

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Propuesta de diseño de un sistema de fibra óptica OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas pampa larga y sectionalizing en minera Yanacocha”

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas

Autores:

José Luis Mestanza Mendoza

Asesor: Ing. José Carlos Távora Carbajal

CAJAMARCA – PERÚ 2011

DEDICATORIA . .	1
AGRADECIMIENTO .	3
PRESENTACIÓN . .	5
RESÚMEN EJECUTIVO .	7
ABSTRACT .	9
INTRODUCCIÓN .	11
CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN . .	13
1.1. EL PROBLEMA . .	13
1.1.1. Realidad Problemática .	13
1.1.2. Formulación del problema .	14
1.2. HIPÓTESIS .	14
1.3. OBJETIVOS . .	14
1.3.1. Objetivo general . .	14
1.3.2. Objetivos específicos .	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .	15
2.1. INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA .	15
2.1.1. Empalmes . .	15
2.1.2. Conectores . .	16
2.1.3. Paneles de distribución de fibras ópticas . .	21
2.1.4. Caja de empalmes .	24
2.1.5. Terminación de un cable de fibra óptica . .	27
2.2. EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE CABLES PARA UNA RED ÓPTICA .	29
2.3. LA FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ABONADO .	30
2.4. ARQUITECTURA DE LAS REDES ÓPTICAS .	31
2.5. LOS CABLES ÓPTICOS . .	33
2.6. VLAN .	34

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA . .	37
3.1. METODÓLOGA TOP- DOWN . .	37
CAPÍTULO IV: DESARROLLO .	39
4.1. Fase I: .	39
4.1.1. Características de la Red Existente . .	39
4.2. Fase II: . .	49
4.2.1. Diseño de una topología de red . .	49
4.2.2. Diseño de Direccionamiento .	50
4.2.3. Seleccionar Protocolos de Conmutación .	51
4.2.4. Metrado de los Equipos a Instalar por Planta . .	51
4.3. Fase III: Diseño de la red física: .	54
4.3.1. Selección del medio físico a instalar . .	55
4.3.2. Seleccionar la infraestructura a instalar .	55
4.3.3. Diseño del sistema de fibra óptica OPGW .	71
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	75
5.1. CONCLUSIONES .	75
5.2. RECOMENDACIONES .	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .	77
ANEXOS .	79

DEDICATORIA

A la persona que en todo momento estuvo a mi lado;

Mi Madre; quien me inculcó la práctica de valores y que con su ejemplo, apoyo y comprensión me ayudó a la culminación de mi carrera profesional.

A mi abuelita Carmen por su cariño brindad.

A mis tíos por su afecto, quienes depositaron en mí, su confianza al logro de mi meta propuesta.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso por darme la oportunidad de vivir, por tener siempre su compañía.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Privada del Norte por contribuir en mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Carlos Távara Carbajal por brindarme sus sabias enseñanzas y orientarme en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos y a todas las personas que de alguna u otra manera están junto a mí apoyándome.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad a lo estipulado por el reglamento de grado y título de la Universidad privada del norte, presento a vuestra consideración mi tesis titulada:

“Propuesta de diseño de un sistema de fibra óptica OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas pampa larga y sectionalizing en minera Yanacocha”

Con la finalidad de obtener el Título de ingeniero de Sistemas y esperando que constituya una herramienta útil de consulta para quienes se interesen en este tipo de estudio.

Es mi deseo, señores miembros del jurado que este proyecto sirva para el desarrollo y la mejora de las empresas; así como base para las nuevas mentes en la concepción de nuevas ideas.

El proyecto de investigación fue desarrollado pensando como único fin facilitar la labor del usuario, realizando un análisis previo de la problemática existente y aplicando mis conocimientos, dedicación e investigación.

Espero que este proyecto haya dado cumplimiento y satisfacción a sus expectativas.

José Luis Mestanza Mendoza.

RESÚMEN EJECUTIVO

El presente proyecto está enfocado a diseñar un sistema de fibra óptica OPGW con la finalidad de reducir los costos de infraestructura y obtener una conectividad de red de alta velocidad entre las plantas Pampa Larga y Sectionalizing en Minera Yanacocha, en el cual se presenta una aplicación de la metodología TOP DOWN.

En el CAP. I PLAN DE LA INVESTIGACIÓN; se muestra la realidad problemática de la empresa Minera Yanacocha con respecto al objeto de estudio. Formula una situación problema con la finalidad de encontrar solución de la misma, así como determinar los objetivos estratégicos que permitan la solución de lo planteado.

En el CAP. II MARCO TEÓRICO; sitúa el problema en estudio dentro de un conjunto de conocimientos sólidos y confiables que permiten orientar la búsqueda y ofrecen una conceptualización adecuada de los términos que se van a utilizar.

En el CAP. III METODOLOGÍA; El sistema es diseñado con la metodología Top Down. Durante el diseño del proyecto se utilizan diferentes técnicas y modelos para representar al sistema existente, los nuevos requerimientos y una estructura para el nuevo sistema. Una parte se enfoca en entender el flujo de datos, tipos y procesos que acceden o cambian datos.

En el CAP. IV DESARROLLO; Se procede a la aplicación de la metodología existente.

En el CAP. V. y CAP. VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES; se trata de mostrar los resultados del estudio, así como las recomendaciones para la continuidad del proyecto.

ABSTRACT

This project aims to design an OPGW fiber optic system in order to reduce infrastructure costs and get network connectivity speed between plants and Sectionalizing Pampa Larga in Minera Yanacocha, which is an application of TOP DOWN methodology.

In the CAP. I RESEARCH PLAN; shows the problematic reality of Minera Yanacocha to the object of study. Formula a problem situation in order to find the same solution and determine the strategic objectives to enable the proposed solution.

In the CAP. II THEORETICAL, places the problem under study within a set of robust and reliable knowledge to help guide the search and offer an adequate conceptualization of the terms will be used.

In the CAP. METHODOLOGY III; The system is designed with the Top Down approach. In designing the project uses different techniques and models to represent the existing system, the new requirements and structure for the new Part focuses on understanding the flow of data types and processes to access or change data.

In the CAP. DEVELOPMENT IV, item is the application of existing methodology.

In the CAP. V. and CAP. VI Conclusions and recommendations about showing the results of the study and recommendations for the continuity of the project.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos quince años, los sistemas de comunicaciones han experimentado muchos cambios notables y dramáticos. Los sistemas de microondas terrestres han alcanzado su máxima capacidad, y los sistemas de satélite pueden proporcionar, cuando mucho, sólo un alivio temporal a la gran demanda siempre en aumento.

Es obvio que sean necesarios sistemas de comunicación económicos que puedan transmitir gran cantidad de información y proporcionar un servicio de alta calidad. Este nuevo tipo de sistema de comunicación pudiera ser el de las fibras ópticas, ya que poseen gran capacidad para transmitir información, sus costos resultan económicos y además, han sido probados experimentalmente demostrando que pueden ofrecer un servicio de alta calidad.

Los sistemas de fibra óptica representan una gran ventaja para las comunicaciones, ya que un cable estándar de 200 fibras es capaz de soportar 6.000.000 de conversaciones, mientras que un cable de cobre de tamaño similar sólo puede llevar 10.000 conversaciones. Debido a que los cables de fibra óptica no son conductores, éstos no se ven afectados por los cambios ambientales ni por corrientes eléctricas, además los mismos ofrecen mayor seguridad que los otros sistemas de comunicación.

En un cable de fibra óptica no se puede intervenir o interceptar información sin que el usuario se entere de esto, en cambio las señales de comunicación vía satélite o radio se pueden intervenir fácilmente para su decodificación, lo que hace que los cables de fibra sean de suma importancia en las grandes empresas, en operaciones militares y en toda la rama de la comunicación.

CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1. EL PROBLEMA

1.1.1. Realidad Problemática

Minera Yanacocha es la empresa que explota la mina de Yanacocha, la mina de oro más grande de Latinoamérica, se encuentra ubicada en la provincia y departamento Cajamarca a 800 kilómetros al noreste de la ciudad de Lima, Perú. Su zona de operaciones está a 45 kilómetros al norte del distrito de Cajamarca, entre los 3 500 y 4 100 m.s.n.m.

Yanacocha fue constituida legalmente en 1992 y está conformada por los siguientes accionistas: Newmont Mining Corporation (51.35%) con sede en Denver, EEUU; Cía. de Minas Buenaventura (43.65%), compañía peruana; y la International Financial Corporation (IFC) (5%). Con el inicio de las operaciones de Carachugo, Yanacocha produjo su primera barra de Doré, el 7 de agosto de 1993.

En la actualidad se está realizando el tendido eléctrico entre las plantas de Pampa Larga y Sectionalizing, a través de una línea de alta tensión de 21.2KV.

En la actualidad toda planta eléctrica necesita de conectividad de red de datos, ya

que hay diversos tipos de equipos eléctricos que censan variables que son enviados por red. Para esto se va a necesitar una conectividad de red punto a punto entre dichas plantas, que sea de alta velocidad, y que nos de confiabilidad de conectividad, para esto se propone instalar un sistema de fibra óptica OPGW que nos brinda las propiedades de red antes mencionadas y reducción de costos en la instalación e implementación por que se soporta sobre la infraestructura de torres de la línea de alta tensión entre dichas plantas eléctricas.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo se podría llevar conectividad de red de alta velocidad entre dos plantas Eléctricas a través de un tendido eléctrico de alta tensión para reducir los costos de infraestructura e instalación?

1.2. HIPÓTESIS

“Mediante el diseño del sistema de fibra óptica OPGW nos brindará la reducción de costos de infraestructura e instalación entre dos planta eléctricas y nos va a ofrecer un medio de transmisión de alta velocidad para la conectividad de red”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de Fibra Óptica OPGW para reducir los costos de infraestructura y obtener una conectividad de red de alta velocidad entre las plantas Pampa Larga y Sectionalizing en Minera Yanacocha utilizando la Metodología TOP DOWN.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el Sistema de Fibra Óptica OPGW.
- Diseñar la topología física y lógica de conectividad entre las Plantas.
- Realizar el metrado del Diseño del Sistema de Fibra Óptica OPGW.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Conocer los elementos pasivos básicos y la forma de su instalación de la planta externa óptica.

2.1.1. Empalmes

El empalme de fibra óptica es la técnica que se utiliza para unir permanentemente dos fibras ópticas en una conexión de bajas pérdidas.

Esta conexión se puede realizar usando uno de estos dos métodos:

- Empalme por fusión y
- Empalme mecánico.

Empalme por fusión: proporciona la conexión de pérdidas más bajas. Para realizar el empalme de la fibra esta técnica utiliza un dispositivo denominado *empalmadora de fusión*. La empalmadora de fusión permite alinear con precisión las dos fibras, generando un pequeño arco eléctrico para soldar las dos fibras.

Una buena máquina empalmadora de fusión proporcionará empalmes consistentes, con bajas pérdidas, generalmente menores que 0.1 dB para fibras monomodo o multimodo. Sin embargo, tales empalmadoras son bastante caras y voluminosas y pueden ser difíciles de manejar. Para una operación correcta se requiere generalmente que el fabricante imparta un curso de entrenamiento sobre empalmes.

Empalme mecánico: es una técnica alternativa de empalmado que no requiere una máquina empalmadora sofisticada. Utiliza un pequeño “mango” de empalme mecánico, aproximadamente de 6 cm. de largo y de 1 cm. de diámetro que une permanentemente las dos fibras ópticas.

Un empalme mecánico es un conector de fibra pequeño que alinea dos fibras desnudas de manera precisa y que las asegura mecánicamente. Para amarrar permanentemente la unión se utilizan cubiertas con resorte (snap), cubiertas adhesivas o ambas. Hay disponibles empalmes mecánicos para fibras monomodo o multimodo, pero con mayores pérdidas por empalme que las del empalme por fusión (generalmente menores que 0.5 dB) son pequeños y fáciles de usar y convenientes para reparaciones rápidas o instalaciones permanentes. Se encuentran disponibles en versiones o tipos permanente y reentrante. Las pérdidas de conexión de los empalmes mecánicos son mayores que las de los empalmes por fusión y están en el rango comprendido entre 0.1 y 0.8 dB.

2.1.2. Conectores

Los conectores ópticos constituyen uno de los elementos más importantes de los sistemas de comunicaciones ópticas.

Se define el conector óptico como aquel dispositivo removible, el cual permite fácil, rápido y manual acoplamiento y desacoplamiento entre fibras, fibra y fuente, y entre fibra y detector. Es diseñado para ser

Conectado y desconectado muchas veces.

Los conectores por lo general son necesarios para conectar las fibras a las fuentes (en los transmisores ópticos) y a los detectores (en los receptores ópticos). Estos deben asegurar la máxima transferencia de potencia óptica.

Mientras que las técnicas de conexión de conductores de cobre son realmente sencillas y no muy caras; las de fibra requieren de una propuesta diferente, con equipos y herramientas especiales. Los conductores de cobre son unidos directamente por medio de soldaduras o por el uso de conectores que son enganchados o soldados a los conductores.

La conexión de fibras ópticas exige un alineamiento preciso de sus núcleos, de modo que la mayor cantidad de luz sea acoplada de una fibra a otra.

A. Conectores de Férula única

Estos están formados por unidades “macho” que se interconectan por medio de una “hembra” común a ambos o adaptador óptico.

Constructivamente constan de una pieza central o cánula, que en lo sucesivo denominaremos férula, que aloja en su interior la fibra óptica desnuda.

Realiza una doble función pues la parte interna de la férula retiene mecánicamente la fibra óptica y la parte exterior de la férula guía a la fibra óptica cuando se inserta el conector en la hembra común de acoplamiento o acoplador óptico.

La parte exterior del conector o cuerpo del mismo es una carcasa metálica que realiza la función de inmovilizar mecánicamente al conector en el acoplador óptico. Los materiales que habitualmente se emplean para construir las férulas de los conectores ópticos son:

Aluminio, acero inoxidable, acero inoxidable niquelado, circonio y materiales cerámicos.

Los materiales que habitualmente se emplean para construir las carcasas de los conectores ópticos son: Acero inoxidable, acero inoxidable niquelado, plástico y polímeros.

