrenamiento. El resultado final es la maestría. El primer paso de cualquier programa de formación es identificar el nivel de conocimientos, tecnología, capacidad y competencia que tiene que

adquirir el personal para progresar en cada tipo de tarea, especialización o posición. La formación debe organizarse para satisfacer todas esas necesidades. Demasiada formación no es eficaz, sea por exceso de contenido o por inoportuno. La formación debe ser profunda y práctica y debe estar enfocada a las necesidades visibles. Lo más adecuado es adiestrar en una necesidad cada vez.

La competencia de los **operarios** está relacionada a 4 habilidades:

- Pueden detectar las anomalías y efectuar mejoras
- Comprenden la estructura y funciones de sus equipos y sistemas, y son capaces de descubrir las causas de las anomalías
- Comprenden la relación entre equipos y calidad y pueden predecir las anomalías y descubrir sus causas
- Pueden entender y reparar los elementos bajo su mantenimiento

La competencia de los **profesionales** del mantenimiento está relacionada a las habilidades siguientes:

- Instruir a los operarios para un manejo, operación y mantenimiento diario correctos
- Evaluar correctamente si los elementos del sistema están funcionando satisfactoriamente o no.

- Rastrear las causas de las anomalías y restaurar correctamente la funcionalidad
- Mejorar la fiabilidad de equipos y componentes, alargar los tiempos de vida de los equipos, reducir anomalías y fallos.
- Comprender los diagnósticos de equipos, usarlos y estandarizarlos
- Optimizar las actividades precedentes y hacerlas tan eficaces en costes y tiempo como sea posible.

Es muy importante crear un entorno que estimule el aprendizaje por si mismo es decir **el auto-desarrollo** para que el personal desarrolle las capacidades para hacer frente a las nuevas tecnologías. Mucha enseñanza en clases es ineficaz porque se trata de un proceso de una sola dirección. El desarrollo paso a paso del mantenimiento autónomo y las actividades de mejora orientada facilitan una formación mucho más eficaz porque la mayor parte del aprendizaje se produce directamente en los propios lugares de trabajo.

b) Impulso a las capacidades de mantenimiento

Para asegurar la eficacia de la formación, hay que desarrollarla sistemáticamente, recomendándose los pasos siguientes:

- 1) Evaluar el programa de formación vigente, comprobar su efecto en la mejora de la capacidad y especialización e identificar los problemas persistentes y establecer estrategias y políticas prioritarias.
- 2) Elaborar un programa (plan maestro de formación) para mejorar las capacidades de mantenimiento y la maestría teórica y práctica en múltiples especialidades
- 3) Poner en práctica la formación recibida mediante procedimientos que exijan a los educandos aplicar lo aprendido en el lugar del trabajo y documentar e informar de sus experiencias
- 4) Proyectar y desarrollar un sistema de formación permanente de capacidades a largo plazo ajustado a las necesidades de las personas y que permita afrontar el rápido cambio tecnológico.
- 5) Crear un entorno que estimule el auto-desarrollo, mediante bibliotecas, e-learning, ayuda financiera o asignación de proyectos.
- 6) Evaluar las actividades y planificar el futuro, se debe ser capaz de mantener el ritmo tecnológico y anticipar los avances en equipos y métodos de gestión.

3.4.5.3 Mantenimiento de calidad

El mantenimiento de calidad consiste en realizar sistemáticamente y paso a paso actividades que garanticen en los equipos o elementos de planta las condiciones para que no se produzcan defectos de calidad, es decir mantenerlos en condiciones perfectas para producir productos o servicios perfectos. Los defectos de calidad se evitan chequeando y

midiendo periódicamente las condiciones del equipo y verificando que los valores están dentro del rango especificado. Los defectos de calidad potenciales se pronostican examinando las tendencias en los valores medidos, y se evitan tomando medidas por anticipado.

El mantenimiento de calidad considera e intenta evitar los defectos de calidad antes de que se produzcan. Esto se logra identificando los puntos de chequeo para todas las condiciones del equipo y proceso que puedan afectar a la calidad, midiéndolas periódicamente y tomando las acciones apropiadas.

El origen de los defectos puede clasificarse en cuatro inputs de los procesos (equipos, materiales, personas y métodos). El concepto “establecer condiciones” significa fijar claramente el rango de condiciones de materiales, equipo, personal y métodos que deben mantenerse para garantizar un producto perfecto. Una vez establecidas, éstas condiciones se mantienen y controlan por “operarios competentes” extensamente formados en tecnologías de mantenimiento. De este modo el establecimiento y control sistemático de las condiciones de instalación elimina los defectos de los productos.

a) Condiciones previas para un mantenimiento de calidad

Son varias las condiciones previas para que tenga éxito un programa de mantenimiento de calidad:

- 1) Abolir el deterioro acelerado y minimizar los fallos: Se debe contar con equipamiento adecuado y fiable
- 2) Eliminar los problemas de proceso: A través de mejoras orientadas que permitan una operación estable.
- 3) Desarrollar operarios competentes: Para que sean capaces de identificar y corregir inmediatamente cualquier defecto o señal que presagien anomalías en el sistema

Asimismo se debe conceder gran importancia a lo que se llaman “tres realidades”: Localización real, objeto real y fenómeno real. Las tres realidades tiene una lógica directa: los defectos de calidad surgen en lugares específicos del proceso, en objetos reales (productos o piezas del equipo defectuosos) y fenómenos o problemas con características específicas. Para identificar las fuentes de los defectos nada mejor que centrarse en las tres realidades.

b) Elementos de un programa de mantenimiento de calidad

Para determinar las causas de los defectos de calidad, primero se debe clarificar las relaciones entre las características de calidad del producto y los cuatro inputs o fuentes de los procesos: equipos, materiales, personal y métodos. Algunos especialistas añaden un quinto input: la medición de las características de la calidad.

El primer paso es clarificar las relaciones entre equipos operativos, generalmente los productos se crean mediante una combinación de

unidades de equipos operativos. Cada unidad consiste en módulos, a su vez consistentes en componentes, toda esta cadena de elementos condicionan los diversos tipos de calidad.

El siguiente paso es establecer las condiciones de control de los sistemas o equipos operativos. Para ello se analizan las causas históricas de problemas de calidad usando diversas técnicas. A los componentes de los sistemas que afectan a las características de calidad de un producto se les llama “componentes de calidad”. Los defectos se evitan manteniendo tales componentes dentro de las condiciones especificadas. Esta es la base del mantenimiento de calidad. La intención básica es investigar las causas del problema y mediante mejoras, facilitar que todos los componentes operen normalmente durante largos períodos.

CAPITULO 4

CONCEPTOS, TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

4.1 Concepto de calidad

El hombre se ha preocupado de la Calidad desde que inició la fabricación de sus utensilios básicos. El tema de la Calidad ha evolucionado directamente con el progreso humano, y por lo tanto el concepto ha tenido también que evolucionar en forma constante perfeccionándose y apoyándose en disciplinas de otras ciencias, como la estadística y las matemáticas.

La norma ISO 9000:2000 sobre fundamentos y vocabulario del Sistema de gestión de la calidad, define a la calidad como:

CALIDAD:

Grado en el que un conjunto de **características inherentes** cumple con los **requisitos**

Para comprender la definición es necesario precisar los conceptos que la componen:

a) Las características inherentes: son las que existen en algo (rasgo diferenciador), especialmente como características permanentes (no asignadas), relacionadas con un requisito.

Una característica asignada a un producto, proceso o sistema (por ejemplo, el precio, el propietario) no es una característica de la calidad de ese producto, proceso o sistema.

b) Requisito: es la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria. Pueden utilizarse calificativos para identificar un tipo específico de requisito.

“Generalmente implícita” significa que es habitual o una práctica común para la organización, sus clientes y otras partes interesadas que la necesidad o expectativa bajo consideración esté implícita.

Un requisito especificado es aquel que se declara, por ejemplo, en un documento.

Los requisitos pueden ser generados por las diferentes partes interesadas.



Fig. 46: Concepto de calidad

4.2 Principios de la gestión de la calidad

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

La norma ISO 9000:2000 ha identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

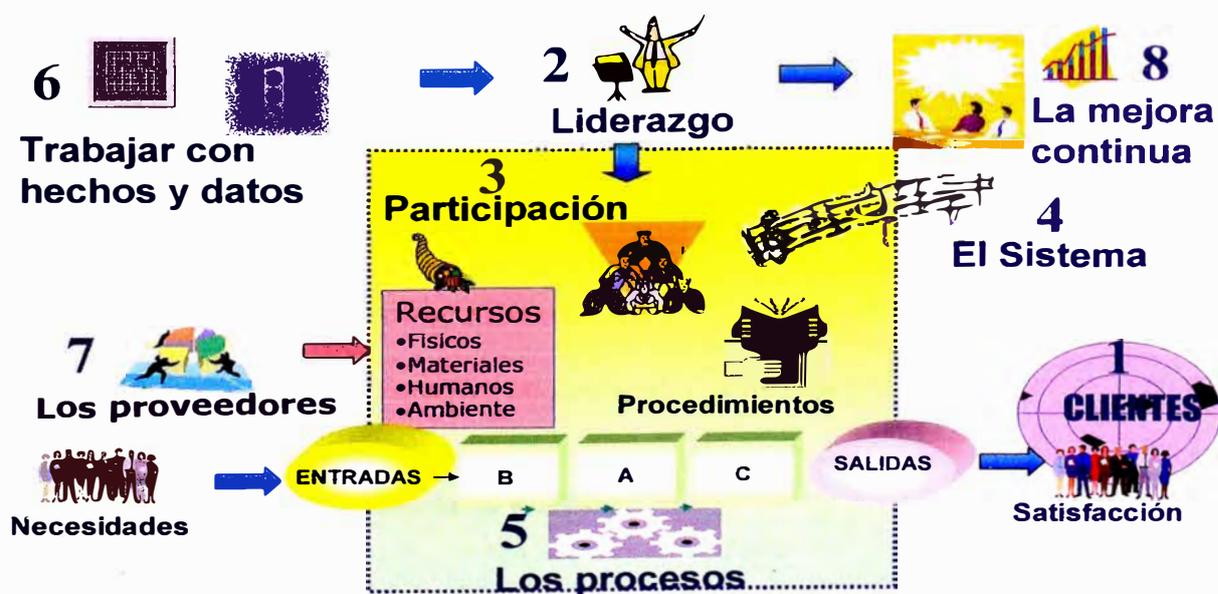


Fig. 47: Principios de la gestión de la calidad

1.- Organización enfocada al cliente

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto debería comprender sus necesidades presentes y futuras, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.

2.- Liderazgo

Los líderes establecen la unidad de propósito y orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos

3.- Compromiso y Participación de todo el personal

El personal, con independencia del nivel de la organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4.- Enfoque a procesos

Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.

5.- Enfoque del sistema hacia la gestión.

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficiencia y la eficacia de una organización en el logro de sus objetivos.

6.- La mejora continua

La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser el objetivo permanente de ésta.

7.- Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones

Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y en la información.

8.- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor.

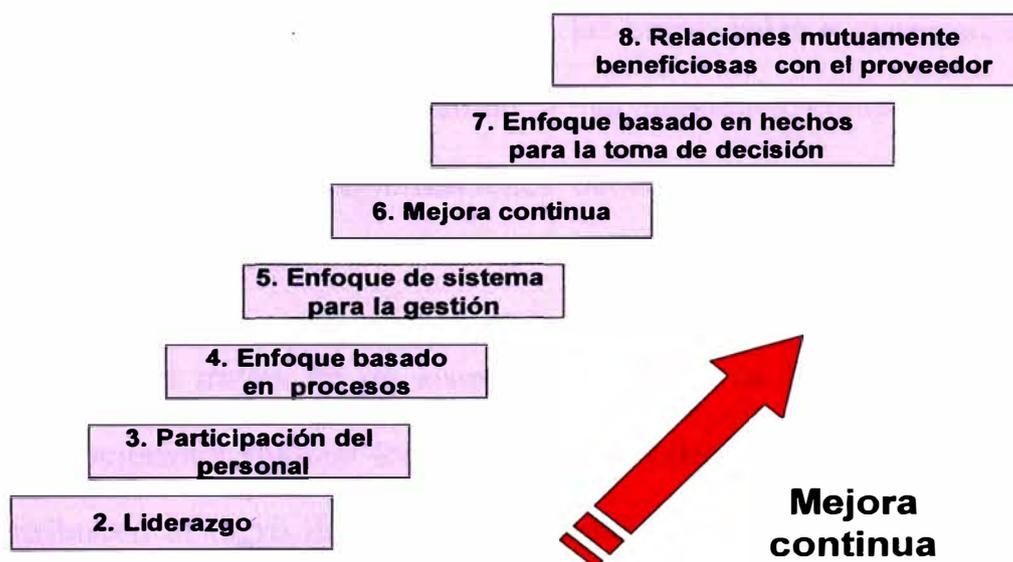


Fig. 48: Diagrama con los 8 principios de la gestión de la calidad

4.3 Fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad

4.3.1 Base racional para los sistemas de gestión de la calidad (SGC)

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente.

Los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estas necesidades y expectativas se expresan en la especificación del producto y son generalmente denominadas como **requisitos del cliente**. Los requisitos del cliente pueden estar especificados por el cliente de forma contractual o pueden ser determinados por la propia organización. En cualquier caso, es finalmente el cliente quien determina la aceptabilidad del producto. Dado que las necesidades y expectativas de los clientes son cambiantes y debido a las presiones competitivas y a los avances técnicos, las organizaciones deben **mejorar continuamente sus productos y procesos**.

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos **procesos bajo control**. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus

clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente.

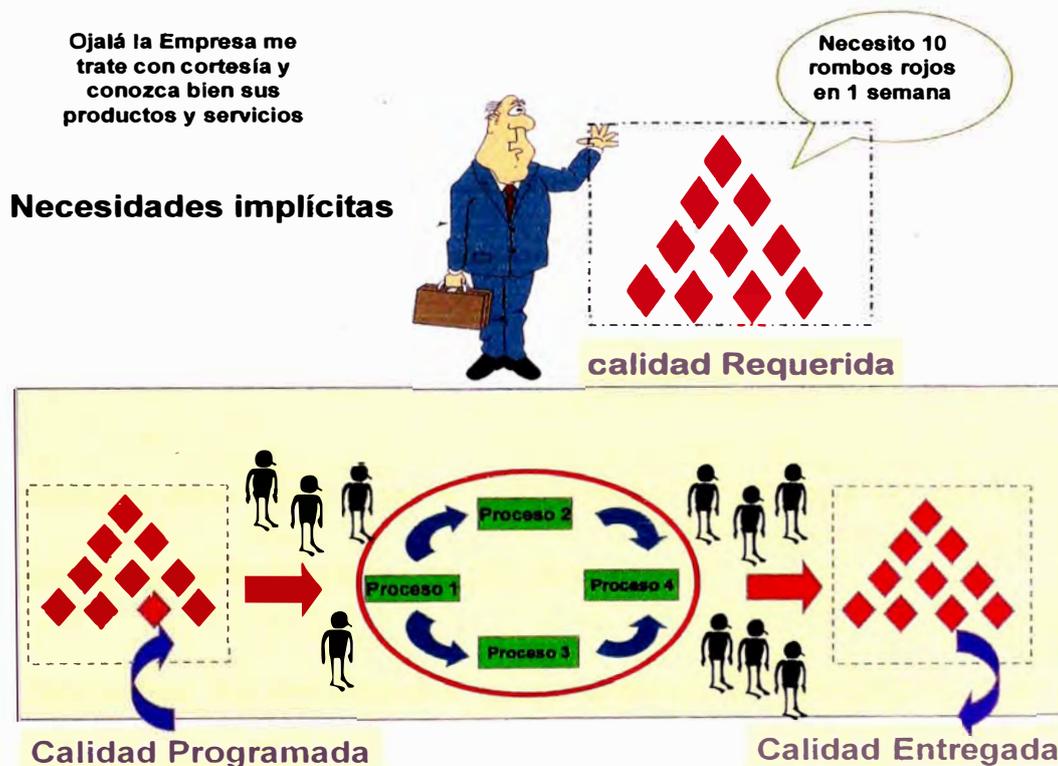


Fig. 49: Calidad requerida, programada y entregada

4.3.2 Requisitos para los SGC y requisitos para los productos

La familia de Normas ISO 9000 distingue entre requisitos para los sistemas de gestión de la calidad (SGC) y requisitos para los productos.

Los requisitos para los SGC se especifican en la Norma ISO 9001, son genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia de la categoría del producto ofrecido. La Norma ISO 9001 no establece requisitos para los productos.

Los requisitos para los productos pueden ser especificados por los clientes o por la organización, anticipándose a los requisitos del cliente o por disposiciones reglamentarias. Los requisitos para los productos y, en algunos casos, los procesos asociados pueden estar contenidos en, por ejemplo: especificaciones técnicas, normas de producto, normas de proceso, acuerdos contractuales y requisitos reglamentarios.

4.3.3 Enfoque de sistemas de gestión de la calidad

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como:

- a) determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas;
- b) establecer la política y objetivos de la calidad de la organización;
- c) determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad;
- d) determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad;
- e) establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- f) aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso;

- g) determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas;
- h) establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

Un enfoque similar es también aplicable para mantener y mejorar un sistema de gestión de la calidad ya existente.

Una organización que adopte el enfoque anterior genera confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de sus productos, y proporciona una base para la mejora continua. Esto puede conducir a un aumento de la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas y al éxito de la organización.

4.3.4 Enfoque basado en procesos

Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como "enfoque basado en procesos".

La Norma ISO 9001:2000 pretende fomentar la adopción del enfoque basado en procesos para gestionar una organización.

La Figura 50 ilustra el sistema de gestión de la calidad basado en procesos descrito en la familia de Normas ISO 9000. Esta ilustración muestra que las partes interesadas juegan un papel significativo para proporcionar elementos de entrada a la organización. El seguimiento de la satisfacción de las partes interesadas requiere la evaluación de la información relativa a su percepción de hasta qué punto se han cumplido sus necesidades y expectativas. El modelo mostrado en la figura siguiente no muestra los procesos a un nivel detallado.

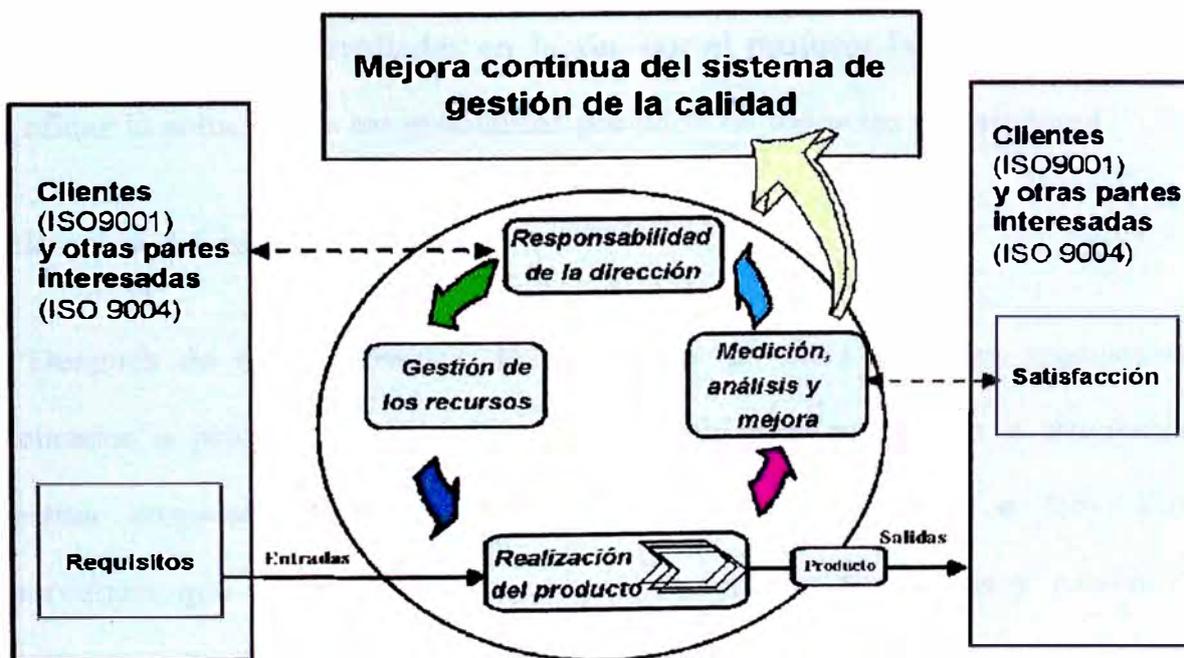


Fig. 50: Sistema de gestión de la calidad

4.4 Las 7 herramientas básicas para la mejora de la calidad

Uno de los principios de la gestión de la calidad es la participación del personal a todos los niveles de la organización, para sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización. Pero se tenía el inconveniente con el personal operario, el cual aunque posee habilidades y experiencia en las actividades y procesos que le han sido encomendados, no participaba en la toma de decisiones basado en hechos o datos.

Para utilizar al máximo la experiencia es necesario que cada trabajador se transforme en un “pequeño científico” (alguien que toma sus decisiones apoyadas en datos).

Las 7 herramientas básicas constituyen la base del trabajo del “pequeño científico”. Fueron desarrolladas en Japón, por el profesor Ishikawa, para hacer más eficaz la solución de los problemas por parte de todos los trabajadores

Declaración del profesor Ishikawa:

“Después de los seminarios de Deming y de otros expertos americanos, celebrados a principios de los años 50's, habíamos empezado a enseñar en nuestras empresas técnicas estadísticas. Transcurridos dos o tres años, observamos que esas enseñanzas no proporcionaban resultados y estábamos enseñando a los hombres de la empresa un método estadístico excesivamente complejo, demasiado difícil de comprender. Los empleados empezaron a pensar que el método estadístico era algo muy difícil y que, por consiguiente, también

el control de calidad resultaría de difícil implementar. Para corregir esos errores enseñamos el método estadístico siguiendo dos enfoques diferentes. En cuanto se refiere al primero, desde la alta dirección hasta los operarios, decidimos enseñar el método estadístico más sencillo, desarrollando así las 7 herramientas básicas. Con ese sencillo método se podía resolver el 95% de los problemas de la empresa”

Podemos establecer tres grupos a la hora de presentar las 7 herramientas básicas cuando se utilizar en los proyectos de mejora, por parte del pequeño científico

Etapa	Actividad	Instrumento
Fundamentos	Recoger datos	Hoja de recogida de datos
	Interpretar datos	Histograma
Pilares	Estudiar relación causa-efecto	Diagrama causa-efecto
	Fijar prioridades	Diagrama de Pareto
Instrumentos auxiliares	Estratificar datos	Estratificación
	Determinar las correlación	Diagrama de correlación
	Control del proceso	Gráficos de control

Fig. 51: Grupos de las 7 herramientas básicas

4.4.1 Hoja de recogida de datos

También llamado hoja de chequeo (check list). Es un formato auxiliar para la recopilación de datos y análisis inicial de la información. Generalmente lo diseña el ingeniero y lo utiliza el técnico.

Resulta imposible plantear un proyecto de mejora sin una recogida de datos y sin utilizar los datos ya recogidos. Ello es así porque, sin datos, no existe ciencia sino tan solo aproximaciones

En el mantenimiento de fibra óptica se deben emplear hojas de recogida de datos como mínimo en los procesos siguientes:

Mantenimiento correctivo.

- disponibilidad de equipos y materiales
- Tipos de causas de averías
- cronología de tiempos en la reparación.
- tiempos de restablecimiento de servicios por par de fibras

Mantenimiento preventivo

- Valores de atenuación total (dB) por fibra de cada cable
- Obras que generan riesgos al tendido de fibra óptica por tramo o enlace
- Registros de ocupación de fibras por cada cable

4.4.2 Histogramas

Una vez recogido los datos, varias decenas, cientos e incluso miles. ¿Qué debe hacer para leerlos e interpretarlos?

La ciencia ha ideado el histograma (y otros métodos gráficos). Representación gráfica que permite obtener una visión completa y sintética de los datos recogidos.

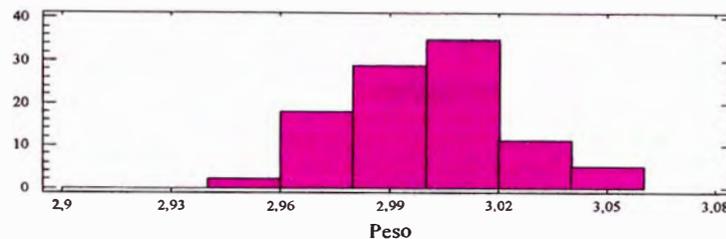


Fig. 52: Histograma típico

Los histogramas nos permiten determinar:

Valores más frecuentes

Dispersión de datos

El grado de cumplimiento de especificaciones

Determinar si precisa estratificación

Si los datos son Atípicos

Como es la distribución de valores

En el mantenimiento de fibra óptica deben elaborarse los histogramas en los procesos siguientes:

Mantenimiento correctivo.

- % disponibilidad de equipos y materiales
- Distribución por tipos de causas de averías
- Distribución de demoras en los subprocesos de la reparación.
- tiempos promedios de restablecimiento de servicios en averías

Mantenimiento preventivo

- Valores medios de atenuación total (dB) en cables
- Incidencia de riesgos por tramo o enlace
- Ocupación media por tipo de red de fibra óptica

4.4.3 Diagrama causa-efecto

La quintaesencia del trabajo científico es el estudio de las relaciones causa-efecto. Por lo tanto, el operario o el grupo de operarios que desee llevar a cabo un proyecto de mejora deben estudiar obligatoriamente las relaciones de causa-efecto

En el diagrama de causa-efecto representamos todas las causas que originan el efecto. Es una herramienta cualitativa que nos permite establecer también las causas no cuantificables, pero que pueden tener una incidencia importante en el efecto.

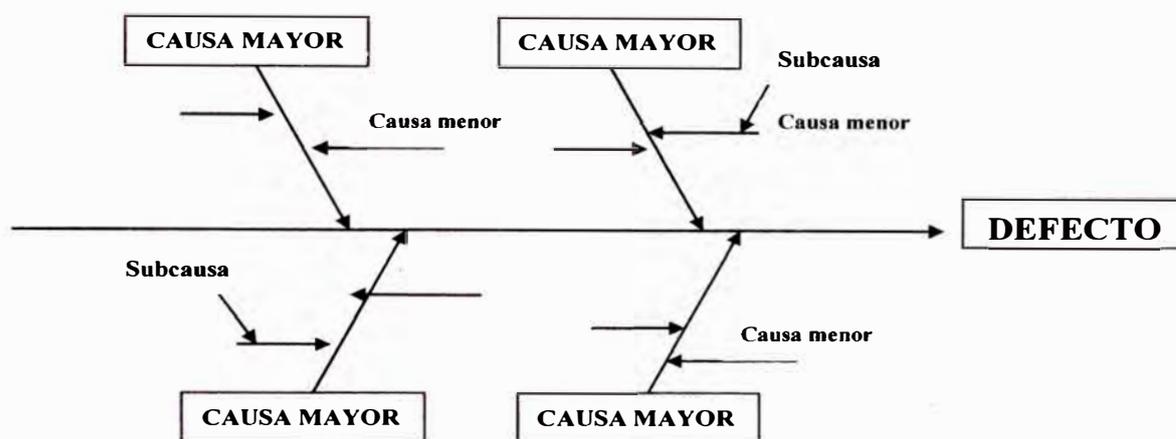


Fig. 53: Diagrama de causa y efecto

Identificar, analizar y seleccionar causas de un problema o defecto

En el mantenimiento de fibra óptica deben elaborarse los diagramas causa-efecto correspondiente a los procesos principales:

Mantenimiento correctivo.

- Disponibilidad de equipos y materiales
- Averías en cables de fibra óptica
- Demoras en los subprocesos de la reparación.
- Factores que afectan la calidad de la reparación

Mantenimiento preventivo

- Atenuaciones en las fibras de los cables
- Riesgos al tendido externo

4.4.4 Diagrama de Pareto

Es el instrumento que se utiliza para definir las cosas más importantes. En cualquier situación existen siempre poquísimos factores importantes y muchísimos factores de escasa importancia

Principio de Pareto:

"Si hacemos una lista con todas las causas que contribuyen en la obtención o aparición de cualquier efecto que nos interese analizar, ordenándolas de mayor a menor según la magnitud de la contribución de cada una, encontraremos que la importancia relativa de las primeras es tan grande en comparación con las últimas, que aproximadamente el 20 por ciento de ellas son responsables del 80 por ciento del efecto total y el 80 por ciento restante de causas es responsable solamente del 20 por ciento restante del efecto".

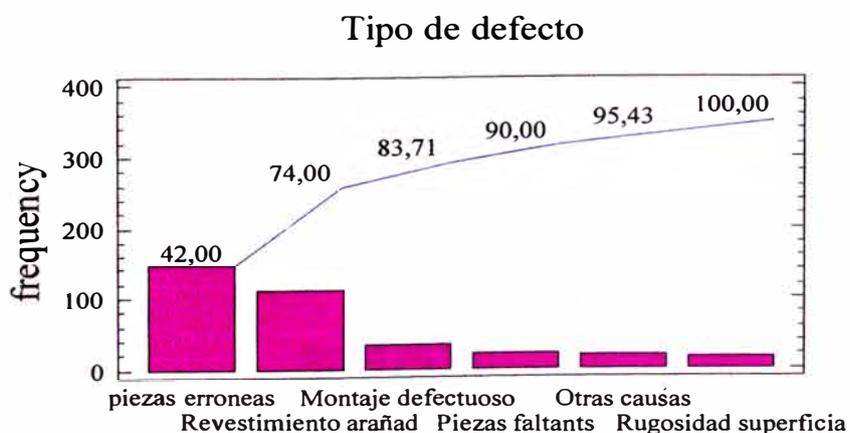


Fig. 54: Diagrama típico de Pareto

En el mantenimiento de fibra óptica deben elaborarse los diagramas pareto correspondientes a los procesos principales:

Mantenimiento correctivo.

- Principales causas de indisponibilidad de equipos y materiales
- Principales causas de las averías en cables de fibra óptica
- Principales causas de demoras en los subprocesos de la reparación.

Mantenimiento preventivo

- Principales causas de atenuaciones en las fibras de los cables
- Principales causas que originan riesgos al tendido externo

4.4.5 Estratificación

Este instrumento consiste en agrupar los datos según diferentes conceptos o áreas. De esta forma es posible describir las áreas más problemáticas y, por consiguiente, donde es más importante concentrar la atención

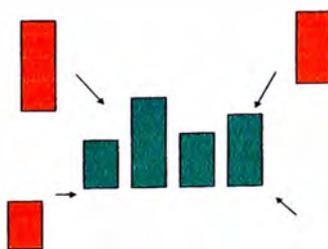


Fig. 55: Diagrama de estratificación

Separar, confirmar causas de problemas en base a datos continuos o discretos de acuerdo a grupos o familias.

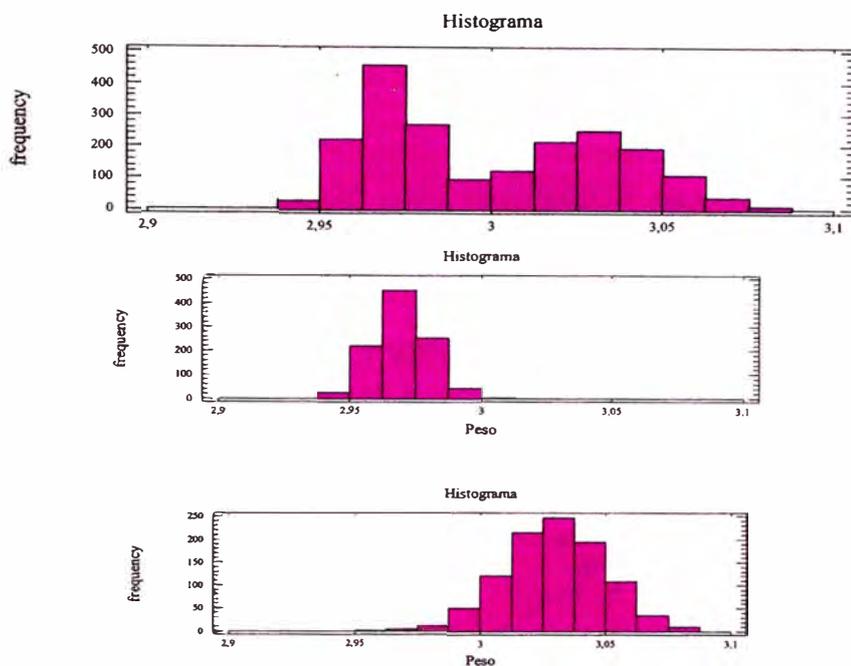


Fig. 56: Diagramas de histogramas que permiten la estratificación

En el mantenimiento de fibra óptica deben estratificarse los datos correspondientes a los procesos principales:

Mantenimiento correctivo.

- Disponibilidad por tipo de equipos y materiales
- Averías en cables de fibra óptica por Zonas y épocas
- Demoras en tipo de subprocesos de la reparación.
- Calidad en la reparación por grupos de operarios

Mantenimiento preventivo

- Atenuaciones en las fibras de los cables por tipo de red
- Riesgos al tendido externo por Zonas y épocas

4.4.6 Diagrama de correlación

Este instrumento es utilizado para verificar si dos variables se encuentran relacionadas, y en que medida. Su campo de aplicación es la verificación de las relaciones entre una causa y un efecto.

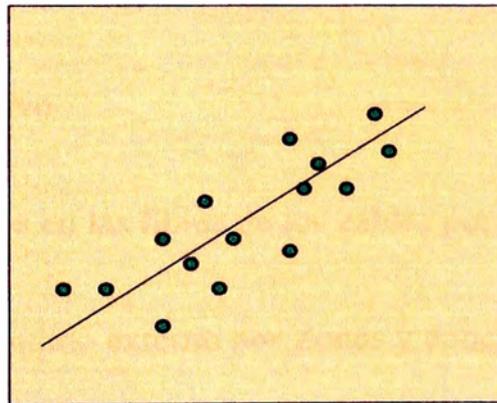


Fig. 57: Diagrama de correlación simple

El objetivo es verificar si existen relaciones entre causas y efectos en base a datos continuos. Nos permite también establecer estratificaciones

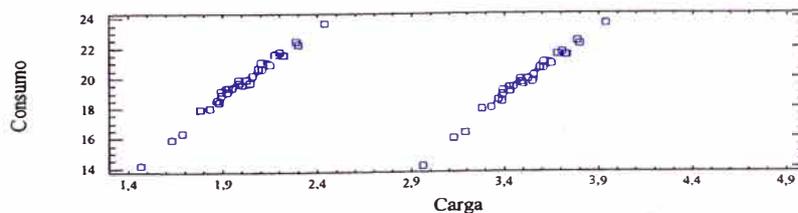


Fig. 58: Diagrama de correlación compuesto

En el mantenimiento de fibra óptica deben elaborarse los diagramas de correlación con los datos correspondientes a los procesos principales:

Mantenimiento correctivo.

- Causa de averías en cables de fibra óptica por Zonas y épocas
- Causas de demoras en tipo de subprocesos de la reparación.
- Factores que afectan la calidad en la reparación por grupos de operarios

Mantenimiento preventivo

- Causas de atenuaciones en las fibras de los cables por tipo de red
- Tipos de Riesgos al tendido externo por Zonas y épocas

4.4.7 Gráficas de control

Se utiliza para verificar si los valores de un indicador de un proceso se encuentran dentro de un rango aceptable determinado previamente.

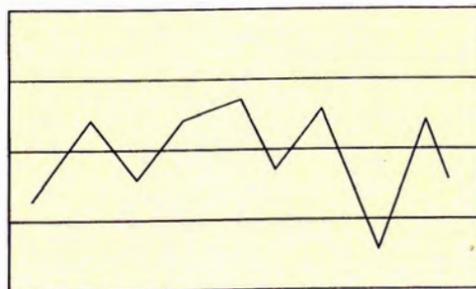


Fig. 59: Gráfica de control típica

Detectar anomalías en un proceso, e identificar causas especiales de variación.

En el mantenimiento de fibra óptica deben elaborarse los diagramas de correlación con los datos correspondientes a los procesos principales:

Mantenimiento correctivo.