Existen en el mercado conectores muy populares como son el FC, SC, ST, D4, DIN, E2000, etc., los cuales presentan diferentes formas, tamaños y mecanismos de interconexión, pero lo que tienen en común es la férula (Figura 1).

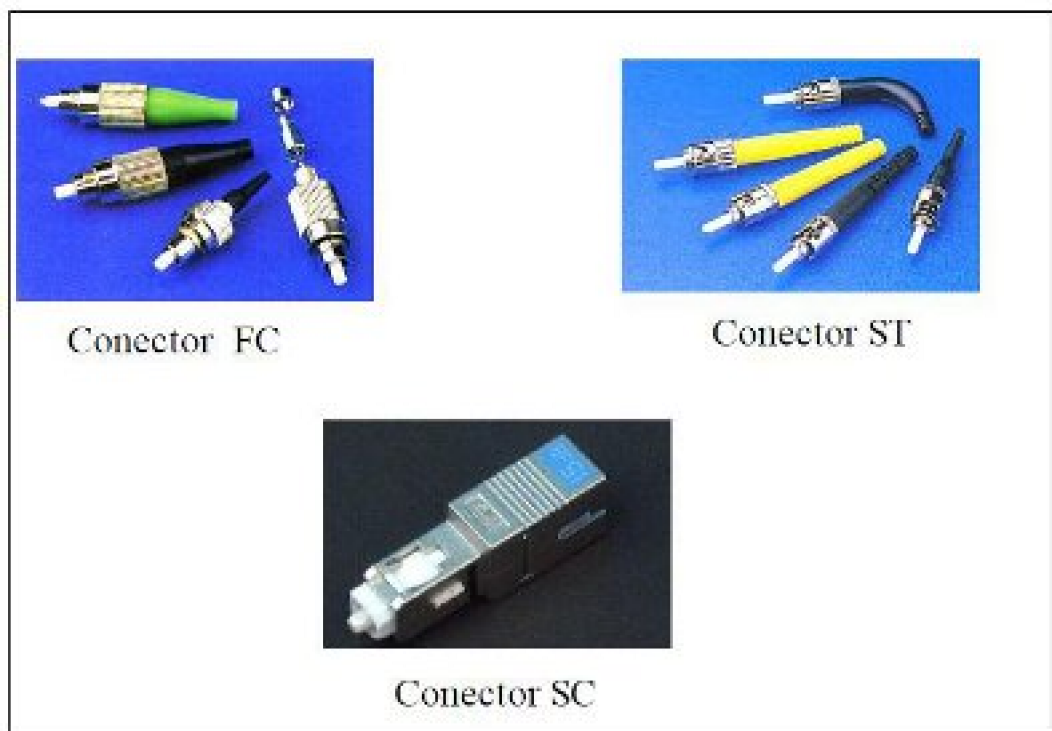


Figura 1: Tipos de conectores comerciales



Conector FC



Conector ST



Conector SC

Fuente: <http://humano.ya.com/aragonexiste/indice.html>

La férula en algunos conectores puede ser pulida para asegurar un acabado suave de la fibra. También sirve para minimizar las pérdidas y reflexiones del conector dependiendo de la forma y del ángulo. La calidad de los conectores también depende del parámetro de Reflectancia ($R=10\log Pr/Pi$), que expresa la cantidad de luz que regresa a la fuente; en relación a este parámetro se tienen en el mercado diferentes tipos de conectores, tales como: Planos, PhysicalContact (PC), Súper PC (SPC), Ultra PC (UPC) y Angled PC (APC)

- Plano

La cara de la férula es perfectamente plana. De todos los conectores ópticos es el que tiene peor reflectancia.

- PC (Physical Contact)

Fue desarrollado para eliminar las pérdidas en el conector causadas por la brecha entre dos finales de fibra. La conexión fue optimizada haciendo una pequeña curvatura al final de la férula en contraste con la anterior forma plana de la cara de la férula.

Este principio es aplicado a cualquier tipo de conector: FC, SC, ST, etc, y da como resultado valores de pérdida de inserción típicos de 0.3 dB y valores promedios de Reflectancia (llamada también Pérdidas de retorno) de -40 dB en fibras monomodo, dependiendo si es PC, SPC ó UPC.

APC (Angled Physical Contact)

Es el tipo de conector que presenta mejores prestaciones ópticas. Presenta caras de férula con ángulos de 8° y 9° que podrían ser planas o convexas. Este método elimina casi toda reflexión al final del conector, y proporciona una reflectancia de - 60 dB aproximadamente.[10]

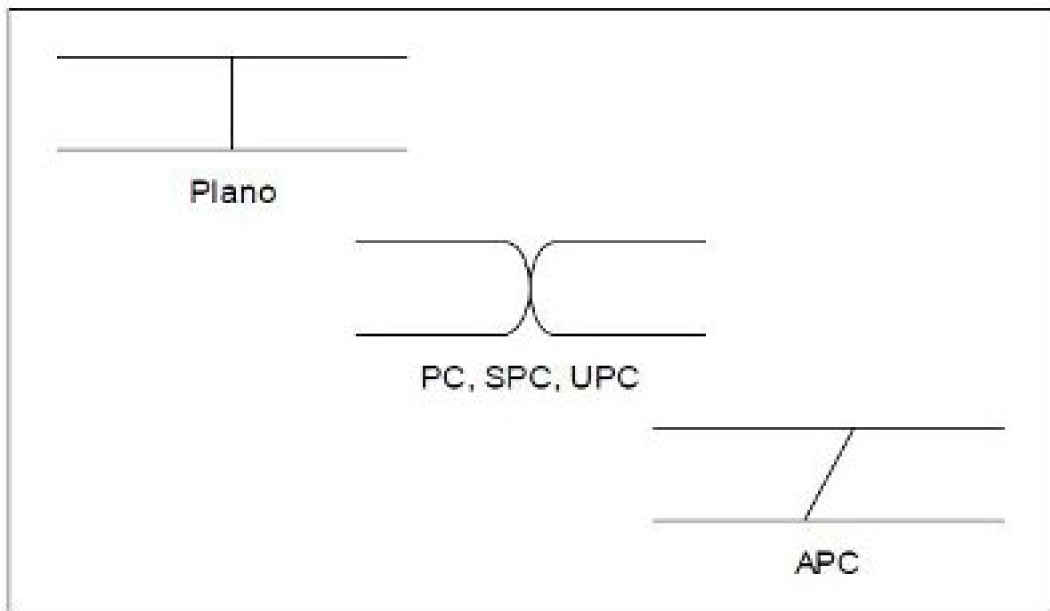


Figura 2: Tipos de pulido de conectores de férula única

Fuente: Propia

B. Conectividad

Debido al ángulo especial usado en los conectores APC, no son compatibles con PC, SPC o UPC. Una conexión entre el conector APC y otro tipo de conector debe ser descartada, ya que resultaría en una alta pérdida de inserción y de retorno que la especificada para cada conector.

Los conectores PC, SPC y UPC son todos compatibles, cualquier conexión entre ellos generará una pérdida de inserción típica de 0.3 dB.

Las pérdidas por retorno (Reflectancia) son más difíciles de predecir cuándo se interconectan diferentes tipos de conectores, pero generalmente caen entre las especificaciones de pérdidas por retorno individuales para cada tipo. Por ejemplo, una conexión entre FC/SPC y FC/UPC debe dar una pérdida por inserción de 0.3 dB y una

pérdida por retorno de alrededor de -55 dB.

Así, los equipos de prueba con conectores UPC son capaces de medir pérdidas en el sistema con conectores PC, SPC y UPC sin deteriorar la performance de tal sistema. Por otro lado, equipos de prueba con conectores PC no son capaces de medir sistemas con SPC y UPC porque la pérdida por retorno en el conector del propio equipo puede ser mucho mayor que las pérdidas por retorno del sistema mismo.

C. Terminación de una Fibra óptica

Existen dos técnicas diferentes para terminar una fibra óptica.

Ambas son comunes en toda la industria. La técnica del conector instalable “in situ” es el proceso de terminar directamente una fibra óptica con un conector. Son conectores especialmente diseñados que se instalan directamente en la fibra del cable. La técnica del pigtail utiliza para terminar la fibra, un latiguillo de fibra óptica ensamblado en fábrica ó en laboratorio. Ambas técnicas tienen sus ventajas y aplicaciones.

D. Conector instalable en campo (in situ)

La técnica del conector instalable en campo permite la terminación directa de las fibras ópticas utilizando conectores especialmente diseñados para este propósito. El procedimiento de instalación implica el fijado del conector en la fibra óptica del cable con epoxy y luego el pulido del extremo del conector para proporcionar una conexión de bajas pérdidas. El producto final es un cable con conectores directamente instalados en las fibras ópticas. La ventaja de esta técnica es que no se requieren empalmes para la terminación. Se elimina el coste del empalme y de la bandeja de empalmes. Los conectores son también más baratos que los pigtails, pero su instalación lleva mucho tiempo, incrementando por lo tanto el coste del trabajo. Para una instalación que usa cable de estructura ajustada con un bajo número de fibras, esta técnica puede resultar atractiva.

La desventaja de esta técnica es que lleva mucho tiempo y que no es popular para la terminación de fibras monomodo. Se requiere el curado del pegamento del conector y un meticuloso pulido de la fibra. Para las fibras multimodo, la calidad resultante de la conexión es generalmente buena. La calidad de la conexión depende considerablemente de la técnica utilizada por el instalador. Debido al tamaño tan pequeño del núcleo de las fibras monomodo (10 micras) es difícil lograr in situ un buen pulido del extremo de la fibra. En su lugar se usan frecuentemente pigtails preparados en fábrica.

Los conectores se pueden instalar tanto en un cable de fibra óptica ajustada como holgada. Sin embargo, se debe tener un cuidado extremo al terminar con conectores un cable de estructura holgada.

Las fibras ópticas de un cable de estructura holgada no están protegidas por una cubierta y se pueden romper fácilmente si no se manejan con cuidado. Se puede introducir un manguito protector en cada fibra de tubo holgado para suministrar soporte y protección adicional.

E. Conector tipo Pigtail

La técnica de terminación con pigtail implica el empalme de un latiguillo ensamblado

en fábrica con una fibra óptica. Esto asegura la instalación de calidad del conector, con bajas pérdidas de potencia y bajas pérdidas de retorno en la conexión. Debido al empalme requerido las pérdidas por empalme deberían ser computadas en el dimensionamiento del enlace. Se utilizan frecuentemente una bandeja de empalmes y una caja de empalmes para alojar el empalme y el conector. Los conectores hechos en fábrica proporcionan las pérdidas ópticas más bajas posibles, la mayor seguridad y las menores pérdidas por retorno tanto para fibras monomodo como multimodo.

El pigtail puede tener cualquier longitud, permitiendo la mejor disposición de la fibra óptica en los armarios del equipamiento. Este es el camino más fácil para terminar un cable de fibra óptica y puede ahorrarnos mucho tiempo en terminaciones de cables con un gran número de fibras. Este método es popular para fibras monomodo y para terminaciones de cables de estructura holgada (Ver figura 3).

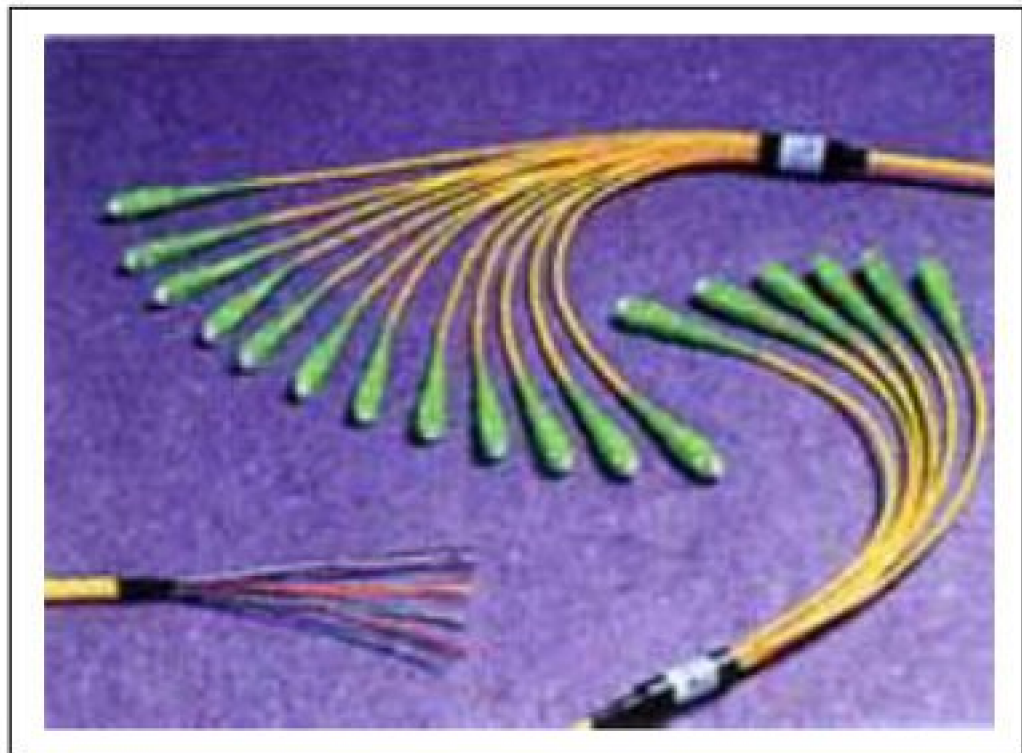


Figura 3: Pigtails

Fuente: <http://www.euroclust.biz/catalog/cable-assembly/cable-pigtails.aspx?c=a>

Las desventajas de este método son el alto coste de un pigtail si se compara con un conector instalable en campo, la necesidad de hacer un empalme en la fibra y el requerimiento de usar una bandeja de empalmes y un panel de conexión o una caja de empalmes. [11]

2.1.3. Paneles de distribución de fibras ópticas

Un panel de conexión de fibra óptica termina el cable de fibra óptica y permite que el cable sea conectado al equipamiento mediante cordones de conexión de fibra óptica.

Suministra un punto de acceso al equipamiento y a la planta de cable de fibra. Las fibras individuales pueden interconectarse, probarse o intercambiarse rápidamente entre el equipamiento óptico. Los paneles de conexión permiten también un etiquetado fácil de las fibras y proporcionan un punto de demarcación del enlace (Figura 2.4).

El panel de conexión se diseña con dos compartimentos: uno contiene los receptáculos de cabecera o adaptadores y el segundo se usa para la bandeja de empalmes y el almacenamiento del exceso de fibra. Las bandejas de administración de los cordones de conexión son opcionales para algunos paneles de conexión y hacen posible el almacenamiento ordenado de longitudes excesivas de cordones de conexión. Los paneles de conexión se encuentran disponibles en versión de montaje en pared o montaje en rack y se sitúan frecuentemente cerca del equipo terminal (dentro del alcance del cordón de conexión).



Figura 4: Panel de distribución



Fuente: http://www.area-europa.net/fibra_optica/fibra_optica.html

Si se montan en un rack se debería considerar la localización vertical. Se debería dejar el suficiente espacio por encima y por debajo del panel para que los cables de fibra óptica entren en la caja. Puede que el montaje del equipamiento en esta área no sea posible debido a los cables. A la hora de terminar el cable en los puntos de conexión, debería tenerse siempre en cuenta el mínimo radio de curvatura del cable.

El panel de cabecera o frontal del panel de conexión contiene el adaptador (también conocido como receptáculo). El adaptador permite el conector del cable aparearse con el conector apropiado del cordón de conexión.

Proporciona una conexión de bajas pérdidas después de muchas conexiones.

El cable de fibra óptica en un panel de conexión se puede acabar mediante las técnicas de terminación de fibras con pigtails o con conectores instalables. La técnica de terminación con pigtail requiere hacer un empalme y usar una bandeja de empalmes. Sin embargo, esta técnica proporciona mejor conexión y generalmente es más rápida de completar.

La técnica del conector instalable lleva más tiempo pero no requiere empalme ni bandeja, por lo que reduce el coste del material. Esta técnica es de uso frecuente en cables con protección ajustada. Antes de hacer cualquier conexión de un cable de fibra asegúrese de que todos los conectores y receptáculos están limpios. Las conexiones deberán ser ajustadas únicamente con los dedos. Durante la conexión nunca debe rotarse la fibra.

2.1.4. Caja de empalmes

Las cajas de empalme se utilizan para proteger del entorno tanto el cable de fibra óptica pelado como los empalmes. Hay cajas para montajes interiores y exteriores. La del tipo exterior debería ser a prueba de intemperie y con un sellado impermeable. La figura 5, muestra una caja de empalme. [10]

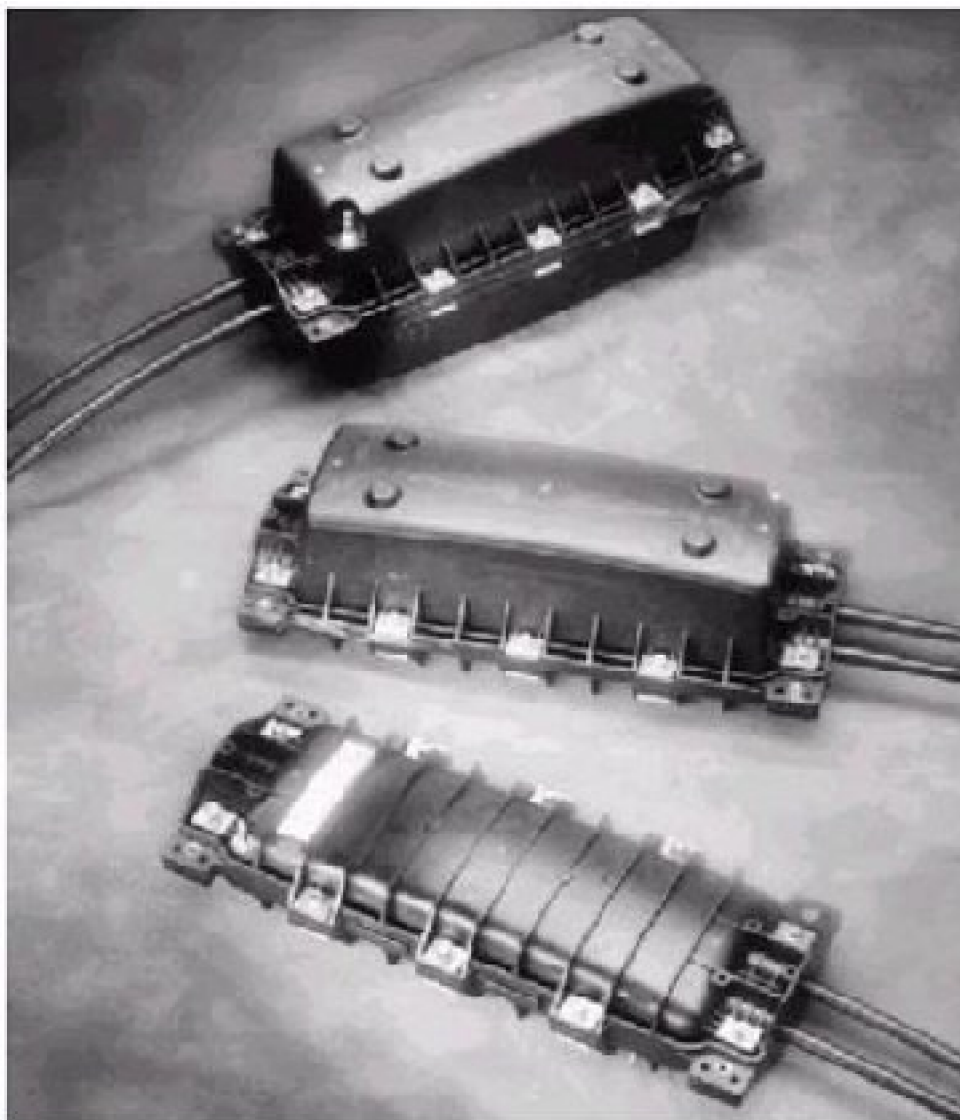


Figura 5: Caja de empalmes

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/caja-de-empalme-para-fibra-optica-2/>

El cable de fibra óptica se mantiene sujeto mediante abrazaderas y el miembro de refuerzo se amarra fuertemente al soporte de la caja. Los miembros de refuerzo metálicos se llevan a tierra.

La envoltura de la fibra óptica se detiene en las abrazaderas de la caja de empalmes. Los tubos de fibra óptica, las fibras individuales con protección gruesa o los pigtaills se

fijan por medio de las palomillas y continúan hasta las bandejas de empalme. Las fibras ópticas individuales no deberían estar expuestas. Hoy en día los empalmes están contenidos en bandejas de empalme.

A. Bandejas de Empalme

Las bandejas de empalme se usan para proteger y mantener los empalmes individuales tanto mecánicos como por fusión. Hay bandejas disponibles para muchos tipos de empalmes, incluyendo varios empalmes mecánicos con marca registrada, empalmes por fusión desnudos, empalmes por fusión con funda termocontraíble, etc. La bandeja de empalme debería adaptarse al tipo de empalme realizado.

Por ejemplo, una bandeja de empalme diseñada para alojar un empalme mecánico no debería albergar un empalme por fusión desnudo.

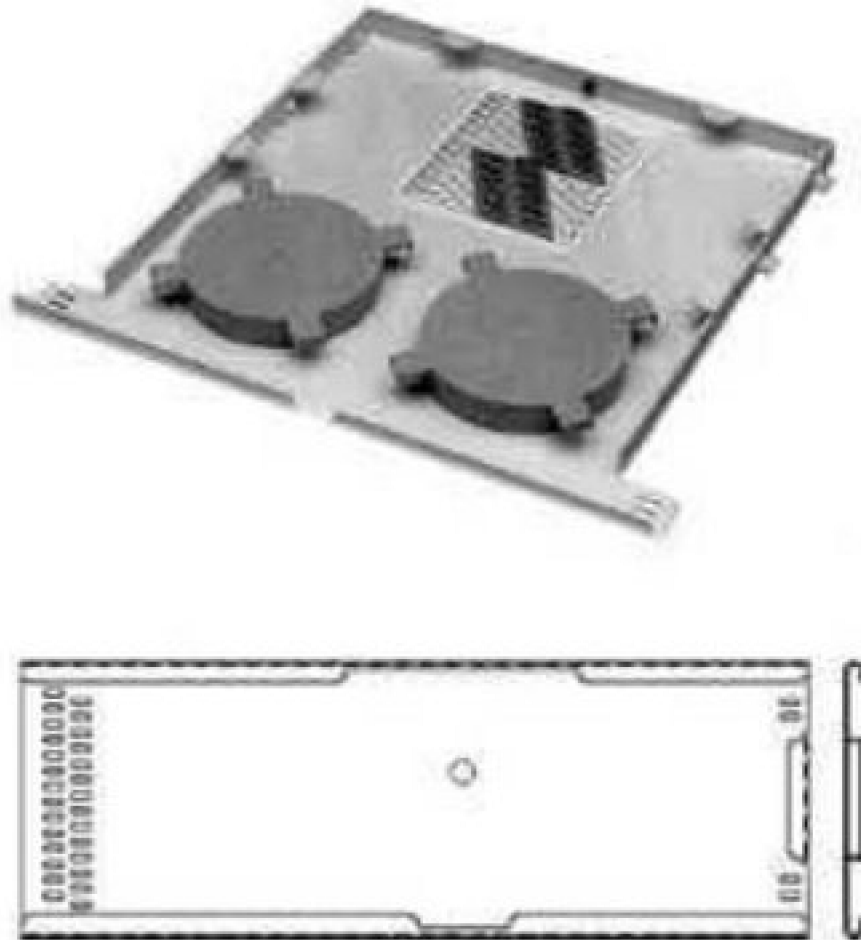


Figura 6: Bandeja de empalme

Fuente: <http://www.fibraopticahoy.com/caja-de-empalme-para-fibra-optica-2/>

Las bandejas del empalme pueden ser sensibles a la longitud de onda óptica. Una bandeja de empalme diseñada para 810 nm puede causar una atenuación adicional a una longitud de onda de 1550 nm. Debería especificarse siempre la longitud de onda

óptica de operación a la hora de comprar las bandejas.

Las bandejas e empalme normalmente dan cabida hasta doce empalmes y un gran número de ellos se usan juntos para empalmar un cable largo de fibra. Todas las fibras de la bandeja terminan en el tubo de protección del cable. Si es necesario desviar algunas fibras a una bandeja diferente deberían usarse divisores de tubos adecuados. No deberían exponerse las fibras sin protección fuera de la bandeja de empalmes. Cuando se monte el empalme en la bandeja se deberá trabajar con cuidado. El radio de curvatura de las fibras individuales se deberá mantener tan grande como fuera posible (mayor que el mínimo radio de curvatura del cable). La figura 7, muestra la vista interior de una caja de empalme.

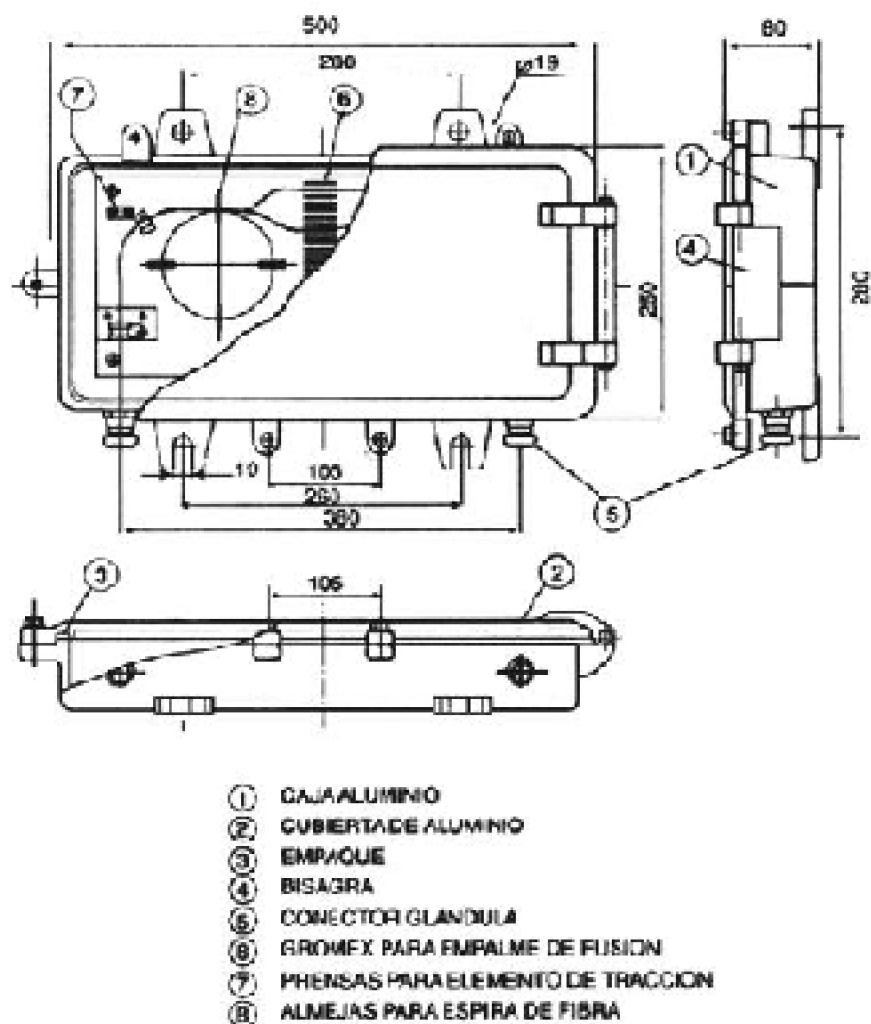


Figura 7: Vista interior de una caja de empalme

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/caja-de-empalme-para-fibra-optica-2/>

2.1.5. Terminación de un cable de fibra óptica

Un cable de fibra óptica puede ser terminado en diferentes configuraciones.

A. Terminación sin caja

La terminación de un cable de fibra óptica sin una caja es el tipo de terminación más simple y menos costosa. Se utiliza principalmente para la terminación de cables de estructura ajustada en interiores con un bajo número de fibra (normalmente menor que seis). Este tipo de cable es ligero y flexible y se puede extender directamente hasta el equipo óptico terminal. Cada fibra del cable se termina directamente con un conector instalable en campo.