- Niveles de disponibilidad por tipo de equipos y materiales
- Promedio de averías mensuales en cables de fibra óptica por Zonas
- Tiempos medios de demoras en tipo de subprocesos de la reparación.
- Niveles de calidad en la reparación por grupos de operarios

Mantenimiento preventivo

- Valores medios de atenuaciones en las fibras de los cables por tipo de red
- Costos promedios mensuales

CAPITULO 5

REQUISITOS DE LA GESTION DE LA CALIDAD: NORMA ISO 9001:2000

Los sistemas de calidad basados en reglamentos y procedimientos estandarizados según normas internacionales de aceptación mundial vienen siendo desde hace algunos años, la mejor opción para las empresas de todos tipos y tamaños que se desenvuelven en diferentes industrias, empresas comprometidas a involucrar procedimientos adecuados y eficientes que reflejen un alto grado de calidad y mejora continua. A diferencia de muchos programas de mejora continua de la calidad, la implantación de estándares, como las normas ISO 9000, no caduca, sino que se renuevan en forma dinámica logrando mantener niveles máximos de calidad en forma permanente.

La certificación ISO 9000, para una empresa determinada, no significa la eliminación total de fallas en sus procesos internos, pero ofrece métodos y procedimientos eficaces sistematizados para determinar las causas de los problemas para luego corregirlos y evitar que estos se repitan nuevamente.

La certificación de procedimientos de calidad en empresas que ofrecen bienes y servicios a un mercado determinado representa, en cualquier circunstancia, un mejor posicionamiento de carácter estratégico con respecto al resto de competidores que no han realizado este proceso, sin importar el tamaño de estas organizaciones. Debido al incremento considerable de empresas certificadas con ISO, tener una certificación no constituye una ventaja competitiva, sino una necesidad competitiva para mantener el posicionamiento en un mercado globalizado.

Las empresas luego de la certificación, logran obtener tres componentes muy significativos:

1. **Calidad de los productos y servicios.** Deben de cumplir y superar las necesidades, gustos y expectativas del cliente.
2. **Costos.** Elaborar productos o brindar servicios con precios competitivos.
3. **Flexibilidad.** Reflejado en menores tiempos de entrega y mayor gama de productos.

Como consecuencia, se logra mantener satisfechos a los clientes y por supuesto un mejor posicionamiento de mercado.

5.1 Que es ISO

ISO (Internacional Organization for Standardization) es una institución internacional con sede en Suiza, se fundó en 1947 con el objetivo de emitir recomendaciones para armonizar las normas nacionales de los países miembros.

Para evitar diversas abreviaturas del nombre de la organización según cada idioma, se estableció una única abreviatura ISO de la raíz griega Igual = ISO.

A partir de 1970 empieza a publicar normas internacionales específicas.

Las normas a nivel mundial están estructuradas según niveles jerárquicos:

1. Normas Internacionales: ISO

2. Normas Regionales

3. Normas Nacionales ANSI (USA), Normas de Indecopi (Perú)

4. Normas de Instituciones: SAE, API

5. Normas de Empresas Telefónica, Edelnor

Actualmente congrega a más 148 países (1 miembro por país) con el fin de estandarizar y facilitar el comercio mundial

Existen 3 categorías para los países miembros de la ISO:

- Miembros del Directorio: con voz y voto en los comités de normalización.

Para ser miembro el país debe pagar un derecho de 50,000 \$US anuales

- Miembros corresponsales: No tienen derecho a voto. Solo a estar informado.

El derecho cuesta aprox. \$US 10,000 anuales. El Perú está en esta condición.

- Miembros suscritos: Sin derecho voz ni voto. Pagan una cuota mínima para estar informados.

5.2 La serie de Normas ISO 9000

La familia de normas ISO 9000:2000 fue desarrollada para ayudar a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, a implementar y ejecutar un sistema de gestión de la calidad efectivo. La familia de las normas ISO 9000:2000 está formada por cuatro normas principales:

ISO 9000:2000 "Fundamentos y Vocabulario". Esta norma describe los fundamentos y especifica la terminología de un Sistema de Gestión de la Calidad.

ISO 9001:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos". Esta norma especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad y permite a las organizaciones demostrar su habilidad para proveer productos que satisfagan los requisitos del cliente y los requisitos legales y conseguir aumentar la satisfacción del cliente.

ISO 9004:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Directrices para la mejora del desempeño". Esta norma complementa la ISO 9001:2000, y proporciona directrices para mejorar la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad.

ISO 19011 "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental". Esta norma proporciona una guía para auditar el Sistema de Gestión de la Calidad y el Sistema de Gestión Ambiental.

Versiones de la serie ISO 9001

- 1ra. Versión: 1987 Aseguramiento de la calidad
- 2da. Versión: 1994 con 21 Normas - Aseguramiento de la calidad
- 3ra. Versión: 2000 con 04 Normas - Sistema de gestión de la calidad

Esta tercera versión de la norma ISO 9001 anula y reemplaza la segunda edición (ISO 9001: 1994), así como a las normas ISO 9002: 1994 e ISO 9003:1994. Esta constituye la revisión técnica de estos documentos.

Es importante tener en cuenta los aspectos no considerados en la serie ISO 9000

- No certifica o garantiza la calidad del producto o servicio
- No desarrolla ni sustituye la gestión administrativa
- No es exclusiva del departamento de calidad
- No es un estándar absoluto, ni obligatorio

5.2.1 Comités de actualización del grupo de normas ISO 9000

a) Comité de la gestión de la calidad (ISO/TC 176) www.tc176.org

ISO TC 176 es el comité internacional bajo el cual se desarrollan las normas de la familia ISO 9000 "Gestión y Aseguramiento de la Calidad".

Dentro del Comité Técnico TC 176 existen tres subcomités, que desarrollan normas y documentos guía en las siguientes áreas:

SC 1 (Subcomité 1) Conceptos y Terminología

SC 2 (Subcomité 2) Sistemas de Calidad

SC 3 (Subcomité 3) Tecnologías de Apoyo

Dentro del Comité ISO 176, el subcomité (ISO/TC 176/SC 2) es el responsable del desarrollo de las normas internacionales ISO 9001 e ISO 9004, así como de otras Normas internacionales y documentos de la familia ISO 9000.

b) Comité de la gestión ambiental (ISO/TC 207)

ISO/TC 207 es el comité que desarrolla las normas de gestión ambiental de la serie ISO 14000.

El ámbito del comité ISO/TC 207 es la normalización en el campo de sistemas y herramientas de gestión medioambiental. ISO/TC 207 no establece niveles o criterios de actuación para operaciones o productos; sus actividades están basadas en la filosofía de que mejorar la gestión es el mejor camino para mejorar la actuación medio ambiental de las organizaciones y sus productos.

ISO/TC 207 ha trabajado en el desarrollo de normas internacionales que son prácticas, útiles y utilizables por organizaciones de todos los tamaños, en países en cualquier estado de desarrollo. Estas normas continuarán incrementando la importancia estratégica de una gestión medioambiental efectiva en un entorno de negocio competitivo y en continuo incremento. Proporcionando un marco para la mejora de la actuación medioambiental, estas normas contribuirán a uno de los propósitos clave de las normas de gestión medio ambiental: contribuirán a alcanzar la meta de un desarrollo sostenible. www.tc207.org

c) Documentos de apoyo e información sobre ISO 9001 e ISO 9004

Desde la publicación de las normas ISO 9001:2000 e ISO 9004:2000, el Subcomité internacional encargado de su desarrollo (ISO/TC 176/SC 2) ha desarrollado y circulado periódicamente documentos de orientación para ayudar a los usuarios de dichas normas. Las versiones más recientes de estos documentos de orientación han sido recopilados en el denominado "Conjunto de documentos para la introducción y el soporte de la serie de Normas ISO 9000" del ISO/TC 176/SC 2."

5.2.2 Otras normas ISO relativas a la calidad

a) Norma ISO 14000

Es una serie de estándares internacionales, que especifica los requerimientos para preparar e implantar un sistema de gestión de calidad que asegure que la organización se preocupa por la preservación del medio ambiente y la prevención de la contaminación.

Los principales beneficios de certificar en ISO 14000 son:

Permite establecer sólidos compromisos de política ambiental.

Permite mantener un orden regulatorio.

Permite posesionar la imagen de la empresa.

b) Norma ISO 22000

Constituye una serie de principios de HACCP que se fusionan para determinar los puntos críticos de control y establecer vigilancia sobre procesos y actividades.

HACCP, es Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

HACCP es una filosofía cuyo objetivo principal es garantizar la inocuidad de los alimentos para el ser humano. Se diferencia de los métodos clásicos porque no corrige los problemas después de que estos ocurren, HACCP los anticipa procurando evitar su ocurrencia siempre que esto sea posible, o manteniendo el peligro dentro de parámetros aceptables para la salud del consumidor. Es decir mientras los métodos clásicos son correctivos, HACCP es un método preventivo.

HACCP no es un sistema de control de calidad. Su objetivo es asegurar la inocuidad, mientras que el objetivo de los diferentes sistemas de control de calidad se centran en la calidad comercial de producto.

El propósito de HACCP es ayudar a garantizar la producción de un alimento seguro. Igual a HACCP, ISO 22000 requiere:

Establecimiento del equipo de trabajo HACCP

Descripción y comunicación de los productos y procesos.

Identificación de las necesidades del consumidor, hábitos y uso del producto.

Desarrollo del alcance de la cadena de responsabilidad

Verificación de la realización de una cadena de responsabilidad.

Los beneficios de certificar en ISO 22000 son:

Garantiza mejores prácticas de higiene y seguridad en la cadena alimentaria. Con un enfoque preventivo, identifica y soluciona los peligros vinculados a la industria alimentaria.

Fomenta la inocuidad alimentaria permitiendo estar a la vanguardia de las exigencias del mercado internacional.

c) Comité de Responsabilidad social corporativa

El grupo de Trabajo de ISO sobre responsabilidad social (GTRS) está trabajado en la norma ISO 26000 que incluirá las directrices sobre responsabilidad social y cuya publicación está prevista para 2008. A la primera reunión (7 al 11 marzo 2005) han asistido 43 países miembros de ISO y 24 organizaciones de enlace, con 225 expertos.

Los miembros de ISO que participan en el GTRS pueden nombrar un máximo de seis expertos uno por cada una de las categorías de partes interesadas, lo que supone un nuevo método en la elaboración de normas

La primera reunión del GTRS se centró principalmente en discusiones y decisiones sobre el alcance de la futura norma, los términos de referencia del GT, su estructura, la asignación del liderazgo de sus

subgrupos, el desarrollo de los procedimientos de trabajo concretos, una fecha objetivo para su publicación y la comunicación del trabajo para responder al enorme interés despertado por esta iniciativa de ISO:

Asimismo se adoptó los procedimientos operativos para ayudar a implantar el Memorando de Acuerdo sobre RS que ISO ha alcanzado con la Organización del Trabajo (OIT). Este documento define la cooperación entre las organizaciones para ayudar a garantizar que ISO 26000 sea coherente con las normas laborales internacionales de la OIT.

d) ISO 9000 y los modelos de excelencia

El grupo de trabajo TG 1.13 del Comité ISO/TC 176/SC 2 WG 18, consciente de la necesidad de establecer claramente la conexión existente entre los Sistemas de Gestión de la Calidad indicados en las normas ISO 9000 y los Modelos de Excelencia, está desarrollando un documento que se editará previsiblemente durante el año 2006 y servirá a las organizaciones para avanzar en su camino de progreso hacia la Excelencia, mediante el uso sinérgico y combinado de las normas ISO 9000 y los Modelos de Excelencia.

5.2.3 Marco conceptual de la norma ISO 9001:2000

La edición (ISO 9001:2000) pone mayor énfasis por: la excelencia a la Mejora Continua¹, Orientación hacia el cliente, y Medición del grado de satisfacción del cliente. Es muy importante este último requerimiento, ya que significa que la

¹ Mejora Continua.- Acción recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos

organización interesada en obtener la certificación de su sistema de gestión de calidad bajo esta norma deberá medir el grado de satisfacción de sus clientes, y deberá definir acciones consistentes para demostrar mejoras en la eficacia² y la eficiencia³.

En el modelo conceptual de mejora continua de la norma ISO 9001:2000, puede comprobarse que la base del modelo es el cliente (El quehacer de la organización empieza con el cliente y termina en el cliente), debe verificar sus requisitos y debe medir el grado de satisfacción de este.

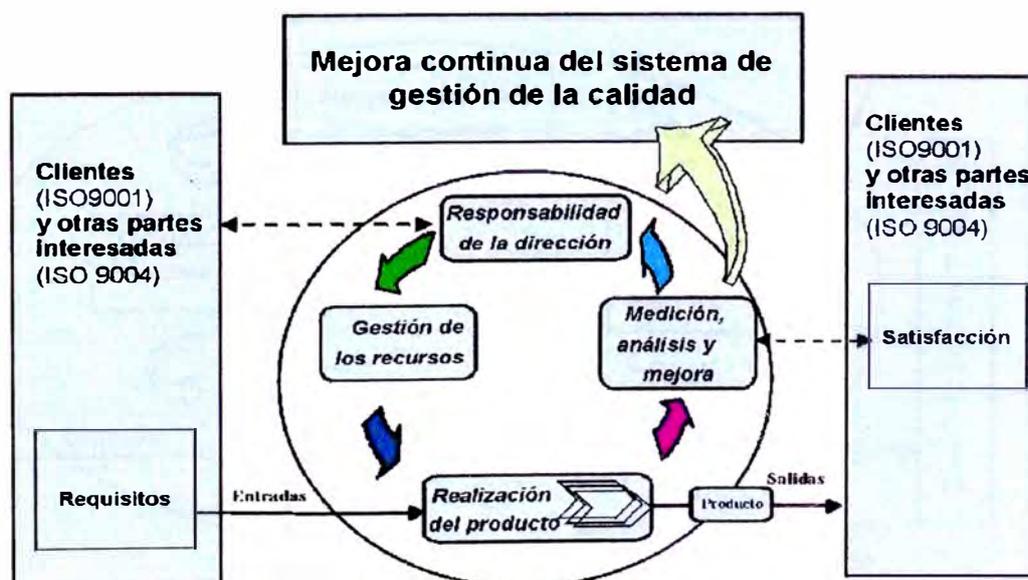


Fig. 60: Modelo de mejoramiento continuo de la Norma ISO 9001:2000

² Eficacia.- Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados

³ Eficiencia.- relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una **decisión estratégica** de la organización.

El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados

5.3 Los principios de la gestión de la calidad en ISO 9001

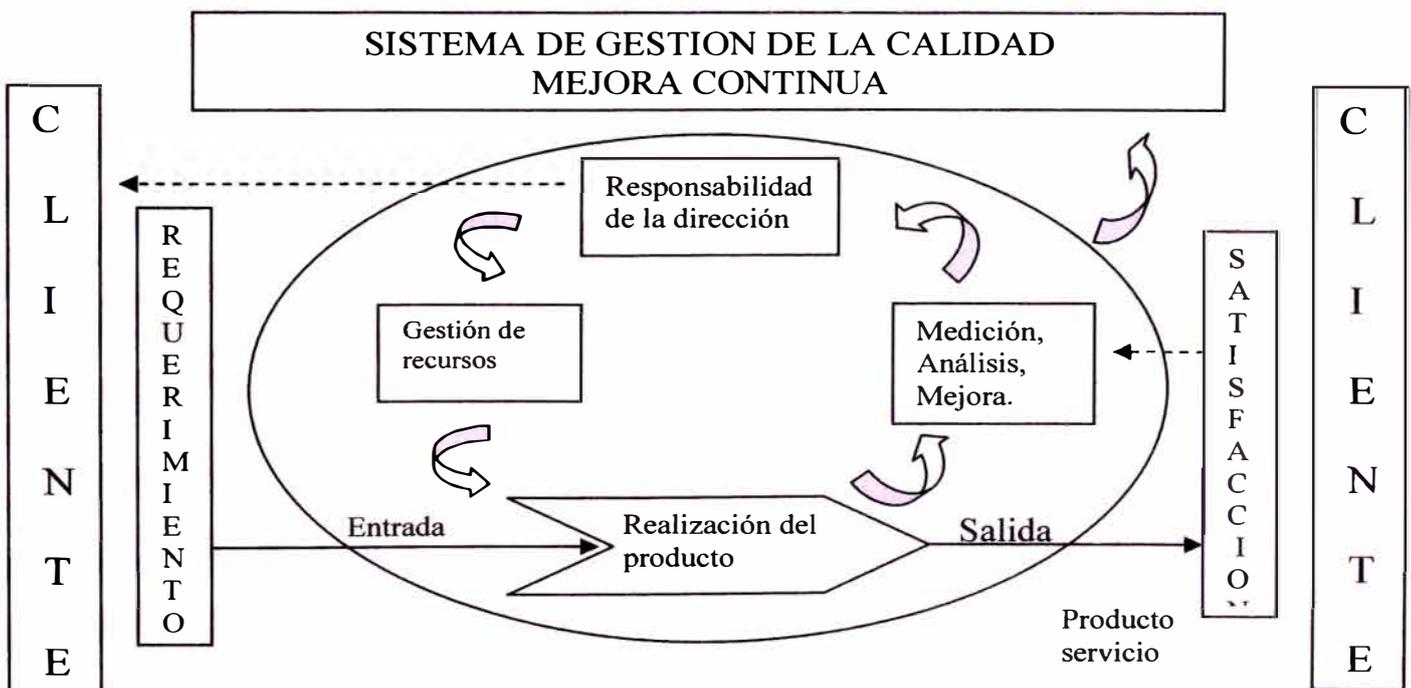


Fig. 61: Sistema de gestión de la calidad – mejora continua

El modelo de mejoramiento continuo unido a los ocho principios de la Gestión de la Calidad constituyen la parte medular del sistema o proceso de implantación de para la mejora continua.

Principios básicos de la calidad.

1.- Organización enfocada al cliente

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto comprender sus necesidades presentes y futuras, cumplir con sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.

2.- Liderazgo

Los líderes establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.

3.- Compromiso y Participación de todo el personal

El personal, con independencia del nivel de la organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4.- Enfoque a procesos

Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.

5.- Enfoque del sistema hacia la gestión.

Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objeto dado, mejora la eficiencia y la eficacia de una organización.

6.- La mejora continua

La mejora continua debería ser el objetivo permanente de la organización.

7.- Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones

Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y en la información.

8.- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Una organización y sus proveedores son independientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor.

Es conveniente ampliar algunos de los principios para un mejor conocimiento.

5.3.1 Organización enfocada al Cliente

Las características de un producto o servicio determinan el nivel de satisfacción del cliente. Estas características incluyen no sólo las características de los bienes o servicios principales que se ofrecen, sino también las características de los servicios que les rodean.

La satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente constituye el elemento más importante de la gestión de la calidad y la base del éxito de una empresa. Por este motivo es imprescindible tener perfectamente definido para cada empresa el concepto de satisfacción de sus clientes desarrollando sistemas de medición de satisfacción del cliente y creando modelos de respuesta inmediata ante la posible insatisfacción. Agregar un valor añadido al

producto adicionando características de servicio puede aumentar la satisfacción y decantar al cliente por nuestro producto.

Históricamente, la gestión de las relaciones con los clientes ha experimentado la siguiente evolución:

- Creación de Departamentos de Servicio al Cliente y gestión de reclamaciones, a través del Análisis de Reclamaciones y Quejas, primer paso para identificar oportunidades de mejora.
- Creación de Sistemas de Medición de la satisfacción del cliente, con estudios periódicos que evalúen el grado de satisfacción del cliente, sin esperar a su reclamación.
- Creación del concepto de Lealtad y gestión de la Fidelización al cliente, llegando a conocer en profundidad los factores que provocan la lealtad y la deslealtad mediante una metodología de trabajo que incremente la fidelidad de los clientes.

Esta es la evolución que se sigue en cuanto a satisfacción del cliente, objetivo ineludible de todas las empresas, no como un fin en sí mismo sino a través de la lealtad o fidelidad de los clientes, factor que tiene una relación directa con los resultados del negocio. Para gestionar la lealtad de los clientes, las empresas líderes en calidad siguen una evolución consistente en organizar unos sistemas de gestión de las reclamaciones, posteriormente diseñar y administrar una serie de encuestas de satisfacción del cliente para finalmente

conocer cuáles son los factores que influyen en la lealtad y en la deslealtad, con objeto de adoptar medidas sobre ellos y gestionar adecuadamente la fidelidad de los clientes

5.3.2 Participación de todo el personal

Son muchos los beneficios del trabajo en equipo en cualquier proceso de mejora de calidad. En el equipo, cada uno de los componentes aporta distintas experiencias, habilidades, conocimientos y perspectivas sobre los temas.

Una única persona intentando eliminar un problema o un defecto raras veces conseguirá dominar un proceso de trabajo completo. Los beneficios más significativos en calidad, normalmente, los logran los equipos: grupos de individuos que unen su talento y la experiencia que han desarrollado trabajando en distintas etapas del proceso que comparten.

Los equipos de mejora consiguen resultados duraderos porque pueden abordar aspectos mayores que una persona sola, pueden comprender completamente el proceso, tienen acceso inmediato a los conocimientos y habilidades técnicas de todos los miembros del equipo, y finalmente pueden confiar en el apoyo mutuo y en la cooperación que surge entre los componentes del grupo.

Un equipo es un conjunto de personas comprometidas con un propósito común y del que todos se sienten responsables. Dado que los componentes del equipo representan a varias funciones y departamentos, se obtiene una profunda comprensión del problema, permitiendo a la organización resolver los

problemas que afectan a varios departamentos y funciones. Para mejorar la eficacia del trabajo en equipo es necesario dominar una serie de habilidades:

- Toma de decisiones, mediante tres pasos: Inputs (recogida y presentación de información relevante), Proceso del equipo (lograr una comprensión común de los hechos y un acuerdo sobre las opiniones e ideas de los componentes del equipo mediante técnicas de comunicación eficaces) y Resultados (donde se decide sobre las acciones apropiadas).
- Recogida y transmisión de información. La comunicación efectiva en cuanto a cómo se recoge la información es esencial en el proceso, desarrollando técnicas como la capacidad de escucha y de preguntar.
- Celebración de reuniones, las cuales proporcionan la base comunicativa del equipo y que hay que establecer, planificar, dirigir, evaluar y preparar.
- Relaciones interpersonales. Las distintas personalidades, actitudes y necesidades de cada uno de los componentes pueden crear barreras que interfieran en las interacciones del equipo. La plena participación de todos los miembros implica el conocimiento de estas posibles barreras y la forma de superarlas y solucionarlas.

Aprender a trabajar de forma efectiva como equipo requiere su tiempo, dado que se han de adquirir habilidades y capacidades especiales necesarias para el desempeño armónico de su labor.

Los componentes del equipo deben ser capaces de: gestionar su tiempo para llevar a cabo su trabajo diario además de participar en las actividades del equipo; alternar fácilmente entre varios procesos de pensamiento para tomar decisiones y resolver problemas, y comprender el proceso de toma de decisiones comunicándose eficazmente para negociar las diferencias.

5.3.3 La mejora continua

La Mejora de la Calidad es un proceso estructurado para reducir los defectos en productos, servicios o procesos, utilizándose también para mejorar los resultados que no se consideran deficientes pero que, sin embargo, ofrecen una oportunidad de mejora.

Un proyecto de mejora de la calidad consiste en un problema (u oportunidad de mejora) que se define y para cuya resolución se establece un programa. Como todo programa, debe contar con unos recursos (materiales, humanos y de formación) y unos plazos de trabajo. La Mejora de la Calidad se logra proyecto a proyecto, paso a paso, siguiendo un proceso estructurado:

- Verificar la misión.
- Diagnosticar la causa raíz.
- Solucionar la causa raíz.
- Mantener los resultados.

En un primer momento, se desarrolla una definición del problema exacto que hay que abordar, es decir, se proporciona una misión clara: el equipo necesita verificar que comprende la misión y que tiene una medida de la mejora que hay que realizar. Las misiones procederán de la identificación de oportunidades de mejora en cualquier ámbito de la organización, desde el Plan estratégico de la empresa hasta las opiniones de los clientes o de los empleados. Eso sí, la misión debe ser específica, medible y observable.

A continuación se pasa a diagnosticar la causa raíz, un proceso estructurado en el que el equipo analiza los síntomas e identifica la amplitud y composición del problema, formula teorías (declaraciones no probadas de cuál puede ser la causa de un problema) y las ensaya hasta establecer una o más causas raíz. El siguiente paso implica la solución de la causa raíz una vez ésta se conoce. El diseño de la solución final incluye también el diseño de los sistemas de control y retroalimentación utilizados para asegurar que la solución es efectiva.

La solución a un problema de Calidad posee aspectos técnicos que van a producir cambios en la cultura organizacional. Dichos cambios culturales pueden hacer que las personas se resistan a toda modificación propuesta, naciendo el denominado Factor de Resistencia al Cambio, uno de los mayores problemas en la Gestión de Calidad Total.

Finalmente, se lleva a cabo el mantenimiento de los resultados a través del seguimiento por un responsable del funcionamiento de la solución en el

tiempo, evitando que la inercia organizativa nos haga volver a la situación anterior

5.3.4 Relaciones con los Proveedores

La calidad de un producto o servicio no depende solamente de los procesos internos de las empresas, sino también de la calidad de productos y servicios suministrados, lo que implica trabajar conjuntamente con los proveedores para que éstos asuman su parte de responsabilidad en la consecución del fin común de todos: la satisfacción final del cliente.

La relación cliente-proveedor es una forma muy eficaz de gestionar la calidad del proveedor y suministrar al cliente o usuario final la mejor calidad. Estas relaciones nos llevan a una nueva forma de hacer negocios que enfatiza la calidad en perjuicio del precio, el largo plazo frente al corto plazo, y los acuerdos de colaboración en contra de los de adversidad. Tanto los clientes como los proveedores tienen la mutua responsabilidad de, por un lado, suministrar y obtener las necesidades de cada uno, y por otro lado, proporcionar y actuar según el feedback (retroalimentación) recibido.

Está plenamente asumido que se servirá mejor al cliente externo si se reconocen las cadenas internas cliente-proveedor y se usan equipos interfuncionales para planificar y mejorar nuestra calidad. Por tanto, no es sorprendente el hecho de que el cliente final reciba una mejor calidad si los proveedores trabajan en "colaboración". Esta colaboración se caracteriza por proyectos conjuntos de planificación y mejora de la calidad, compartiendo

por ambas partes el control de la calidad y realizando esfuerzos conjuntos para conseguir un beneficio mutuo: la satisfacción final del cliente.

Los resultados esperados a través de estas nuevas relaciones consisten en una reducción del número de proveedores, una mayor agilidad y flexibilidad en la gestión de compras y aprovisionamientos, y la participación en proyectos de mejora conjuntos, lo que produce importantes ahorros de costes, mejoras de la calidad y acortamientos de tiempos de ciclos.

Las empresas más avanzadas en estos modelos están relacionadas con la industria del automóvil, pero éste es un modelo extensible a cualquier sector de actividad: solamente se requiere asumir los principios que inspiran las nuevas reglas del juego en las actuales relaciones cliente-proveedor

5.4 Estructura de la norma ISO 9001:2000

5.4.1 Requisitos Generales

La norma dice que las organizaciones deben definir y administrar los procesos necesarios para asegurar que el producto o servicio cumple con los requisitos del cliente y que para tal efecto el sistema debe ser **implantado, mantenido y mejorado** por la empresa que implementa este sistema.

También define que la organización debe preparar los documentos necesarios para cumplir con el sistema de calidad, es decir la estructura documental necesaria y completa para cubrir tanto los elementos como el detalle de la propia documentación.



Fig. 62: La lógica de la norma ISO 9001:2000

La norma indica que la organización debe:

- a) Identificar los **procesos necesarios** para el SGC y su aplicación a través de la organización. Esto significa que no se incluirán todos los procesos de la organización, sino los principales y necesarios para el SGC.
- b) Determinar la **secuencia e interacción** de estos procesos. En la interacción se abarca diversas áreas operativas de la organización y de los proveedores.
- c) Determinar los **criterios y métodos** necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- d) Asegurarse de la disponibilidad de **recursos e información** necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos.

e) Realizar el **seguimiento, la medición y el análisis** de estos procesos.

f) Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados necesarios planificados y **la mejora continua** de estos procesos.

En los casos en que la organización opte por **contratar externamente** cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad.

Los procesos necesarios para el SGC, deberían incluir los procesos para las actividades de gestión, la provisión de recursos, la realización del producto y las mediciones.

Términos involucrados

El proceso está definido como el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

El producto se define como el resultado de un proceso.

La estructura de la norma ISO 9001:2000 está directamente relacionada con la lógica de un sistema de gestión de la calidad, por tanto está organizada en capítulos que hacen referencia a los diversos procesos de un círculo virtuoso de la calidad.

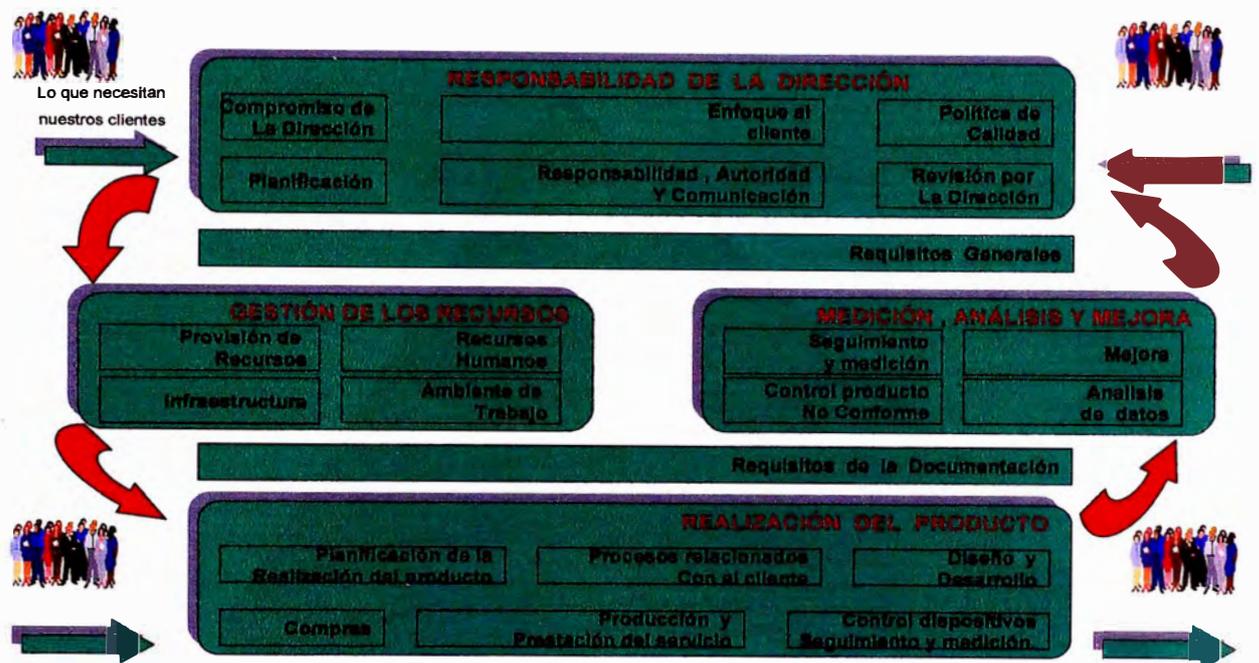


Fig. 63: Estructura de la Norma ISO 9001:2000 por capítulos

5.4.2 Requisitos de la documentación

La documentación del SGC debe incluir:

- a) Declaraciones documentadas de una política de calidad y de objetivos de la calidad
- b) Un manual de calidad
- c) Los procedimientos documentados requeridos. Significa que el procedimiento se ha establecido, documentado, implementado y mantenido.
- d) Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de esos procesos
- e) Los registros requeridos



Fig. 64: Estructura de la documentación

La extensión de la documentación del SGC puede diferir de una organización a otra debido a:

- El tamaño de la organización y el tipo de actividades
- La complejidad de los procesos y sus interacciones
- La competencia del personal.

5.4.3 Manuales de aseguramiento de la calidad

La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados Manuales de Aseguramiento de la Calidad, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y

procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos). El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo?. Dentro de la infraestructura del Sistema existe un tercer pilar que es el de los Documentos Operativos, conjunto de documentos que reflejan la actuación diaria de la empresa

5.4.3.1 Manual de Calidad

Especifica la política de calidad de la empresa y la organización necesaria para conseguir los objetivos de aseguramiento de la calidad de una forma similar en toda la empresa. En él se describen la política de calidad de la empresa, la estructura organizacional, la misión de todo elemento involucrado en el logro de la Calidad, etc. El fin del mismo se puede resumir en varios puntos:

- Única referencia oficial.
- Unifica comportamientos decisionales y operativos.
- Clasifica la estructura de responsabilidades.
- Independiza el resultado de las actividades de la habilidad.
- Sirve para la Formación y la Planificación de la Calidad.

- Es la base de referencia para auditar el Sistema de Calidad.

El manual de la calidad describe el sistema de la calidad efectivamente aplicado por la organización y debería considerar los elementos aplicables de las normas de referencia. Sirve de **documento rector** para la redacción de otros documentos particulares, como procedimientos, instrucciones, documentos operativos sobre los que prevalece y a los que sirve de referencia de forma no ambigua.

Según la norma el manual de la calidad debería satisfacer las necesidades de sus usuarios, que son:

Dentro de la organización:

- el director, que hace de obligada aplicación los elementos del sistema de la calidad
- el personal de la organización, que debería aplicarlo
- personal recién incorporado, para su información
- los auditores internos.

Fuera de la organización:

- los clientes de la organización
- los auditores externos, de segunda o tercera parte.

Para satisfacer estas necesidades sin que sea necesario remitirse a otros documentos, el manual de la calidad debería permitir:

- conocer la política de la calidad y sus objetivos generales, así como las principales medidas adoptadas para alcanzar los mismos
- presentar una imagen clara de la estructura organizativa
- presentar una información general sobre la organización, sus sectores de actividad e implantación geográfica de los centros si procede
- comprender el funcionamiento del sistema de la calidad; en particular, debería permitir evaluar la consideración de cada requisito de la/s norma/s de referencia
- identificar los diferentes procesos del sistema de la calidad y las principales fases de desarrollo de dichos procesos
- indicar a cada persona de la organización las reglas de organización y de funcionamiento para desarrollar con la mayor eficacia posible sus

Es recomendable que el manual tenga la misma estructura de los capítulos de la norma y se incluya las justificaciones de las exclusiones debido a la naturaleza de la organización.

En una empresa de telecomunicaciones se tienen diversos procesos principales, por tanto los procesos de certificación pueden establecerse en forma independiente para algunos de dichos procesos, ejemplos:

- Control del proceso de facturación de los servicios de telefonía fija
- Procesos de instalación y mantenimiento de los servicios de telefonía fija.

5.4.3.2 Manual de Procedimientos

El Manual de Procedimientos sintetiza de forma clara, precisa y sin ambigüedades los Procedimientos Operativos, donde se refleja de modo detallado la forma de actuación y de responsabilidad de todo miembro de la organización dentro del marco del Sistema de Calidad de la empresa y dependiendo del grado de involucración en la consecución de la Calidad del producto final.

5.5 Técnicas avanzadas de gestión de la calidad

5.5.1 Planificación estratégica de la calidad

La Planificación Estratégica de la Calidad es el proceso por el cual una empresa define su razón de ser en el mercado, su estado deseado en el futuro y desarrolla los objetivos y las acciones concretas para llegar a alcanzar el estado deseado. Se refiere, en esencia, al proceso de preparación necesario para alcanzar los objetivos de la calidad. Los objetivos perseguidos con la Planificación Estratégica de la Calidad son:

- Proporcionar un enfoque sistemático.

- Fijar objetivos de calidad.
- Conseguir los objetivos de calidad.
- Orientar a toda la organización.
- Válida para cualquier periodo de tiempo.

La Planificación Estratégica requiere una participación considerable del equipo directivo, ya que son ellos quienes determinan los objetivos a incluir en el plan de negocio y quienes los despliegan hacia niveles inferiores de la organización para, en primer lugar, identificar las acciones necesarias para lograr los objetivos; en segundo lugar, proporcionar los recursos oportunos para esas acciones, y, en tercer lugar, asignar responsabilidades para desarrollar dichas acciones. Los beneficios derivados del proceso de planificación son éstos:

- Alinea áreas clave de negocio para conseguir aumentar: la lealtad de clientes, el valor del accionista, la calidad y una disminución de los costes.
- Fomenta la cooperación entre departamentos.
- Proporciona la participación y el compromiso de los empleados.
- Construye un sistema sensible, flexible y disciplinado.

Los principales elementos de la Planificación Estratégica de la Calidad son:

- La Misión, cuya declaración clarifica el fin, propósito o razón de ser de una organización y explica claramente en qué negocio se encuentra.