El extremo del cable de fibra óptica se prepara pelando aproximadamente un metro (3 pies) de la cubierta o protección del cable y de otras capas protectoras, para exponer las fibras individuales con protección. Se puede hacer deslizar en manguito en cada fibra con protección para proporcionar soporte y protección adicional.

Entonces se terminan las fibras usando la técnica de conector instalable. Finalmente se añade al extremo del cable un manguito protector de bifurcación para descargar de tensión a las fibras.

Se puede utilizar la técnica de terminación del cable para cables de estructura holgada de bajo número de fibras. Sin embargo, deberían usarse los kits apropiados de terminación en abanico (disponibles por la mayoría de proveedores de fibra). Las fibras del cable de estructura holgada están desnudas, con poco soporte y se pueden dañar o romper fácilmente. El kit en abanico incluye manguitos que se pueden poner a las fibras individuales para proporcionar protección y soporte.

También incluye una unidad de bifurcación que proporciona una terminación adecuada del cable y del tubo holgado. Para la terminación del tubo holgado, y cuando sea posible, deberá utilizarse la bandeja y caja de empalmes, especialmente para los pesados cables exteriores.

La aplicación de esta técnica incluye los enlaces de vídeo o redes RAL con bajo número de fibras.

B. Terminación en una caja de empalmes

La terminación en una caja de empalmes permite la terminación de cables de estructura holgada o ajustada usando la técnica de terminación con pigtail. Se puede usar para cables de interiores o exteriores con un número elevado de fibras. Los pigtail hechos en fábrica tienen cubiertas protectoras que les permite recorrer las cabinas o armarios (racks) y conectarse al equipamiento óptico. La terminación en una caja de empalmes supone una técnica de terminación efectiva del cable del cable, que utiliza menos componentes que la terminación en paneles de conexiones (no se requieren cordones de conexión) y elimina pérdidas por conexión. Sin embargo no es tan versátil con la terminación en un panel de conexiones.

C. Terminación en paneles de conexiones

La terminación del cable en un panel de conexiones es la configuración más versátil. Proporciona una conexión e identificación rápida y fácil de la fibra y permite la conexión con un cordón de conexión o la conexión cruzada entre el equipamiento y otros cables de fibras.

El cable de fibra óptica se puede terminar usando la técnica del pigtail o la del conector instalable. Las fibras ópticas se empalman a los pigtails, que a su vez se conectan a los adaptadores de la cabecera del panel de conexiones. Un cable de fibra óptica puede tener estructura holgada o ajustada con fibras monomodo o multimodo.

Para los conectores instalables en campo, las fibras ópticas del cable se terminan "in situ" y luego se conectan a los adaptadores del frontal del panel de conexiones. No se requieren empalmes. Estas técnicas funcionan mejor con una fibra multimodo de protección ajustada.

La instalación precisa en campo de conectores para una fibra monomodo puede no ser factible. Se puede utilizar también un cable de estructura holgada en esta configuración; sin embargo, deberían protegerse las fibras desnudas con manguitos de fibra deslizantes y deberían disponerse en abanico en una bandeja de empalmes.

La siguiente tabla da una guía del tipo de cubierta o protección de fibra óptica que se puede utilizar para varias aplicaciones. [13]

	Bandeja de empalmes	Caja o panel de conexiones	Cabina rack o conducto	Interiores	Exteriores
Fibra desnuda	*				
Fibra con protección primaria o con manguito	*	*			
Cordón de conexión o pigtail		*	*		
Cable ignífugo			*	*	
Cable de exteriores					*

Tabla 1: Guía del tipo de cubierta o protección de fibra óptica

	Bandeja de empalmes	Caja o panel de conexiones	Cabina rack o conducto	Interiores	Exteriores
Fibra desnuda	*				
Fibra con protección primaria o con manguito	*	*			
Cordón de conexión o pigtail		*	*		
Cable ignifugo			*	*	
Cable de exteriores					*

Fuente: Propia

2.2. EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE CABLES PARA UNA RED ÓPTICA

Estamos viviendo un creciente interés de las empresas de Telecomunicaciones en utilizar el cable óptico en las redes de abonado. Este factor advierte las inherentes ventajas de las fibras en los sistemas ópticos en relación al medio físico basado en pares metálicos, principalmente cuando deseando una digitalización de la transmisión y el fortalecimiento de nuevos servicios de banda ancha.

La utilización de fibras ópticas en las redes de abonado, denominadas internacionalmente FITL (Fiber In The Loop), está motivando sustancialmente que los

proveedores de los diversos componentes, pasivos y activos, de este sistema, por la simple razón de consistir en una tendencia inequívoca en un gran mercado potencial.

Internacionalmente, la utilización de fibra óptica en la red de abonado ya se remonta a algunos años, con diversos experimentos de campo realizados y con aplicaciones efectivamente consolidadas en la operación. Los puntos clave que van orientando estos desenvolvimientos y aplicaciones, en busca de un costo competitivo con las tecnologías existentes, basadas en los pares metálicos, ven con una confiabilidad y habilidad de atender futuros servicios de banda ancha.

Entretanto, lo que se puede observar es una diversidad de soluciones adoptadas, con características y tecnologías particulares, motivadas por la situación vigente (topología de redes, mercado, regulación, economía, etc.) no existiendo aun un consenso entre operadoras y entre países sobre una mejor arquitectura y componentes para estas redes de acceso.

2.3. LA FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ABONADO

A. Servicios e Integración de Redes.

Un objetivo de la red de distribución es permitir a los usuarios residenciales un pequeño negocio (comercial e industrial), con acceso a los diversos servicios prestados por las empresas de TELECOM Y CATV. Estos servicios son básicamente:

- Telefonía básica.
- Comunicación de datos.
- Vídeo teléfono.
- Televisión difusiva por cable (CATV).
- Televisión Interactiva:
- Vídeo sobre Demanda
- Nuevo vídeo sobre demanda
- Home Shopping
- Teleducación.
- Email para el futuro.
- Juegos Interactivos.
- Monitoreo remoto de energía y seguridad.
- TV de alta definición (HDTV).
- Etc.

Debe ser salientes a los sistemas FITL son diferentes de los sistemas de alta capacidad punto a punto para atención de grandes usuarios.

Estos casos son requeridos, básicamente, datos con elevadas tasas de transmisión, vídeo telefonía y vídeo conferencia.

Este análisis muestra que salvo recientes iniciativas de algunas empresas, algo normal es la existencia de distintos caminos para los servicios de TELECOM y CATV, la utilización de fibra óptica solamente en las redes primarias en la transmisión de CATV solamente de tipo analógico. Como evolución futura, estas redes tienden a:

- Redes de Banda Ancha.
- Red realizada completamente en Fibra Óptica.
- Transmisión de señales analógicas y digitales.[8]

2.4. ARQUITECTURA DE LAS REDES ÓPTICAS

Independientemente del tipo de topología en la arquitectura utilizada para las redes ópticas de abonado (ROA), es posible una adecuación de distintas configuraciones.

Estas configuraciones están relacionadas al tipo de usuario y al tipo del medio físico que llegara a este mismo.

FTTC (Fiber-to-the-curb).-Nuestra configuración, la fibra óptica llega a un punto próximo al usuario, donde ocurre una conversión electro-óptica de la señal y una distribución a través de cables metálicos (pares simétricos o coaxiales).

FFTO (Fier-to-the-Office).-Este caso de fibra llega hasta los grandes usuarios no residenciales o concentración de grandes clientes.

FTTH (Fiber-to-the-Home).- Esta configuración, la fibra óptica llega las instalaciones del usuario, donde están localizados los conversores electro-ópticos.

Esta configuración está siendo fuertemente impulsada en Europa y Japón. Existen diferentes tipos de topología posibles para las redes ópticas de abonado, conforme se ven en la figura 8, y son:

- Punto a punto o estrella.
- Doble estrella pasiva.
- Doble estrella activa.
- Anillo estrella pasivo.
- Anillo estrella activo.

La topología más adecuadas y serán adoptadas por la STB son la doble estrella activa y pasiva, y un anillo estrella activo. [09]

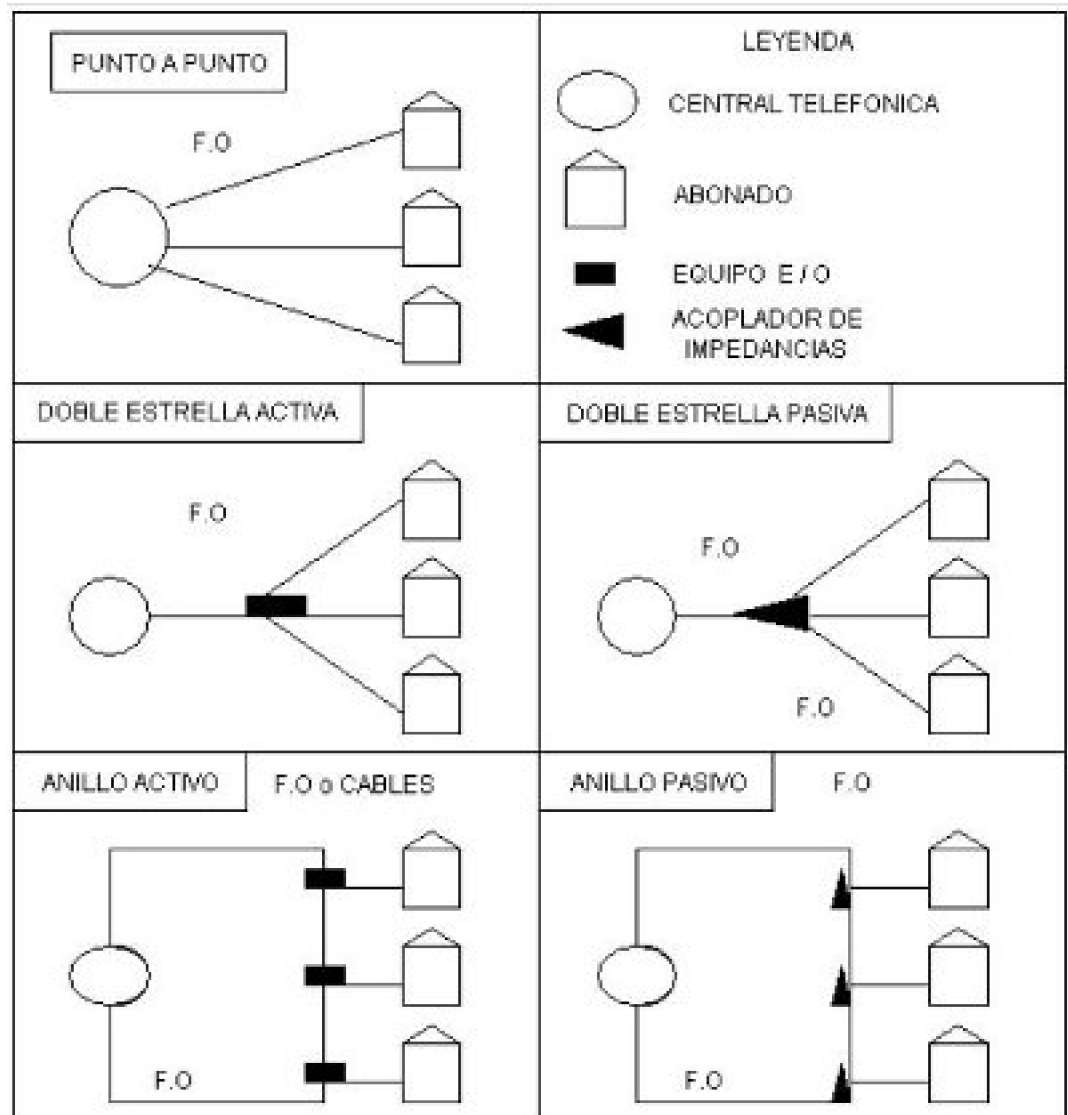
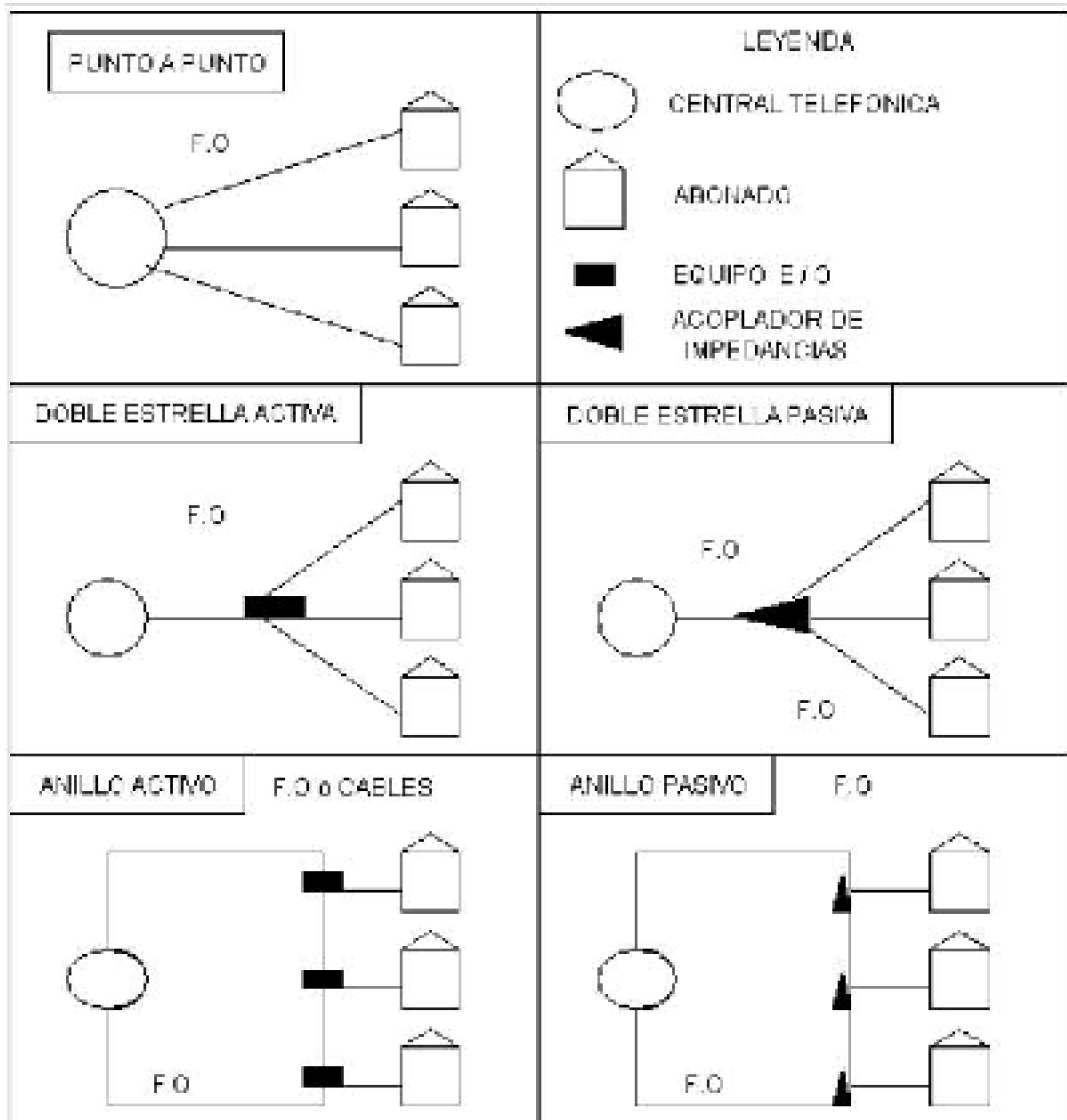


Figura 8: Topología de una ROA



Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

2.5. LOS CABLES ÓPTICOS

En una red óptica de abonado, es necesaria la utilización de cable de alta potencialidad (elevado número de fibras ópticas), que pueden variar por el tipo de topología adoptada.