- La Visión, que describe el estado deseado por la empresa en el futuro y sirve de línea de referencia para todas las actividades de la organización.
- Las Estrategias Clave, principales opciones o líneas de actuación para el futuro que la empresa define para el logro de la visión.

Diseño y planificación de la calidad

El liderazgo en calidad requiere que los bienes, servicios y procesos internos satisfagan a los clientes. La planificación de la calidad es el proceso que asegura que estos bienes, servicios y procesos internos cumplen con las expectativas de los clientes.

La planificación de la calidad proporciona un enfoque participativo y estructurado para planificar nuevos productos, servicios y procesos. Involucra a todos los grupos con un papel significativo en el desarrollo y la entrega, de forma que todos participan conjuntamente como un equipo y no como una secuencia de expertos individuales.

La planificación de la calidad no sustituye a otras actividades críticas involucradas en la planificación. Representa un marco dentro del cual otras actividades pueden llegar a ser incluso más efectivas. El proceso de planificación de la calidad se estructura en seis pasos:

- Verificación del objetivo. Un equipo de planificación ha de tener un objetivo, debe examinarlo y asegurarse de que está claramente definido.

- Identificación de los clientes. Además de los clientes finales, hay otros de quienes depende el éxito del esfuerzo realizado, incluyendo a muchos clientes internos.
- Determinación de las necesidades de los clientes. El equipo de planificación de calidad tiene que ser capaz de distinguir entre las necesidades establecidas o expresadas por los clientes y las necesidades reales, que muchas veces no se manifiestan explícitamente.
- Desarrollo del producto. (bienes y servicios). Basándose en una comprensión clara y detallada de las necesidades de los clientes, el equipo identifica lo que el producto requiere para satisfacerlas.
- Desarrollo del proceso. Un proceso capaz es aquél que satisface, prácticamente siempre, todas las características y objetivos del proceso y del producto.
- Transferencia a las operaciones diarias. Es un proceso ordenado y planificado que maximiza la eficacia de las operaciones y minimiza la aparición de problemas.

La estructura y participación en la planificación de la calidad puede parecer un aumento excesivo del tiempo necesario para la planificación pero en realidad reduce el tiempo total necesario para llegar a la operación completa. Una vez que la organización aprende a planificar la calidad, el tiempo total

transcurrido entre el concepto inicial y las operaciones efectivas es mucho menor

5.5.2 Benchmarking

El Benchmarking es un proceso en virtud del cual se identifican las mejores prácticas en un determinado proceso o actividad, se analizan y se incorporan a la operativa interna de la empresa.

Dentro de la definición de Benchmarking como proceso clave de gestión a aplicar en la organización, encontramos varios elementos clave:

- Competencia, que incluye un competidor interno, una organización admirada dentro del mismo sector o una organización admirada dentro de cualquier otro sector.
- Medición, tanto del funcionamiento de las propias operaciones como de la empresa Benchmark, o punto de referencia que vamos a tomar como organización que posee las mejores cualidades en un campo determinado.
- Representa mucho más que un Análisis de la Competencia, examinándose no sólo lo que se produce sino cómo se produce, o una Investigación de Mercado, estudiando no sólo la aceptación de la organización o el producto en el mercado sino las prácticas de negocio de grandes compañías que satisfacen las necesidades del cliente.
- Satisfacción de los clientes, entendiendo mejor sus necesidades al centrarnos en las mejores prácticas dentro del sector.

- Apertura a nuevas ideas, adoptando una perspectiva más amplia y comprendiendo que hay otras formas, y tal vez mejores, de realizar las cosas.
- Mejora Continua: el Benchmarking es un proceso continuo de gestión y auto-mejora.

Existen varios tipos de Benchmarking: Interno (utilizándonos a nosotros mismos como base de partida para compararnos con otros), Competitivo (estudiando lo que la competencia hace y cómo lo hace), Fuera del sector (descubriendo formas más creativas de hacer las cosas), Funcional (comparando una función determinada entre dos o más empresas) y de Procesos de Negocio (centrándose en la mejora de los procesos críticos de negocio).

Un proyecto de Benchmarking suele seguir las siguientes etapas: Preparación (Identificación del objeto del estudio y medición propia), Descubrimiento de hechos (Investigación sobre las mejores prácticas), Desarrollo de acciones (Incorporación de las mejores prácticas a la operativa propia) y Monitorización y recalibración

5.5.2 Reingeniería de Procesos

La reingeniería de procesos es una técnica en virtud de la cual se analiza en profundidad el funcionamiento de uno o varios procesos dentro de una empresa con el fin de rediseñarlos por completo y mejorar radicalmente

La reingeniería de procesos surge como respuesta a las ineficiencias propias de la organización funcional en las empresas y sigue un método estructurado consistente en:

- Identificar los procesos clave de la empresa.
- Asignar responsabilidad sobre dichos procesos a un "propietario".
- Definir los límites del proceso.
- Medir el funcionamiento del proceso.
- Rediseñar el proceso para mejorar su funcionamiento.

Un proceso es un conjunto de actividades organizadas para conseguir un fin, desde la producción de un objeto o prestación de un servicio hasta la realización de cualquier actividad interna . Los objetivos clave del negocio dependen de procesos de negocio interfuncionales eficaces, y, sin embargo, estos procesos no se gestionan. El resultado es que los procesos de negocio se convierten en ineficaces e ineficientes, lo que hace necesario adoptar un método de gestión por procesos.

Durante muchos años, casi todas las organizaciones empresariales se han organizado verticalmente, por funciones. Actualmente, la organización por procesos permite prestar más atención a la satisfacción del cliente, mediante una gestión integral eficaz y eficiente: se produce la transición del sistema de gestión funcional al sistema de gestión por procesos. La gestión por procesos se desarrolla en tres fases, después de identificar los procesos clave y asignar las responsabilidades (propietarios y equipos).

CAPITULO 6

ALTERNATIVAS DE MEJORAS DEL MANTENIMIENTO

6.1 Consideraciones generales

6.1.1 Definición del mantenimiento

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

Objetivo de Mantenimiento: Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y
- Maximizar el beneficio global.

Confiabilidad es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en unas condiciones de operación dadas.

Mantenibilidad es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas.

Soportabilidad es la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas.

6.1.2 Estrategias del mantenimiento

Las principales estrategias del mantenimiento son:

- Predictivo
- Preventivo
- Detectivo
- Correctivo
- Mejorativo.

a) Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición.

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)

b) Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo.

Consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

c) Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas.

Consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

d) Mantenimiento Correctivo o A la Rotura.

Consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

e) Mantenimiento Mejorativo o Rediseños.

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo hace mantenimiento.

6.1.3 El Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Reliability-Centered Maintenance o RCM) es un procedimiento sistemático y estructurado para

determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación.

Esta metodología fue desarrollada por John Moubray de Aladon Ltd., y no solo cumple con la norma SAE JA 1011, referida a certificación de procesos RCM, sino que es una de las tres referencias de dicha norma.

Consiste en analizar las funciones de los activos, ver cuales son sus posibles fallas, luego preguntarse por los modos o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias.

A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias mas adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no solo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables.

Las consecuencias en el RCM son clasificadas en cuatro categorías:

- Fallas ocultas
- Seguridad y medio ambiente
- Operacionales
- No operacionales

La principal característica del mantenimiento de las redes de fibra óptica es su confiabilidad para servir como soporte físico ininterrumpido a los sistemas de transmisión ópticos de altas velocidades, por ello el RCM es la estrategia más

adecuada a los requerimientos de este mantenimiento de activos no rotacionales.

6.2 El sistema de monitoreo remoto de fibra óptica

6.2.1 Descripción

El sistema de monitoreo de red de fibra óptica (RFTS : Remote Fiber Test Systems) es un sistema capaz de realizar mediciones reflectométricas remotas sobre fibra ópticas claves con o sin servicio operativo distribuidas a lo largo de la red de transmisión óptica; si las mediciones realizadas no se ajustan a los valores esperados, el sistema reporta las respectivas alarmas y automáticamente notifica al personal de mantenimiento sobre el evento y la ubicación exacta de la misma.

Para cumplir su objetivo el sistema cuenta con unidades remotas cuya función principal es la de realizar constantemente mediciones reflectométricas sobre las fibras ópticas bajo supervisión; Estas mediciones son transmitidas al controlador del sistema (centro de gestión) que lleva un registro exhaustivo de los niveles, degradaciones y posibles alarmas de la red. Una interfaz gráfica (GUI) facilita a los operadores la obtención de gráficos, mapas, reportes, estadísticos y otorga al administrador las facilidades de configuración para el monitoreo completo de la red.

6.2.2. Componentes del Sistema

El sistema de monitoreo remoto se compone de parte: El controlador, las unidades remotas de pruebas y las estaciones clientes.

a) El Controlador

Es el gestor del sistema, se encarga de ordenar y recuperar la secuencia de mediciones que realizan las unidades remotas, administra las alarmas, genera los avisos de averías, realiza el seguimiento al proceso de reparación y mantiene actualizada la información requerida de la red monitoreada en una base de datos.

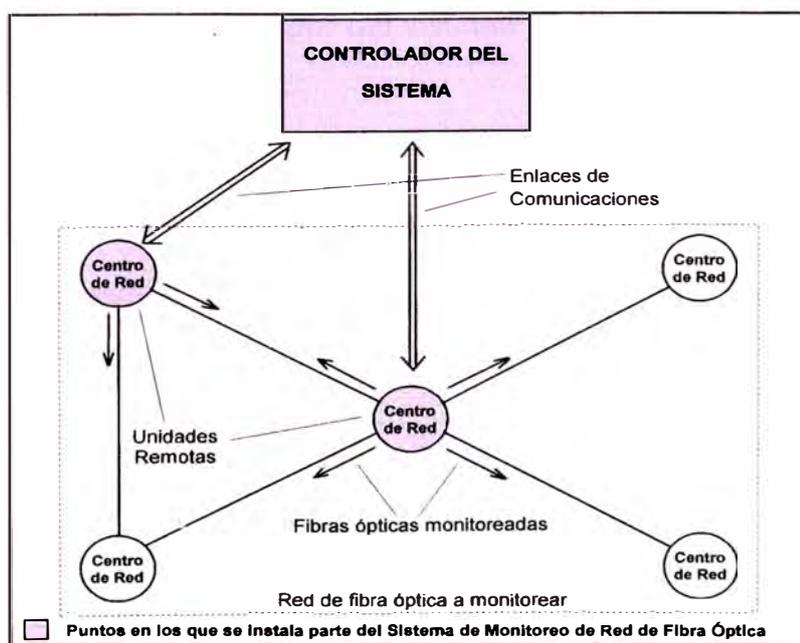


Fig. 65: Componentes del sistema de monitoreo remoto

b) La unidad remota de prueba (RTU)

Las RTU están ubicadas en puntos estratégicos de la red de cables de fibra óptica y tienen como misión obtener en tiempo real la información sobre el estado de integridad de las fibras monitoreadas, mediante la realización periódica y automática de mediciones reflectométricas., La información recogida por cada RTU se envía periódicamente al Controlador del sistema del cual dependen

Las funciones básicas del RTU son: Realizar mediciones reflectométricas sobre las fibras ópticas al cual están conectadas y según la programación recibida por el Controlador, detección de fallas en las fibras ópticas por comparación de trazas reflectométricas de referencia, y el envío de alarmas y trazas de medición al controlador del sistema.

La Unidad Remota de Prueba deberá actuar indistintamente sobre fibras no activas (oscuras – sin tráfico) y activas (con tráfico). Para la medición de fibras activas se utilizarán WDM y Filtros Pasabanda adecuados como elementos ópticos adicionales para inyectar y extraer la señal de supervisión, y no interferir con el tráfico transportado por el sistema de transmisión, en este caso se empleará una longitud de onda de 1 625nm. En el caso de la medición sobre fibras no activas (oscuras) se empleará la longitud de onda de 1 550nm.

A su vez, la unidad remota de pruebas está constituida por una Unidad de medida y por uno o más Conmutadores ópticos.

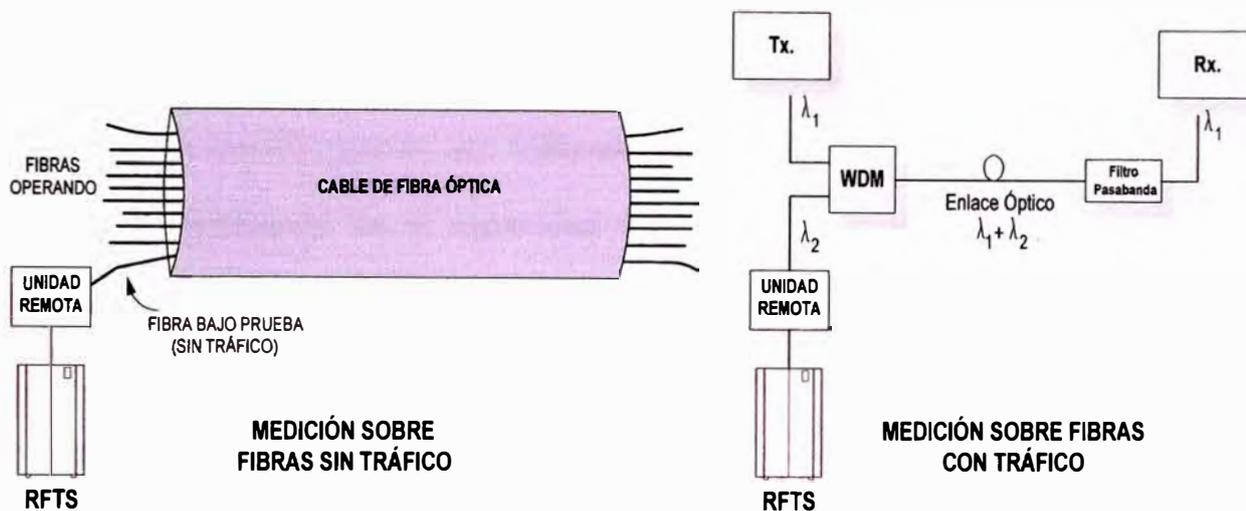


Fig. 66: Monitoreo de fibra óptica con tráfico

B1) Unidad de Medida

Es un equipo computarizado que incluye un módulo reflectómetro (OTDR) que realiza las mediciones reflectométricas a las fibras ópticas del cual obtiene la traza o perfil de atenuación de cada fibra, asimismo éste equipo controla al conmutador óptico, determinando a través de la programación almacenada la secuencia de las fibras a ser medidas. También incluye un módulo de comunicación que le permite comunicarse con el controlador a través de circuitos digitales de las redes de datos. Estos circuitos deben tener respaldo radial o por otras fibras ópticas en caso que se produzca un corte del cable fibra óptica que soporta el circuito digital de comunicación.

B2) Conmutador óptico

Es el encargado de establecer la conexión óptica entre la unidad de medida y cada una de las fibras ópticas a ser monitoreadas, permitiendo así que una unidad de medida pueda ser utilizada para monitorear un gran número de fibras dependiendo de la capacidad del conmutador óptico. El conmutador óptico generalmente se instala junto a la unidad de medida, aunque también se puede instalar en otro nodo remoto enlazado a través de una fibra óptica dedicada.

Los conmutadores ópticos no tienen elementos móviles y generalmente son de configuraciones múltiples de 4: 1x4, 1x8, 1x16, 1x24, 1x32

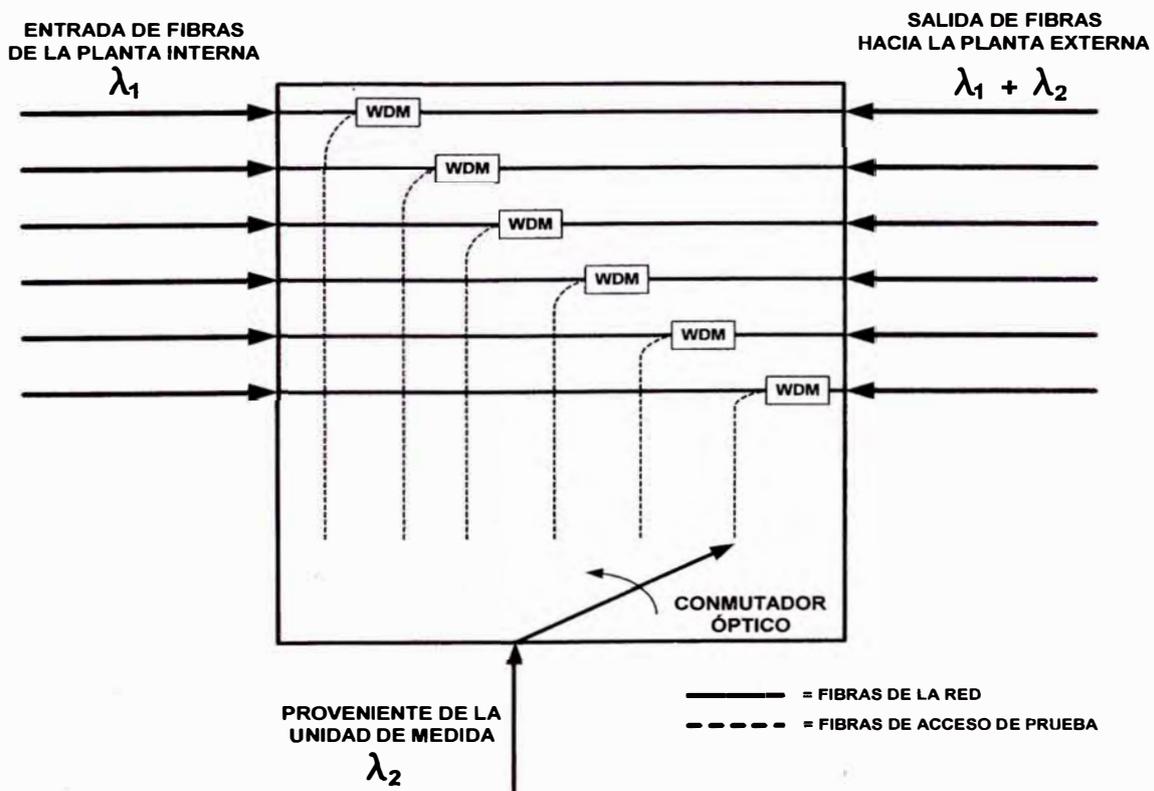


Fig. 67: Diagrama de conmutador óptico

c) Estación Cliente

Son las microcomputadoras que ejecutan el software de aplicación que permite a los usuarios mediante una interfaz gráfica de usuario visualizar la información en gráficos, alarmas, reportes y mapas propios del sistema, así como tener acceso a la información contenida en la base de datos del controlador del sistema.

Las estaciones Clientes generalmente son microcomputadoras de escritorio y portátiles con sistema operativo abierto (MS-Windows) y manejan el software del sistema de monitoreo (generalmente propietario) y la base de datos relacional (SQL u otros).

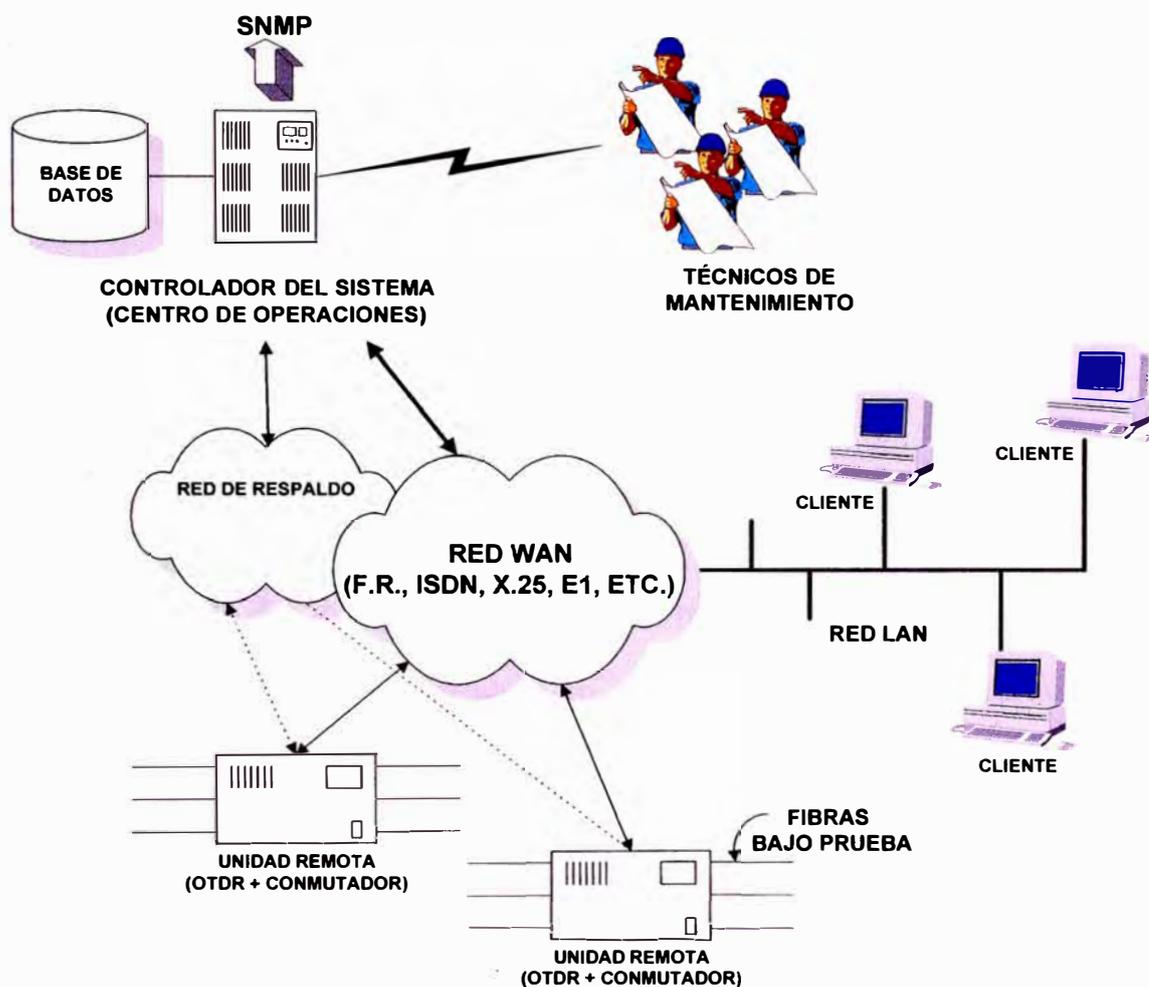


Fig. 68: Diagrama de acceso de clientes al sistema

6.2.3 Integración con sistemas de supervisión

Es recomendable que el sistema de monitoreo de fibra óptica se encuentre preparado para la integración con otros sistemas de control de las redes de telecomunicaciones, como el estandar TMN con interfases Q3.

6.3 Outsourcing en mantenimiento

Al igual que el resto de los temas tratados, analizaremos los conceptos teóricos de esta nueva herramienta de gestión, para luego aterrizar en el caso concreto de una operadora de telecomunicaciones.

6.3.1 Que es outsourcing.

El outsourcing o tercerización vendría a ser una herramienta de gestión a través del cual una organización puede optar por concentrarse en su core business y no tomar parte en procesos importantes pero no constituyen sus actividades distintivas. Para dichos procesos existe la posibilidad de contratar a un proveedor de servicios especializados y eficientes que, con el tiempo pueda convertirse en un valioso socio de negocios.

El outsourcing recoge también un sentido común expresado en el dicho popular “el que mucho abarca, poco aprieta”. Este sentido común sugiere que no se intente hacer de todo. Una organización que intente hacer de todo la llevaría a diversificar sus funciones y, consecuentemente a descuidar su planteamiento estratégico y complicar su estructura operativa.

Las actividades relacionadas con el objetivo estratégico de la organización que se han trazado como propio y prioritario, serán sus *actividades distintivas*, conocidas como *core business*, y las actividades ajenas al objetivo pueden definirse como actividades de soporte, de logística o no distintivas.

6.3.1.1 Las actividades distintivas

Es muy importante que la organización defina cuáles son sus actividades distintivas que les permiten crear un valor único, diferenciándolas de las que podrían ser ejecutadas más eficientemente por un operador externo especializado.

Las actividades distintivas pueden tener una o varias de las características siguientes:

a) Son un conjunto de habilidades y conocimientos, no productos y actividades:

Los ejecutivos deben ubicar donde radica el valor de la actividad de la organización, mirando más allá de sus productos, para ver el conocimiento único, las habilidades intelectuales y los sistemas de gestión que realmente les permiten gozar de una ventaja competitiva sostenible en el mercado. Esta ventaja puede traducirse en mejor calidad y precios más competitivos de sus productos. El tipo de conocimiento específico y único es el conjunto de habilidades involucradas en la realización y la generación de las funciones y los productos, que no solo definen el carácter diferencial y único en relación al mercado, sino les permite desarrollar las funciones de un modo consistentemente superior que sus competidores y además mejorarla continuamente a medida que el mercado, la tecnología y la competitividad se desarrollan.

b) Son flexibles, enfocadas a largo plazo y adaptables a nuevas condiciones

Demandan habilidades en áreas que el Cliente continuará valorando en el tiempo, por ello son prospectivas y con alta capacidad de adaptación. Las actividades distintivas deben tener estrecha relación con las necesidades o requisitos del Cliente. La flexibilidad de las habilidades y la conciencia de la necesidad de constantes reconsideraciones en las tendencias asumidas por la empresa, constituyen habilidades estratégicas de la organización.

c) Son reducidas en número

La organización debe fijar dos o tres actividades cruciales para obtener éxito en el futuro, al interior de su cadena de valor. La dispersión del esfuerzo en diversas actividades conlleva a la disminución de la calidad obtenida. Por ello la organización debe estar continuamente reestructurando su propia gestión en relación a las alternativas que ofrece el mercado, para externalizar actividades que aunque hubieran sido consideradas esenciales en un determinado momento, tienen en la actualidad competidores especializados en el mercado. Por ello la satisfacción de cierta necesidad de estatus del Cliente por la imagen que el producto le brinda, permite a la organización concentrarse en la vigencia de dicha imagen como actividad distintiva, aunque no genere el producto directamente.

d) Son fuentes únicas de manejo en la cadena de valor

El planeamiento estratégico de la organización está dedicado a identificar oportunidades de posicionamiento, como las imperfecciones del mercado o las brechas en el conocimiento acerca de un rubro determinado. Este conocimiento permite que la empresa pueda convertirse en la única calificada para aprovechar las debilidades del mercado y la competencia, por ello la inversión en recursos intelectuales suele ser muy rentable.

e) Son área de dominio exclusivo de la organización.

Actualmente cualquier organización compite con todas aquellas que llevan a cabo alguna actividad al interior de la misma *cadena de valor* en que la organización trabaja. Por tanto las empresas deben aplicar *benchmarking* para las habilidades distintivas que hayan seleccionado como estratégicas para su actividad, para situarse como líderes frente a todos aquellos potenciales proveedores de esas actividades. Las condiciones actuales del mercado exige que las empresas se reestructuren constantemente en función a los requerimientos del mercado y de su progresiva especialización. Por ello toda organización debe poseer área de dominio exclusivo donde concentre sus actividades en aquellos procesos de la cadena de valor que le permita competir en condiciones de superioridad.

f) Forman parte de los sistemas de la organización

Las habilidades distintivas debe ser interiorizadas por los sistemas de la organización: la estructura organizativa y los sistemas administrativos deben compartir los mismos valores y estar ampliamente definidos. Dichas actividades estratégicas pueden incluir el reclutamiento, el entrenamiento, el marketing o la innovación.

6.3.1.2 Ventajas del outsourcing

A las nuevas organizaciones les resulta mas fácil adoptar el outsourcing que a las tradicionales, ya que tienen la oportunidad de diseñar, desde el inicio, sus procesos para que sean lo más eficientes posible. Esta condición les permite determinar que nivel de eficiencia debería tener cada una de sus actividades distintivas y como seleccionar a las empresas adecuadas para implementar procesos de outsourcing o tercerización. Pero a las organizaciones tradiciones también les resulta ventajoso utilizar el outsourcing por las ventajas siguientes.

a) Reduce y controla los costos operativos

El análisis de costos es una de las herramientas básicas para el logro de la eficiencia operativa. En términos de gestión resulta más sencillo y económico identificar los costos de transacción con un proveedor externo, que son explícitos en el contrato, que identificar los costos de

transacción internos, que difícilmente se llegan a identificar plenamente. Finalmente este resultado se tendría que comparar con los costos del mejor proveedor externo; si el balance no es favorable, se corre el riesgo de perder el margen de competitividad que beneficia a la empresa.

b) permite el acceso a habilidades de clase mundial

A las organizaciones que contratan un proveedor de servicios con especialización en un nicho de la cadena de valor, les permite obtener la mejor aplicación de la tecnología y niveles de servicios y tarifas más competitivas, con posibilidades de acceso a habilidades de clase mundial, debido a que el proveedor especializado nos puede garantizar mejores estándares de calidad en operaciones que carecen de un carácter distintivo para el producto de la organización.

c) Provee estabilidad a la gestión

La contratación de un proveedor para determinada actividad ofrece un mayor control de gestión, del desempeño y el nivel de calidad de la actividad externalizada no distintiva de la organización, otorgando mayor estabilidad a la gestión. Si esta actividad fuera realizada por personal de la organización y sale de ella, se lleva consigo los recursos dedicados a su capacitación, generando una pérdida e inestabilidad a la gestión de la organización.

d) Libera recursos internos para otros propósitos

El outsourcing libera a la organización de la carga de mantener departamentos que no son parte de su core business, le permite reasignar recursos humanos a otras funciones más estratégicas para la organización, dando mayor flexibilidad en los costos y mayores posibilidades de agregar valor a las actividades propias o distintivas del negocio.

e) Comparte el riesgo

Con el outsourcing el riesgo del negocio no solo se comparte con el socio estratégico, sino también se reduce, dado que se contrata a un especialista para la realización de una actividad que antes lo realizaba un no especialista.

f) Proporciona garantía de servicio

En el contrato de outsourcing o tercerización se especifican las expectativas de calidad del servicio en el llamado acuerdo de nivel de servicio (SLA) y como debe ser comprobada la calidad, que debe ser medido y evaluado en el control de la misma. Se consigue una garantía de calidad que probablemente no existía antes del outsourcing, generándose mayor eficacia.

g) Mejora el enfoque estratégico de la organización

La aplicación del outsourcing en áreas que no forman parte de los objetivos centrales del negocio permite a la organización dedicar todo su potencial a su core business y especializarse en aquellas áreas en las que sus habilidades distintivas le permitirán alcanzar ventajas competitivas en el mercado.

6.3.2 Outsourcing en una operadora de telecomunicaciones

Las operadoras de telecomunicaciones a nivel mundial, regional y del Perú, tiene el reto en común de enfrentar la tendencia a la baja de las tarifas de los servicios que prestan, ocasionados tanto por una mayor competencia en los mercados donde operan, como por las exigencias de los organismos reguladores nacionales.

Por ello las operadoras tienen por tarea mejorar significativamente la productividad y competitividad en un mercado cada vez mas globalizado y exigente. Generalmente este objetivo supone una reducción importante de los costos para mejorar sustancialmente la competitividad de las operadoras que tratan de mantenerse vigente en sus mercados.

Muchas de las operadoras de telecomunicaciones son resultados de procesos de privatización de empresas estatales en las cuales se estaban realizando internamente casi la totalidad de sus procesos.

A continuación presentamos las etapas a ser consideradas durante la implementación del servicio outsourcing de mantenimiento. Desarrollaremos las etapas y la información del caso concreto lo mostraremos en los anexos referidos a cada etapa

6.3.2.1 Planificación

Tomada la decisión de entregar en outsourcing parte de las actividades de mantenimiento de fibra óptica, se debe conformar el equipo de trabajo responsable de este proceso. El equipo se integra por directivos de diversas áreas como: Operaciones, logística, finanzas y legal.

Pasos recomendables para el equipo de trabajo:

- Asesoría de consultor especialista
- Identificación de los proveedores potenciales del servicio
- Contactos con proveedores, para recoger sugerencias
- Definición del alcance y especificaciones requeridas del servicio, que incluye calidad, volúmenes y forma de pago.

6.3.2.2 Selección

Definidas las especificaciones requeridas del servicio, que conformaron los términos de referencia para el concurso de precios, se debe realizar la convocatoria y posterior selección del proveedor o proveedores.

Como parte de la calificación se debe programar visitas a los postores a fin de inspeccionar sus instalaciones operativas y administrativas, entrevistar al personal y conocer los procesos que realizan en la ejecución de las actividades a ser contratadas. Es recomendable incluir como criterios de calificación y evaluación en la propuesta técnica los aspectos referidos a

La Empresa

- Especialidad y experiencia
- Capacidad económica
- Facturación anual

El Personal

- Organización del área operativa
- Calificación del personal

Propuesta del servicio

- Descripción detallada del servicio
- Control del servicio
- Planes de contingencia
- Propuesta de innovación tecnológica

6.3.2.3 Implementación

Luego de la selección del proveedor y firma del contrato, para implementar el servicio de outsourcing conviene separarlo en 2 etapas: la pre-operativa y la operativa

a) Etapa pre-operativa

Se debe reorganizar el área operativa que efectuará el control y supervisión del proveedor. Se debe acordar con el equipo de trabajo del Proveedor o Socio estratégico el cronograma en la cual se compromete a implementar los diferentes aspectos del servicio: Infraestructura operativa, personal, materiales, herramientas, equipos operativos, de medición y comunicación, vehículos, redes de computo y otros.

Durante el proceso de recepción de las instalaciones de planta externa a las cuales se les brindará el servicio de mantenimiento, se deben elaborar actas de entrega/recepción que incluye histórico de averías e

indicadores operativos, un inventario de la planta y el estado de conservación al momento de la entrega. Es útil que estas actas contengan fotos de lo inventariado. Las actas se firman por ambos representantes en señal de conformidad, estableciéndose observaciones si las hubiera.

b) Etapa Operativa

Concluida la etapa pre-operativa, se inicia la ejecución del servicio en el plazo establecido en el contrato. Durante esta etapa el proveedor tiene la misión de proveer el servicio conforme a los indicadores de calidad y gestión establecidos e incluso superando las expectativas, con el objeto de ser evaluado en forma positiva, para lograr una extensión del plazo del contrato

CAPITULO 7

COSTOS RELATIVOS A LA CALIDAD

En el mundo de la calidad no hay una visión uniforme de lo que es costo de calidad y lo que debe ser incluido bajo este término. Las ideas acerca del costo de calidad han venido evolucionando rápidamente en los últimos años. Anteriormente era percibido como el costo de poner en marcha el departamento de aseguramiento de la calidad, la detección de costos de desecho y costos justificables.

Posteriormente, el concepto se amplió a los costos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, aquéllos costos de la organización comprometidos en los procesos de mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios frustrados o que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba.

Los autores J.M. Juran y Frank Gryna es su monumental obra Manual del Control de la Calidad, indican que los costos de calidad deben ser entendidos como **COSTO POR MALA CALIDAD**.

Muchos de los expertos en temas de calidad distinguen 2 tipos de costos; el costo de la calidad propiamente dicho, que es derivado de los esfuerzos de la organización por brindar un producto al Cliente con la calidad ofrecida, y el costo de la no calidad, que es el costo de hacer las cosas mal o incorrectamente.

La calidad satisfactoria de un producto o servicio está íntimamente relacionada con costos satisfactorios de calidad y servicios. En años anteriores se tenía la noción equivocada de que el logro de una mejor calidad requiere de costos mucho más altos, lo cual fue un obstáculo para el establecimiento de programas de calidad.

La calidad insatisfactoria generalmente está generada por la utilización de recursos insatisfactoria. Esto incluye desperdicios de material, desperdicios de mano de obra, desperdicios de tiempo de equipo y en consecuencia implica mayores costos.

En el pasado había una extendida creencia de que la calidad no podía ser medida prácticamente en términos de costos. Parte de la razón de esta creencia era la contabilidad de costos tradicional, que seguía la guía de la economía tradicional y que no había tratado de cuantificar la calidad. En forma correspondiente, el costo de la calidad no se ajustaba fácilmente a las viejas estructuras de la contabilidad.

Hoy, no solo se reconoce la capacidad de medición en los mismos programas de calidad, sino que estos costos son centrales para la administración, la calidad, así como para la planeación estratégica de las organizaciones.