Así mismo, como los demás enlaces ópticos, o cables ópticos de ROA desempeñan un papel fundamental, y por lo tanto, el tipo a ser adoptado debe ser por un criterio bien estudiado, llevando en consideración las diversas exigencias, necesidades y características de la misma.

Del punto de vista de las operadoras, los cables ópticos deben presentar

básicamente:

- Confiabilidad.
- Buen desempeño.
- Reducidas dimensiones.
- Peso reducido.
- Atendiendo a futuros requisitos.

Del punto de vista del instalador, los cables ópticos deben presentar también:

- Facilidades para la identificación de las fibras ópticas.
- Facilidades para el manejo de las fibras ópticas.
- Facilidad/mayor velocidad de regeneración
- Facilidades de instalación.

2.6. VLAN

Concepto de LANs Virtuales

Antes de definir una VLAN se debe entender la definición LAN. Una LAN incluye todos los dispositivos del mismo dominio de difusión. Un dominio de difusión incluye el conjunto de todos los dispositivos conectados a la LAN que cuando un dispositivo envía una trama de difusión, todos los demás dispositivos la reciben. Por tanto se puede pensar que una LAN y un dominio de difusión es la misma cosa.

Sin VLANs, un switch considera que todas sus interfaces están en el mismo dominio de difusión, en otras palabras, todos los dispositivos conectados están en la misma LAN. Con VLANs, un switch puede poner algunas interfaces en el mismo dominio de difusión que otras, creando múltiples dominios de difusión. Estos dominios de difusión individuales creados por el switch se denominan VLANs Virtuales.

Subredes IP y VLANs

Cuando se incluyen VLANs en un diseño, los dispositivos de una VLAN necesitan estar en una misma subred. Siguiendo la misma lógica del diseño, los dispositivos en VLANs diferentes necesitan pertenecer a subredes diferentes.

Protocolo de Trunking VLAN

El protocolo trunking VLAN propietario de cisco proporciona un mecanismo por el cual los switches de Cisco pueden intercambiar información de la VLAN. En concreto, VTP publica sobre la existencia de cada VLAN basándose en el ID y el nombre de la VLAN. □ Odom □ 2008 □

Configuración y Verificación de la VLAN y del Trunking VLAN

Los switches de Cisco no necesitan ninguna configuración para funcionar.

Se pueden comprar los switch de Cisco, instalar dispositivos con el cableado correcto, encenderlos y funcionaran. Esto solo pasaría si no se necesitaran más de una VLAN, si se necesitara más de una VLAN se detalla a continuación.

VLANs y Troncales Seguros

Los Switch están expuestos a varios tipos de vulnerabilidades de seguridad tanto en los puertos utilizados como en los que no. Por Ejemplo: Un atacante podría conectar una computadora a un punto de cableado de red que está conectado a un puerto de un switch y causar problemas en la VLAN asignada a ese puerto.[07]

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. METODÓLOGA TOP- DOWN

El diseño de red Top Down permite que el diseño lógico y físico pueda ser cambiado en cuanto más información se tenga.

Esta metodología se inicia en las capas superiores del modelo de referencia de OSI Cisco (el mayor fabricante de equipos de red) describe un metodología en forma de fases, por la cual una red atraviesa un ciclo de vida de redes PDIOO (Planificación –Diseño – Implementación –Operación –Optimización).

Fase I.- identificación de los objetivos y necesidades del cliente.- en esta fase se tiene que realizar las siguientes actividades:

- Característica de la Red existente.- se va a realizar una visita de Campo a las instalaciones del Cliente.

Fase II.- Diseño de una red Lógica.- en esta fase se va a realizar las siguientes actividades

- Diseño de una topología de red

- Diseño de Direccionamiento.- se va a realizar el modelo de direcciones IP
- Seleccionar Protocolos de Conmutación

Fase III.- Diseño de la red física.- en esta fase se va a realizar las siguientes actividades

Seleccionar Tecnologías y dispositivos para la red.- se va a seleccionar lo siguiente:

- Seleccionar el medio físico a instalar
- Seleccionar la infraestructura a instalar
- Diseño del Sistema de Fibra Óptico OPGW.

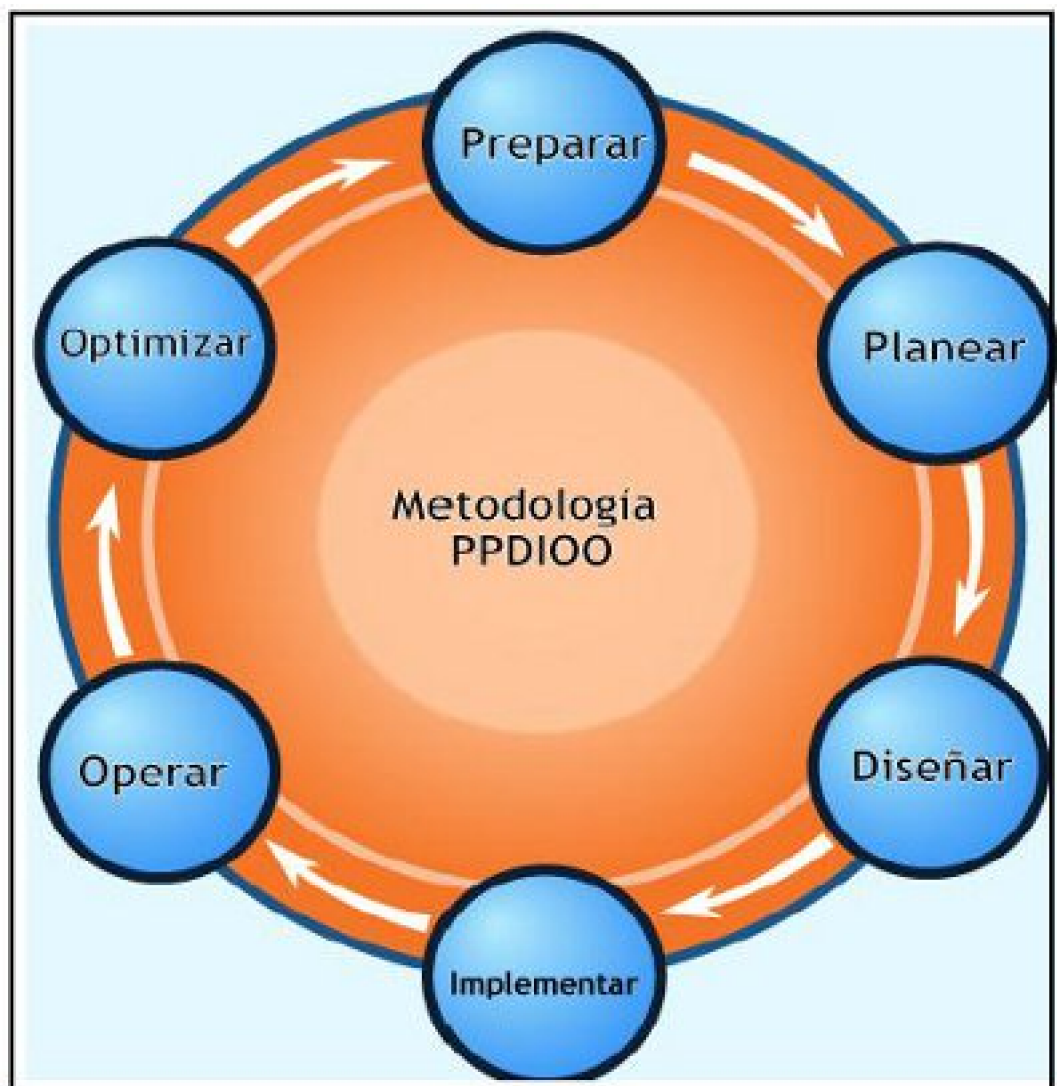


Figura 9: Ciclo de vida de Red PDIOO

Fuente: <http://www.sifra.net.mx/metodolog%C3%ADa/ppdioo.aspx>

CAPÍTULO IV: DESARROLLO

El desarrollo de la Tesis, se va a modelar a través de la metodología Top Down de Cisco, el cual consiste en las siguientes Fases:

4.1. Fase I:

Identificación de los objetivos y necesidades del cliente.- en esta fase se tiene que realizar la siguiente actividad:

4.1.1. Características de la Red Existente

Se realizó la visita de campo a las instalaciones de Minera Yanacocha, entre las plantas de Pampa Larga y Sectionalizing, en donde se está realizando el tendido de aéreo de la línea de transmisión de alta tensión de 21.2KV, debemos tener en cuenta que dichas plantas son parte de la Red de Procesos Industriales de Minera Yanacocha, por tal motivo se necesita también llevar un enlace de comunicación entre dichas plantas.

Las necesidades de comunicación, es tener un medio de transmisión de alta velocidad, que sea inmune a los problemas de descargas atmosféricas (rayos).



Figura 10: Sub Estación Eléctrica – Pampa Larga



Fuente: Propia

Desde la Sub Estación Eléctrica de Pampa Larga, se está realizando la instalación del tendido de la línea de transmisión de alta tensión hacia la Sub Estación Eléctrica de Sectionalizing, y se requiere llevar también la comunicación a través de un medio de comunicación de alta velocidad.



Figura 11: Inicios de Instalaciones Eléctricas desde Pampa Larga – Sectionalizing



Fuente: Propia



Figura 12: Visita de Campo del recorrido del tendido de la línea de Alta Tensión.



Fuente: Propia



Figura 13: Visita de Campo del recorrido del tendido de la línea de Alta Tensión



Fuente: Propia



Figura 14: Planta Sectionalizing



Fuente: Propia

4.2. Fase II:

Diseño de una red Lógica.- en esta fase se va a realizar las siguientes actividades:

4.2.1. Diseño de una topología de red

Se ha definido el diseño de una topología estrella extendida, con conectividad de fibra óptica como medio de transmisión entre las Plantas de Pampa Larga y Sectionalizing, por ser una conectividad punto a punto y extensión de segmentos de red.

La elección de la fibra óptica se realizó de acuerdo a las necesidades del cliente, el

de tener un medio de comunicación de alta velocidad, inmune a las descargas atmosféricas.

Se adjunta el diseño de la Topología de Red que se encuentra en el Anexo 1 – Diagrama1 Visio: DWG No. 1.

4.2.2. Diseño de Direcccionamiento

Se ha diseñado un esquema de direccionamiento por segmentos de red a través de VLAN's, el esquema del direccionamiento IP es de acuerdo a la siguiente tabla:

Switch	Vlan Id	Puertos RJ-45	Direccionamiento IP
o d e l o Switch d e d i r e	10	F0/1, F0/2, F0/3, F0/4, F0/5 F0/6, F0/7, F0/8, F0/9, F0/10 F0/11, F0/12	10.0.0.0 / 24
	20	F0/13, F0/14, F0/15, F0/16, F0/17,F0/18, F0/19, F0/20, F0/21, F0/22, F0/23, F0/24	20.0.0.0 / 24
	Trunk	G 0/1, G 0/2	

Tabla 2: Direccionamiento IP

Switch	Vlan Id	Puertos RJ-45	Direccionamiento IP
o d e l o Switch d e d i r e	10	F0/1, F0/2, F0/3, F0/4, F0/5 F0/6, F0/7, F0/8, F0/9, F0/10 F0/11, F0/12	10.0.0.0 / 24
	20	F0/13, F0/14, F0/15, F0/16, F0/17,F0/18, F0/19, F0/20, F0/21, F0/22, F0/23, F0/24	20.0.0.0 / 24
	Trunk	G 0/1, G 0/2	

Fuente: Propia de a cuerdo a la realización de VLAN

Este direccionamiento IP, se va a conservar en ambos Switch ubicados en los gabinetes que se encuentran en las Plantas Eléctricas de Pampa Larga y Sectionalizing.

En cada uno de los Switch se van asignar los siguientes tipos de Puertos:

Puertos de Acceso: son los puertos que se conectan a los dispositivos finales, que en este caso son: Host (PC), PLC (equipo Control de lógica programable), son los puertos

que se asignan a las VLAN 10, VLAN 20, de acuerdo a la Tabla 2.

Puerto Troncal: es el Puerto que va a unir el enlace entre estas plantas, es un puerto de fibra óptica (Gigabit Ethernet) para que pueda llevar la comunicación entre las VLAN's.

4.2.3. Seleccionar Protocolos de Conmutación

Como se tiene una red en base a Switching, el protocolo de comunicación que se va a utilizar es:

ETHERNET, ya que es un protocolo Switching, nos ofrece como protocolo alta velocidad.