La importancia del costo de la calidad estriba en que indica donde será más redituable una acción correctiva para la organización. De acuerdo con una investigación de la Oficina para el Desarrollo Económico Nacional (ODEN) de Venezuela, alrededor del 10 al 20% de las ventas totales de las empresas está representado por los costos relacionados con la calidad y el 95% de los costos en la calidad generalmente tiene relación con la valoración y los defectos. Estos gastos le añaden muy poco al valor del producto o servicio; los gastos de los defectos, por lo menos, pueden considerarse evitables. La reducción de los costos de los defectos mediante la eliminación de las causas de la falta de cumplimiento también puede traducirse en una reducción sustancial de los costos de valoración.

Los costos innecesarios y evitables encarecen los bienes y servicios. Esto a su vez, afecta la competitividad y, a la larga, los salarios y los estándares de la vida. Los gastos y los aspectos económicos de muchas actividades relacionadas con la calidad, incluidas las inversiones en la prevención y las actividades de evaluación, les son desconocidos a las organizaciones, no obstante que tales costos son considerables y que una parte sustancial de ellos es evitable.

7.1 Costos funcionales de la calidad

Los costos de calidad en las organizaciones se establecen de forma que incluyan dos componentes principales: los costos de control y los costos por falla en el control. Éstos son los costos funcionales de calidad del productor.

a) Los **costos de control** se miden en dos segmentos:

a1) **costos de prevención**: que evitan que ocurran defectos e inconformidades y que incluyen los gastos de calidad para evitar que, en primer lugar, surjan productos insatisfactorios. Aquí se incluyen tales áreas de costos como calidad en la ingeniería y entrenamiento en calidad para los empleados.

a2) **costos de evaluación**: incluyen los costos de mantener los grados de calidad de la compañía por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto. Ello incluye áreas de costo como inspección, pruebas, investigaciones externas, auditorías de calidad y gastos similares.

b) Los **costos por falla en el control**, que son causados por los materiales y productos que no satisfacen los requisitos de calidad, se miden también en dos segmentos:

b1) **costos por fallas internas**, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía tales como desechos, deterioros y material vuelto a trabajar.

b2) **costos por fallas externas**, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía, como fallas en el desempeño del producto y quejas de los clientes.

La figura siguiente muestra la división de los costos de la calidad expuestos anteriormente, con sus respectivos segmentos.

7.1.1. Costos de Control

7.1.1.1 Costos de Prevención

a.- Planeación de la Calidad

La calidad es el resultado de un proceso continuo de planeación, por tanto sus costos están relacionados con el tiempo que todo el personal – ya sea en la función de la calidad o en otras funciones – invierte en planear los detalles corrientes del sistema de calidad y en traducir los requisitos del diseño del producto y de calidad del Cliente en controles específicos de manufactura en la calidad de los materiales, procesos y productos por medio de métodos, procedimientos e instrucciones formales. También representa los costos relativos al tiempo invertido, haciendo otros trabajos de planeación de la calidad tales como estudio de la confiabilidad, análisis de la calidad, instrucciones escritas o procedimientos de trabajo para pruebas, inspección y control del proceso.

b.- Control de Procesos

El control de procesos comprende los costos originados por el tiempo que el personal emplea al estudiar y analizar los procesos de realización del producto, incluyendo a proveedores, con el fin de establecer medios

de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes, así como proporcionar ayuda técnica al personal de producción en la aplicación efectiva de los planes de la calidad y en la iniciación y desarrollo del control de los procesos operativos.

e.- Verificación del diseño del producto

La verificación del diseño del producto representa el costo de evaluar el producto antes de la producción, con el propósito de verificar los aspectos de calidad, confiabilidad y seguridad del diseño.

f.- Desarrollo y administración del sistema

El desarrollo y administración del sistema representa el costo de la ingeniería y administración de sistemas de calidad generales y apoyo para el desarrollo de sistemas de calidad.

g.- Otros costos de prevención

Otros costos de prevención representan los costos administrativos que implican los costos organizacionales de calidad y confiabilidad que no se hayan contabilizado de otra manera, tales como salarios administrativos y de oficinas y gastos de viajes.

7.1.1.2 Costos de Evaluación

a.- Inspección y pruebas de materiales comprados

Costos aplicables al tiempo dedicado por el personal a las pruebas y a la inspección para evaluar la calidad de los materiales adquiridos. Incluye también el costo de los viajes a las plantas de los proveedores, a fin de evaluar los materiales comprados.

b.- Pruebas de aceptación en laboratorio

Costo de todas las pruebas efectuadas por un laboratorio o unidad de pruebas para evaluar la calidad de los materiales comprados.

c.- Mediciones en laboratorio u otros servicios

Costos de laboratorios de mediciones tales como de calibración y reparación de instrumentos y de comprobación de procesos.

d.- Inspección

Costos relativos al tiempo empleado en la inspección por el personal respectivo, evaluando la calidad del producto en los talleres, por supervisores y personal de oficina.

e.- Pruebas

Costos del personal de prueba, en la evaluación de la actuación del producto en pruebas técnicas dentro del taller, incluyendo gastos de personal de supervisión y de oficinas.

f.- Comprobación de uso de mano de obra

Costos debido al tiempo de confronta que el operario de taller consume en comprobar su propio trabajo, de acuerdo con el plan de trabajo o el plan de proceso para asegurarse de que el producto responde a la calidad pedida en los planes de la producción

g.- Preparación para pruebas e inspección

Costos conexos con el tiempo empleado en la preparación por el personal, relacionado con el equipo de pruebas que permita pruebas funcionales.

h.- Material y equipo para pruebas e inspección

Costos de energía gastada en las pruebas y los materiales y suministros utilizados en pruebas destructivas.

i.- Auditoria de la calidad

Costos relativos al tiempo que emplea el personal en hacer auditorias.

j.- Contratos con el exterior

Costos comerciales de laboratorio, inspecciones de compañías de seguros, etc.

k.- Conservación y calibración del equipo de pruebas e inspección de calidad

Costos de lo que devenga el personal de mantenimiento, por el tiempo empleado en calibrar y cuidar del equipo de pruebas y de inspección.

l.- Revisión del producto por ingeniería y embarque

Costos aplicables al tiempo que los ingenieros de producción tardan en hacer una revisión de los datos correspondientes a las pruebas y a la inspección del producto, antes de autorizar su entrega para que salga de la fábrica.

m.- Pruebas de campo

Costos en que se incurre por pruebas en el terreno de uso, del consumidor, antes de la entrega definitiva del producto. Incluyen gastos de viaje y estancia.

7.1.2. Costos por falla en el Control

7.1.2.1 Costos por fallas internas

a.- Desperdicios

Costos por desperdicios en los que se incurre mientras se logra alcanzar los valores de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debido a otras causas como la de dejar de usarse por obsolescencia o por modificaciones en el diseño, etc.

b.- Retrabajo

Costos por pagos adicionales a los operadores mientras se alcanza la calidad requerida. No incluyen pagos que se efectúen por recuperación del producto a cambio del diseño para satisfacer al consumidor. La recuperación o repetición puede ser por fallas en la fabricación propiamente o por fallas debidas al vendedor.

c.- Costos por suministro de materiales

Costos adicionales en logística al dedicarse al manejo de quejas y rechazo de materiales comprados. En estos casos se procurará que los proveedores se den perfectamente cuenta de los motivos de quejas y de los rechazos.

d.- Consulta entre ingenieros de la fábrica

Costos por el tiempo que los ingenieros de producción emplean en la solución de algunos problemas relacionados con la calidad de los productos; por ejemplo, cuando un producto, un componente o algún material no está de acuerdo con las especificaciones de la calidad, o bien, cuando a algún ingeniero de la producción se le asigna la tarea de estudiar la factibilidad de un cambio en las especificaciones. No se incluyen costo alguno por la ejecución del trabajo en el interior de los talleres.

7.1.2.2 Costos por fallas externas

a.- Quejas dentro de la garantía

Costos por quejas específicas dentro de la garantía por la investigación, reparación o sustitución.

b.- Quejas fuera de la garantía

Costos aceptados para el ajuste de quejas específicas, después del vencimiento de la garantía.

c.- Servicio al producto

Costos por servicio al producto directamente atribuibles a la corrección de imperfecciones o pruebas especiales, o corrección de defectos no como resultado de quejas en el campo.

d.- Retiro del producto

Costos como resultado del retiro de productos o componentes del producto.

e.- Responsabilidad legal del producto

Costos en los que se incurre como resultado de juicios de demandas legales relacionadas con las fallas en la calidad.

7.1.3. Datos para el cálculo del costo de la calidad

Dos consideraciones básicas y de importancia para cualquier estudio del cálculo del costo de la calidad son:

- a) Los sistemas tradicionales de contabilidad no aportan fácilmente la información necesaria, según las definiciones actuales,
- b) Las definiciones rigurosas de los elementos de la actividad clasificada como de calidad sean necesarias solamente para efectuar los cálculos.

Los elementos se definen de tal manera que es difícil calcular su costo, lo cual es una situación absurda. Por lo general, están definidos a partir de actividades específicas o de gastos que se originan por no

proporcionar el producto o servicio (en el sentido más amplio), sin que se tome en cuenta la facilidad de calcular el costo.

Los costos generados por funciones distintas del aseguramiento de la calidad, producción y las operaciones dan origen a problemas análogos de clasificación. Algunos ejemplos notables son las contribuciones de la función de adquisiciones a la ayuda y el aseguramiento de la calidad de los proveedores, y a que los bienes adquiridos sean adecuados para tal propósito. La cuantificación y clasificación de tales factores, al igual que el cálculo de su costo, es algo muy difícil y que rara vez se hace; pero pueden representar proporciones significativas de las categorías de costos de prevención y de defectos internos.

Hay diversos factores que sirven para asegurar la utilidad básica del producto, prevenir los errores y proteger y conservar la calidad del producto y del servicio. Ejemplos de ello son el uso de códigos de diseño, la preparación de sistemas y procedimientos de ingeniería y administración, los sobrepagos en efectivo por el control de maquinaria, documentos y dibujos, y las prácticas de manejo y almacenamiento. El que tales factores puedan ser el origen de costos que se puedan considerar relacionados con la calidad es algo que se determinará según sea el caso.

Recopilar datos sobre los costos de la calidad tan solo para ver que revelan tiene muy poco sentido. De modo que la estrategia para calcular los costos de la calidad – y su efecto sobre la medición y recolección de los costos respectivos – es un asunto fundamental.

Muchos de los datos necesarios para proporcionar un informe del costo de la calidad pueden estar disponibles en el sistema existente de contabilidad de la organización.

La información del costo de calidad puede obtenerse de hojas de tiempo, cuantías de gastos, órdenes de compra, informes de recuperación del producto, memorandos de cargo o de abono, y muchas otras fuentes similares. Con frecuencia, los datos obtenidos a partir de estas fuentes pueden juntarse para proporcionar los puntos diferentes del costo de calidad y para colocarlos en los segmentos y categorías ya comentados.

El procesamiento de datos por computadora es una herramienta importante para el informe de los costos de calidad en muchas organizaciones, ya sea con una operación centralizada de computadora o en una base de datos distribuidos.

7.2 Costos relativos a la calidad en el mantenimiento de fibra óptica

Según la teoría de costos de calidad indicada en el sub-capítulo anterior, analizaremos los costos relativos a la calidad en el mantenimiento de los cables de fibra óptica de una empresa de telecomunicaciones.

Los estudios sobre el tema de calidad han revelado que el 95% de los costos de calidad están relacionados con la tarea de cuantificar la calidad, así como para estimar el costo de las fallas. Por ello es importante dirigir la medición de los costos de calidad básicamente hacia las áreas de alto impacto e identificadas como fuentes potenciales de reducción de costos.

El objetivo del análisis no es obtener valores económicos sobre los costos de calidad, sino determinar los factores más importantes en costos que están relacionados con la calidad brindada y como éstos pueden ser optimizados tanto para una mejor contribución con la calidad, como con la reducción de los costos del servicio.

Teniendo en cuenta que la confiabilidad de enlace de transmisión soportado en un cable de fibra óptica es el principal indicador de calidad, según los requisitos del Cliente interno que es el área de mantenimiento de los sistemas de transmisión de la empresa. Los costos de prevención para evitar la interrupción de los servicios de telecomunicaciones, son los más significativos, respecto al resto de factores.

7.2.1 Costos de Control

Como costos de control (prevención y evaluación) de la calidad del mantenimiento de fibra óptica no solo se deben incluir los costos relativos al tiempo que dedican los ejecutivos y personal profesional del área de mantenimiento de fibra óptica a estas actividades, sino se debe incluir los costos relativos con el tiempo del personal de las áreas de calidad, control operativo y de gestión de la Gerencia operativa de mantenimiento de la planta exterior de la operadora de telecomunicaciones al cual pertenece el área de mantenimiento de fibra óptica.

Una manera simplificada y menos costosa para determinar los costos de control, es establecer el tiempo total mensual que dedican cada una de las personas a las actividades consideradas dentro de los aspectos de Prevención (Planeación, control de procesos, equipo de información de calidad, entrenamiento, verificación del diseño, administración del sistema) y Evaluación (Inspecciones y pruebas de insumos, pruebas interna y laboratorios, comprobaciones, auditorias internas y externas).

El costo ha ser obtenido es la sumatoria de los costos individuales de las personas involucradas, calculados con una porción del costo individual que generan a la organización, en forma proporcional al tiempo dedicado a las actividades mencionadas.

Es muy importante destacar que los costos obtenidos tendrán una evolución descendente en el tiempo, debido a que se requerirá asignarse cada vez menor tiempo a dichas actividades que estarán mejor organizadas, con personal más productivo debido a la capacitación recibida y estarán apoyadas en sistemas informáticos que elevarán la productividad de dichas tareas.

Solo se presentarán meses donde ligeramente se incrementará los costos debido a las actividades estacionales como: la planeación anual, auditoría internas, capacitación masiva.

7.2.2 Costos por fallas en el Control

Son los causados básicamente por los servicios internos o proveídos por terceros que no satisfacen los requisitos de calidad establecidos.

En un área de mantenimiento de fibra óptica que cumple adecuadamente su misión y sus procesos se encuentran en mejora continua y certificados con ISO 9001:200 los costos por fallas internas puede tender a ser mínimas.

Respecto a las fallas externas, éstas pueden ser significativas debido a que muchas actividades del mantenimiento pueden ser tercerizadas (outsourcing) a empresas colaboradoras (contratistas), para evitar tales fallas se requiere contar con un sistema de control de sus procesos internos a fin de asegurar que los servicios brindados se encuentren dentro de las especificaciones de requisitos, para ello se debe contar con un contrato de servicios que

especifique claramente los mecanismos de control, su seguimiento para la mejora continua y penalidades contractuales.

7.2.3 La calidad ¿cuesta o no cuesta?

Nuestra opinión es que si cuesta, en el sentido que implica un esfuerzo conceptual, una actitud de hacer las cosas bien desde la primera vez, un cambio de mentalidad y de cultura que exigen voluntad, concentración, dedicación y perseverancia (lo de que Deming define como constancia en el propósito).

Si medimos la calidad por los resultados positivos que puede generar, todo esfuerzo para la calidad resulta barato o directamente sin costo contablemente documentado.

Pero si consideramos que el esfuerzo por vencer la resistencia al cambio es un costo personal, la calidad puede ser costosísimo, para el individuo que lo realiza. Asimismo, consideramos que se trata de un esfuerzo mayor cuando el resultado esperado no es sólo para el individuo mismo, sino que necesariamente deberá ser compartido.

En todo cambio (y el cambio hacia la cultura de calidad no es diferente) existen costos humanos, organizacionales y funcionales de relevancia. Pensar en lograr cambios significativos sin esfuerzo en la transformación cultural que rodea a la calidad, es un error que puede resultar muy caro.

Imaginar que porque una determinado propuesta de mejora de procesos es comprensible y comprendido, automáticamente los involucrados se volcarán en la acción correcta y coherente, es quedarse en el estado de los buenos deseos.

El hecho que un ingeniero o ejecutivo observe y perciba claramente que un producto o servicio no logra cumplir los estándares establecidos, no significa que automáticamente pondrá en acción mecanismos preventivos o correctivos. Podría percibir la necesidad pero no la acción conveniente. Podría entender, pero no actuar. Las resistencias al cambio, las falacias, los paradigmas lo condicionan y podrían conducirlo a un inmovilismo.

Por eso es posible hablar de un costo de la calidad; costo muchas veces no cuantificable por su intangibilidad, pero que podría cuantificarse por sus resultados finales.

La calidad no cuesta para quien lo comprende y lo asume como una exigencia actual del mercado globalizado y fuertemente competitivo, pero sí cuesta mucho para quienes no la visualizan de ese modo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando que el informe de suficiencia por actualización de conocimientos es una forma alternativa para optar el título profesional a personas que han ejercido la ingeniería durante muchos años y por el presente regularizan dicha condición, por ello las conclusiones no solo estarán referidas al núcleo del informe de suficiencia, sino también a los aspectos relacionados con un moderno ejercicio profesional y que consideramos valioso para quienes aspiramos a ejercerlo con ética y responsabilidad social.

CONCLUSIONES

Las conclusiones las hemos organizado en grupos de temas vigentes en el ejercicio profesional y que puedan ser de referencia a los futuros profesionales que puedan acceder a éste informe.

1. INGENIERIA

1.1 Definición actualizada

La definición de ingeniería ha variado con el tiempo, por ello damos nuestra versión: Ingeniería es una disciplina integral que utiliza la tecnología, ciencia y valoración de recursos; para generar, gestionar y optimizar soluciones creativas, económicas y seguras que contribuyan al bienestar humano y protejan el medio ambiente y la naturaleza

1.2 Aprendizaje continuo

El ingeniero debe ser un aprendiz permanente: Las ciencias de la ingeniería presentan un avance lento comparado con la constante innovación del conocimiento tecnológico, por ello con la formación académica recibida y poco estudio adicional el ingeniero puede mantener el sustento científico en la aplicación de la ingeniería, pero debe evitar su incompetencia proveniente del desfase tecnológico, manteniendo con esfuerzo consciente y dedicación su actualización tecnológica, al haber comprendido que un ingeniero debe continuar aprendiendo a lo largo de toda su vida.

Es necesario que el ingeniero se encuentre constantemente motivado al aprendizaje permanente, sea cual fuera su origen, desde lo personal hasta la social, algunas de ellas pueden ser: (a) Ser competente en un entorno competitivo; (b) para las empresas, asegurar la calidad liderando equipos; (c) para la profesión, mantener la confianza del público en la competencia, confiabilidad, responsabilidad y ética de los ingenieros; (d) para la nación, lograr

hacerla competitiva en la economía globalizada; (e) para la sociedad, lograr los mejores recursos para proteger el ambiente y dar seguridad.

1.3 La innovación

Si bien la innovación es provechosa y puede darse en todas las actividades humanas, en la ingeniería es primordial dada su estrecha relación con la economía, el bienestar y progreso de las sociedades. Debido a la complejidad de la tecnología y la economía en el mundo moderno, la innovación es producto de equipos multidisciplinarios, en la cual el ingeniero debe participar activamente en encontrar soluciones creativas a propósitos empresariales guiados por análisis de las demandas previsibles del mercado. Por ello el ingeniero debe ampliar su espectro de competencias no solo técnicas, para integrarse adecuadamente y potenciar el resultado de los equipos de trabajo.

1.4 La seguridad

El criterio de seguridad en un ingeniero debe ser permanente e incluir todas las actividades que realice dentro o fuera del trabajo. Debe utilizar su competencia, el análisis probabilístico en balances con costos para plantear soluciones que permitan prevenir y minimizar el riesgo que puede ubicarse en 3 grandes rubros: (a) Peligros naturales, donde la prevención o atenuación de los riesgos es fundamental; (b) seguridad pública, con la reducción de la vulnerabilidad en hogar o exterior; (c) ocupacional, donde las personas laboran.

2. GESTION DE PERSONAS

2.1 Comunicador

La eficacia de un ingeniero depende de su habilidad para comunicar con claridad sus ideas y las decisiones de ingeniería a las personas que están interrelacionadas con su quehacer diario. Por ello la competencia de una buena comunicación debe ser desarrollada para que sus habilidades creativas y analíticas no sean desperdiciadas.

2.2 El Ingeniero como líder

El ingeniero generalmente debe liderar equipos de trabajo de alto rendimiento, de quienes se esperan resultados oportunos y adecuados en un entorno altamente competitivo. Para liderar eficazmente estos equipos se requiere mucho más que conocimientos y experiencia técnica, se tener en cuenta conceptos como inteligencia emocional, motivación, actitudes, etc. Por ello prepararse para liderar eficazmente personas debe ser una competencia importante para el ejercicio profesional

3. TELECOMUNICACIONES

El tema tecnológico del presente informe está referido al importante mercado de las telecomunicaciones del cual podemos concluir sucintamente lo siguiente:

3.1 TI más desarrolladas a menores costos:

Las tecnologías de la información (TI), han tenido una de las mayores innovaciones tecnológicas de nuestra era. El principal motor en la creación de un mundo globalizado ha sido las mayores facilidades de comunicaciones entre personas ubicadas en cualquier parte del mundo y sus cada vez menores costos.

3.2 Usuarios con acceso de banda

Las redes telefónicas de acceso a sus clientes (llamada última milla”) que fueron desarrolladas con cables de pares de cobre, solo para la transmisión de voz, han evolucionada mediante el uso de la tecnología ADSL hacia redes de acceso de banda ancha (BA), que permiten la transmisión de gran cantidad de información digital (Megabits/seg o Mbps) como lo demanda el uso masivo de Internet.

3.3 Interconexión de naciones por fibra óptica

Las redes de interconexión de centrales telefónicas y de datos, mediante el uso de enlaces de **fibra óptica** ha permitido la transmisión de información digital a alta velocidad (Gigabits/seg o Gbps) y a grandes distancias, permitiendo la interconexión de naciones por tamos terrestres y cables submarinos, con la consecuente mejoramiento de la calidad de las señales trasmitidas como la reducción de los costos asociados.

4. LA CALIDAD

4.1 Concepto de calidad

Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos, por tanto la calidad será mayor cuando las características permanentes de un producto superen los requisitos, necesidades o expectativas del Cliente

4.2 La calidad y la globalización

El aseguramiento de la calidad es una necesidad resultante de las reglas del actual mercado altamente competitivo y globalizado, en cuyo campo se intensifica el intercambio de bienes y servicios, en la cual corporaciones y naciones tienen que ser competitivas para satisfacer a los clientes que demandan mayores exigencias a sus proveedores

4.3 La calidad no eleva los costos, lo eleva los errores

El aseguramiento de la calidad se orienta a la prevención de errores, para evitar reclamaciones y sus consecuencias económicas.

4.4 El sistema de gestión de la calidad

El sistema de gestión de la calidad es el conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan, relativas a las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad. No se debe

confundir con la calidad del producto o servicio que es una característica inherente al mismo.

4.5 Las certificaciones de calidad generan confianza

Cada compra significa un anticipo de confianza por parte del Cliente. Por tanto es muy importante generar esa confianza mostrando al cliente una certificación de calidad que les brinde la garantía de la buena calidad de lo ofrecido en venta.

5. MANTENIMIENTO

5.1 El mantenimiento correctivo

Aunque siempre es preferible tener cero averías, éstas se producen por las acciones de terceros al ejecutar obras no autorizadas sobre el tendido subterráneo de fibra óptica o por sabotaje, por tanto el mantenimiento correctivo de fibra óptica consiste básicamente en efectuar las reparaciones de los cables dañados en el menor tiempo posible. Para ello se debe contar con una muy alta disponibilidad de vehículos, equipos, herramientas, materiales y personal calificado.

5.2 Sistema de monitoreo remoto

Uno de los principales factores en la demora de la reparación de averías, ha sido la inmediata detección de la avería en el cable de fibra óptica (parte del sistema de transmisión) y su localización respectiva. El tener instalado un sistema de

monitoreo remoto de pruebas (RFTS) permite la inmediata detección y localización de la avería, permitiendo la reducción del tiempo de interrupción hasta en 3 horas en horarios no laborables. La reducción de las pérdidas por lucro cesante y la reducción del deterioro de la imagen comercial al poder informar sobre la causa de la interrupción a los clientes, hacen rentable la inversión en este sistema

5.3 Los empalmes de fibra óptica

El mantenimiento de cables de fibra óptica, simplificado a su máxima expresión puede reducirse a mantener una baja atenuación en los empalmes existentes y a lograr una baja atenuación en los empalmes adicionados por el cambio de tramos por averías o como medida preventiva. Por ello la calidad del proceso de ejecución de un empalme es la parte técnica más importante del mantenimiento, para obtener empalmes de buena calidad es necesario contar con máquinas empalmadora a fusión y cortadoras de fibra óptica debidamente calibrados.

5.4 Atenuación total del enlace de fibra óptica

El control instantáneo o periódico de la atenuación total (dB) de un enlace de fibra óptica constituye el parámetro más importante del mantenimiento de fibra óptica, por tanto se deben contar con los equipos manuales de medida como el reflectómetro (OTDR) o sistemas de monitoreo remoto (RFTS) debidamente calibrados, para obtener mediciones confiables.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del presente informe de suficiencia están restringidas al tema desarrollado.

- 1) Las empresas de telecomunicaciones, deben continuar desarrollando no solo sus redes de interconexión por fibra óptica, sino también sus redes de acceso, porque es técnica y económicamente más conveniente, debido a que los costos de los sistemas de transmisión por fibra óptica se continuarán reduciéndose y las exigencias de accesos de banda ancha de los Clientes no residenciales se irán incrementando (mayor a 8 Mbps) de tal manera que los enlaces de fibra óptica podrán soportar tales requerimientos de manera económica. Esta recomendación esta confirmada con el hecho de que ninguna nueva empresa realiza el despliegue de un red de cobre para atender a sus Clientes, solo lo efectúa a través de fibra óptica o de forma inalámbrica.
- 2) Debido a la naturaleza geográfica del Perú, las redes de interconexión nacional por fibra óptica siguen una trayectoria paralela a la carretera Panamericana recorriendo toda la costa nacional, pero las redes de interconexión para tener mayor confiabilidad deben tener una configuración en anillo y no tipo árbol. Recomendamos para aumentar la confiabilidad de éstos sistemas, conformar anillos ópticos mediante el alquiler de capacidad en sistema paralelos alternativos de fibra óptica, como los cables submarinos y los cables soportados en torres de alta tensión (OPGW o ADSS).

- 3) Dado que los daños causados por terceros genera el mantenimiento correctivo de fibra óptica debemos efectuar las reparaciones en el menor tiempo posible. Para ello recomendamos contar con vehículos, equipos, herramientas, materiales y el personal calificado requeridos con muy alta disponibilidad. Asimismo recomendamos la instalación de un sistema de monitoreo remoto (RFTS) que permita la inmediata detección y localización de la avería. Se requiere mayor eficacia que eficiencia.
- 4) Para el mantenimiento preventivo de fibra óptica recomendamos tender el cable en la infraestructura más adecuada (subterránea, aérea, OPGW, ADSS) según el entorno ambiental y social, que permita minimizar los riesgos de daños al cable.
- 5) El mantenimiento predictivo no es apropiado debido a la naturaleza de la fibra óptica que no sufre envejecimiento por el uso (transporte de señales ópticas), ni deterioro por no estar expuesto al medio ambiente. Asimismo las averías generalmente son producidos por terceros de manera imprevisible.
- 6) El mantenimiento proactivo está mas relacionado a la reducción de costos, para ello recomendamos analizar las ventajas que pueden proporcionar la tercerización de servicios (outsourcing) mediante la elección de un socio estratégico que permita la creación mutua de valor.
- 7) Aunque el soporte de fibra óptica no es un producto final ofrecido a los clientes, se generará mayor confianza a los usuarios finales por los servicios que son

transportados por un soporte físico cuyos procesos de mantenimientos se encuentran bajo sistemas de gestión de la calidad certificados. Por ello recomendamos conseguir la certificación ISO 9001: 2000 para éstos procesos

- 8) Uno de los principios de la gestión de la calidad, exige enfocarse en el cliente. En una empresa de telecomunicaciones, el proceso de mantenimiento de fibra óptica tiene como cliente interno al área de sistemas de transmisión. Recomendamos conocer sus requerimientos en estrecha comunicación, lo cual permitirá enfocarse en los aspectos requeridos por el cliente, generándose la mejora continua de los procesos necesarios y dejando de lado los innecesarios, obteniéndose así reducción de costos.
- 9) Para contribuir a la mejora continua del mantenimiento de fibra óptica, el personal técnico debe conocer más ampliamente los sistemas de transmisión a los cuales sirve de soporte físico y los requerimientos futuros de las fibras ópticas según las tendencias tecnológicas de los sistemas de transmisión ópticas.
- 10) Hacer uso intensivo del Internet para conocer los avances no solo en los temas de calidad y mantenimiento de fibra óptica, sino en diversos temas que permitan un desarrollo personal continuo, como gestión, competitividad y responsabilidad social de las empresas.

BIBLIOGRAFIA Y PÁGINAS WEB

1. BIBLIOGRAFIA

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 Instalaciones de fibra óptica. Fundamentos, técnicas y aplic. | Bob Chomycz |
| 2 Redes de fibra óptica | Inictel, Eduardo Belleza |
| 3 Técnicas de empalmes y mediciones de FO | Inictel, Eduardo Belleza |
| 4 Sistemas de TV por cable | Inictel, D. Telecomunicaciones |
| 5 Manual y procedimientos SGC ISO 9001 | Alfonso Fernández Hatre |
| 6 Métodos estadísticos para la mejora de la calidad | Ismael Sánchex |
| 7 Outsourcing | Ben Schneider |
| 8 Guide to fiber optics measurements | Wavetek |
| 9 Normas técnicas de fibra óptica | Telefónica del Perú |
| 10 TPM en industrias en proceso | Tokutaro Suzuki |
| 11 Sistemas integrados de gestión | Alfonso Fernández Hatre |
| 12 Implantación de un sistema de calidad | Alfonso Fernández Hatre |
| 13 Benchmarking | Michael Spendolini |
| 14 Comunicaciones eléctricas | ITT |
| 15 Sistemas de cables submarinos de fibra óptica | Alcatel Submarine Networks |
| 16 Redes de computadoras | Andrew S. Tanenbaum |
| 17 Productividad total | David Medianero Burga |
| 18 La calidad total | Helga Drummond |

19 Servicios y Beneficios	Luis Huete y otros
20 La cultura de la calidad total	Ricardo Riccardi
21 Gobierno de personas en la empresa	Pablo Ferreiro y M.Alcázar
22 Cuadro de Mando Integral (BSC)	Robert Kaplan y David Norton
23 Como utilizar el Cuadro de Mando Integral	Robert Kaplan y David Norton
24 Ser competitivo	Michael Porter
25 Planeación estratégica	George A. Steiner
26 Que es la globalización?	Ulrich Beck
27 Los negocios en la era digital	Bill Gates
28 Que es control de calidad total?	Kaoru Ishikawa
29 Círculos de calidad	Philip C. Thompson
30 Reingeniería	Michael Hammer y J. Champy
31 Más allá de la Reingeniería	I. I. E.
32 Reingeniería, como aplicarla con éxito	Daniel Morris y J. Brandon
33 La quinta disciplina	Peter Senge
34 El camino del líder	David Fischman
35 Ventaja competitiva	Michael E. Porter
36 Creatividad para el cambio	Liliana Galván

2. PAGINAS WEBS

2.1 Fabricantes y distribuidores de fibra óptica y equipos

- 1 www.coming.com (Ingles)
- 2 www.Photonics.com (Ingles)
- 3 www.alcatel.com (Ingles)
- 4 www.optral.com
- 5 www.panduitemea.com/es/ (Panduit –USA)
- 6 www.nortel.com Ingles (Nortel – USA)
- 7 www.fibratel.com
- 8 www.acterna.com
- 9 www.w-onesys.com
- 10 www.wsp-adckrone.com/es/ (ADC – Krone USA)
- 11 www.anixter.es (Cables de telecomunicaciones – España)
- 12 www.alliedtelesyn.com.pe/es-pe/ (Cables FO y Sistemas ADSL - R. Unido)
- 13 www.brand-rex.com/spain/front.htm (cableado estructurado –Escocia)
- 14 www.ar.pirelli.com (Cables de telecomunicaciones – Italia)
- 15 www.siemon.com/la/ (Cableado estructurado – USA)
- 16 www.leoni-data-cables.com/spanish/frame.htm (Cableado Estruct. – Alemania)
- 17 www.flukenetworks.com/es/default.htm (Equipos de medidas y certificación)
- 18 www.lyntel.net (Grupo Mayorista de Telecomunicaciones)
- 19 www.adilec.com (Sistemas de comunicación fibra óptica – España)
- 20 www.nettest.com (equipos de telecomunicaciones – USA)
- 21 www.us.anritsu.com (equipos de telecomunicaciones – USA)

- 22 www.canadianpuregas.com/ocns.htm (sistema RFTS)
- 23 www.cisco.com/global/PE/ (Fabricante – USA)
- 24 www.ericsson.com (Fabricante – Suecia)
- 25 www.siemens.com (Fabricante - Alemania)
- 26 www.alcatel.com (Fabricante – Francia)
- 27 www.phillips.com (Fabricante – USA)
- 28 www.huawei.com (Fabricante – China)
- 29 www.aftelecommunications.com (empalmadoras fujikura)

2.2 Instituciones y Revistas especializadas en fibra óptica

- 1 www.fibraopticahoy.com
- 2 www.fibraoptica.us
- 3 www.radioptica.com
- 4 www.photonics.com (equipos ópticos – USA)
- 5 www.jdsu.com (Tecnología óptica – USA)
- 6 www.fiberopticonline.com (Centro de ventas ópticas –USA)
- 7 www.cableadovozdatos.com (Tienda online de telecomunicaciones)

2.3 Instituciones y Revistas especializadas en mantenimiento

- 1 www.solomantenimiento.com
- 2 www.docutechnia.com
- 3 www.ipeman.com
- 4 www.tecsup.edu.pe

- 5 www.cam-mantenimiento.com.ar
- 6 www.aem.es
- 7 www.mantenimiento-sommec.com
- 8 www.mantenimientoindustrial.com
- 9 www.ceroaverias.com

2.4 Organizaciones especializadas en Normalización

- 1 www.iso.ch ingles (ISO: Organización Internacional para la estandarización)
- 2 www.tc176.org/ ingles (Comité Técnico para la actualización de ISO 9001)
- 3 www.indecopi.gob.pe (Inst. Nac.de Defensa Consumidor y Propiedad Intelectual)
- 4 www.cerper.com (Certificaciones del Perú)
- 5 www.bureauveritas.es (Certificadora Bureau Veritas)
- 6 www.aenor.es (Asociación Española de Normalización y Certificación)
- 7 www.inn.cl (Instituto Nacional de Normalización – Chile)
- 8 www.iram.com.ar (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)
- 9 www.icontec.org.co (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación)
- 10 www.unit.org.uy (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas)
- 11 www.fondonorma.org.ve (F. Normalización Certificación Calidad –Venezuela)
- 12 www.nc.cubaindustria.cu (Oficina Nacional de Normalización – Cuba)
- 13 www.cenam.mx (Centro Nacional de Metrología – México)
- 14 www.nist.gov (National Institute of Standards and Technology – USA)
- 15 www.inmetro.gov.br (Inst. Nac. Metrología, Normalización y calidad –Brasil)
- 15 www.inteco.or.cr (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica)
- 16 www.inen.gov.ec (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

- 17 www.inti.gov.ar (Instituto Nacional de Tecnología Industrial – Argentina)
- 18 www.economia.gob.mx/?P=85 (Dirección General de Normas – México)
- 19 www.copant.org (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)
- 20 www.iaf.nu ingles (Forum Internacional de Acreditación)
- 21 www.cofrac.fr frances (Comisión Francesa de Acreditación)
- 22 www.irca.org ingles (Registro Internacional de Auditores Certificados)
- 23 www.iqnet-certification.com ingles (Red Internacional de Certificación)
- 24 www.iec.ch/ ingles (International Electrotechnical Commission)
- 25 www.oiml.org (Organización Internacional de Metrología Legal)
- 26 www.cie.co.at/cie/home.html (Comisión Internacional de Iluminación)
- 27 www.cenorm.be/cenorm/index.htm ingles (Comité Europeo de Normalización)
- 28 www.etsi.org/ ingles (Inst. Europeo de Normalización en Telecomunicaciones)
- 29 www.cenelec.be/ ingles (Comité Europeo de Normalización en Electrotécnica)
- 30 www.quality.nist.gov ingles (Programa Nacional de Calidad Baldrige)
- 31 www.ieee.org (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos)
- 32 www.eia.org ingles (Alianza de Industrias Electrónicas)
- 33 www.tiaonline.org/ ingles (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones)
- 34 www.ec-central.org/ ingles (Asoc. de fabricantes de componentes electrónicos)
- 35 www.geia.org/ ingles (Asoc. Gobierno Electrónico e Información Tecnológica)
- 36 www.astm.org/ ingles (American Standards Testing Materials)
- 37 www.bsi-global.com ingles (Instituto Británico de Normalización)
- 38 www.asme.org/ ingles (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- 39 www.isa.org ingles (Sociedad Internacional de Medición y Control)
- 40 www.enre.gov.ar (Ente Nacional Regulador de la Electricidad – Argentina)

41 web.ansi.org/ ingles (American National Standards Institute)

2.5 Organizaciones especializadas en calidad

- 1 www.cdi.org.pe (Centro de Desarrollo Industrial de la SNI)
- 2 www.eoq.org (Organización Europea para la calidad)
- 3 www.juran.es (Instituto Juran – España)
- 4 www.fundameca.org.mx (Fundación Mexicana para la Calidad Total)
- 5 www.cnc.gub.uy (Comité Nacional de Calidad – Uruguay)
- 6 www.clubexcelencia.org (Club excelencia en gestión - España)
- 7 www.asqc.org (American Society for Quality)
- 8 www.portalcalidad.com
- 9 www.clubcalidad.es
- 10 www.calidad.org
- 11 www.eproductiva.com
- 12 www.calidadlatina.com
- 13 www.thequalitytimes.com
- 14 www.gerencianet.com
- 15 www.degerencia.net
- 16 www.managementynegocios.com
- 17 www.aec.es (Asociación Española para la Calidad)
- 18 www.fundibeq.org (Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad)
- 19 www.iat.es/excelencia
- 20 www.benchmarking.com

2.6 Organizaciones de telecomunicaciones

- 1 www.osiptel.gob.pe
- 2 www.mtc.gob.pe (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)
- 3 www.cmt.es (Comisión del mercado de las telecomunicaciones- España)
- 4 www.itu.int (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
- 5 www.inictel.gob.pe (Inst. Nac. Investig. Capacitación de Telecomunicaciones)
- 6 www.telcommunity.com (comunidad de telecomunicaciones)
- 7 www.ahciet.net (Asoc. Hispano C. Investigación y Emp. Telecomunicaciones)

2.7 Operadoras Globales de Telecomunicaciones

- 1 www.att.com (AT&T – USA)
- 2 www.bt.com (British Telecom - Reino Unido)
- 3 www.francetelecom.com/en/group/ (France Telecom – Francia)
- 4 www.telefónica.com (Telefónica – España)
- 5 www.telecomitalia.it (Telecom Italia - Italia)
- 6 www.sprint.com (Sprint – USA)
- 7 www.ntt.com (NTT – Japon)
- 8 www.teleauskunft.de (Deutsche Telekom - Alemania)

2.8 Organizaciones de educación continua y on-line

- 1 www.fundaciontripartita.org/ (Fundación para la formación en el empleo)
- 2 www.uned.es/webuned/home.htm (Univ. Nac. Educación a distancia - España)
- 3 www.cepyme.es/ (Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa)

4 www.tecnologiaempresarial.info

2.9 Organizaciones a nivel mundial

1 www.bancomundial.org

2 www.un.org/spanish/ (Naciones Unidas)

3 www.eclac.cl (CEPAL: Comisión Económica para América Latina y Caribe)

4 www.imf.org/external/esl/index.asp (Fondo Monetario Internacional)

5 www.wto.org/indexsp.htm (Organización Mundial de Comercio)

6 www.ilo.org/public/spanish/ (Organización Internacional del Trabajo)

7 www.ioe-emp.org/ioe-emp_spani/ (Organización Internacional de Empleadores)

8 europa.eu.int/index_es.htm (Unión Europea)

9 europa.eu.int/comm/dgs/eurostat/index_es.htm (Of. Estadística Com. Europea)

GLOSARIO

Absorción (Absorption) La pérdida de potencia óptica, en una fibra óptica, como resultado de la conversión de luz en calor.

Acoplador (fibra óptica) (COUPLER) Sistema que une entre sí los extremos de dos fibras ópticas de forma que una señal óptica pueda ser reconducida, o transmitida, de una fibra a otra fibra.

Adaptador (adapter) Un elemento mecánico utilizado para alinear y unir dos conectores diferentes de fibra óptica. También se le llama funda de interconexión.

Adaptador de Fibra Desnuda (bare fiber adapter) Es una conexión de fibra óptica diseñada para unir temporalmente una fibra óptica no terminada a un conector. Permite una verificación rápida de fibras no terminadas

ADM Equipo de transmisiones que permite el ingreso o salida de trenes de transmisión.

Aislador (insulador) Material que no conduce la electricidad en condiciones normales de trabajo.

Analógico (analog) Un formato de forma de onda continuo y uniforme, utilizado para representar infinitos niveles de la amplitud de una señal. Ver también Digital.

Ancho de Banda (bandwidth) Rango de frecuencias de la señal que puede un medio de transmisión transportar con distorsión mínima. Indica la capacidad de información de transporte en un medio de transmisión.

Ancho de Banda (de la fibra)(fiber bandwith) Frecuencia de transmisión a la que la magnitud de la señal decrece a la mitad de su potencia óptica (3dB) como resultado de los efectos de dispersión de la fibra óptica multimodo y está expresada en megahercios x kilómetro (MHz x km).

Ángstrom Una unidad de longitud igual a 10^{-10} m o 0,1 nm.

ANSI Instituto Nacional Americano de Estándares.

APD Fotodiodo de avalancha. Un diodo utilizado para detectar cantidades muy pequeñas de luz.

Apertura Numérica (AN) (numerical apertura) Seno del ángulo máximo que puede formar el rayo incidente con el eje de simetría a la entrada de una fibra óptica, para que ésta lo acepte y se pueda propagar a su través. Es una medida de la propiedad de aceptación de la luz de una fibra óptica.

Aramidas (Hebras)(Aramid yarn) Material ligero, normalmente amarillo o naranja, que proporciona fortaleza y soporte a los mazos de fibra en el cable. El Kevlar es un tipo de hebras de arámida que posee una resistencia mecánica muy elevada.

Armadura (armor) protección adicional entre las capas del recubrimiento del cable, que está compuesta generalmente de acero corrugado

Asíncrono (asynchronous) Una señal que no está sincronizada con el reloj de la red.

Atenuación Fibra óptica (attenuation) Disminución de potencia óptica en una fibra óptica. Se expresa generalmente sin su signo negativo en dB o dB/km. Cuando se especifica la atenuación, es muy importante indicar la longitud de onda utilizada. La atenuación de una fibra óptica es diferente para distintas longitudes de onda.

Atenuador, Óptico (attenuator) Elemento que reduce la potencia óptica del haz de luz. Usualmente se inserta en el punto de conexión.

Atenuador, Óptico (attenuator) Elemento que reduce la intensidad del haz de luz. Usualmente se inserta en el punto de conexión.

ATM Modo de transferencia asíncrona. Un protocolo estándar de comunicación que utiliza paquetes de 53 bits y que se encuentra definido en el Nivel 2 (datos del enlace) del modelo OSI.

Baudios (régimen de) (baud rate) Número de transiciones eléctricas por segundo de las señales digitales transmitidas. No es lo mismo que régimen de datos. Un módem puede tener un régimen de transmisión de datos más elevado que su régimen de baudios.

Bellcore Investigación de Comunicaciones Bell. Una organización de investigación y desarrollo, propiedad de varias compañías operativas de American Bell que desarrollan estándares de comunicaciones.

BER (Tasa de Error de Bit) (bit error rate) Relación de bits recibidos con error respecto a los bits enviados. Es normal un BER de 10^{-9} (un bit de error recibido sobre mil millones de bits enviados).

BERT (Verificador de Tasa de Error de Bit) (bit error rate tester) Instrumento que mide el total de bits transmitidos incorrectamente por un sistema de comunicación digital

Bit Un dígito binario.

Bps Bits por segundo

Buffer (Protección primaria) Cubierta protectora de plástico o de otro material, comúnmente codificado mediante colores, que recubre las fibras ópticas. Un buffer puede ir ajustado como en el caso de un cable adherido directamente al recubrimiento de la fibra óptica, o puede ir flojo, como en un entubado de cable, donde una o más fibras entrelazadas van holgadas por el interior del tubo buffer. El buffer debe ser pelado para efectuar los cortes de la fibra y sus empalmes.

Byte Ocho dígitos binarios (bits) adyacentes.

Cable de estructura ajustada Cable de fibra óptica en el que cada fibra tiene 900mm de diámetro externo, por el recubrimiento secundario.

Cableados interiores (intra – building) Cableado dentro de los edificios.

CAD Diseño asistido por ordenador.

Caja de empalmes Recinto cerrado para albergar los empalmes de la fibra óptica y las bandejas de empalmes.

CAM fabricación asistida por ordenador.

Canal (channel) Ruta de comunicación utilizada normalmente en duplex total (full-duplex).

Canalizado vertical (riser) Conducto vertical o espacio entre pisos de un edificio, utilizado para el enrutamiento de los cables. También se denomina así al código de resistencia al fuego de los cables.

CATV Sistema de antenas de televisión de una residencia comunitaria, también conocida como sistema de televisión por cable.

CCITT Comité Consultivo internacional de Teléfonos y Telégrafos. Es un comité internacional que desarrolla y recomienda los estándares de telecomunicaciones.

CDDI Interfase de Distribución de Datos por conductores de Cobre. Es un protocolo estándar similar al FDDI, pero que utiliza pares de conductores trenzados no apantallados, o también pares trenzados apantallados, para proporcionar comunicaciones de datos de hasta 100 Mbps..

CWDM (coarse wavelength division multiplexing) Multiplexación por longitud de onda comprimida.

Codec Dispositivo que convierte las señales analógicas en digitales y viceversa.

Columna vertebral del cableado (backbone cabling) Porción de cableado de telecomunicaciones que conecta con los recintos, salas de equipos, edificios o ciudades. Es un medio de transmisión (normalmente fibra óptica) que proporciona una conexión rápida a las numerosas instalaciones distribuidas. Puede clasificarse posteriormente en columna vertebral de cableado entre edificios o en interiores.

Concentrador (concentrador) -dispositivo electrónico utilizado en las redes RAL y que permite a varias estaciones conectarse a una única línea principal de datos.

Conducto (conduit) tubería o tubo por donde se encierra los cables.

Conector (fibra óptica) (connector) Dispositivo que une dos fibras óptica, de manera repetible y con bajas pérdidas ópticas de conexión.

Conexión cruzada (óptica) (cross-connect) Con las fibras ópticas, un panel de conexiones se utiliza para hacer conexiones cruzadas.

Cordones de conexión Pequeños trozos de fibra óptica, de diámetros pequeños y manejables, que portan conectores en ambos extremos. Pueden utilizarse para conectar equipos entre sí, conectar un equipo a un panel de conexiones o efectuar puentes sobre estos paneles.

Corriente de Oscuridad (dark current) Corriente que circula por el foto detector cuando no recibe luz.

Cortas –fibras(cleaver) Instrumento para cortar las fibras ópticas de modo que sus extremos puedan ser unidos entre sí con bajas pérdidas.

CRC Ensayo cíclico de redundancia. Método de ensayo matemático para determinar la integridad de un paquete de datos.

CSMA/CD (carrier sense multiple Access with collision detection) Acceso Múltiple por detección de portadora/con detección de colisiones. Protocolo de acceso utilizado por Ethenet/802.3.

CWDM (coarse wavelength division multiplexing) Multiplexación por longitud de onda comprimida.

dB Medida logarítmica de la potencia óptica

dBm Decibelio referido a un miliwatio; $\text{dBm} = 10 \log (\text{salida potencia miliwatios} / \text{l miliwatio})$.

DCE Equipo de comunicación de datos. Equipo de comunicación utilizado como interfaz para un canal de comunicación de otro Terminal de datos (DTE), tal como una módem.

Digital Formato de onda de datos que sólo tiene dos niveles físicos, correspondientes a los ceros y a los unos. Ver también Analógico.

Dispersión (dispersión) Distorsión de un pulso de luz originada por las características de propagación a diferentes longitudes de onda y por los distintos caminos que sigue cada modo.

Dispersión Desplazada (fibra) (dispersión shift) Fibra óptica que está optimizada para obtener una dispersión mínima a 1.310nm.

Dispersión plana (fibra) (dispersión flattened) Fibra óptica que está optimizada para obtener una dispersión mínima tanto a 1.310 nm a 1.550nm.

División Multiplexada de Longitudes de Onda Combinación de dos o más señales ópticas de diferentes longitudes de onda.

Doble Ventana (fibra) (double Windows) Fibra destinada a operar en dos longitudes de onda diferentes

DSL Tecnología de acceso basada en el uso de las líneas telefónicas tradiciones (par de cobre) que permite

E1 estándar de datos de comunicación europeo a un régimen de 2.048 Mbps, que es capaz de transportar treinta canales de voz de 64 kbps.

E3 estándar de datos de comunicación europeo a un régimen de 34.368 Mbps. que puede soportar dieciséis canales E1.

EIA (electronic industries association) Asociación de Industrias Electrónicas.

EMI (electromagnetic interferente) Interferencia electromagnética

Empalme Unión permanente entre dos fibras originada por la fusión de sus extremos o por el método de unión mecánica.

Equipo óptico (lightwave equipment) Cualquier equipo electrónico de comunicaciones utilizado para comunicaciones mediante fibra óptica; también se conocen como equipos terminales ópticos o módems ópticos.

Espectral (Anchura) Espectro de frecuencias en las cuales la intensidad de la luz es mayor que la mitad de la intensidad de pico.

Ethernet Tecnología 802.3 RAL que utiliza CSMA7CD como método de acceso y topología de bus.

Expansión (Lazo de) (expansion loop) lazo efectuado con un cable suspendido a fin de compensar la expansión y/o la contracción del elemento de soporte o del propio cable.

Férula (ferrule) Porción rígida del centro de un conector de fibra óptica, que usualmente suele ser de acero o cerámico.

Fibra de índice de salto Fibra óptica en la que el núcleo tiene un índice de refracción constante.

Fibra de índice gradual (graded index fiber) Fibra óptica en la que el índice de refracción del núcleo decrece gradualmente a medida que nos desplazamos hacia su revestimiento.

Fibra monomodo Fibra que transporta solamente un modo de luz. Sólo se propaga por un camino de luz.

Fibra oscura (dark fiber) Fibras ópticas, en un cable, que no están conectadas a un módulo (frecuentemente las fibras libres sobrantes). Estas fibras son ofrecidas por algunos distribuidores para permitir al usuario la instalación de su propio equipamiento de transmisión óptica.

Fibras (número) (fiber count) Número de fibras ópticas entre dos ubicaciones. También se refiere al número de fibras ópticas que contiene un cable simple.

Fibras ópticas (fiber optics) Transmisión de luz a través de fibras ópticas para comunicaciones y señalización.

Fluido adaptador de índice (index matching fluid) Líquido o gel con un índice de refracción adecuado que adapta óptimamente el núcleo de la fibra.

FOT Terminal de Fibra Óptica.

Fotodetector Dispositivo que convierte la energía luminosa en energía eléctrica. Los fotodiodos habitualmente utilizadas con las fibras ópticas son de silicio.

Frecuencia (frequency) Número de repeticiones de un evento periódico por unidad de tiempo. Las unidades utilizadas son los hercios (Hz).

Fresnel (Reflexión de) (Fresnel reflection) Reflexión de una porción de luz en la superficie límite entre dos materiales que tienen índices de refracción diferentes.

FTTB (Fiber To The Business) Fibras hasta el interior del local del negocio

FTTC Fibra hasta la acera. Arquitectura de fibra óptica en la que los componentes son alineados a lo largo del camino hasta la casa del cliente, pero que se detiene en la entrada a la casa. A partir de la acera, se utilizan pares de cobre trenzados o cable coaxial para introducir la señal dentro del edificio.

FTTH (Fiber To The Home) Fibra instalada hasta el interior de la vivienda. Arquitectura de fibra óptica donde se ha alcanzado directamente el interior del domicilio del usuario,

Fusión Empalme por) (fusion splice) Unión permanente de dos fibras ópticas realizada mediante fusión por arco eléctrico de sus correspondientes extremos.

KEVLAR es una marca registrada de DuPont de un cable sólido hecho de aramida que es capaz de soportar un esfuerzo mecánico muy grande

HFC(Hibrido fibra Coaial) Red de distribución que incluye una primera parte con cable de fibra óptica, un conversor y luego red coaxial hasta el usuario.

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) Instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

Índice de Refracción (index of refracción) Relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad en el seno de otro material. Aire $n= 1,003$, vidrio $n= 1,4$ a $1,6$. El valor de n varía ligeramente para diferentes longitudes de onda

Inserción (pérdidas) (insertion loss) Pérdida de potencia óptica debida a la inserción de componentes como conectores, empalmes o atenuadores.

ISO (internacional Organization for Standard) Organización Internacional de Estándares.

Láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) Acrónimo que corresponde a “amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación”. Un aparato que produce luz mediante un método de estimulación de la emisión. Con un estrecho rango de longitudes de ondas, que son emitidas por un haz coherente direccional. La mayoría de láseres para fibra óptica son elementos de estado sólido

Latiguillo (cord) Trozo corto de fibra óptica cubierta que lleva un conector en un solo extremo. Se utiliza en las terminaciones de las fibras de un cable.

LED (Light-Emitting diode) Acrónimo que corresponde a “diodo emisor de luz”. Elemento semiconductor que produce luz coherente cuando es atravesado por una corriente eléctrica.

Longitud de onda de corte (cutoff wavelength) Mínima longitud de onda de rayo que se propagará con un solo modo(haz) en una fibra monomodo.

Luz, Fibra Óptica (Light) Espectro de luz a 850nm a 1650 nm de longitud de onda.

MC (Main Cross-Connect o conector Principal derivador) Es la columna vertebral de cableado utilizada para proporcionar posibles interconexiones intermedias.

Mecánico (Empalme) (mechanical splice) Pequeño sistema que une y asegura que dos fibras permanezcan juntas mediante un procedimiento mecánico

Mezclador de Modos (mode scrambler) Sistema que origina la mezcla de modos en una fibra.

Microcurvaturas (Pérdidas) (microbending loss) Pérdidas en una fibra originadas por curvaturas agudas de núcleo con desplazamientos de unas pocas micras. Tales dobleces pueden estar causados por la protección primaria, funda, empaquetado, instalación y otros. Las pérdidas pueden llegar a ser importantes al aumentar la distancia.

Mili- Prefijo que significa una milésima (10^{-3}).

Modal (Dispersión) (modal dispersión) Ver dispersión Multimodo.

Módem Aparato electrónico que convierte una forma de señal en otra diferente utilizando una técnica de modulación. Un módem óptico convierte la señal eléctrica en señal óptica y viceversa.

Modo (mode) Onda simple electromagnética de luz que satisface las ecuaciones de Maxwell y las condiciones de contorno impuestas por la fibra. Se puede considerar simplemente como el camino de un rayo de luz por el interior de una fibra.

Modulación (modulation) Alteración de la onda de forma que pueda transportar otra señal de información. La modulación óptica involucra la alteración de la amplitud o la frecuencia para trasladar la señal de información.

Multimodal o Multimodo (Dispersión) (multimode dispersión) Distorsión de la señal de luz originada por la propagación de rayos de luz a lo largo de diferentes caminos de la fibra, llegando a su destino, consecuentemente, en tiempos diferentes.

Multimodo (fibra) (multimode fiber) Fibra que propaga más de un modo de luz a.

Multiplexor (multiplexer) Aparato electrónico que combina los o más canales de comunicación sobre otro canal agregado . Puede clasificarse además como multiplexor en el dominio del tiempo o de la frecuencia.

Nano- Prefijo que significa una milmillonésima parte (10^{-9}).

NEC (Nacional Electrical Code) Código Eléctrico Nacional.

NEMA (nacional Electrical Manufactures Association) Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos.

Núcleo (Core) Parte interna de una fibra óptica que transporta la luz. La luz permanece dentro del núcleo debido a la diferencia entre los índices de refracción entre dicho núcleo y su revestimiento.

OPGW (Optical Ground Wire) Cable de guarda de torres de alta tensión que tienen en su interior fibras ópticas para comunicaciones.

Optica (Fibra) (Optical fiber) Elemento simple de transmisión óptica que está formado por un núcleo, un revestimiento y un recubrimiento.

Optica (Pérdidas) Reducción de potencia óptica de una fibra debido al material de su composición.

Óptico (generador) Unidad Electrónica que convierte señales eléctricas en sus correspondientes señales ópticas para ser transmitidas por una fibra óptica

Óptico (Margen) Pérdidas adicionales permitidas además de todas las pérdidas del enlace óptico de fibra.

Osi (Modelo) (Open Systems Interconnection) Sistema de Interconexión Abierta (OSI) con modelo de protocolo de siete niveles desarrollado por la asociación Internacional de Estándares.

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) Un reflectómetro óptico con base de dominio en el tiempo es un instrumento de ensayos que envía cortos impulsos de luz a través de una fibra óptica a fin de determinar sus características, atenuación y longitud.

Paquete Grupo de datos que posee encabezamiento de dirección e información de control.

PBX (Private Branch Exchange) Central telefónica privada.

Pérdidas de Retorno Cantidad de luz de una fibra óptica que retorna hacia el generador, por reflexión.

Pico- prefijo que significa una billonésima parte (10^{-12})

PLC (Power Line Communications) Tecnología de acceso al usuario que utiliza la red eléctrica de distribución.

Plenum Código de colores de la escala de valores de resistencia al fuego de un cable.

Polietileno Material termoplástico utilizado a menudo para el recubrimiento de los cables.

POP Punto de presencia. Localización física donde una empresa portadora (carrier) proporciona servicio a un usuario.

POTS (Plain Old Telephone Service) Planta externa tradicional de servicio telefónico

Radio de curvado no soportado Radio de un conducto o canalización en el que no existen soportes continuos alrededor de su curvatura.

Radio de curvatura Mínimo (minimum bend radius) Radio mínimo con el que puede doblarse un cable de fibra óptica o una fibra óptica sin originar efectos adversos en las características de los cables o de las fibras.

Rango dinámico óptico (optical dynamic range) El rango dinámico de un receptor es la ventana de nivel de luz en dBm dentro de la cual el receptor puede admitir potencia óptica

Rayleigh (Difusión) Difusión de la luz (o pérdida de luz) debida a la variación de la densidad del medio óptico, composición y estructura molecular.

Rayo de luz (Light ray) Dirección de las ondas de luz viajando.

Receptor Óptico Unidad electrónica que convierte las señales ópticas en señales eléctricas.

Recubrimiento (coating) Capa fina de plástico o de otro material, usualmente de un diámetro de 250 o 500mm, codificado con colores, que a su vez cubre el revestimiento de la fibra. La mayoría de las fibras poseen un recubrimiento que debe ser desgarrado y suprimido para efectuar el corte y unión de una de fibra.

Reflexión Reflexión de un rayo de luz en la interfase de dos medios diferentes hacia el primer medio.

Refracción Cambio de dirección y velocidad de un rayo de luz en la interfaz de dos medios diferentes.

Régimen de datos (data rate) Número de bits de información que pueden ser transmitidos por segundo. Expresados en Gbps, Mbps.

Repetidor Sistema que repite la señal recibida entregándola con mayor nivel.

Revestimiento (Cladding) Capa de cristal o de otro material con un índice de refracción bajo que cubre al núcleo de la fibra, que consigue que la luz permanezca confinada dentro de dicho núcleo.

Sensibilidad Mínima cantidad de potencia óptica (dBm) que un equipo óptico necesita recibir para poder manejar señales de transmisión de acuerdo a las especificaciones del equipo.

Soporte de apoyo de conductores Conducto de cables que se extiende longitudinalmente. Esto permite la colocación del cable sin proceder a arrastrarlo por el interior del conducto.

T1 Enlace de comunicaciones a un régimen de 1,544 Mbps que tiene 24 canales.

Tensión de tracción Tensión de arrastre mecánico a la que se somete a un cable durante las operaciones de instalación.

Total (Dispersión) suma total de la dispersión cromática y modal.

Total (Reflexión Interna) Toda luz que incide en la superficie entre dos medios es reflejada hacia atrás hasta el primer medio.

Transmisor óptico Unidad electrónica que convierte las señales eléctricas en señales óptimas.

UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones. Organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones.

UIT-T Sector de Normalización de las telecomunicaciones de la UIT. Estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica recomendaciones sobre los mismo, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial

Velocidad de la luz $2,998 \cdot 10^8$ metros por segundo en el absoluto vacío, pero menos en cualquier otro material.

VoIP (VoIP, Voice over IP) Voz sobre IP, es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

Zona muerta de fibra (dead zone fiber) Un tramo de fibra óptica (generalmente de 100 mts) conectado entre el OTDR y la instalación de fibra, utilizado para desplazar la traza del OTDR del origen con el objeto de salirse de la zona de poca precisión.

Apéndice A

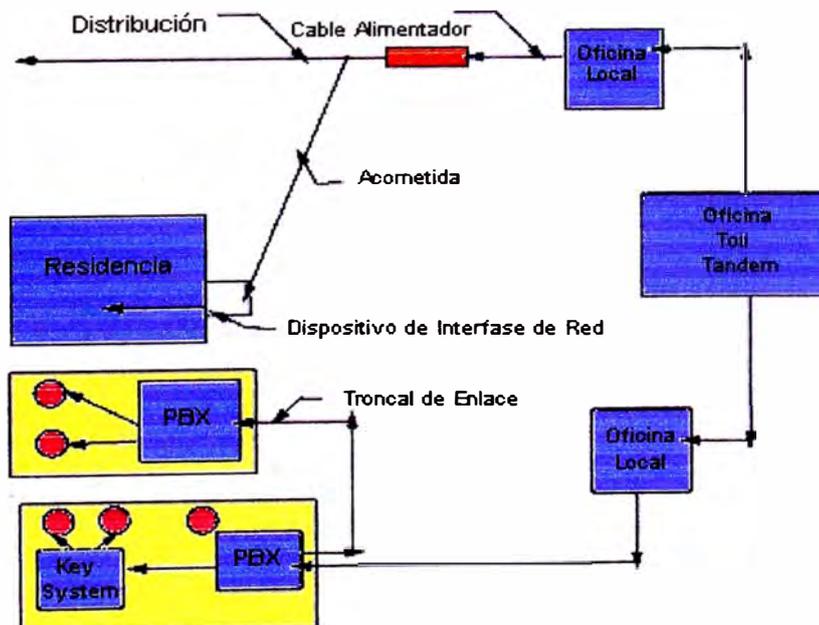
LAS REDES TELEFONICAS

El mayor uso de los cables de fibra óptica en las empresas de telecomunicaciones es como soporte físico a los sistemas de transmisión que interconectan las diversas centrales telefónicas formando un parte importante de las llamadas redes telefónicas.

Las redes telefónicas deben permitir la conexión de cualquier usuario de la red con otro ubicado en cualquier punto de dicha red u otras redes, por ello lo apropiado es conectar cada teléfono a una "oficina central", la cual efectuará la conmutación requerida.

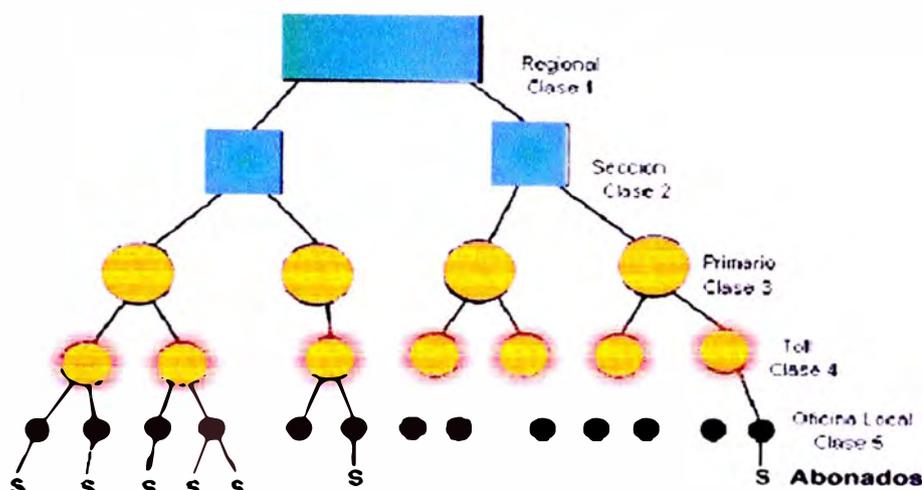
El modo de conectar miles de teléfonos a la oficina central ha sido usando la topología tipo estrella; todas las líneas son direccionadas a una sola estación, y todas terminan en el núcleo central de la estrella - La oficina central - (Central Office CO). Estas conexiones se denominan La Planta de Conmutación local y la compañía que dirige esta función se le denomina la portadora de conmutación local (Local Exchange carrier LEC). Las conexiones a los abonados se denomina frecuentemente el "Loop Local", otros lo denominan "La última milla".

En otros términos técnicos, la sección más cercana al cliente es llamada la planta de distribución y la sección cercana a la oficina central, La planta alimentadora.



Nombres particulares son aplicados a las diversas partes de la PSTN; Las oficinas locales son denominadas de Clase-5 ; Las oficinas Tandem del tipo Toll son generalmente las oficinas de clase 4

La solución para establecer una llamada telefónica que no es originada y terminada dentro de la cobertura geográfica de una oficina central, ciudad o país, es conectar estas centrales a una oficina de mayor nivel. Se le dan números a estos niveles de oficina, la oficina local, también denominada oficina de clase 5. La oficina a la cual se conecta esta es de clase 4 y así sucesivamente, estando en el nivel máximo, la oficina de clase 1, y aparecen solo en unos cuantos lugares de un país.



La jerarquía de los sistemas de conmutación en su forma básica esta conformado por cinco clases de oficinas.

Notar que la única oficina que tiene personas como suscriptores es la oficina de clase 5. Las otras oficinas en esta Jerarquía tienen oficinas centrales de menor nivel como "suscriptores". Aquellas líneas que conectan a las oficinas de conmutación, en lugar de suscriptores, son las llamadas enlace de interconexión o Troncales, que actualmente son por medio de fibra óptica monomodo.

Esta sección de la Infraestructura telefónica - La sección por encima de las oficinas de clase 5 no son manejada por las LECs, sino por los portadores de interconmutación (Interexchange carriers IXC), que vienen a ser los portadores de larga distancia.

Esta estructura ha sido denominada "La Jerarquía del Sistema de Conmutación". Toda la red es denominada La Red Telefónica Conmutada Pública (PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK- PSTN)

Antes de la liberalización del mercado de las telecomunicaciones, existía por cada país un solo portador de larga distancia, de aquí que solo un código de área era necesario para comunicarse por larga distancia, La LEC sabía que su tráfico sería manejado por una sola empresa como era ATT en USA. Pero luego aparecerían cientos de otros portadores de larga distancia. ¿Qué tenía que hacer una LEC con una llamada particular de larga distancia?, ¿A quién debe dirigirlo?. Esto representó un cambio técnico. En

término político se denomina "Igualdad de acceso". Esto quiere decir que para acceder a un portador de Larga distancia, se requiere que la LEC examine el número y direcciones a la portadora de larga distancia apropiada. Este direccionamiento fue desde la CO de la LEC al punto presencia de la IXC. Este punto de Presencia (PoP) debe estar en un edificio adyacente a la empresa de Telecomunicaciones CO, o por conveniencia podría estar situada en las zonas donde podría atender a varias empresas de telecomunicaciones.

La Jerarquía pura de los Sistemas de Conmutación llegó a distorsionarse en el tiempo; se aplicaron nuevas jerarquías en la parte de la larga distancia de la red. Sin embargo, se deberá reconocer que la interconexión entre varias COs puede realizarse sobre pares trenzados de cobre con portadores de Sistemas (ejemplo T1), microondas, satélites, pero lo más utilizado es la Fibra óptica.

Existen otras Jerarquías de red en los Sistemas telefónicos de hoy:

- Una red de área Local (**LAN**) es una red de distancia limitada, conectada a un conjunto de terminales definidos. Puede conectar estaciones de trabajo en una oficina, oficinas de un edificio, y edificios en un campus.
- Una red de área amplia (**WAN**), forma enlaces metropolitanos entre redes Locales usualmente sobre facilidades de un portador común.
- Las redes inteligentes es un concepto que descentraliza una cantidad significativa de inteligencia en lugar de instalar esta inteligencia en COs individuales.
- La red óptica Sincrona (**SONET/SDH**) es un conjunto particular de estándares que permiten la interconexión de productos de diferentes proveedores. Usualmente involucra a un anillo de fibra óptica que permite transmitir en ambas direcciones. La norma Europea hace uso de la jerarquía SDH.
- La Internet es realmente bastante diferente de las redes que hemos descrito. Es una red de Paquetes (en lugar de una red conmutada de circuitos), pero, como se ha discutido, esta superpuesta sobre otra red.
- Las redes de señalización de canal común son especialmente importantes, ya que trabajan junto con la PSTN. También emplearemos el término señalización fuera de banda.

En la PSTN original, la señalización y la conversación utilizan la misma troncal común desde el Sistema de conmutación originador hasta el Sistema de conmutación terminal. Este proceso dimensiona a la troncal en todo el Sistema de conmutación.

De aquí, si el punto terminal se encuentra ocupado, todas las troncales fueron utilizadas innecesariamente. A los mediados de los 70's, la señalización de canal común fue establecida en las redes utilizando el protocolo llamado Sistema de Señalización N° 7 (**SS7**). Con este Sistema una ruta de conversación no era asignada hasta que toda la señalización haya sido satisfactoriamente completada. Esta red, fue y es una red de paquete en lugar de una red conmutada de circuitos.

Apéndice B

TRANSMISION DE DATOS

Como los cables de fibra óptica sirven como soporte físico a los sistemas de transmisión de las redes de telecomunicaciones, el personal de mantenimiento de fibra óptica debe conocer los aspectos de la transmisión de datos.

1 Conceptos básicos

1.1 Los medios de transmisión pueden ser :

- a. Guiados si las ondas electromagnéticas van encaminadas a lo largo de un camino físico ; no guiados si el medio es sin encauzar (aire , agua , etc..) .
- b. Simplex si la señal es unidireccional; half-duplex si ambas estaciones pueden transmitir pero no a la vez ; full-duplex si ambas estaciones pueden transmitir a la vez .

1.2 Frecuencia , espectro y ancho de banda

a) Dominio temporal

Una señal, en el ámbito temporal , puede ser continua o discreta . Puede ser periódica o no periódica . Una señal es periódica si se repite en intervalos de tiempo fijos llamados periodo . La onda seno es la más conocida y utilizada de las señales periódicas . En el ámbito del tiempo , la onda seno se caracteriza por la amplitud , la frecuencia y la fase .

$$S(t) = A \times \text{Sen} (2 \times \pi \times f \times t + \text{fase})$$

La longitud de onda se define como el producto de la velocidad de propagación de la onda por su fase .

b) Dominio de la frecuencia.

En la práctica , una señal electromagnética está compuesta por muchas frecuencias . Si todas las frecuencias son múltiplos de una dada , esa frecuencia se llama frecuencia fundamental . El periodo (o inversa de la frecuencia) de la señal suma de componentes es el periodo de la frecuencia fundamental . Se puede demostrar que cualquier señal está constituida por diversas frecuencias de una señal seno .

El espectro de una señal es el conjunto de frecuencias que constituyen la señal

El ancho de banda es la anchura del espectro . Muchas señales tienen un ancho de banda infinito , pero la mayoría de la energía está concentrada en un ancho de banda pequeño

Si una señal tiene una componente de frecuencia 0 , es una componente continua .

c) Relación entre la velocidad de transmisión y el ancho de banda

El medio de transmisión de las señales limita mucho las componentes de frecuencia a las que puede ir la señal, por lo que el medio sólo permite la transmisión de cierto ancho de banda.

En el caso de ondas cuadradas (binarias), estas se pueden simular con ondas senoidales en las que la señal sólo contenga múltiplos impares de la frecuencia fundamental. Cuanto más ancho de banda, más se asemeja la función seno (multifrecuencia) a la onda cuadrada. Pero generalmente es suficiente con las tres primeras componentes.

Se puede demostrar que al duplicar el ancho de banda, se duplica la velocidad de transmisión a la que puede ir la señal.

Al considerar que el ancho de banda de una señal está concentrado sobre una frecuencia central, al aumentar esta, aumenta la velocidad potencial de transmitir la señal .

Pero al aumentar el ancho de banda, aumenta el coste de transmisión de la señal aunque disminuye la distorsión y la posibilidad de ocurrencia de errores.