En el diseño que se está proponiendo, se elige que los puertos de conectividad a los usuarios finales (puerto de acceso) tengan una velocidad de 10/100 Mbps, siendo una velocidad suficiente para las aplicaciones que se utilizan dentro de las plantas de Pampa Larga y Sectionalizing.

En el puerto que va a servir de conectividad o Backbone entre las plantas de Pampa Larga y Sectionalizing, se propone que tenga una velocidad de 1000 Mbps, por ser el puerto por donde pase la mayor cantidad de tráfico de red.

Para esto el Switch propuesto debe soportar un Transceiver SFP de Fibra Óptica.

4.2.4. Metrado de los Equipos a Instalar por Planta

4.2.4.1. Pampa Larga:

El metrado de los equipos a instalar serían:

Switch Catalyst 3750

Modelo: WS-C3750-24PS-S

Fabricante: Cisco System

Product Name:	Catalyst 3750-24PS Stackable Ethernet Switch
Product Type:	Stackable Ethernet Switch
Interfaces/Ports:	24 x 10/100Base-TX LAN
Interfaces/Ports Details:	1 x RJ-45 Console Management 24 x RJ-45 10/100Base-TX Auto-negotiating/Auto MDI/MDI-X LAN
Expansion Slots:	(2 Total) SFP (mini-GBIC) Uplink
Input Voltage:	12 V DC Device 100 V AC to 127 V AC Auto-ranging Power Supply 200 V AC to 240 V AC Auto-ranging Power Supply
Form Factor:	1U 19" 1U 24"
Dimensions:	1.73" Height x 17.5" Width x 11.83" Depth
Weight:	11.3 lb

Tabla 3: Característica Switch – Pampa Larga

Product Name:	Catalyst 3750-24PS Stackable Ethernet Switch
Product Type:	Stackable Ethernet Switch
Interfaces/Ports:	24 x 10/100Base-TX LAN
Interfaces/Ports Details:	1 x RJ-45 Console Management 24 x RJ-45 10/100Base-TX Auto-negotiating/Auto MDI/MDI-X LAN
Expansion Slots:	(2 Total) SFP (mini-GBIC) Uplink 12 VDC Device
Input Voltage:	100 V AC to 127 V AC Auto-ranging Power Supply 200 V AC to 240 V AC Auto-ranging Power Supply
Form Factor:	1U 19" 1U 24"
Dimensions:	1.73" Height x 17.5" Width x 11.83" Depth
Weight:	11.3 lb

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html



Figura 15: Switch Catalyst / Modelo: WS-C3750-24PS-S



Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Port SFP

Modelo: 1000 Base - ZX

Fabricante: Cisco System

GBIC	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (Micron)	Modal Bandwidth (MHz/km) ^{***}	Cable Distance
Cisco 1000BASE-ZX	1550	SMF	9/10	N/A	43.4 to 62 miles (70 to 100 km) ^{**}

Tabla 4: Característica Port SFP – Pampa Larga

GBIC	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (Micron)	Modal Bandwidth (MHz/km) ^{***}	Cable Distance
Cisco 1000BASE ZX	1550	SMF	9/10	N/A	43.4 to 62 miles (70 to 100 km) ^{**}

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

4.2.4.2. Sectionalizing:

El metrado de los equipos a instalar serían:

Switch Catalyst 3750

Modelo: WS-C3750-24PS-S

Fabricante: Cisco System

Product Name:	Catalyst 3750-24PS Stackable Ethernet Switch
Product Type:	Stackable Ethernet Switch
Interfaces/Ports:	24 x 10/100Base-TX LAN
Interfaces/Ports Details:	1 x RJ-45 Console Management 24 x RJ-45 10/100Base-TX Auto-negotiating/Auto MDI/MDI-X LAN
Expansion Slots:	(2 Total) SFP (mini-GBIC) Uplink
Input Voltage:	12 V DC Device 100 V AC to 127 V AC Auto-ranging Power Supply 200 V AC to 240 V AC Auto-ranging Power Supply
Form Factor:	1U 19" 1U 24"
Dimensions:	1.73" Height x 17.5" Width x 11.83" Depth
Weight:	11.3 lb

Tabla 5: Característica Switch – Sectionalizing

Product Name:	Catalyst 3750-24PS Stackable Ethernet Switch
Product Type:	Stackable Ethernet Switch
Interfaces/Ports:	24 x 10/100Base-TX LAN
Interfaces/Ports Details:	1 x RJ-45 Console Management 24 x RJ-45 10/100Base-TX Auto-negotiating/Auto MDI/MDI-X LAN
Expansion Slots:	(2 Total) SFP (mini-GBIC) Uplink
Input Voltage:	12 V DC Device 100 V AC to 127 V AC Auto-ranging Power Supply 200 V AC to 240 V AC Auto-ranging Power Supply
Form Factor:	1U 19" 1U 24"
Dimensions:	1.73" Height x 17.5" Width x 11.83" Depth
Weight	11.3 lb

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Port SFP

Modelo: 1000 Base - ZX

Fabricante: Cisco System

GBIC	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (Micron)	Modal Bandwidth (MHz/km)***	Cable Distance
Cisco 1000BASE-ZX	1550	SMF	9/10	N/A	43.4 to 62 miles (70 to 100 km)**

Tabla 6: Característica Port SFP – Sectionalizing

GBIC	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (Micron)	Modal Bandwidth (MHz/km)***	Cable Distance
Cisco 1000BASE-ZX	1550	SMF	9/10	N/A	43.4 to 62 miles (70 to 100 km)**

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

4.3. Fase III: Diseño de la red física:

En esta fase se va a realizar las siguientes actividades:

Seleccionar la Tecnologías y Dispositivos para la red Se van a seleccionar lo

siguiente:

4.3.1. Selección del medio físico a instalar

De acuerdo a las necesidades del cliente, se debe seleccionar un medio de transmisión de alta velocidad, que se inmune a las descargas atmosféricas y reducción de costos en la instalación.

Para esto se ha propuesto la instalación del Cable de Fibra Óptica OPGW, el cual es la mejor solución técnica para instalaciones nuevas en líneas de alta tensión, ya que el cable OPGW tiene un cable de guardia que reemplazaría al cable de guardia de una sistema eléctrico tradicional, y a la vez se puede enviar comunicación de alta velocidad que ofrece el cable de fibra óptica.

La instalación del Cable de Fibra Óptica OPGW, al poder ser instalado en la infraestructura de las torres y líneas de alta tensión, va minimizar los costos de instalación de un cable de fibra óptica de tendido aéreo tradicional (a través de postes).

Se adjunta el diseño de la Topología de Red Física que se encuentra en el Anexo 1 – Diagrama2 Visio: DWG No. 2.

4.3.2. Seleccionar la infraestructura a instalar

4.3.2.1. Cable de Fibra Óptica OPGW:

Se ha seleccionado el Cable de Fibra Óptica OPGW marca AFL Telecommunications con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – CABLE OPGW	
Cantidad de Fibras	24 hilos
Tipo de Fibra Óptica	Monomodo
Tipo de Sellado	Tubería gruesa de aluminio que proporciona un sellado hermético para unidades ópticas, una excelente resistencia a la compresión y baja resistividad
Tipo de Trenzado	Cables trenzados seleccionados para optimizar las propiedades mecánicas y eléctricas del cable
Instalación	desde instalaciones básicas para aquellas aplicaciones que requieren altas tensiones o para tramos muy largos

Tabla 7: Características Técnicas Fibra Óptica OPGW

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – CABLE OPGW	
Cantidad de Fibras	24 hilos
Tipo de Fibra Óptica	Monomodo
Tipo de Sellado	Tubería gruesa de aluminio que proporciona un sellado hermético para unidades ópticas, una excelente resistencia a la compresión y baja resistividad
Tipo de Trenzado	Cables trenzados seleccionados para optimizar las propiedades mecánicas y eléctricas del cable
Instalación	desde instalaciones básicas para aquellas aplicaciones que requieren altas tensiones o para tramos muy largos

Fuente: <http://www.ccdsitel.com/productos/opgw/opgw.html>

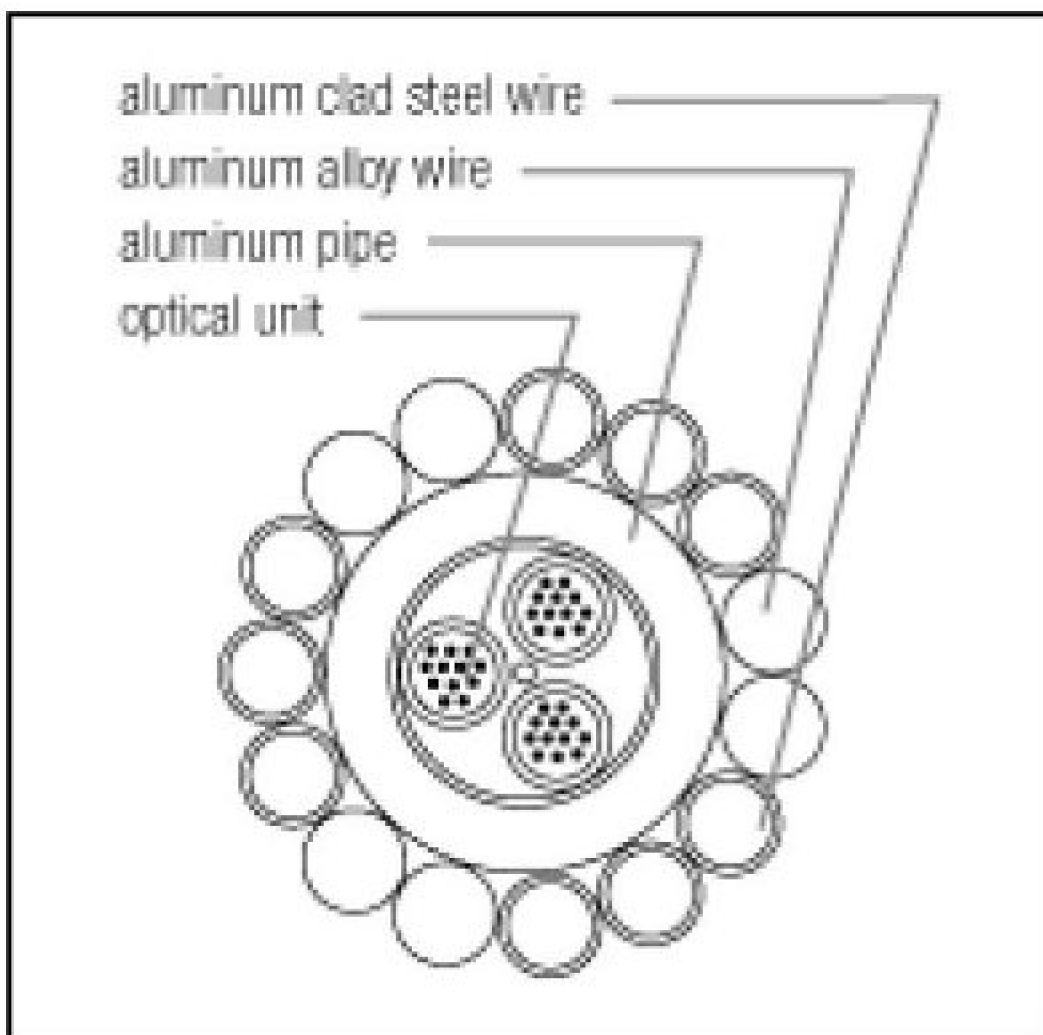
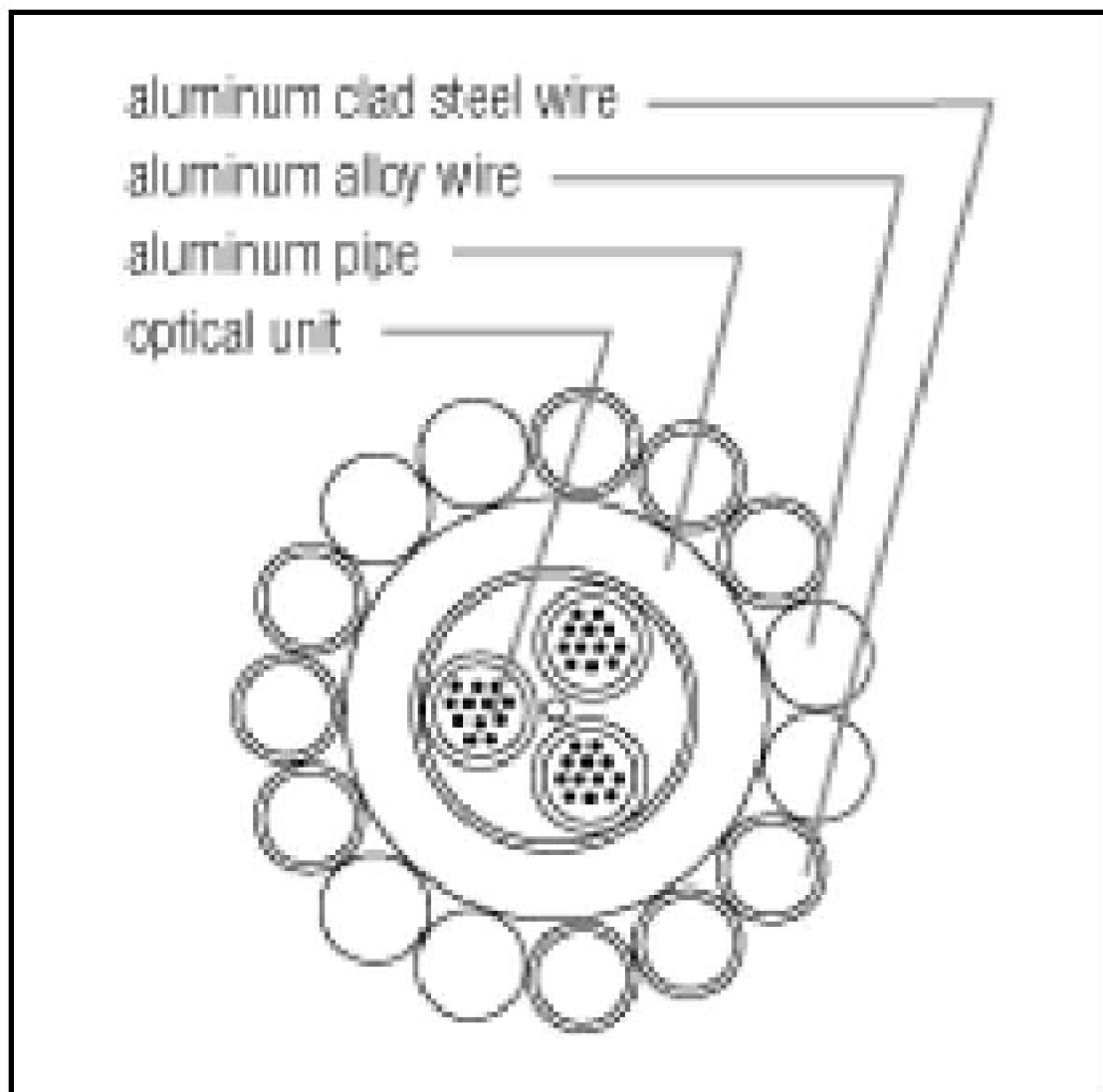


Figura 16: Componentes del Cable OPGW



Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html



Figura 17: Cable de Fibra Óptica OPGW – AFL Telecomunications

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

4.3.2.2. Cable de Fibra Óptica ADSS:

El cable de fibra óptica ADSS, es el que va ir instalado desde el Control Room (ubicación Pampa Larga, Sectionalizing), hacia la acometida de la torre de alta tensión para ser empalmado con el cable de fibra óptica OPGW.