2. Transmisión de datos analógicos y digitales

Los datos analógicos toman valores continuos y los digitales , valores discretos .

Una señal analógica es una señal continua que se propaga por ciertos medios.

Una señal digital es una serie de pulsos que se transmiten a través de un cable ya que son pulsos eléctricos.

Los datos analógicos se pueden representar por una señal electromagnética con el mismo espectro que los datos.

Los datos digitales se suelen representar por una serie de pulsos de tensión que representan los valores binarios de la señal.

La transmisión analógica es una forma de transmitir señales analógicas (que pueden contener datos analógicos o datos digitales). El problema de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia.

La transmisión digital tiene el problema de que la señal se atenúa y distorsiona con la distancia, por lo que cada cierta distancia hay que introducir repetidores de señal.

Últimamente se utiliza mucho la transmisión digital debido a que:

1. La tecnología digital se ha abaratado mucho.
2. Al usar repetidores en vez de amplificadores, el ruido y otras distorsiones no es acumulativo.

3. La utilización de banda ancha es más aprovechada por la tecnología digital .
4. Los datos transportados se pueden encriptar y por tanto hay más seguridad en la información .
5. Al tratar digitalmente todas las señales , se pueden integrar servicios de datos analógicos (voz , vídeo, etc..) con digitales como texto y otros .

3. Perturbaciones en la transmisión

3.1 Atenuación

La energía de una señal decae con la distancia , por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor y además , el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original (para mantener la energía de la señal se utilizan amplificadores o repetidores) .

Debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia , las señales analógicas llegan distorsionadas , por lo que hay que utilizar sistemas que le devuelvan a la señal sus características iniciales (usando bobinas que cambian las características eléctricas o amplificando más las frecuencias más altas) .

3.2 Distorsión de retardo

Debido a que en medios guiados , la velocidad de propagación de una señal varía con la frecuencia , hay frecuencias que llegan antes que otras dentro de la misma señal y por tanto las diferentes componentes en frecuencia de la señal llegan en instantes diferentes al receptor . Para atenuar este problema se usan técnicas de ecualización .

3.3 Ruido

El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada . Hay diferentes tipos de ruido : ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor , ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión , diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal .

3.4 Capacidad del canal

Se llama capacidad del canal a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos .

La velocidad de los datos es la velocidad expresada en bits por segundo a la que se pueden transmitir los datos .

El ancho de banda es aquel ancho de banda de la señal transmitida y que está limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión (en hertzios) .

La tasa de errores es la razón a la que ocurren errores .

Para un ancho de banda determinado es aconsejable la mayor velocidad de transmisión posible pero de forma que no se supere la tasa de errores aconsejable . Para conseguir esto , el mayor inconveniente es el ruido .

Para un ancho de banda dado W , la mayor velocidad de transmisión posible es $2W$, pero si se permite (con señales digitales) codificar más de un bit en cada ciclo , es posible transmitir más cantidad de información .

La formulación de Nyquist nos dice que aumentando los niveles de tensión diferenciables en la señal , es posible incrementar la cantidad de información transmitida .

$$C = 2W \log_2 M$$

El problema de esta técnica es que el receptor debe de ser capaz de diferenciar más niveles de tensión en la señal recibida , cosa que es dificultada por el ruido .

Cuanto mayor es la velocidad de transmisión , mayor es el daño que puede ocasionar el ruido .

Shannon propuso la fórmula que relaciona la potencia de la señal (S) , la potencia del ruido (N) , la capacidad del canal (C) y el ancho de banda (W) .

$$C = W \log_2 (1 + S/N)$$

Esta capacidad es la capacidad máxima teórica de cantidad de transmisión , pero en la realidad , es menor debido a que no se ha tenido en cuenta nada más que el ruido térmico .

Apéndice C

FIBRA OPTICA: CONCEPTOS BASICOS

1. Fundamentos de la Fibra Óptica

La fibra óptica se usó inicialmente en las plataformas principales de las redes de Telecomunicaciones, hoy se está instalando rápidamente en las redes de distribución y ya esta llegando al abonado. Mientras la tecnología que soporta la fibra óptica es compleja, y su proceso industrial muy sofisticado, el propio producto final es sorprendentemente amistoso al usuario. Con prácticas normales de campo y equipo no muy complicado, el proceso de instalación de un sistema óptico es simple, rápido, y de bajo costo; y las pruebas después de la instalación son sencillas. El hecho es que, hoy, la tecnología de fibra óptica supera de lejos a la del cobre, pero realmente es más fácil trabajar con ella.

La transmisión de fibra óptica involucra el cambio de las señales eléctricas en pulsos de luz, usando un transmisor optoelectrónico, y enviando los pulsos hacia el núcleo de una fibra óptica. Ya que el núcleo y el cladding circundante tienen composiciones diferentes, la luz es atrapada dentro del núcleo. Al extremo opuesto, un receptor cambia los pulsos regresándolos a señales eléctricas.



Figura 1: Principio de reflexión interna

El principio de operación de la fibra óptica está basado en el principio de la reflexión interna total. En la figura 1, n = Índice de Refracción. Cuando $n_1 > n_2$, la fibra tiene Reflexión interna total.

La fibra óptica básica está compuesta de tres capas concéntricas que difieren en propiedades:

Núcleo (Core): La parte interna que conduce la luz.

Revestimiento (Cladding): la capa media que sirve para confinar la luz en el centro.

Buffer ó Recubrimiento: la capa exterior que sirve como un "amortiguador" para proteger al núcleo y al cladding de algún daño. Tiene un color codificado.

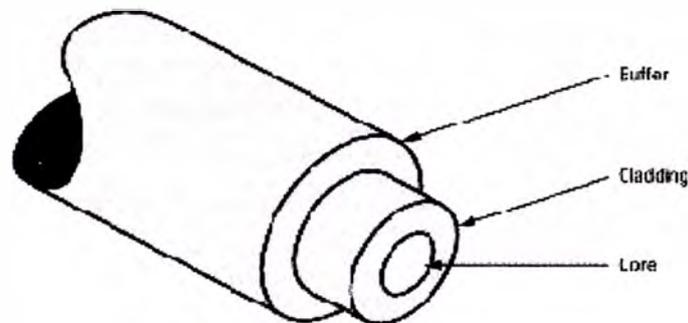


Figura 2: Partes de la fibra óptica

Las capas concéntricas de una fibra óptica incluye al núcleo que lleva la luz, el cladding y el buffer de protección.

2. Propagación de la información (luz) en la fibra óptica

La fibra óptica está compuesta por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción. El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices de refracción, la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo. Se produce por ende el efecto denominado de Reflexión Total, tal como se ilustra en la Figura 3.

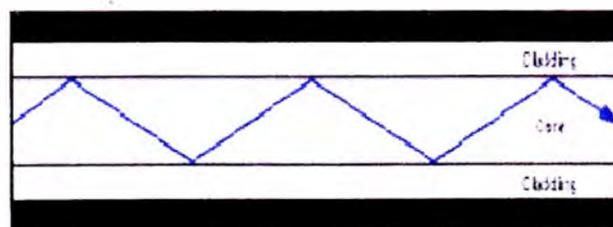


Figura 3: Reflexión total

La luz inyectada en el núcleo choca en las interfaces núcleo-cladding con un ángulo mayor que el ángulo crítico reflejándose hacia el núcleo. Desde que los ángulos de incidencia y reflexión son iguales, el rayo de luz continúa en zigzag sobre toda la longitud de la fibra. La luz es atrapada en el núcleo. La Luz que golpea las interfaces núcleo-cladding con un grado menor al ángulo crítico se pierde en el cladding.

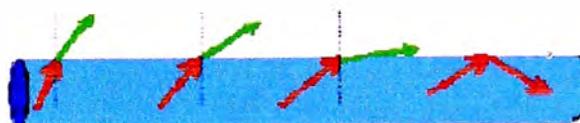


Figura 4: Pérdida de luz en el cladding

Los Rayos de Luz con ángulo menor al ángulo crítico se pierden en el cladding, las otras son atrapadas en el núcleo por la reflexión total de la misma.

Los rayos de luz pueden entrar a la fibra óptica si el rayo se halla contenido dentro de un cierto ángulo denominado CONO DE ACEPTACIÓN. Un rayo de luz puede perfectamente no ser transportado por la fibra óptica si no cumple con el requisito del cono de aceptación. El cono de aceptación está directamente asociado a los materiales con los cuales la fibra óptica ha sido construida.

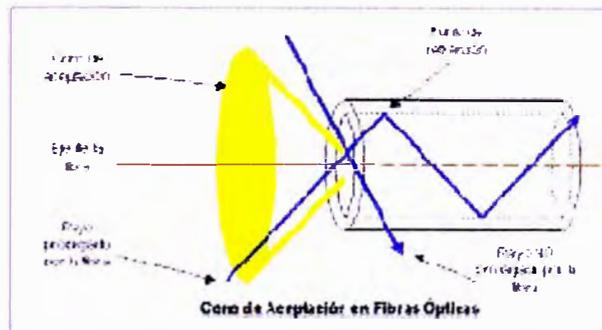


Figura 5: Cono de aceptación

Respecto a atenuaciones producidas dentro de otros medios de transmisión, la fibra óptica presenta niveles de atenuación realmente bajos que permiten transmitir luz por varios kilómetros sin necesidad de reconstruir la señal (regenerar).

3. La apertura numérica (NA.)

De acuerdo a la estructura de la fibra el índice del núcleo n_1 es ligeramente superior a la de revestimiento n_2 y su ángulo límite o crítico esta representado por la siguiente expresión:

$$\text{Sen} \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

Todos los rayos que incidieren con un ángulo menor a $(90 - \alpha_0)$ con respecto al eje son conducidos por la fibra

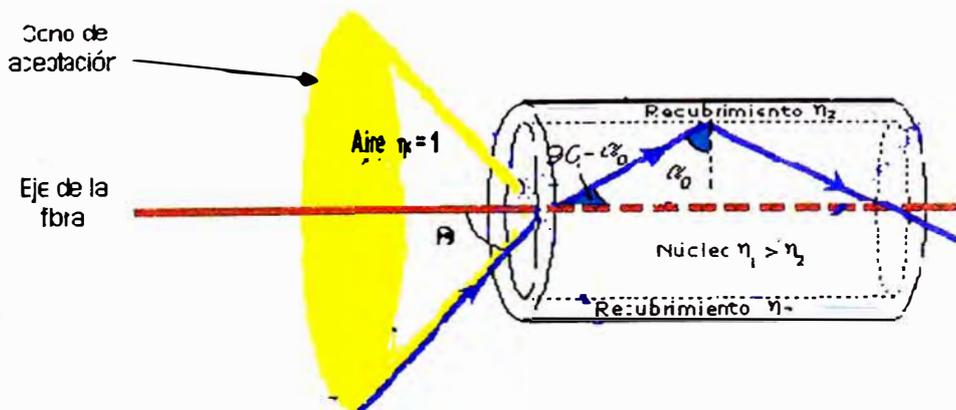


Figura 6: Conducción de la luz en un conductor de fibra óptica.

Para acoplar al núcleo un rayo luminoso desde el exterior de la fibra (aire con índice de refracción $n_0=1$), el ángulo (entre el rayo luminoso y el eje de la fibra) se rige de acuerdo a la ley de refracción:

$$\frac{\text{Sen}\Theta}{\text{Sen}(90^\circ - \alpha_0)} = \frac{\eta_1}{\eta_0}$$

$$\text{Sen}\Theta = \eta_1 \cdot \text{Cos}\alpha_0 = \eta_1 \cdot \sqrt{1 - \text{Sen}^2 \alpha_0}$$

Considerando la condición de ángulo límite:

$$\text{Sen}\alpha_0 = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

Se obtiene:

$$\text{Sen}\Theta = \sqrt{\eta_1^2 - \eta_2^2}$$

El máximo ángulo de acoplamiento Θ_{\max} se denomina **ángulo de aceptación** del conductor de fibra óptica y es únicamente función de los índices de refracción η_1 y η_2 . Al seno del ángulo de aceptación se le denomina **apertura numérica (AN)** del conductor de fibra óptica

Observaciones:

- Una NA alto recoge más luz, pero se reduce el ancho de banda. Una NA más bajo aumenta en ancho de banda.
- Una NA grande hace más fácil la inyección de la luz en una fibra, mientras un NA pequeño tiende a dar un ancho de banda más grande en la fibra.
- Una NA grande permite una dispersión modal mayor permitiendo más modos en los que la luz puede viajar. Un NA más pequeño reduce la dispersión limitando el número de modos.

4. Propagación de la Luz en el conductor de fibra óptica

Las leyes de la óptica nos ha permitido explicar la reflexión total de la luz, para ello hemos considerado que la luz se propaga en forma de rayos rectilíneos; para poder explicar los diferentes modos de propagación en el núcleo es necesario hechar mano de la teoría ondulatoria de la luz, teniendo en cuenta que el núcleo de la fibra esta entre lo 10 a 100 μm , que solo es un poco mayor que la longitud de onda transmitida (aproximadamente 1 μm) debido a estas dimensiones, en el núcleo ocurren fenómenos como los de interferencias que se pueden explicarse solo con la ayuda de la óptica ondulatoria.

La interferencia no es nada mas que la superposición de dos o más ondas y su combinación para formar una onda única. Una interferencia de dos ondas se obtiene

solamente cuando ambas tiene la misma longitud de onda y existe una diferencia de fase constante entre ambas en el tiempo. Este tipo de ondas se llama ondas coherentes. Si en determinado punto del espacio ambas ondas presentan una diferencia de fase igual a un múltiplo entero de λ , se produce una suma de sus amplitudes, en cambio si esta diferencia es igual a un múltiplo entero de $\lambda/2$ (media longitud de onda), se produce una resta, y si ambas amplitudes son iguales, incluso se dará una anulación local de las ondas.

Las lámparas incandescentes emiten luz incoherente y la superposición de los trenes de ondas es totalmente irregular y únicamente ocasiona la iluminación general del ambiente.

Para la transmisión de la luz en los conductores de fibra óptica fue necesario encontrar fuentes luminosas coherentes o sea las que emiten una luz lo más coherente posible.

Por ello, el ángulo espectral de un emisor debería de ser lo más pequeño posible. A diferencia de los diodos luminosos con un ancho espectral de líneas > 40 nm se brindan especialmente los láseres que en virtud de una emisión de luz forzada dan la posibilidad de contar con una diferencia de fases constantes a igual longitud de onda. Con ello también aparecen interferencias en el conductor de fibra óptica, las cuales se reconocen porque la luz se propaga en el núcleo únicamente en determinados ángulos que corresponden a direcciones en las cuales las ondas asociadas al superponerse se refuerzan (interferencia constructiva). Las ondas luminosas permitidas susceptibles de propagarse en un conductor de fibra óptica se denominan modos (ondas naturales o fundamentales)

Estos modos de propagación se pueden determinar matemáticamente con mayor exactitud aplicando las ecuaciones de Maxwell.

Apéndice D

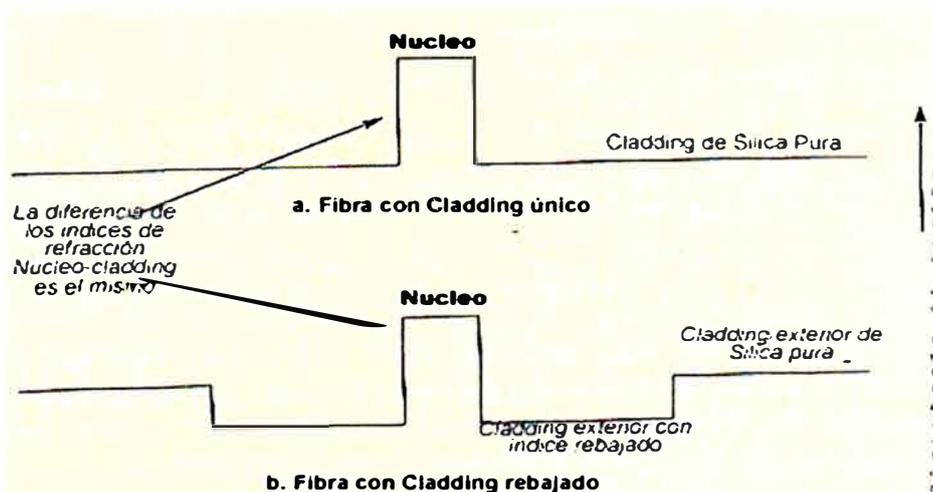
LA FIBRA OPTICA MONOMODO

Los cables de fibra óptica del tipo monomodo son casi exclusivamente utilizadas por las empresas de telecomunicaciones para establecer sus redes de transmisión de gran ancho de banda, que les permita el transporte de los diversos servicios de telecomunicación, por ello es necesario conocer mayores detalles de este tipo de fibra óptica.

Las fibras ópticas monomodo (SM - Single Mode) se caracterizan por contener un núcleo de pequeñísimo diámetro, pequeña apertura numérica (NA), baja atenuación y gran ancho de banda.

El requerimiento básico para tener una fibra monomodo es que el núcleo sea lo suficientemente pequeño para restringir la comunicación a un solo modo (rayo de luz). Este modo de orden menor puede propagarse en toda la fibra con núcleo pequeño. Desde que una transmisión en modo único evita la dispersión modal, el ruido modal, y otros efectos típicos de una transmisión multimodo, esta fibra puede transmitir señales a mayor velocidad y es la que se ha adoptado como estándar en las telecomunicaciones.

Al tipo de fibra monomodo mas simple, frecuentemente se le denomina Fibra monomodo standard, y tiene un perfil del tipo step-index, con una frontera de separación abrupta entre el índice superior del núcleo y el índice inferior del cladding. El diferencial de los índices refractivos esta generalmente por debajo del 1%, la figura siguiente nos muestra una vista de los dos tipos principales de fibras monomodos del tipo step-index fabricados con sílica.



En la figura se muestran dos tipos de fibras monomodos del tipo step-index. La diferencia entre los índices de refracción del núcleo y del cladding es el mismo, pero el cladding se ha rebajado en la fibra de la parte inferior, el cladding interior es dopado con flúor para reducir el índice de refracción.

El diseño mas simple es el de una fibra con un cladding único como se muestra en la parte superior de la figura. El cladding es de sílica pura y el óxido de germanio se le agrega al núcleo para incrementar su índice.

Un diseño alternativo es logrado mediante el recorte del cladding como se muestra en la parte inferior de la figura. En este caso, el núcleo es fusionado con sílica dopado con menos óxido de germanio que el primer caso. La parte interna del cladding que rodea al núcleo es dopado con fluor, lo que reduce su índice de refracción por debajo del de la sílica pura.

Ambos diseños son típicos de fibras usadas en transmisiones de 1310 nm, con un núcleo de 9 um.

Condiciones Para Transmisión en modo único.

El número de modos de una fibra del tipo escalón depende del radio del núcleo D y de los índices de refracción y la longitud de onda de la luz :

$$M = 0.5 \left(\frac{\text{diametro del nucleo} * NA * \Pi}{\lambda} \right)^2 = 0.5 \left(\frac{\Pi D * NA}{\lambda} \right)^2$$

reemplazando la Apertura Numérica (NA) con los índices del núcleo n_1 y del cladding n_2 obtenemos:

$$M = 0.5 \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 (n_1^2 - n_2^2)$$

De esta ecuación se puede obtener el diámetro necesario para obtener una transmisión de tipo monomodo, esto se logra usando las funciones de Bessel, con la cual se obtiene:

$$D < \frac{2.4\lambda}{\pi \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

D es el máximo valor permitido del núcleo para una transmisión de modo único. Para tolerar el inevitable margen de error, las fibras monomodos tiene un diámetro un poco menor que el máximo permitido, la diferencia de los índices de refracción para estos tipos de fibras se encuentran en un rango menor al 1% y el diámetro del núcleo es mas o menos cinco o seis veces la longitud de onda.

Esto hace que el tamaño del núcleo sea bastante sensible a la longitud de onda de operación, Ya que el área del núcleo se incrementa proporcionalmente al cuadrado del diámetro. El núcleo de una fibra diseñada para operar a 1550 nm tiene un área de mas de tres veces mayor que una fibra de modo único usado a 850 nm.

Sin embargo el diámetro del núcleo es un parámetro físico que aparece en la ecuación para la transmisión de modo único, recuerde que una fibra monomodo es una guía de onda dieléctrica. Esto quiere decir que una porción de la luz se extiende en la guía hasta el cladding. Esta área de guía de luz es medido como el diámetro de modo de campo que se cita en las especificaciones de las fibras ya que es importante para el acoplamiento de la luz. Típicamente la diferencia entre diámetro del modo de campo y el diámetro de un núcleo de una fibra monomodo del tipo step-index esta entre el 10% al 15%. Un diámetro de modo de campo típico para una fibra monomodo de tipo step-index es de 9,3 um para una longitud de onda de 1310 nm y de 10.5 um para 1550 nm.

Longitud de Onda de Corte.

El diámetro máximo del núcleo de una fibra monomodo depende de la longitud de onda de transmisión, si se resuelve la ecuación para la longitud de onda, encontraremos que para un diámetro específico del núcleo, una fibra monomodo la luz se transmitirá en un solo modo solamente para longitudes de onda mayores que un valor denominado Longitud de onda de corte , que estará dado por:

$$\lambda_c = \frac{\pi D \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{2.4}$$

Una fibra con diámetro D es del tipo monomodo para longitudes de onda mayores a la onda de corte. Si la longitud de onda decrece, empezará a transmitir 2 modos a la onda de corte.

Así como el diámetro de del núcleo de la fibra es una consideración importante en el diseño de la fibra, la longitud de onda de corte es importante para las aplicaciones de la fibra. Si deseamos que solo un solo modo sea transmitido en un sistema de comunicación debemos de estar seguro que la longitud de la onda de transmisión sea mayor que la longitud de onda de corte. En la práctica las fibras son diseñadas con un ángulo de corte significativamente menor que la longitud de onda en la cual la fibra va a funcionar. Por ejemplo, una fibra de modo simple para ser usada en 1310 nm probablemente tendrá un ángulo de corte inferior a los 1250 nm.

Las fibras monomodos siempre permanecerán siendo monomodos para longitudes de onda de operación mayores a la longitud de onda de corte. Así una fibra cuya especificación es para trabajar a 1300 nm también será monomodo para 1500 nm. Sin embargo una fibra de 1550 nm no será del tipo monomodo para 1300 nm, y ni las de 1300 nm y 1550 nm serán del tipo monomodo para una longitud de onda de 850 nm.

Si la longitud de onda empieza a decrecer por debajo de la longitud de corte, primeramente se tendrá un segundo modo y así se irán adicionado nuevos modos. Los modos extras empezarán a interferirse unos con otros y con los modos primarios, causando serios problemas de performance. Así como las fibras multimodos, cualquier perturbación menor puede afectar al modo de propagación, a mas modos será menos predecible las características de la fibra.

Si bien desde mediados de los 60 cuando Charles Kao dio a conocer las ventajas de las fibras monomodos los investigadores se percataron de ciertos inconvenientes para su aplicación, con el tiempo aparecieron otros inconvenientes inevitables que tuvieron que ser resueltos. Los investigadores se percataron que las propiedades de la fibra monodo del tipo step-index no eran ideales, Su dispersión tiene un mínimo a 1310 nm, pero su atenuación tiene su mínimo en 1550 nm .

Los mejores amplificadores disponibles de fibras dopados en Erblio, operan entre los 1500 y 1600 nm, mientras la dispersión de la fibra standard es relativamente alto. Esto y otras limitaciones han permitido a los investigadores desarrollar otros tipos de fibra monomodo con diferentes estructuras para alterar la dispersión

Para mayor información consultar la recomendación ITU-T G.652

Apéndice E

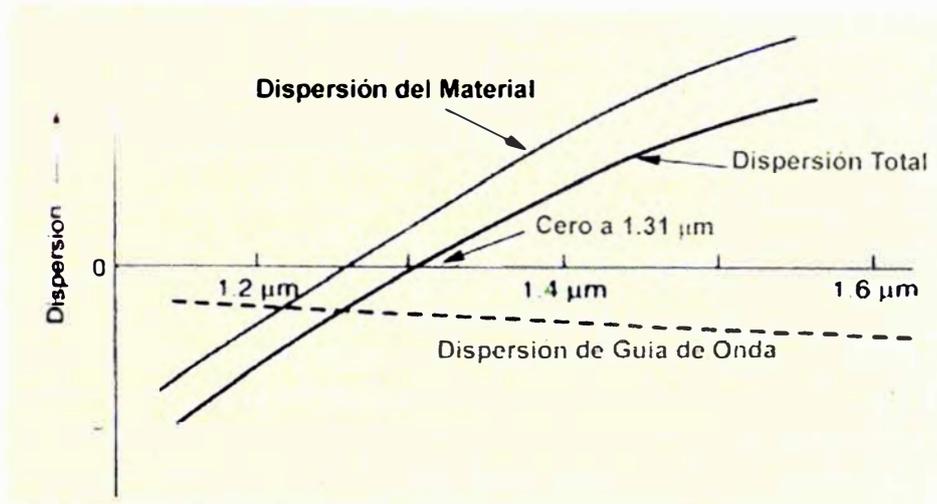
FIBRA OPTICA MONOMODO DE DISPERSION DESPLAZADA

Con la fibra monomodo estándar dejó de tener importancia la dispersión modal, pero pasó a tener una mayor importancia la dispersión espectral o dispersión cromática, causada por la variación de la velocidad de la luz a través de una fibra con una determinada longitud de onda. La dispersión cromática esta formada por la suma de dos componentes: la dispersión inherente al material y la dispersión originado por la estructura de la guía de onda, estos componentes pueden tener signos diferentes dependiendo del incremento o disminución de la velocidad de la luz con la longitud de onda. Ambos componentes se cancelan en un punto cercano a 1.31 μm en una fibra monomodo estándar del tipo step-index,. Esta es una longitud de onda útil, pero no es ideal. La pérdida de una fibra de vidrio es menor a 1.55 μm , y los amplificadores dopados de Erblio operan en este rango.

La dispersión del material es una característica inherente del material, que no puede ser fácilmente cambiada sin alterar la composición del vidrio y aumentar la atenuación. Sin embargo, es posible desplazar la dispersión modificando la dispersión de guía de onda.

La dispersión de guía de onda se origina porque la propagación de la luz en una guía de onda depende de la longitud de onda así como de las dimensiones de la guía. La distribución de la luz entre el núcleo y el cladding cambia con la longitud de onda. El cambio de la distribución de la luz afecta la velocidad de transmisión de la luz a través de la fibra. El núcleo y el cladding tienen diferentes índices de refracción que determina la velocidad de la luz en ellos. Ya que la luz permanece un tiempo tanto en el núcleo como en el cladding, su velocidad efectiva a través de toda la fibra es un promedio que depende de la distribución de la luz entre ambos. Un cambio en la longitud de onda cambiara la distribución de la luz, y asimismo la velocidad promedio, causando una dispersión de guía de onda.

Ambas dispersiones dependen del rango de longitud de onda de la señal, afortunadamente la dispersión puede tener diferentes símbolos, dependiendo si la velocidad de la luz en la fibra se incrementa o disminuye con la longitud de onda. De esta manera las dispersiones de guía de onda y cromática se cancela una a otra en un punto cercano a 1.31 μm en una fibra standard del tipo step-index tal como se muestra en la figura . Cambiando el diseño de la interfase núcleo-cladding se puede alterar la dispersión de guía de onda y así cancelar la dispersión cromática en otra longitud de onda.



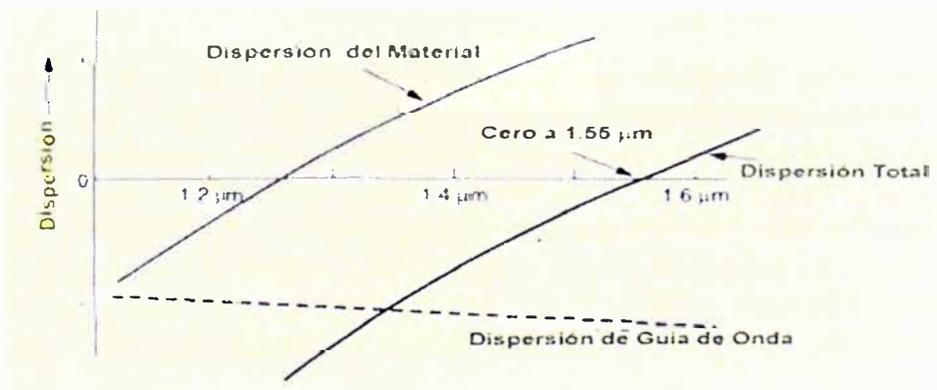
La dispersión de guía de onda compensa la dispersión cromática para producir un dispersión cero a 1.31 μm en una fibra monomodo del tipo escalonado (step-index)

Existen dos tipos de dispersión desplazada, con pequeñas diferencias, que han llegado a tener gran importancia en el desarrollo tecnológico de la fibra

1- Fibra desplazada de Dispersión nula.

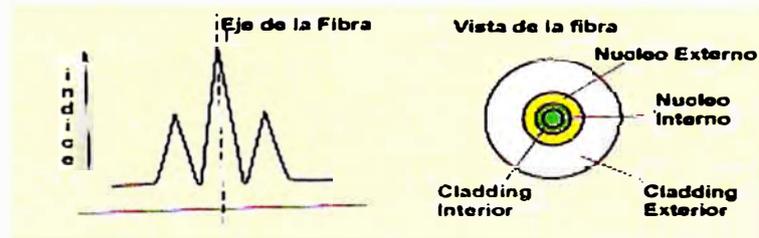
La primera fibra con dispersión desplazada fue diseñada para una dispersión cero a una longitud de onda de 1.55 μm . Esto fue realizado incrementando la magnitud de la dispersión de guía de onda, como se muestra en la siguiente figura.

Esta fibra fue introducida en el mercado a mediados de los 80's y permanece en uso, sin embargo nunca ha llegado a ser tan común como la fibra monomodo standard.



Una fibra diseñada con una dispersión de guía de onda mayor desplaza la dispersión cero a una longitud de onda de 1.55 μm

En la siguiente figura de abajo mostramos el diseño comercial de una fibra de dispersión desplazada cero. El núcleo tiene un pico del índice refractivo en el centro y cae gradualmente al mismo valor que el del cladding exterior, se fabrica con sílica pura. Un pequeño cladding interior de sílica pura rodea al núcleo interno, y este a su vez es rodeado por un núcleo exterior. El índice refractivo del núcleo exterior se incrementa con la distancia del núcleo hasta que alcanza un pico a la mitad de camino entre el índice de sílica pura y el pico interior. Luego cae suavemente hasta alcanzar el nivel del cladding exterior de sílica pura. Este diseño incrementa la dispersión de guía de onda. Asimismo también afecta el diámetro de modo de campo, reduciéndolo a aproximadamente 8.1 μm en los 1.55 μm , comparado a los 10.5 μm típicos para las fibras monomodos de tipo escalón operando a 1.55 μm .

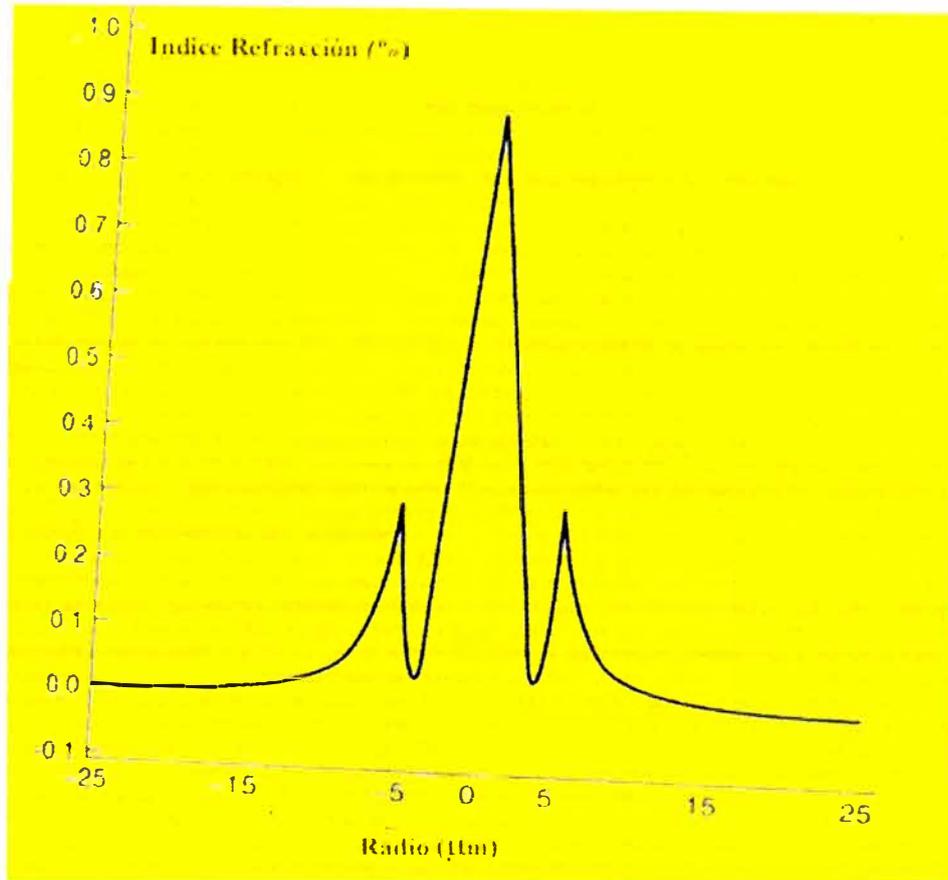


Este diseño trabaja muy bien para los sistemas de transmisión de señales en la región de la longitud de onda de dispersión cero. Sin embargo, si el sistema transmite múltiples longitudes de onda en la región de los 1.55 μm , las señales en las diferentes longitudes de onda pueden mezclarse unas a otras, generando ruido que degrada la performance de los sistemas.

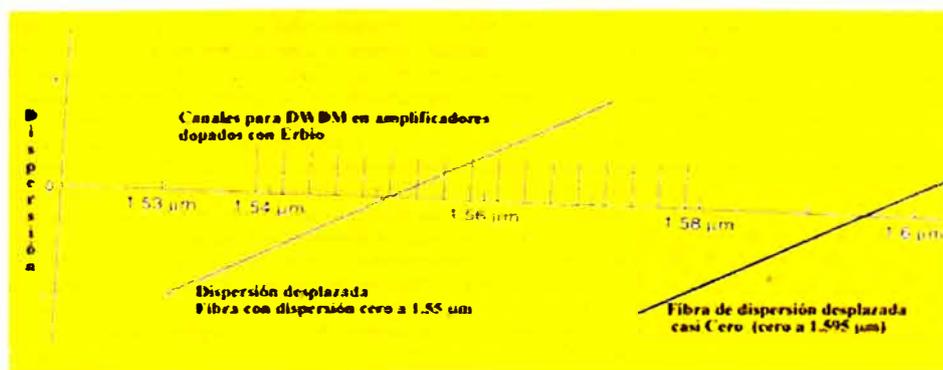
2. La fibra de Dispersión desplazada casi nula.

El diseño de una fibra de dispersión desplazada puede ser modificada para desplazar la dispersión cero a una longitud de onda mas allá del rango de operación de los amplificadores dopados con erbio, para evitar las mezclas de ondas que causan el problemas en los sistemas que usan multiplexación de longitudes de onda. Por ejemplo, un pequeño adelanto de la dispersión de guía de onda puede llevar la dispersión cero a una longitud de onda de 1600 nm. A estas fibras se les denomina fibras de dispersión desplazada no nula ó casi cero porque el rango de dispersión bajo esta desplazado, pero la dispersión cero se encuentra en un punto fuera del rango usado para transmitir la señal.

La diferencia en el diseño es sutil, el perfil del índice de refracción se muestra en la siguiente figura que es muy semejante al perfil de las fibras de dispersión cero, pero existe una diferencia marcada en la magnitud de los picos en la curva.



El cambio conjunto en la dispersión es mínimo, pero bastante significativo, la dispersión permanece relativamente baja en la ventana de los 1550 nm, sin embargo la diferencia entre estos tipos de fibras de dispersión desplazada es sutil, pero puede afectar fuertemente la performance de los sistemas que usan multiplexación de división de ondas.



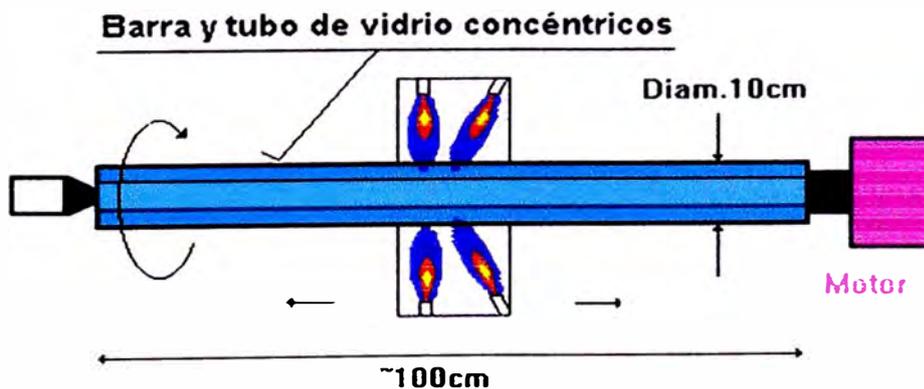
Apéndice F

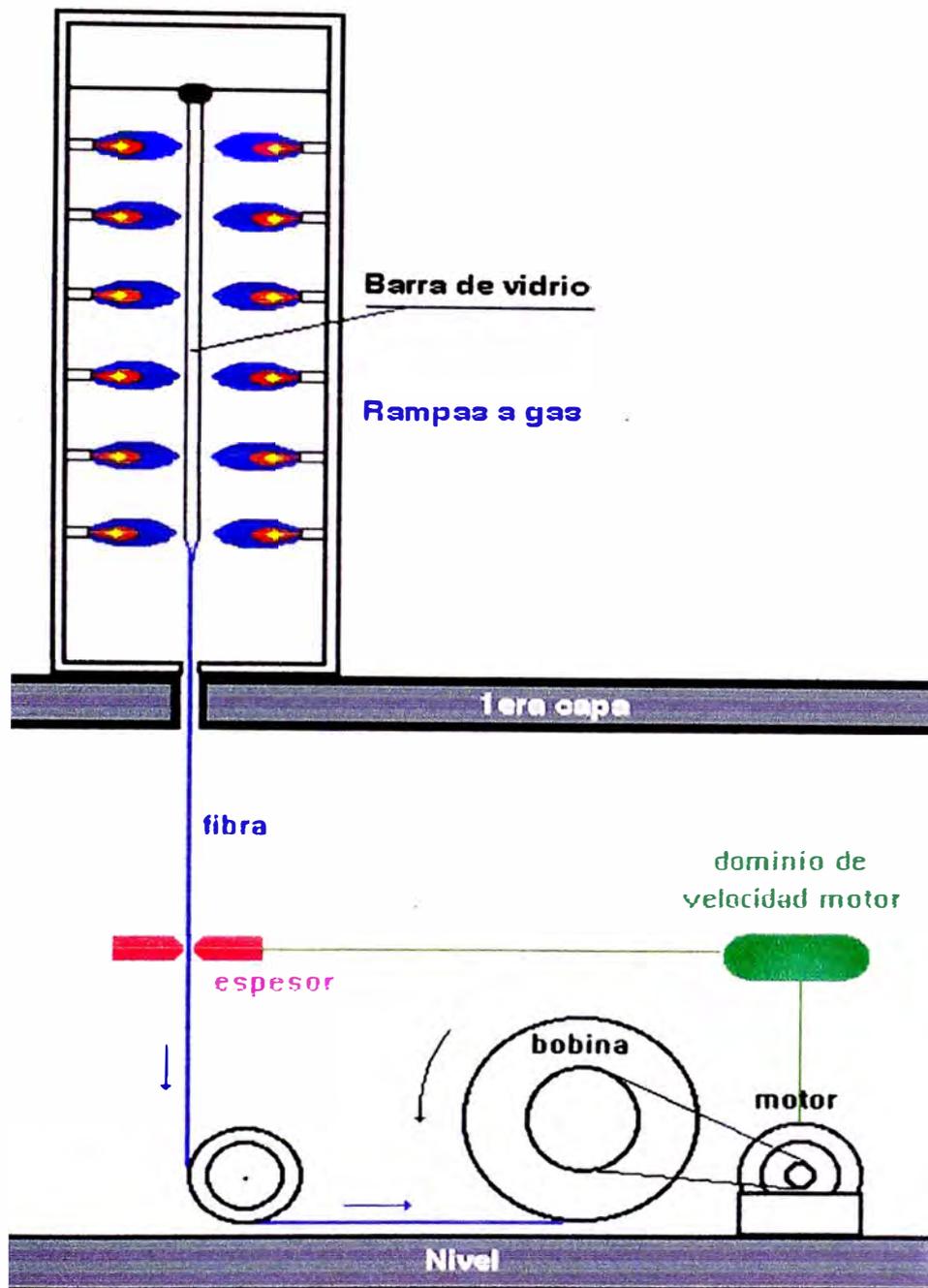
FIBRA OPTICA: FABRICACION

Las imágenes aquí muestran de manera simplificada como se fabrica la fibra monomodo.

La primera etapa consiste en el ensamblado de un tubo y de una barra de vidrio cilíndrico montados concéntricamente. Se calienta el todo para asegurar la homogeneidad de la barra de vidrio.

Una barra de vidrio de una longitud de 1 m y de un diámetro de 10 cm permite obtener por estiramiento una fibra monomodo de una longitud de alrededor de 150 km!





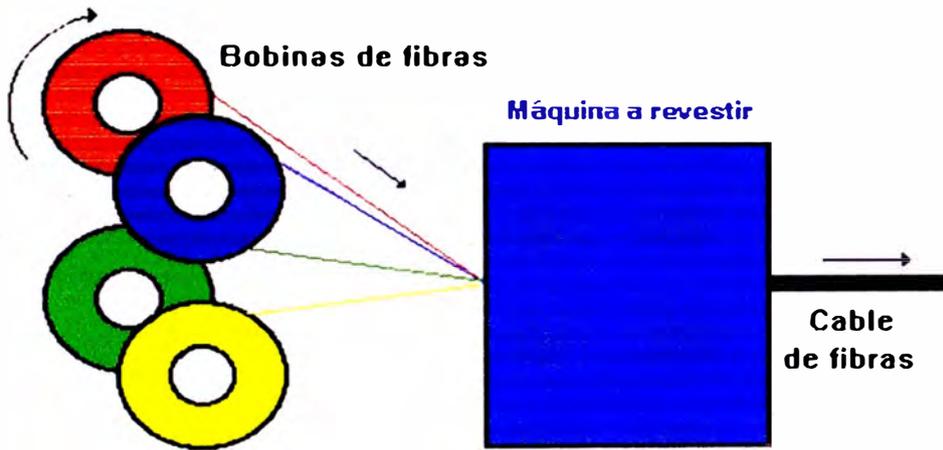
La barra así obtenida será instalada verticalmente en una torre situada en el primer piso y calentada por las rampas a gas.

El vidrio se va a estirar y "colar" en dirección de la raíz para ser enrollado sobre una bobina.

Se mide el espesor de la fibra (~10um) para dominar la velocidad del motor del enrollador, a fin de asegurar un diámetro constante.

Cada bobina de fibra hace el objeto de un control de calidad efectuado al microscopio.

Después se va a envolver el vidrio con un revestimiento de protección (~230 μm) y ensamblar las fibras para obtener el cable final a una o varias hebras.



Apéndice G

CRONOLOGIA HISTORICA DE LA FIBRA OPTICA

1. La Prehistoria de la fibra

Los sistemas ópticos de comunicación, existen desde hace 2 siglos, el "Telégrafo Óptico" fue inventado por el Ing. francés Claude Chappe en 1790, Su sistema consistía de una serie de semáforos montados en torres en los que un operador transmitía mensajes de una torre a otra.

Alejandro Graham Bell, patentó un Sistema de Teléfono Optico, al cual lo llamó el "Photophone", en 1880, pero su primer invento el "Teléfono" fue el más práctico y popular.

Por los años 40 del siglo 19, el físico suizo Daniel Collodon y el físico francés Jacques Babinet, demostraron que la luz podía guiarse a lo largo de los chorros de agua de una fuente. Pero fue el físico británico, John Tyndall, quien popularizó la guía de luz en base a chorros de agua, en una demostración realizada por primera vez en 1854, demostró que la luz podía ser guiada usando un chorro de agua fluyendo desde un tanque.

A inicios del siglo 20, los investigadores demostraron que una varilla de cuarzo doblada, podía transportar luz, y lo utilizaron como iluminadores dentales. Por los años 40s, muchos doctores usaban ya depresores de lengua de plexiglass iluminado.

En 1951, Holger Moller Hansen, presentó en la oficina de patentes Danesa, un estudio de la Fibra Optica. Sin embargo, la oficina danesa negó su aplicación, Moller Hansen fue incapaz de lograr interesar a las compañías con su invento.

En 1954, Abraham Van Heel, de la Universidad Técnica de Delft en Holanda y Harold H. Hopkins y Narinder Kapany de la Academia Imperial en Londres, individualmente presentaron un estudio acerca de un conductor óptico en el prestigioso diario Británico "Nature". Ni Van Heel, ni Hopkins, ni tampoco Kapany, fabricaron conductores que pudieran transportar la luz a distancias largas, pero sus reportes hicieron que la F.O. revolucionara

Por los años 60, ya se habían desarrollado las fibras con cubiertas de vidrio, las que tenían atenuación de aproximadamente un decibelio por metro, adecuadas para la medicina, pero muy altas para ser utilizada en las comunicaciones.

En 1960 fue inventado el láser. El 22 de Julio de 1960, Una revista de Electrónica publicó la demostración de Theodore Maiman del primer láser.

Las fibras ópticas llamaron la atención, porque eran parecidos en teoría a una guía de onda con dieléctrico de plástico. En 1961, Elias Snitzer un óptico Americano, trabajando

con Hicks en Mosaic Fabrications (Luego Galileo Electro-Optics) demostró esta similitud, fabricando fibras con núcleos pequeños que transportaban la luz a la manera de una guía de onda.

2. El Laboratorio de ITT y la aparición de Kao

Un pequeño grupo de investigadores no descartó la utilidad de la fibra tan fácilmente, un equipo de Standard Telecommunications Laboratories (STL) de ITT, inicialmente encabezados por Antoni E. Karbowiak, se dedicaron a estudiar las guías de onda ópticas para las comunicaciones. Karbowiak pronto se unió con un joven ingeniero nacido en Shanghai, Charles K. Kao.

A Kao le tocó investigar la atenuación de la fibra. Su investigación lo convenció que la alta pérdida de las primeras fibras, se debían a las impurezas, y no al sílice del vidrio mismo. En medio de esta investigación, en 1964, Karbowiak dejó STL y Kao tuvo que reemplazarlo como director de investigación de Comunicaciones Ópticas. Kao trabajó en una propuesta de comunicaciones de larga distancia con fibras monomodos. Convencido que las pérdidas de fibra podía ser reducida por debajo de los 20 decibelios por kilómetro.

El 1 de Abril de 1966 el instituto de Ingeniería Electrónica IEE publicó la propuesta notable de Kao con estas palabras:

"En el encuentro IEE en Londres el mes pasado, el Dr. C.K. Kao observó que a cortas distancias, se ha demostrado que las guías de ondas ópticas experimentales, desarrollados por los laboratorios de la Standard Telecommunications tiene una capacidad de información de un gigaciclo, o equivalente a alrededor de 200 canales de televisión o más que 200,000 líneas telefónicas. El describió el dispositivo de STL, como un núcleo de vidrio aproximadamente de tres o cuatro micras en diámetro, revestido con una capa coaxial de otro vidrio que tiene un índice refractivo aproximadamente de uno por ciento menor que el núcleo. El diámetro total de la guía de onda está entre 300 y 400 micras. Ondas ópticas superficiales se propagan a lo largo de la interfase entre los dos tipos de vidrio"

"Según el Dr. Kao, la fibra es relativamente fuerte y puede manejarse fácilmente. También, la superficie de la guía es protegida de influencias externas...la guía de onda tiene un radio mecánico de curvatura, lo suficiente para hacer a la fibra casi completamente flexible. A pesar de la circunstancia, el material tiene una adecuada disponibilidad y una baja pérdida, tiene una pérdida de aproximadamente 1000 dB/Km., STL cree que en el futuro, se desarrollaran materiales que tendrán pérdidas de solo 10 decibelios por kilómetro".



Charles K. Kao nació en Shanghai, China, y recibió un B.Sc. en 1957 y un Ph.D. en de la Universidad de Londres. Él llega a ITT's Standard Telecommunications Laboratories en 1957 y escala desde ser un científico de investigación a Gerente de investigación. En 1974, Kao se une a la división de los productos electro-óptico en Roanoke, VA, como científico principal y después se hizo director de ingeniería. En 1982, ITT lo nombra como el primer científico ejecutivo, y llega a ser director corporativo de investigación en 1986. Desde 1987 hasta las 1996, el Dr. Kao ocupa el puesto de vice canciller de La Universidad China de Hong Kong. Hasta el año 1999 es presidente y jefe funcionario ejecutivo de Transtech Service Ltd en Hong Kong y continúa sus investigaciones en las telecomunicaciones y el desarrollo de redes de información.

3. La era Corning

Tomó cuatro años para alcanzar la meta fijada por Kao de los 20 dB/km., y la ruta del éxito fue demostrado de manera diferente a lo que muchos esperaban. La mayoría de los grupos de investigación, intentaron purificar los compuestos del vidrio, que eran usados por la óptica estándar, que son fáciles de fundir y estirar y convertirse en fibras. En Corning Glass Works (ahora Corning Inc.), Robert Maurer, Donald Keck y Peter Schultz, empezaron a trabajar con la sílice fundida, un material que puede fabricarse extremadamente puro, pero tiene un punto de fusión alto y un bajo índice de refracción. Ellos probaron con un preformado y realizaron depósitos de materiales purificados, desde la fase de vapor, adicionando cuidadosamente niveles controlados de dopantes, para obtener el núcleo con un índice refractivo ligeramente más alto que el del revestimiento, sin una elevación dramática de la atenuación.

En Septiembre de 1970, se realizo el anuncio que se habían obtenidos fibras monomodos, con atenuación a los 633-manómetros debajo de los 20 dB/km. Las fibras eran frágiles, pero las pruebas confirmaban la baja perdida.



Robert D. Maurer es un nativo de Arkadelphia, AR. Él recibió el grado de bachiller en física en la Universidad de Arkansas en 1948 y un doctorado en físicas del Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 1951. Después de un año de graduado en el MIT, Maurer se unió al departamento de física de Corning en Sullivan Park en el laboratorio de

investigación y de desarrollo. Ocupó los puestos de físico investigador, Senior asociado y Gerente del departamento de Física Fundamental de Corning. Él fue nombrado research fellow, que es la más alta posición técnica de Corning, en 1978, y se retira en 1989.

El gran avance del Corning estaba entre los más dramáticos de muchos desarrollos que abrieron la puerta a la comunicación por fibra óptica. En el mismo año de 1970, el laboratorio Bell y un equipo en el Instituto Físico Ioffe en Leningrad (ahora San Petersburg), fabricaron los primeros diodos láseres capaz de emitir ondas continuas a la temperatura ambiente. Durante los siguientes años, las pérdidas de las fibras cayeron dramáticamente, debido sobretodo a los métodos mejorados de fabricación y por el cambio de la longitud de onda, a los puntos donde las fibras tienen esencialmente baja atenuación.

"En los 30 años desde que nuestro descubrimiento de la fibra con baja-pérdida, más de 300 millones de km de fibra óptica se ha desplegado a nivel mundial. Estas fibras solas pueden manejar más información que todo los miles de millones de kilómetros de cables de cobre instalados durante el último siglo. Sería necesario 2 toneladas métricas de alambre de cobre para transmitir la información que se puede con un poco más de 1 lb de fibra. En laboratorio hoy, una sola fibra puede transmitir el equivalente de 60 millones de llamadas telefónicas simultáneas."...(Dr Donald Keck...1999.)

4. La fibra monomodo no desplazada y La fabricación masiva

Las primeras fibras monomodos tenían núcleos de varios micrómetros de diámetro, y a inicios de los años 70 este hecho causaba molestia a los científicos. Ellos dudaron que podría ser posible lograr la tolerancia necesaria para capturar eficazmente la luz de las fuentes dentro de los diminutos núcleos, o lograr empalmes o conectores eficientes. No satisfecho con el bajo ancho de banda de la fibra multimodo de índice escalón, se concentraron en las fibras multi-modo con un índice-refractivo gradual entre el centro y el revestimiento, y diámetros del núcleo de 50 o 62.5 micrómetros.

Un hito que es importante señalar es el logrado por MacChesney y sus colegas en los Laboratorios de Bell que consiguieron en 1974 el proceso químico modificado de deposición de vapor MCVD que hizo posible la fabricación masiva de fibra óptica de alta calidad.

La primera generación probada en el campo de la telefonía fue en 1977, se usaron fibras para transmitir luz a 850 nm de los diodos láser de galio-aluminio-arseniuro.

Estas primeras generaciones de sistemas podían transmitir luz a varios kilómetros sin repetidor, pero estaban limitados por pérdidas de aproximadamente 2 dB/km. Una segunda generación pronto apareció, usando los nuevos láseres de InGaAsP que emitieron a 1.3 micrómetros, donde la atenuación de la fibra era tan baja como 0.5 dB/km, y la dispersión del pulso reducida a 850 nm.

A inicios de los años 80, los portadores inician sus construcciones de las redes nacionales con fibra monomodo a 1300-nm.

En 1983 MCI, una de las grandes compañías de larga distancia en los Estados Unidos fué la primera en tender una Red Nacional de Fibra óptica en ese país.

La fibra de dispersión desplazada y la Segunda revolución de la Fibra

A fines de los años ochenta, los sistemas tendían a operar a mayores longitudes de onda. La Fibra de dispersión desplazada (DSF), se introdujo en 1985, y anunció una nueva era en las comunicaciones ópticas. Uniendo el mínimo de atenuación en la ventana de 1,550-nm con dispersión cero en la misma longitud de onda, mayores velocidades de datos podrían llevarse a distancias mayores.

En los primeros años de los 90, aparece la fibra dopada con erbio (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 de hoy

Cuando se inició el despliegue de estas nuevas tecnologías, se puso en claro que el mismo atributo que había hecho tan atractivo la fibra 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 de transmisión no lineales.

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 cercano 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

4. La Próxima revolución

Así como los amplificadores de erbio significaron un salto significativo hacia adelante en las comunicaciones ópticas basados en fibra, se espera que el Switch óptico y los ruteadores serán la chispa para una nueva revolución de la fibra óptica. Todos estos cambios tienen como único objetivo reducir el costo de transmisión por canal..

Apéndice H

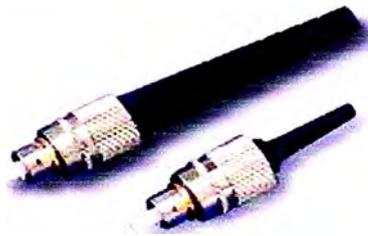
TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA OPTICA

1. CONECTORES PARA TERMINACION DE CABLES DE FIBRA OPTICA

Solo los conectores utilizados por las Operadoras de telecomunicaciones para dar terminación y acceso en los repartidores ópticos a cada una de las fibras de un cable de fibra óptica

TIPO FC/PC

Permite roscarlo en el acoplador. Es el utilizado en todos los repartidores ópticos de Telefónica del Perú SAA



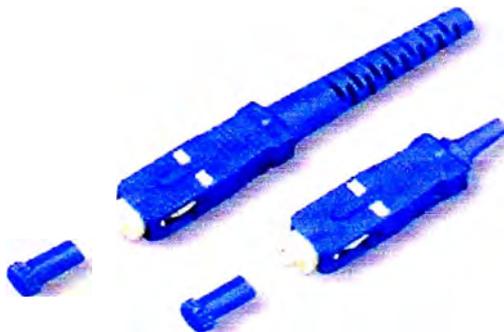
FC/pc

2. CONECTORES DE EQUIPOS DE TRANSMISION OPTICA

Es utilizado en cordones ópticos que se conectan con los equipos de transmisiones

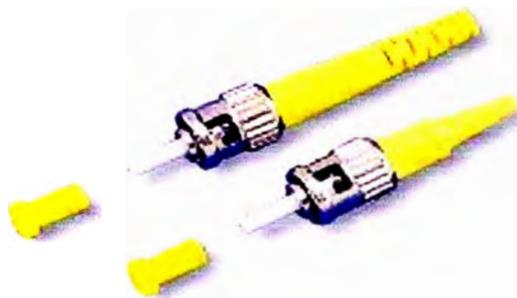
2.1 TIPO SC

La inserción es a presión en el acoplador.



2.2 TIPO ST

Permite la inserción en el acoplador mediante la presión de un resorte interno. Es utilizado en cordones ópticos que se conectan con los modem ópticos de circuitos de datos.



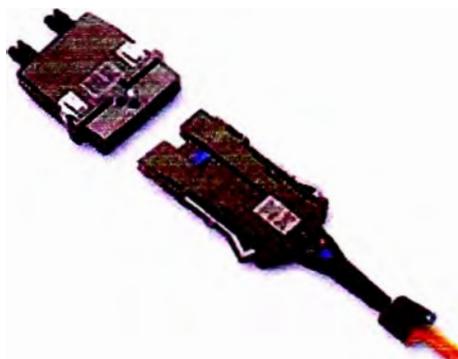
2.3 TIPO E-2000 y TIPO LC

Permite la inserción a presión en el acoplador. Es utilizado en cordones ópticos que se conectan con los modernos equipos de transmisiones SDH, DWDM



2.4 TIPO FDDI

Es utilizado en cordones ópticos que se conectan con equipos de redes LAN.



Apéndice I

El ADSL

El crecimiento vertiginoso del Internet en el último quinquenio (2001-2005) a generado un mayor tráfico de información en los sistemas de transmisión soportados por fibra óptica en las redes de telecomunicaciones, y el crecimiento del uso del masivo de Internet está íntimamente relacionado al desarrollo del ADSL. El ADSL (Asymmetric Digital Suscribe Line) es una técnica de modulación para la transmisión de datos a gran velocidad sobre el par de cobre del bucle o acceso al abonado, llamado “última milla”

1. LA MODULACION

La primera diferencia entre esta técnica de modulación y las usadas por los módems en banda vocal (V.32 a V.90) es que éstos últimos sólo transmiten en la banda de frecuencias usada en telefonía (300 Hz a 3.400 Hz), mientras que los módems ADSL operan en un margen de frecuencias mucho más amplio que va desde los 24 KHz hasta los 1.104 KHz, aproximadamente.

Otra diferencia entre el ADSL y otros módems es que el ADSL puede coexistir en un mismo bucle de abonado con el servicio telefónico (véase en el párrafo anterior el intervalo de frecuencias en el que trabaja el ADSL), cosa que no es posible con un módem convencional pues opera en banda vocal, la misma que la telefonía.

Al tratarse de una modulación en la que se transmiten diferentes caudales en los sentidos Usuario -> Red y Red -> Usuario, el módem ADSL situado en el extremo del usuario es distinto del ubicado al otro lado del bucle, en la central local.

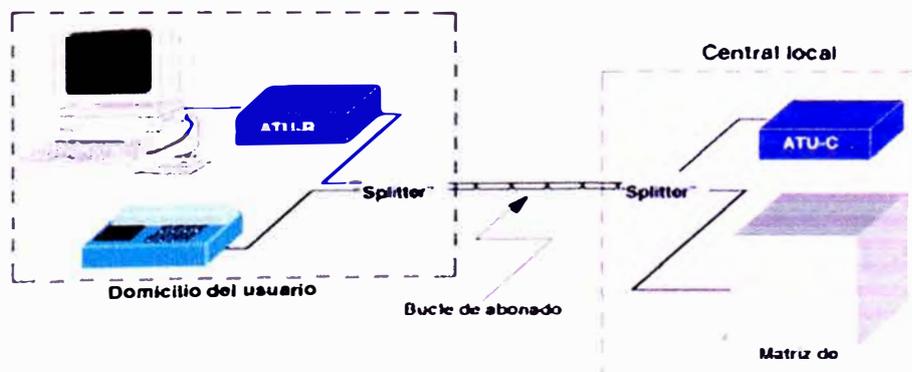


Figura 1 : Enlace ADSL

En la Figura 1 se muestra un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende. En dicha figura se observa que además de los módems situados en casa del usuario (ATU-R o "ADSL Terminal Unit-Remote") y en la central (ATU-C o "ADSL Terminal Unit-Central"), delante de cada uno de ellos se ha de colocar un dispositivo denominado "splitter". Este dispositivo no es más que un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo. La finalidad de estos filtros es la de separar las señales transmitidas por el bucle de modo que las señales de baja frecuencia (telefonía) de las de alta frecuencia (ADSL).

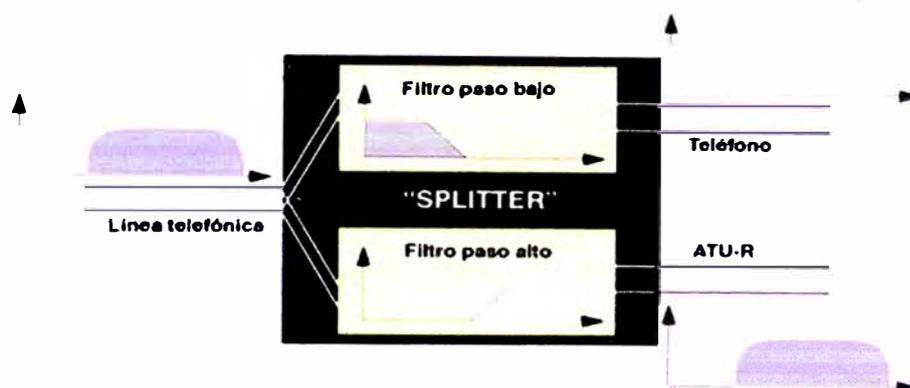


Figura 2 : Funcionamiento del Splitter

En una primera etapa coexistieron dos técnicas de modulación para el ADSL: CAP ("Carrierless Amplitude/Phase") y DMT ("Discrete MultiTone"). Finalmente los organismos de estandarización (ANSI, ETSI e ITU) se han decantado por la solución DMT. Básicamente consiste en el empleo de múltiples portadoras y no sólo una, que es lo que se hace en los módems de banda vocal. Cada una de estas portadoras (denominadas subportadoras) es modulada en cuadratura (modulación QAM) por una parte del flujo total de datos que se van a transmitir.

Estas subportadoras están separadas entre sí 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada subportadora modulada es de 4 KHz. El reparto del flujo de datos entre subportadoras se hace en función de la estimación de la relación Señal/Ruido en la banda asignada a cada una de ellas. Cuanto mayor es esta relación, tanto mayor es el caudal que puede transmitir por una subportadora. Esta estimación de la relación Señal/Ruido se hace al comienzo, cuando se establece el enlace entre el ATU-R y el ATU-C, por medio de una secuencia de entrenamiento predefinida.

La técnica de modulación usada es la misma tanto en el ATU-R como en el ATU-C. La única diferencia estriba en que el ATU-C dispone de hasta 256 subportadoras, mientras que el ATU-R sólo puede disponer como máximo de 32. La modulación parece y realmente es bastante complicada, pero el algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (transformada rápida de Fourier inversa) en el modulador, y en una FFT (transformada rápida de Fourier) en el demodulador situado al otro lado del bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se desarrolla sobre un DSP.

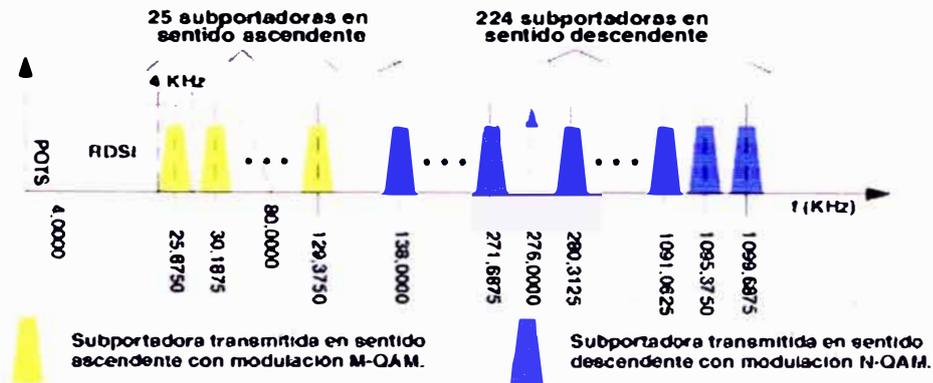


Figura 3 : Modulación ADSL DMT con FDM

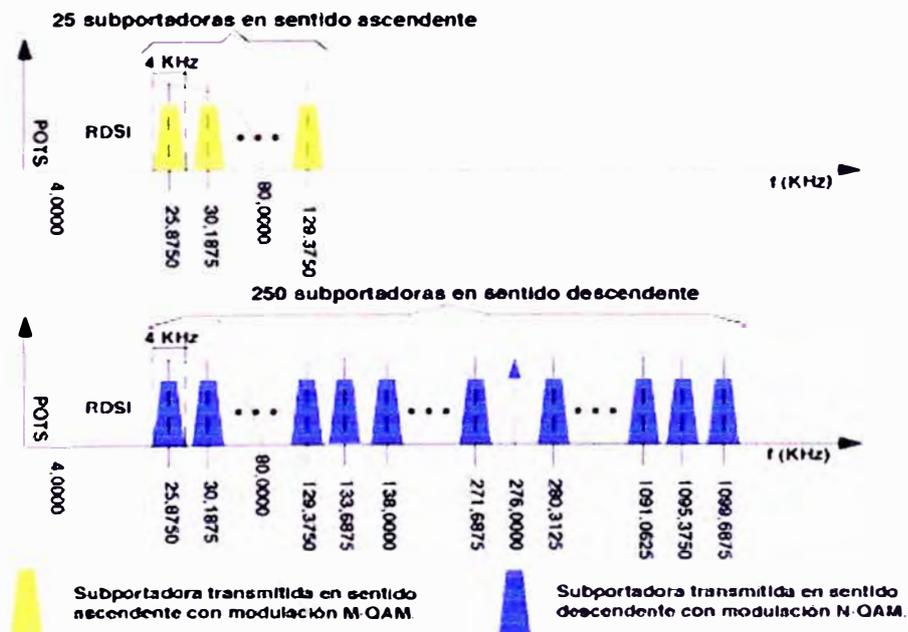


Figura 4: Modulación ADSL DMT con cancelación de ecos

La modulación DMT empleada parece y realmente es bastante complicada, pero el algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (transformada rápida de Fourier inversa) en el modulador, y en una FFT (transformada rápida de Fourier) en el demodulador situado al otro lado del bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se desarrolla sobre un DSP.

El modulador del ATU-C, hace una IFFT de 512 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido "downstream".

El modulador del ATU-R, hace una IFFT de 64 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido "upstream".

El demodulador del ATU-C, hace una FFT de 64 muestras tomadas de la señal "upstream" que recibe.

El demodulador del ATU-R, hace una FFT, sobre 512 muestras de la señal "downstream" recibida.

En las dos figuras anteriores se han presentado las dos modalidades dentro del ADSL con modulación DMT: FDM y cancelación de ecos. En la primera, los espectros de las señales ascendente y descendente no se solapan, lo que simplifica el diseño de los módems, aunque reduce la capacidad de transmisión en sentido descendente, no tanto por el menor número de subportadoras disponibles como por el hecho de que las de menor frecuencia, aquéllas para las que la atenuación del par de cobre es menor, no están disponibles. La segunda modalidad, basada en un cancelador de ecos para la separación de las señales correspondientes a los dos sentidos de transmisión, permite mayores caudales a costa de una mayor complejidad en el diseño.

En la Figura 3: Modulación ADSL DMT con FDM y en la Figura 4: Modulación ADSL DMT con cancelación de ecos se muestran los espectros de las señales transmitidas por los módems ADSL tanto en sentido ascendente como descendente.

Como se puede ver, los espectros nunca se solapan con la banda reservada para el servicio telefónico básico (POTS o "Plain Old Telephone Service"), y en cambio sí que se solapan con los correspondientes al acceso básico RDSI. Por ello el ADSL y el acceso básico RDSI son incompatibles.

En un par de cobre la atenuación por unidad de longitud aumenta a medida que se incrementa la frecuencia de las señales transmitidas. Y cuanto mayor es la longitud del bucle, tanto mayor es la atenuación total que sufren las señales transmitidas.

Ambas cosas explican que el caudal máximo que se puede conseguir mediante los módems ADSL varíe en función de la longitud del bucle de abonado. En la Figura 6-5: Caudal máximo (Kbps) de los módems ADSL en función de la longitud del bucle de abonado se representa la curva del caudal máximo en Kbps, tanto en sentido ascendente como descendente, que se puede conseguir sobre un bucle de abonado con un par de cobre calibre de 0,405 mm, sin ramas multipladas. En la figura se representan las curvas con y sin ruido. La presencia de ruido externo provoca la reducción de la relación Señal/Ruido con la que trabaja cada una de las subportadoras, y esa disminución se traduce en una reducción del caudal de datos que modula a cada subportadora, lo que a su vez implica una reducción del caudal total que se puede transmitir a través del enlace entre el ATU-R y el ATU-C.

Hasta una distancia de 2,6 Km de la central, en presencia de ruido (caso peor), se obtiene un caudal de 2 Mbps en sentido descendente y 0,9 Mbps en sentido ascendente. Esto supone que en la práctica, teniendo en cuenta la longitud media del bucle de abonado en las zonas urbanas, la mayor parte de los usuarios están en condiciones de recibir por medio del ADSL un caudal superior a los 2 Mbps. Este

caudal es suficiente para muchos servicios de banda ancha, y desde luego puede satisfacer las necesidades de cualquier internauta, teletrabajador así como de muchas empresas pequeñas y medianas.

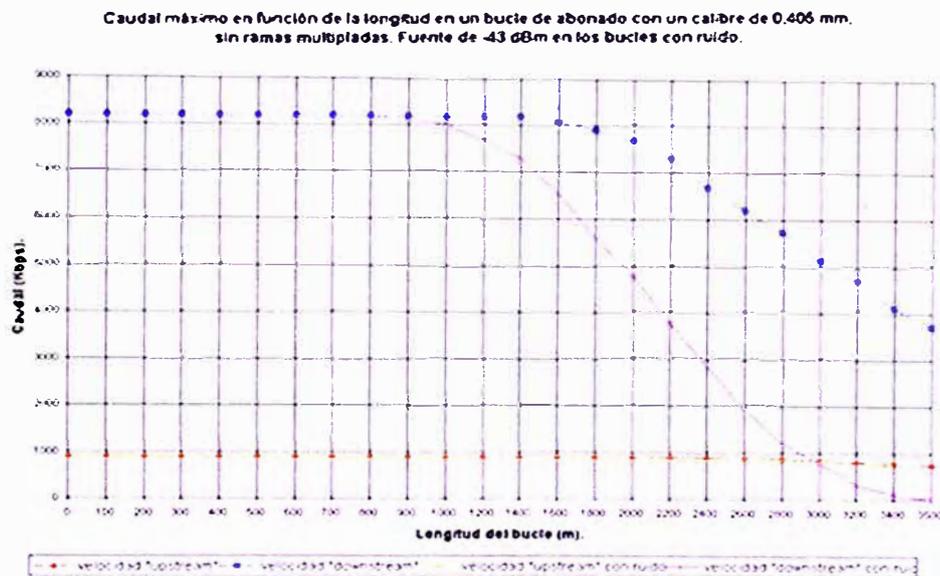


Figura 5: Caudal máximo (Kbps) en función de la longitud del bucle de abonado

2. EL EQUIPO DSLAM

El ADSL necesita una pareja de módems por cada usuario: uno en el domicilio del usuario (ATU-R) y otro (ATU-C) en la central local a la que llega el bucle de ese usuario. Esto complica el despliegue de esta tecnología de acceso en las centrales. Para solucionar esto surgió el DSLAM ("Digital Subscriber Line Access Multiplexer"): un chasis que agrupa gran número de tarjetas, cada una de las cuales consta de varios módems ATU-C, y que además concentra el tráfico de todos los enlaces ADSL hacia una red WAN

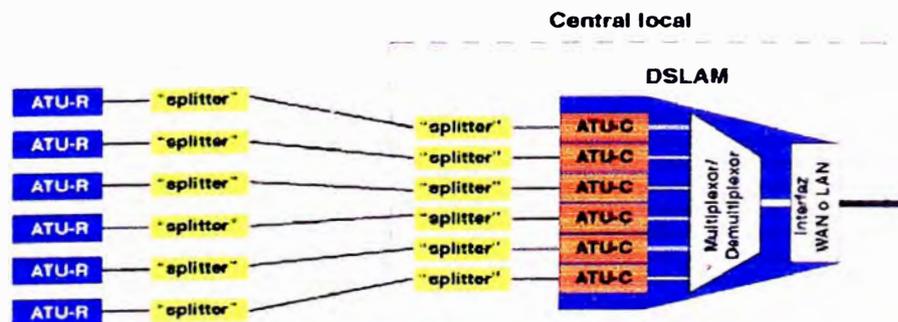


Figura 6: DSLAM

La integración de varios ATU-Cs en un equipo, el DSLAM, es un factor fundamental que ha hecho posible el despliegue masivo del ADSL. De no ser así, esta tecnología de acceso no hubiese pasado nunca del estado de prototipo dada la dificultad de su despliegue, tal y como se constató con la primera generación de módems ADSL.