Fabricante: OFS

Part Number: AT - 3BE17S

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – CABLE ADSS	
Cantidad de Fibras	24 hilos
Tipo de Fibra Óptica	Monomodo
Tipo de Sellado	Chaqueta de PVC, proporciona un sellado a las unidades de fibra óptica, con una excelente resistencia a la compresión y baja resistividad
Tipo de Trenzado	Cables trenzados seleccionados para optimizar las propiedades mecánicas y eléctricas del cable
Instalación	Desde instalaciones básicas para aquellas aplicaciones en gabinetes.

Tabla 8: Características Técnicas Cable ADSS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – CABLE ADSS	
Cantidad de Fibras	24 hilos
Tipo de Fibra Óptica	Monomodo
Tipo de Sellado	Chaqueta de PVC, proporciona un sellado a las unidades de fibra óptica, con una excelente resistencia a la compresión y baja resistividad
Tipo de Trenzado	Cables trenzados seleccionados para optimizar las propiedades mecánicas y eléctricas del cable
Instalación	Desde instalaciones básicas para aquellas aplicaciones en gabinetes.

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

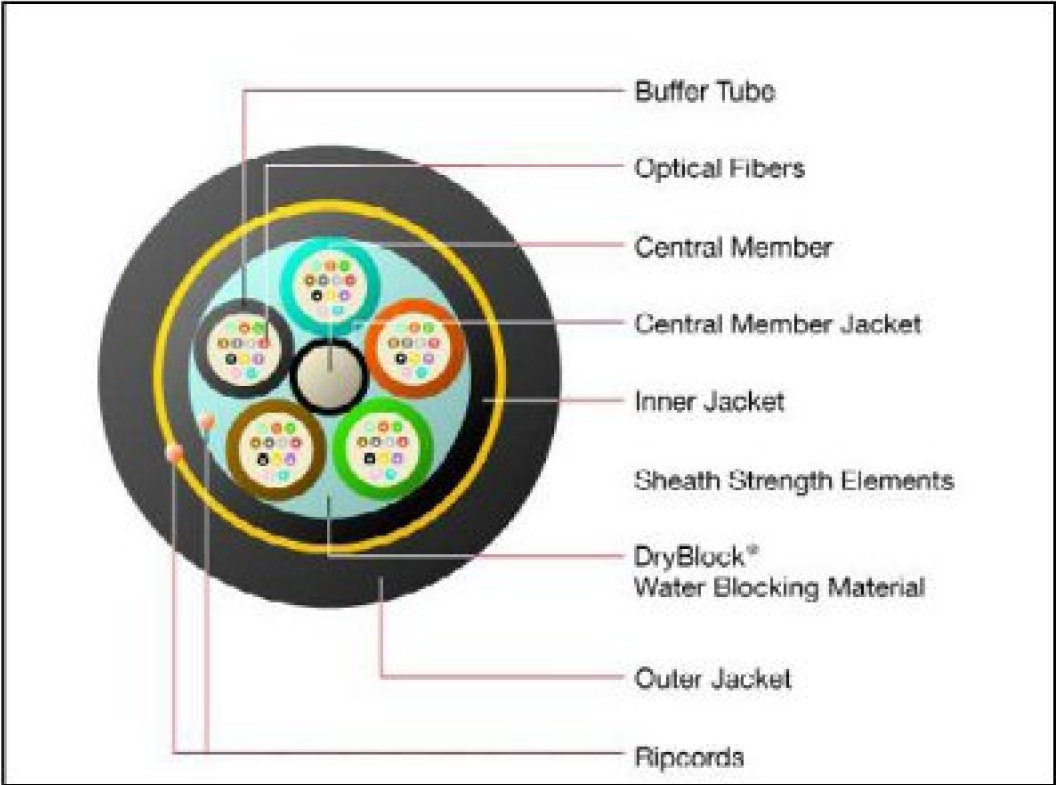
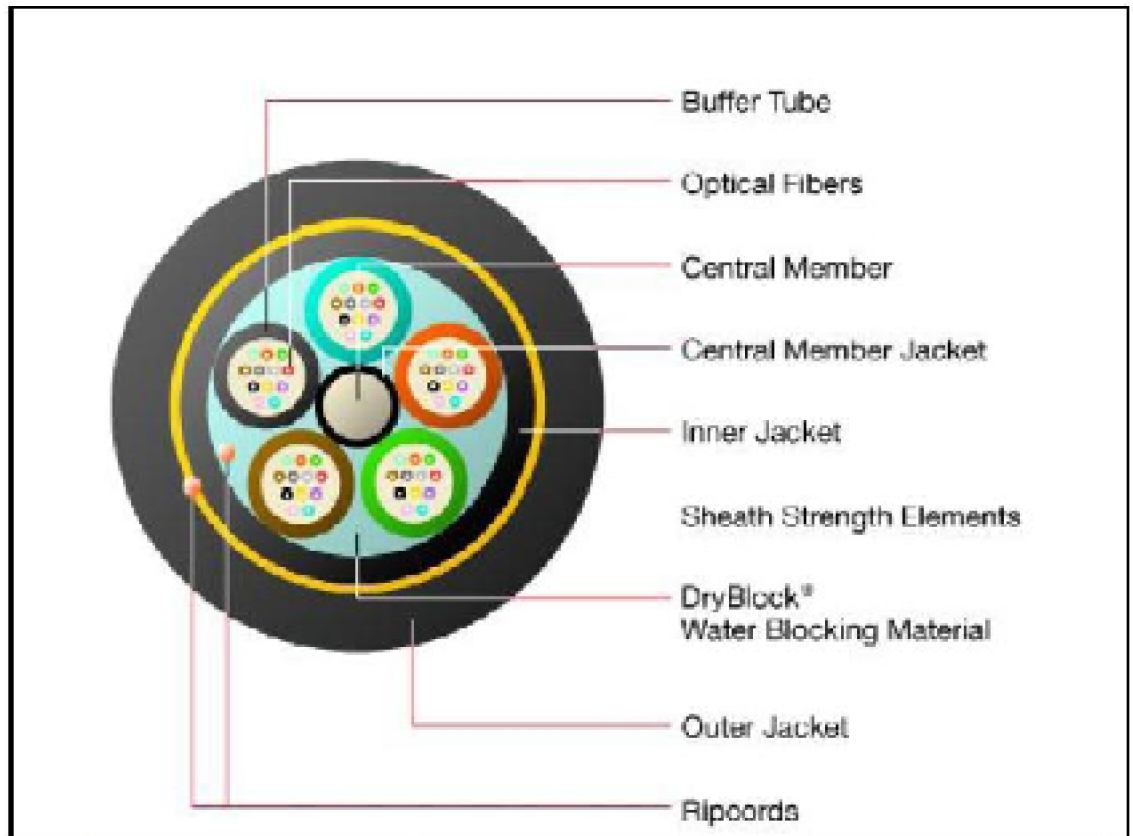


Figura 18: Componentes del Cable ADSS



Fuente:

<http://communications.draka.com/sites/eu/es/Pages/Cables-de-fibra-optica-de-tubo-holgado-cableado>

4.3.2.3. Bandeja de Fibra Óptica:

Las bandejas de fibra óptica, van a albergar las terminaciones finales de los enlaces de fibra óptica, para poder dar la conectividad a los equipos de comunicación, los respectivos Switch Ópticos.

Bandeja de Fibra Óptica

Fabricante: Panduit

Part Number: FMD1

Características

- Montaje de estándar EIA de 19"

- Bandeja de fibra óptica deslizable que permite el acceso frontal a todas las fibras y cables.
- La tecnología patentada de gestión frente a los anillos de cable de asegurar el control del radio de curvatura y ofrecer una gestión de cables para los cables de conexión de fibra a medida que pasan en el canal vertical Bandeja de Fibra Óptica deslizable en profundidad para la instalación de los empalmes.
- Múltiples puntos de entrada para los cables de fibra óptica, tanto en la parte posterior y los laterales de la bandeja de fibra óptica.
- Terminación LC.



Figura 19: Bandeja de Fibra Óptica: Part Number: FMD1



Fuente: http://www.tuckler.net/index_archivos/page0001.htm

4.3.2.4. Patch Cord de Fibra Óptica:

Los patch cord de fibra óptica son los que van a dar la conectividad desde la bandeja de fibra óptica hacia los Switch Óptico.

En este caso se está seleccionando, los patch cord de fibra óptica monomodo, con terminación LC – LC, ya que el Switch Óptico tiene puerto SFP de tipo conector LC.

Características Patch Cord

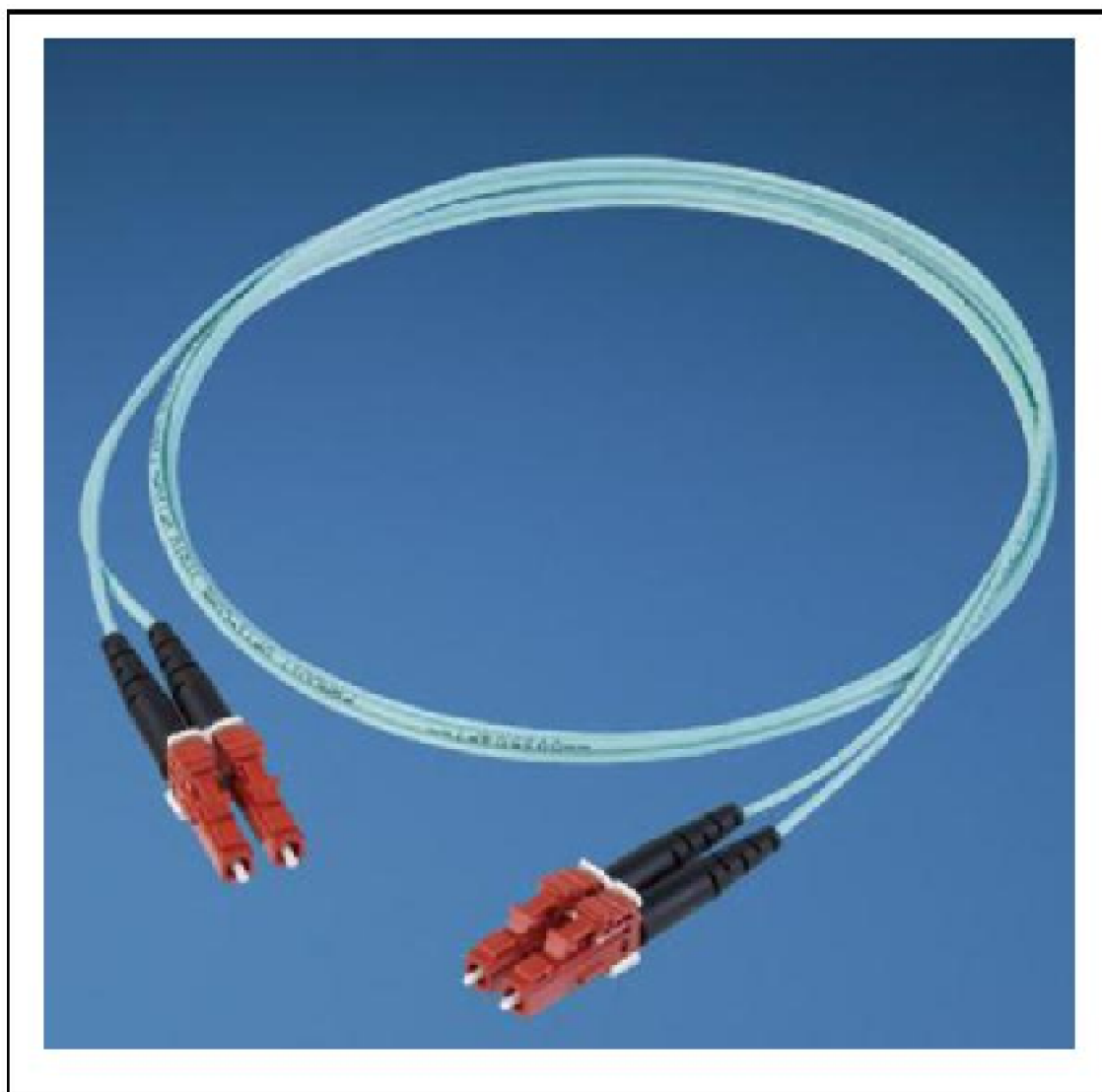
Tipo: LC – LC

Part Number: FXE10A-10AM1

Fabricante: Panduit



Figura 20: Patch Cord de Fibra Óptica



Fuente: <http://www.patchcorduri.info/patch-cord-fibra-optica-fusion-lc-sc-singlemode/>

4.3.2.5. Módulo Patch Panel:

Los módulos Patch Panel, son aquellos que se instalan en la bandeja de fibra óptica.