3. ATM sobre ADSL

Estas son las ventajas del acceso ADSL:

Gran ancho de banda en el acceso: permite el intercambio de información en formato digital a gran velocidad entre un usuario y la central local a la que se conecta mediante un par de cobre.

Este ancho de banda está disponible de forma permanente.

Se aprovecha una infraestructura ya desplegada, por lo que los tiempos de implantación de los servicios sobre la nueva modalidad de acceso se acortan.

El acceso es sobre un medio no compartido, y por tanto intrínsecamente seguro.

Ahora bien, ¿cómo se puede sacar provecho de esta gran velocidad de acceso? Las redes de comunicaciones de banda ancha emplean el ATM ("Asynchronous Transfer Mode") para la conmutación en banda ancha. Desde un primer momento, dado que el ADSL se concibió como una solución de acceso de banda ancha, se pensó en el envío de la información en forma de células ATM sobre los enlaces ADSL.

En los estándares sobre el ADSL, desde el primer momento se ha contemplado la posibilidad de transmitir la información sobre el enlace ADSL mediante células ATM. La información, ya sean tramas de vídeo MPEG2 o paquetes IP, se distribuye en células ATM, y el conjunto de células ATM así obtenido constituye el flujo de datos que modulan las subportadoras del ADSL DMT.

Si en un enlace ADSL se usa ATM como protocolo de enlace, se pueden definir varios circuitos virtuales permanentes (CVPs) ATM sobre el enlace ADSL entre el ATU-R y el ATU-C. De este modo, sobre un enlace físico se pueden definir múltiples conexiones lógicas cada una de ellas dedicadas a un servicio diferente. Por ello, ATM sobre un enlace ADSL aumenta la potencialidad de este tipo de acceso al añadir flexibilidad para múltiples servicios a un gran ancho de banda.

Otra ventaja añadida al uso de ATM sobre ADSL es el hecho de que en el ATM se contemplan diferentes capacidades de transferencia (CBR, VBR-rt, VBR-nrt, UBR y ABR), con distintos parámetros de calidad de servicio (caudal de pico, caudal medio, tamaño de ráfagas de células a velocidad de pico y retardo entre células

consecutivas) para cada circuito. De este modo, además de definir múltiples circuitos sobre un enlace ADSL, se puede dar un tratamiento diferenciado a cada una de estas conexiones, lo que a su vez permite dedicar el circuito con los parámetros de calidad más adecuados a un determinado servicio (voz, vídeo o datos).

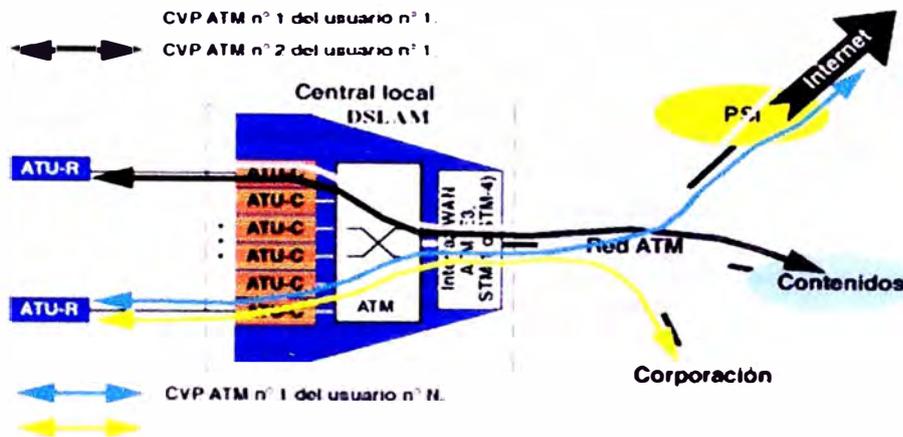


Figura 7: DSLAM ATM

En los módems ADSL se pueden definir dos canales, uno el canal "fast" y otro el "interleaved". El primero agrupa los CPPS ATM dedicados a aplicaciones que pueden ser sensibles al retardo, como puede ser la transmisión de voz. El canal "interleaved", llamado así porque en el se aplican técnicas de entrelazado para evitar pérdidas de información por interferencias, agrupa los CVPs ATM asignados a aplicaciones que no son sensibles a retardos, como puede ser la transmisión de datos.

A nivel de enlace, algunos suministradores de equipos de central para ADSL han planteado otras alternativas al ATM, como PPP sobre ADSL y frame-relay sobre ADSL, pero finalmente no han tenido mucho predicamento.

Los estándares y la industria han impuesto el modelo de ATM sobre ADSL. En ese contexto, el DSLAM pasa a ser un conmutador ATM con múltiples interfaces, una de ellas sobre STM-1, STM-4 ó E3, y el resto ADSL-DMT, y el núcleo del DSLAM es una matriz de conmutación ATM sin bloqueo. De este modo, el DSLAM puede ejercer funciones de policía y conformado sobre el tráfico de los usuarios con acceso ADSL.

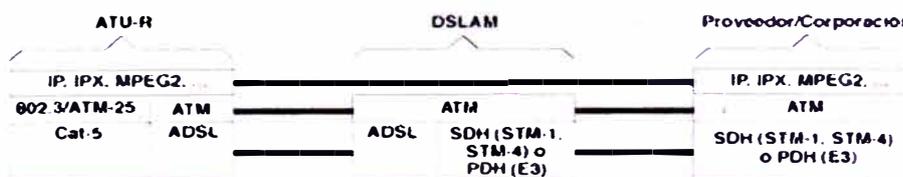


Figura 8: Torre de protocolos con ATM sobre ADSL

4. Modelos para ofrecer servicios

Los modelos para ofrecer servicios propuestos por el ADSL Forum son los que se muestran en la siguiente figura:

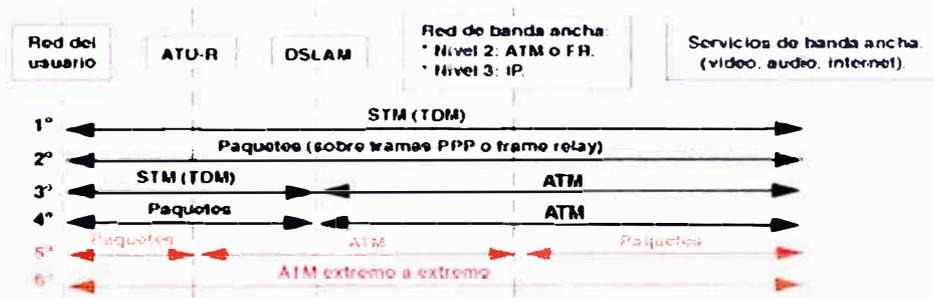


Figura 9: Modelos propuestos por el ADSL para servicios con acceso ADSL

La solución que se ha impuesto pasa por el envío de células ATM sobre el enlace ADSL (entre el ATU-R y el ATU-C situado en el DSLAM). Por lo tanto, de los seis modelos que propone el ADSL Forum sólo son válidos los dos últimos. Y la regulación del servicio de acceso indirecto al bucle de abonado hecha en muchos países va en la misma dirección.

Apéndice J

EL GIGA-ADSL

Si el tráfico de información en la redes de telecomunicaciones aumentó vertiginosamente por el uso masivo del Internet mediante el ADSL, el GigaADSL por su mayor requerimiento de ancho de banda llegará a demandar mayores niveles de servicio y confiabilidad a los sistemas de transmisión soportados generalmente por cables de fibra óptica monomodo.

De acuerdo con lo que ya explicamos en apéndice sobre el ADSL, la solución para ofrecer servicios pasa por el envío de células ATM sobre el enlace ADSL (entre el ATU-R y el ATU-C situado en el DSLAM). Por lo tanto, de los seis modelos que propone el ADSL Forum sólo son válidos los dos últimos. Por otra parte hay que tener en cuenta las regulaciones dadas por los organismos reguladores en cuanto al acceso indirecto de las operadoras al bucle de abonado, que puede ser ATM sobre ADSL entre el ATU-R y el ATU-C.

1. Definición

GigADSL es un servicio de acceso indirecto al bucle de abonado basado en el establecimiento de un CVP ATM (Circuito Virtual Privado ATM) entre el usuario y el Punto de Acceso Indirecto (PAI) al bucle de abonado del operador que contrate este servicio. Por tanto, GigADSL es un servicio que un Operador proporciona no a los usuarios y sí a otros Operadores que cumplan las condiciones, establecidas por el Organismo regulador (Osiptel en el Perú).

Son los operadores, los que se encargan de ofrecer el acceso ADSL a sus clientes. Por ello el GigADSL es un servicio que permite el acceso indirecto de cualquier operador, en igualdad de condiciones, al bucle de los abonados.

Los Organismos reguladores de cada país establecen las demarcaciones, que cubren todo el territorio nacional, para el despliegue del acceso indirecto al bucle de abonado mediante ADSL. Si un operador desea ofrecer servicios sobre ADSL en una demarcación, deberá solicitar a GigADSL un PAI (Punto de Acceso Indirecto) en esa demarcación este servicio a sus clientes en todo el territorio nacional, deberá estar presente en todas ellas. Si sólo quiere dar servicio en algunas de ellas, deberá solicitar un PAI en cada una de las demarcaciones de su interés.

Regularmente se establece que cada bucle de abonado sólo puede ser accedido por un operador, definiéndose tres modalidades de conexión sobre acceso ADSL. En la Tabla 1: Valores de PCR, SCR, CDVT y MBS para las tres modalidades de acceso indirecto al bucle de abonado se adjuntan los parámetros que definen cada una de las

tres modalidades de conexión. Las tres modalidades de conexión contempladas en la orden se corresponden con circuitos virtuales ATM VBR-nrt (o lo que es lo mismo, SBR tipo 3, tal y como la ITU lo define en la recomendación I.371).

	Modalidad	PCR (Kbps)	SCR (Kbps)	CDVT (mseg)	MBS (células)
Sentido descendente (Red -> Usuario)	A	256	25,6	5	32
	B	512	51,2	3	32
	C	2016	201,6	3 - 0,7	64
Sentido ascendente (Usuario -> Red)	A	128	12,8	10	32
	B	128	12,8	10	32
	C	320	32,0	4	32

Tabla 1: Valores de las modalidades de acceso indirecto al bucle de abonado

Las velocidades de acceso mostradas en la tabla son velocidades a nivel ATM. Esto quiere decir que la velocidad real que percibirá el usuario será inferior, pues hay que descontar el caudal que se pierde por las cabeceras de las células ATM (un 9,43 %). A esta pérdida de caudal habrá que añadir la pérdida debida al encapsulado de la información en tramas o paquetes sobre el flujo de células ATM.

En la regulación del acceso indirecto al bucle de abonado puede establecerse que el PAI de un operador en una demarcación sea una interfaz de 34 Mbps (coaxial o fibra óptica) o de 1 STM-1 o 155,52 Mbps (fibra óptica).

3 Descripción de GigADSL

En la Figura 1-1: Descripción de GigaADSL se representa la red que soporta GigADSL. En la figura se representan 3 operadores, llamados A, B y C. Los operadores A y B dan servicio en todas las demarcaciones, mientras que el operador C sólo da servicio en la demarcación número 1. Por tanto, los operadores A y B tienen PAIs en todas las demarcaciones, mientras que el operador C sólo dispone de un PAI en la primera demarcación.

El PAI de un operador es un trayecto virtual ATM que agrupa los circuitos virtuales permanentes de los usuarios servidos por ese operador en una determinada demarcación.

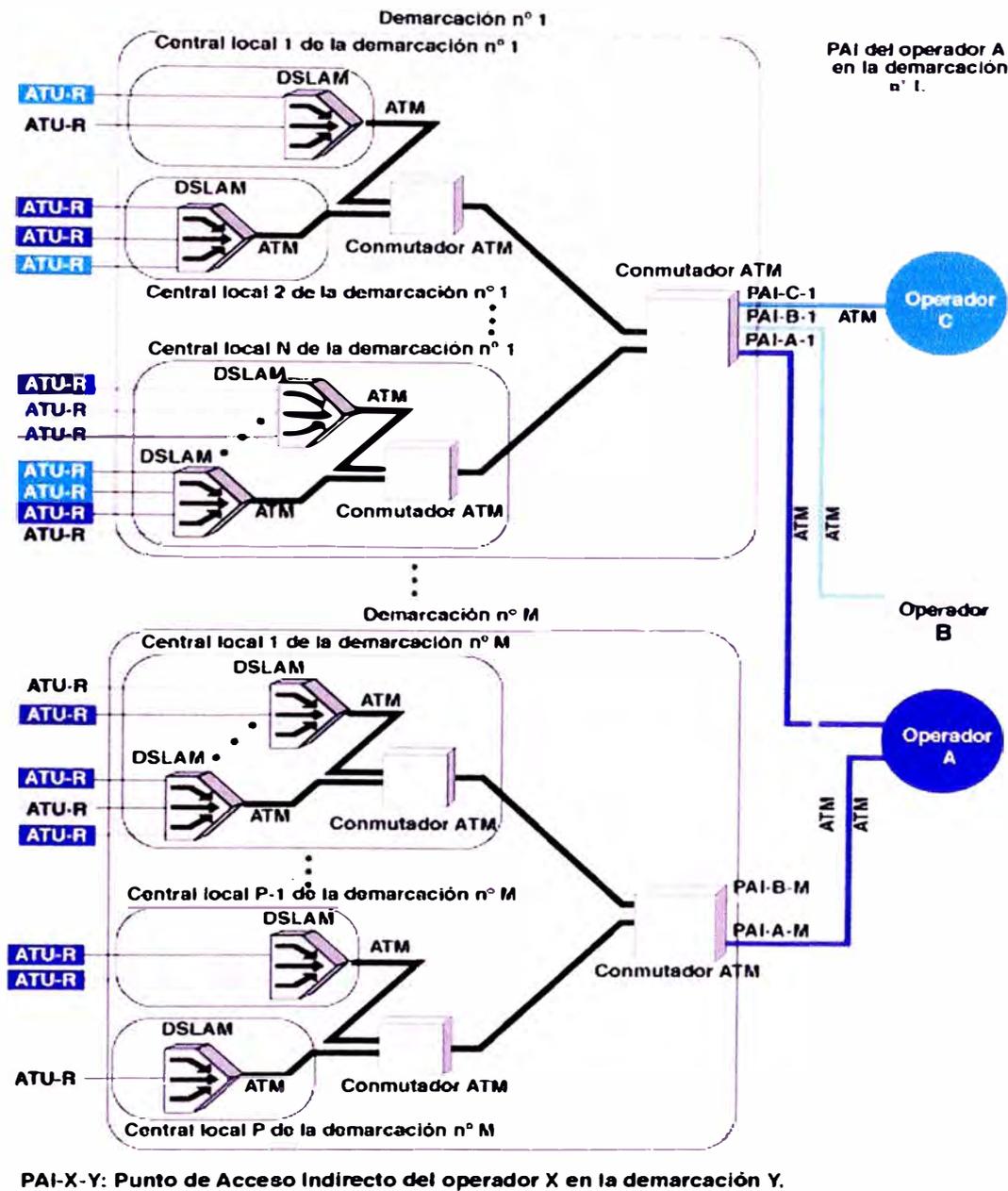


Figura 1: Descripción de GigaADSL

Una vez que un operador recibe la petición de una acceso ADSL por parte de un cliente, el operador trasladará la petición al Operador dueño del bucle. Ésta procederá a aprovisionar el servicio. Para ello:

Conectar el bucle de abonado del usuario que solicita el servicio a un módem ATU-C de un DSLAM instalado en su central local.

Instalará en el domicilio del usuario un "splitter". En la Figura 2: Instalación del "splitter" en casa del usuario se muestra dicha instalación.

Se define un CVP ATM entre el ATU-R del usuario y el PAI del operador en la demarcación en la que reside el usuario.

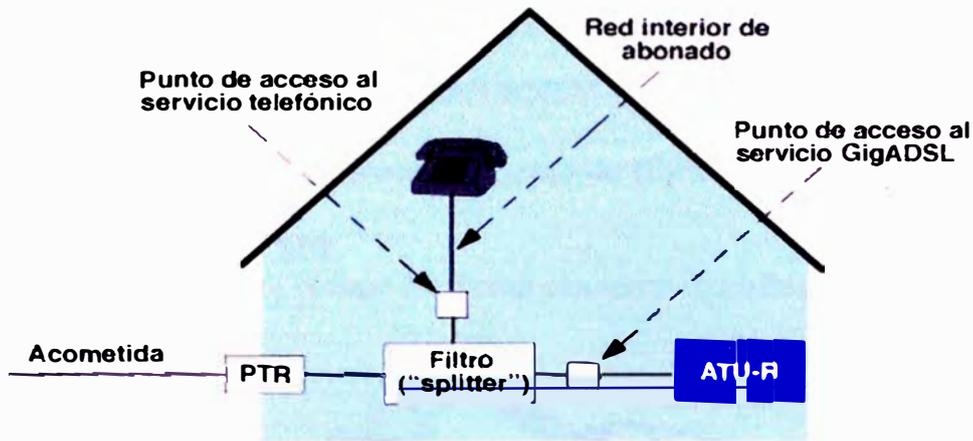


Figura 2: Instalación del "splitter" en casa del usuario

En el domicilio del usuario, El Operador dueño del bucle instala únicamente el "splitter". La instalación del ATU-R es responsabilidad del operador con el que el usuario haya contratado el acceso ADSL.

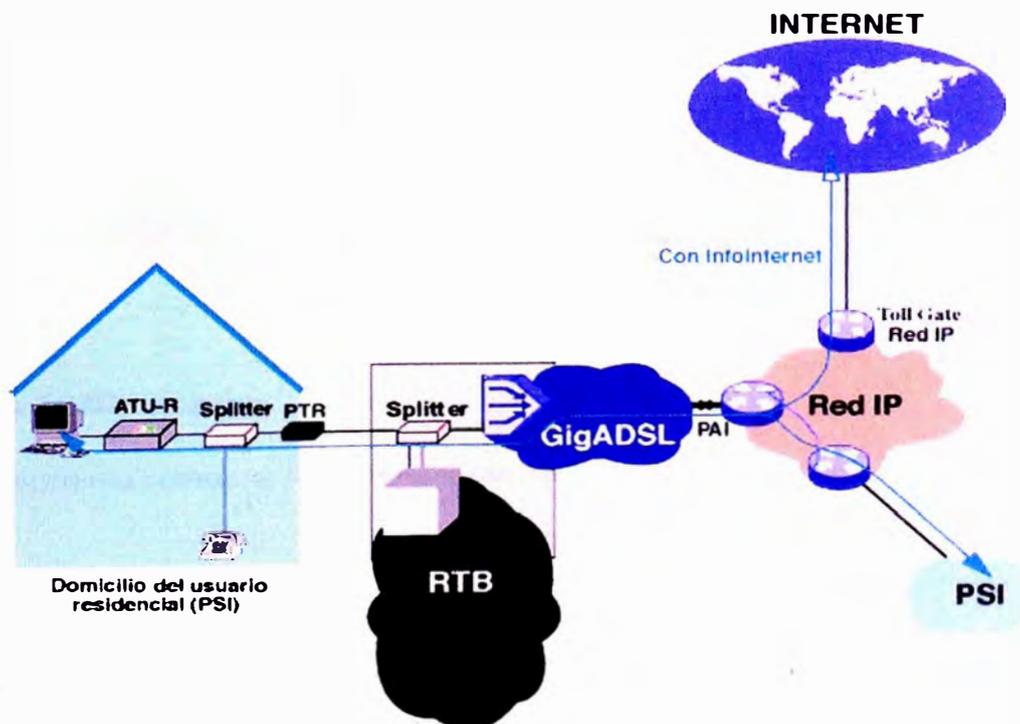


Figura 3: Enlace a Internet vía GigaADSL

Apéndice K

HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO FIBRA OPTICA

Las principales herramientas del mantenimiento de fibra óptica son:

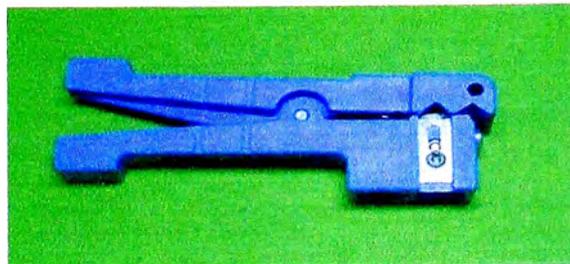
Tijera para cortar Kevlar MR

Herramienta económica para retirar en forma eficiente los hilos de Kevlar



Cortadora de tubos holgada

herramienta confiable capaz de cortar diferentes diámetros de tubo holgado sin dañar la fibra confinada dentro de él. US\$ 34.98 +IGV



Peladora de fibra óptica

Esta herramienta remueve recubrimientos de 250, 500 y 900 um.



Cortadora de FO de precisión

Para realizar cortes a la fibra óptica cuando se van a realizar empalmes, se requiere el uso de una cortadora de precisión de fibra óptica, las que tienen el sistema de 3 pasos aseguran precisión y rapidez

Esta herramienta debe permitir ejecutar consistentemente cortes en la fibra de menos de 2° respecto a la perpendicular al eje de la fibra óptica, lo cual permite que se obtengan empalmes de baja pérdida (< 0.05 dB).



Apéndice L

DATOS SOBRE CERTIFICACION ISO 9000

PRODUCCIÓN DE NORMAS TECNICAS EN EL 2004

*	Sectores según lo basado en la clasificación internacional para los estándares (ICS)	DIS/FDIS		ESTÁNDARES INTERNACIONALES			
		Nuevo	Total	Nuevo	No. de páginas	Total	No. de páginas
1	Generalidades, infraestructuras y ciencias	234	195	103	5 482	1 366	45 748
2	Salud, seguridad y ambiente	146	125	55	1 736	633	18 791
3	Tecnologías de la ingeniería	726	560	443	21 292	3 860	157 996
4	Electrónica, tecnología de información y telecomunicaciones	379	297	176	16 590	2 287	149 261
5	Transporte y distribución de mercancías	235	233	126	4 179	1 621	40 828
6	Agricultura y tecnología alimenticia	98	78	67	1 813	924	19 216
7	Tecnologías de los materiales	490	449	244	7 380	3 833	87 765
8	Construcción	72	67	26	850	299	8 799
9	Tecnologías especiales	17	26	7	205	118	2 920
	TOTAL	2 397	2 030	1 247	59 527	14 941	531 324

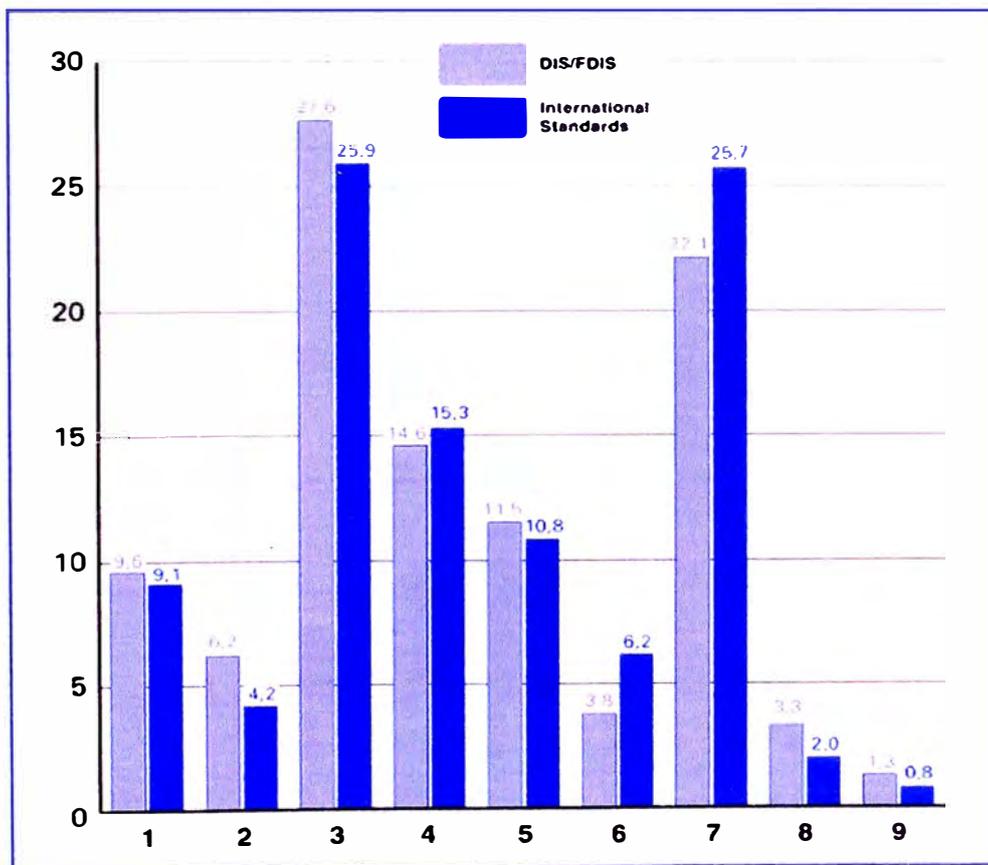
Nuevo: entre el de 1 de enero y 31 de diciembre 2004

Un bosquejo nuevo se puede colocar como DIS y FDIS en el mismo año

Total: en el 31 de diciembre de 2004

Los Proyectos de Normas Internacionales (FDIS) adoptados por los comités técnicos son enviados a los organismos miembros para votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por lo menos del 75% de los organismos miembros requeridos a votar.

La norma internacional ISO 9001, fue preparada por el comité técnico ISO/TC176, Gestión y Aseguramiento de la Calidad, Subcomité SC 2, Sistema de Calidad.



Proyectos de normas y normas emitidas por Rubros durante 2004

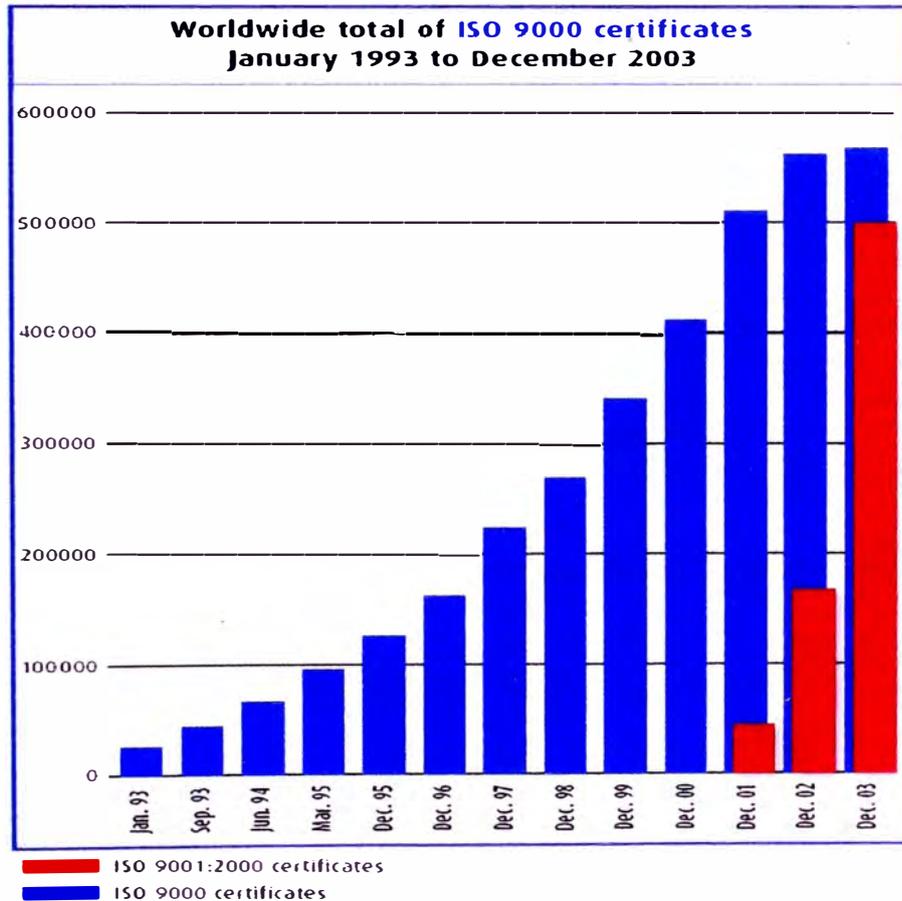
Se observa que los rubros en los cuales se han emitido mayor número de normas internacionales el 2004 son:

- Rubro 3: Tecnologías de la ingeniería
- Rubro 7: Tecnologías de los materiales
- Rubro 4: Electrónica, tecnología de información y telecomunicaciones
- Rubro 5: Transporte y distribución de mercancías

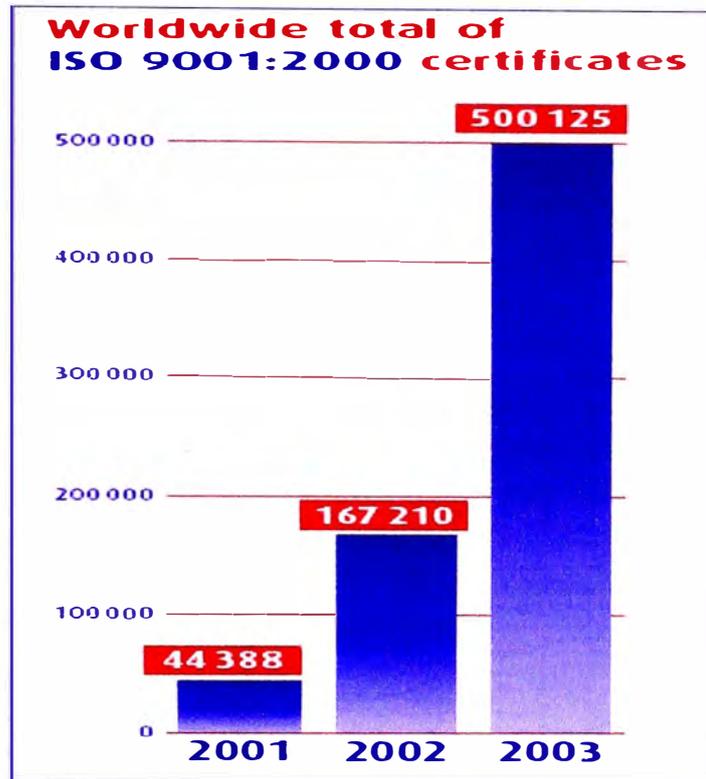
Certificaciones ISO 9000

En los últimos años se ha registrado un elevado crecimiento de la empresas que han obtenido la certificación ISO 90001:2000 a algunos de sus procesos.

Adjunto información de la página Web de ISO sobre el crecimiento de certificaciones en el año 2003.

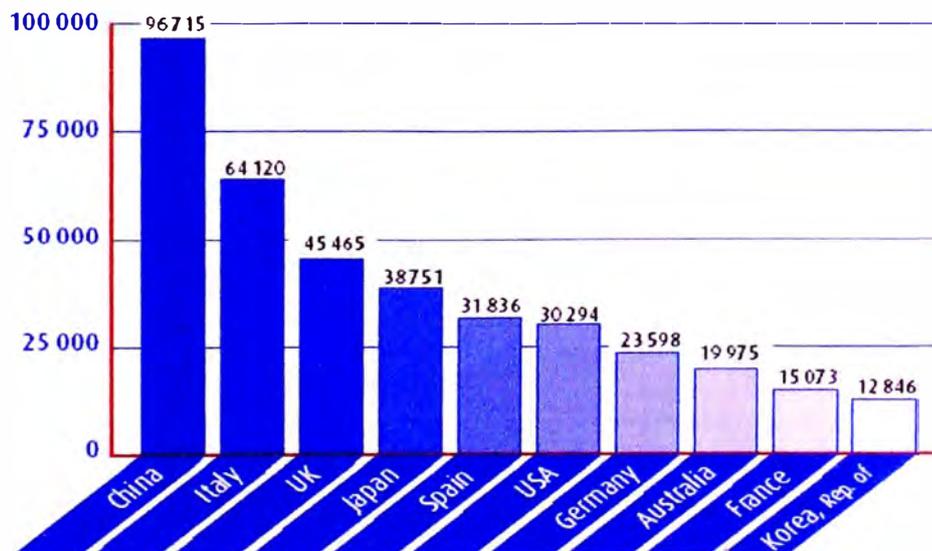


La Evolución del número de certificaciones ISO 9000:2000 por año se muestra en el siguiente gráfico.



Los países con mayor número de empresas certificadas a Diciembre del 2003 son:

Top ten countries for ISO 9001:2000 certificates



Apéndice M

LOGO DE EMPRESA	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	CODIGO Fecha de actualización:
-----------------	--	---------------------------------------

SERVICIO DE ENTREGA DE MATERIALES				EVALUACIÓN								ESPECIFICACIÓN		PARÁMETRO DE CONTROL		
				Plazos de Entrega de Total de Materiales solicitados								Demora en Atención de Materiales, posterior a Fecha de		Se mide por Tiempo de Cumplimentación de pedidos de Materiales		
PROVEEDOR	RESPONSABLE DEL CONTROL			FRECUENCIA				CRITERIOS DE ACEPTACIÓN				Tiempo de Atención	Puntuación por ítem	Rango	CALIFICACIÓN	
LOGISTICA	Areas de control			Mensual								De 01 a 07 días	100	96-100	A	
												De 08 a 16 Días	95	81-95	B	
												De 17 a 25 Días	80	71-80	C	
												> 25 Días	70	> = 70	D	
AÑO	AÑO 2004			AÑO 2005												
MES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Servicio A				99	98	96	98	99	97							
Servicio B				94	89	95	98	97	100							
TOTAL				193	187	191	196	197	197							
Puntuación	81.0	77.11	79.02	96.7	93.5	95.4	98.0	98.3	98.3							
Calificación	B	C	C	A	B	B	A	A	A							

ACCIONES A TOMAR	Calificación A: Se continua efectuando reuniones programadas con Logística. Calificación B: Se analiza la problemática y se generan acciones correctivas, seguimiento. Calificación C: Se eleva informe a Sub Gerencias para tratar tema en este nivel. Calificación D: Se eleva informe a nivel de Gerencia para tratar tema en este nivel.
Nombre y Firma del Responsable	

A : BUENO B: REGULAR C: MALO D: MUY MALO

LOGO DE EMPRESA	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	GORAC-STB - 061 Fecha de actualización: 08/07/05
-----------------	--	---

SERVICIO DE ENTREGA DE MATERIALES				EVALUACIÓN								ESPECIFICACIÓN		PARÁMETRO DE CONTROL		
				Plazos de Entrega de Total de Materiales de Vale								Demora en Atención Vale de Materiales, posterior a Fecha		Se mide por Tiempo de Cumplimentación de vales de Materiales		
PROVEEDOR	RESPONSABLE DEL CONTROL			FRECUENCIA				CRITERIOS DE ACEPTACIÓN				Tiempo de Atención	Puntuación por ítem	Rango	CALIFICACIÓN	
LOGISTICA	Areas de control			Mensual								De 01 a 07 días	100	96-100	A	
												De 08 a 16 Días	95	81-95	B	
												De 17 a 25 Días	80	71-80	C	
								> 25 Días	70	> = 70	D					
AÑO	AÑO 2004			AÑO 2005												
MES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Servicio A				99	98	96	98	99	97							
Servicio B				94	89	95	98	97	100							
TOTAL				193	187	191	196	197	197							
Puntuación	81.0	77.11	79.02	96.7	93.5	95.4	98.0	98.3	98.3							
Calificación	B	C	C	A	B	B	A	A	A							

ACCIONES A TOMAR	Calificación A: Se continua efectuando reuniones programadas con Logística. Calificación B: Se analiza la problemática y se generan acciones correctivas, seguimiento. Calificación C: Se eleva informe a Sub Gerencias para tratar tema en este nivel. Calificación D: Se eleva informe a nivel de Gerencia para tratar tema en este nivel.
Nombre y Firma del Responsable	

A : BUENO B: REGULAR C: MALO D: MUY MALO