MPP – Fiber Optic – LC

Fabricante: Panduit

Modelo: FCXO-12-10Y

▪ Part Number	FCXO-12-10Y
▪ RoHS Compliancy Status	Compliant
▪ Part Description	Optimized OM3 10Gig™ 50/125µm six LC duplex adapters to one male 12-fiber pre-terminated MTP®connector.
▪ CE Compliant	No
▪ Pricing Description	Optimized Fiber Cassette 10 GbE 50µm OM3 12-Fiber 6 Dupl LC - (1) MTP
▪ Min. Order UOM	PC
▪ Min. Order Qty.	1

Tabla 9: Características MPP – FO – LC

▪ Part Number	FCXO-12-10Y
▪ RoHS Compliancy Status	Compliant
▪ Part Description	Optimized OM3 10Gig™ 50/125µm six LC duplex adapters to one male 12-fiber pre-terminated MTP®connector.
▪ CE Compliant	No
▪ Pricing Description	Optimized Fiber Cassette 10 GbE 50µm OM3 12-Fiber 6 Dupl LC - (1) MTP
▪ Min. Order UOM	PC
▪ Min. Order Qty.	1

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

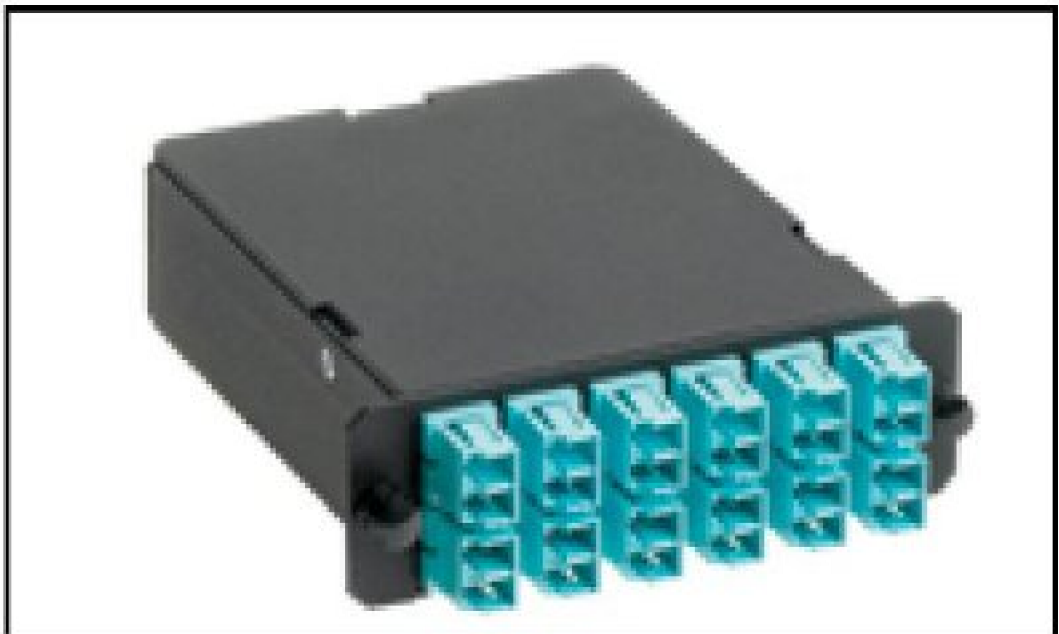


Figura 21: MPP – FO – LC Modelo: FCXO-12-10Y

Fuente:

<http://www.tde.de/articlelist/produktbereich/tML-tde-Modular-Link--39/path/categories/kategorie/tML-FO-M>

4.3.2.6. Pig Tail:

Los módulos Patch Panel, son aquellos que se instalan en la bandeja de fibra óptica.

Pig Tail

Fabricante: Panduit

Modelo: F5E10A-10AM2

▪ Part Number	F5E10A-10AM2
▪ RoHS Compliancy Status	RoHS directive is not applicable
▪ Note	Intended for use in fixed installations which are outside the scope of RoHS
▪ Part Description	LC (keyed A - Black) to LC (keyed A - Black) multimode duplex patch cord, 1.6mm jacketed cable (one duplex keyed LC connector on each end) – 50/125µm.
▪ Product Type	Keyed LC Patch Cords
▪ Length (m)	2
▪ Fiber Compatibility	50/125µm
▪ Fiber Cable Size	1.6mm
▪ Fiber Cable Type	Jacketed
▪ Fiber Type	Multimode 50/125
▪ Cable Type	Duplex
▪ CE Compliant	No
▪ Connector 1 Type	LC Connector - Keyed A (Black)
▪ End Configurations	LC - Keyed A (Black) to LC - Keyed A (Black)
▪ Fiber Count	2
▪ Flammability Rating	Riser (OFNR)
▪ Key Type and Color	Keyed A - Black
▪ No. of Fibers	2
▪ Pricing Description	LC (keyed A - Black) to LC (keyed A - Black) 50µm Dupl 1.6mm PC 2m
▪ Min. Order UOM	PC

Tabla 10: Paig Tail

▪ Part Number	FSE10A-10AM2
▪ RoHS Compliancy Status	RoHS directive is not applicable
▪ Note	Intended for use in fixed installations which are outside the scope of RoHS
▪ Part Description	LC (keyed A - Black) to LC (keyed A - Black) multimode duplex patch cord, 1.6mm jacketed cable (one duplex keyed LC connector on each end) – 50/125µm.
▪ Product Type	Keyed LC Patch Cords
▪ Length (m)	2
▪ Fiber Compatibility	50/125µm
▪ Fiber Cable Size	1.6mm
▪ Fiber Cable Type	Jacketed
▪ Fiber Type	Multimode 50/125
▪ Cable Type	Duplex
▪ CE Compliant	No
▪ Connector 1 Type	LC Connector - Keyed A (Black)
▪ End Configurations	LC - Keyed A (Black) to LC - Keyed A (Black)
▪ Fiber Count	2
▪ Flammability Rating	Riser (OFNR)
▪ Key Type and Color	Keyed A - Black
▪ No. of Fibers	2
▪ Pricing Description	LC (keyed A - Black) to LC (keyed A - Black) 50µm Dupl 1.6mm PC 2m
▪ Min. Order UOM	PC

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

4.3.2.7. Opti-Guard Splice Enclosure:

Conocido como la caja de empalmes en tipo de instalaciones de cables de Fibra Óptica OPGW, es donde se almacenan los empalmes de fibra óptica en las instalaciones aéreas.

Características

- Con capacidad para 504 empalmes de fusión.
- Diseño amigable no requiere herramientas especiales para instalación.
- La unidad es liviana y soporta de montajes de muchos tipos estructuras
- Completamente selladas para proteger a las fibras ópticas.
- Acepta hasta seis cables de fibra óptica individuales.

“Propuesta de diseño de un sistema de fibra óptica OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas pampa larga y sectionalizing en minera

- Se adapta a la mayoría de los tipos de cable en la mayoría de entornos.
- Versátil cable de amarre del sistema resiste hasta 100 libras de tensión por cada cable.

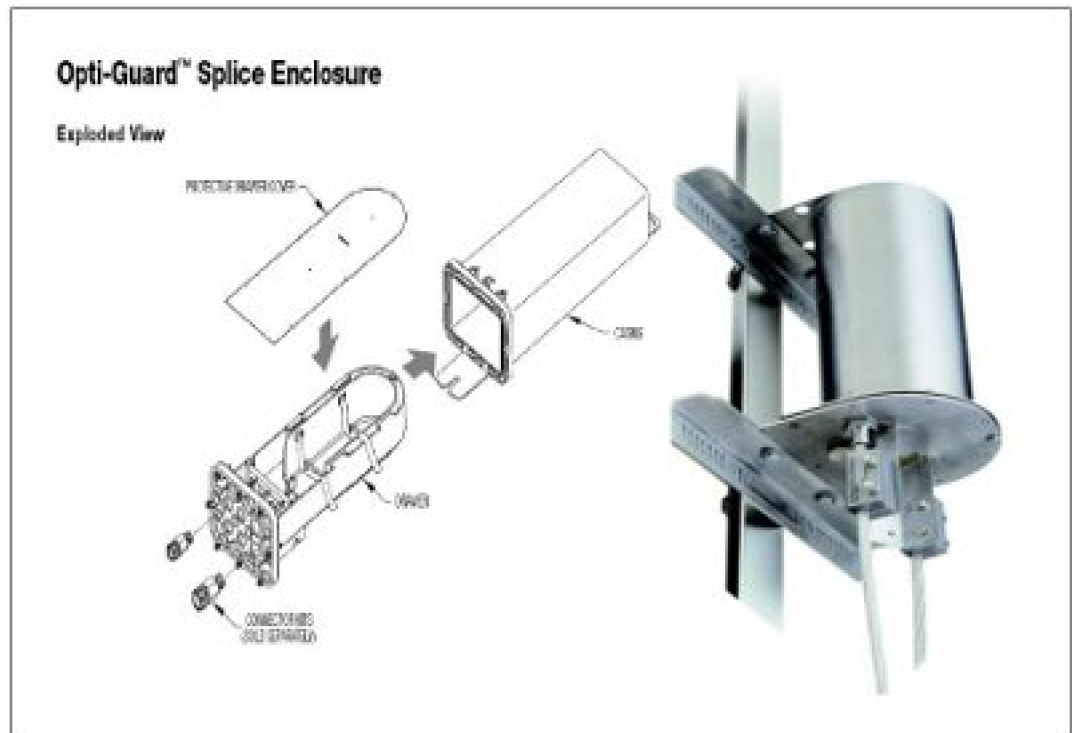
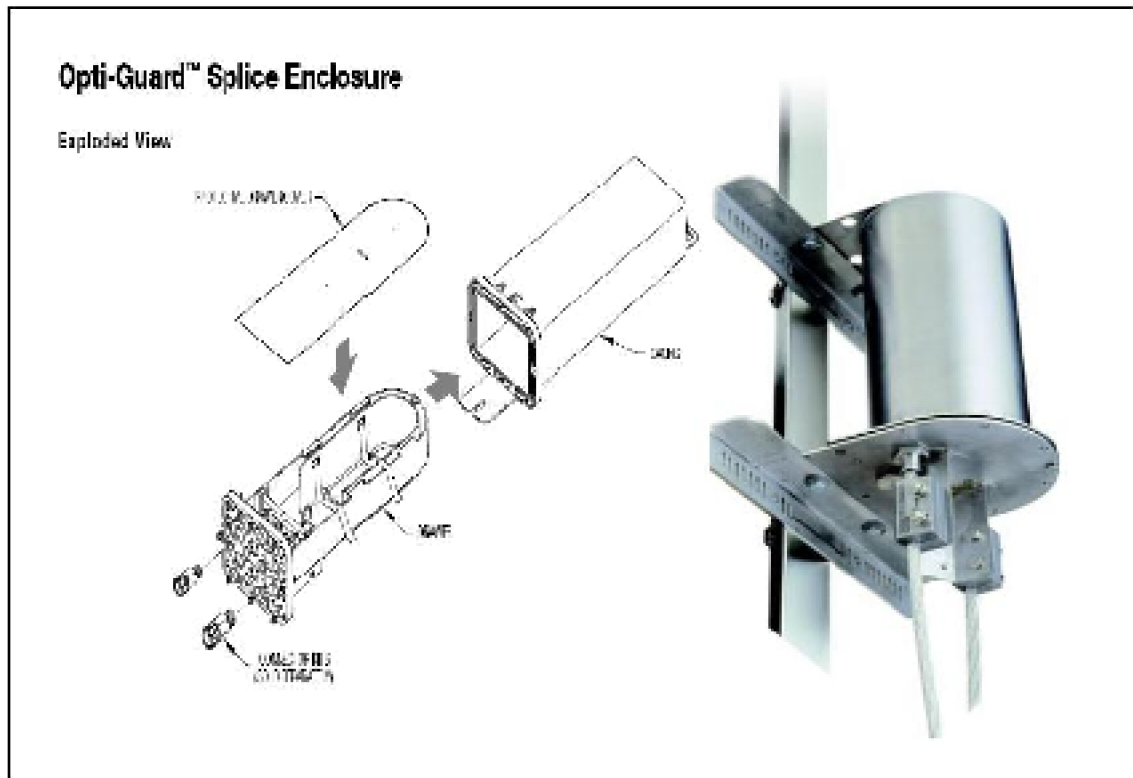


Figura 22: Splice Enclosure – Caja de Empalme

**Fuente:**

http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

4.3.3. Diseño del sistema de fibra óptica OPGW

El diseño de un sistema de fibra óptica propuesto para poder unir en comunicación de red las plantas de procesos industriales: Pampa Larga – Sectionalizing en el cual se muestra en el PLANO No. 1786-1-1 que se encuentra en el Anexo1 - PLANO 1 en AutoCad: Mapa Instalación OPGW - 1, que se va a dividir en las siguientes etapas:

4.3.3.1. Instalación del Sistema Óptico en Pampa Larga

En el Control Room de Pampa Larga se va a realizar las siguientes actividades:

Instalación de Bandeja de Fibra Óptica.- en el gabinete del Control Room de Pampa Larga se va a instalar una bandeja de Fibra Óptica de 24 puertos LC, la cual va a ser

empalmada con un cable de tipo ADSS.

De acuerdo al PLANO No. 3952-2-1 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 2 en AutoCad: Mufa OPGW 1.

Empalme Fibra Óptica ADSS – OPGW.- para poder realizar la instalación del cable de fibra óptica OPGW desde Pampa Larga hacia Sectionalizing, se debe realizar la Conectorización a través de empalmes de los dos tipos de cables: ADSS y OPGW.

Debemos tener en cuenta que el cable de Fibra Óptica ADSS, es el cable de acometida de salida desde el Control Room de Pampa Larga, para ser empalmado por un cable de Fibra Óptica OPGW, que va a seguir el recorrido en instalación por la torres de alta tensión hacia el Control Room de Sectionalizing.

De acuerdo al PLANO No. 3952-2-2 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 3 en AutoCad: Mufa OPGW 2. Se puede verificar la salida del cable de fibra óptica ADSS, que se va a empalmar con el Cable de Fibra Óptica OPGW.

En el empalme realizado para unir las dos Fibras Ópticas ADSS - OPGW, se recomienda dejar una reserva de 50 mts de cable, para efectos de mantenimiento correctivos a futuro.

Empale de Fibra Óptica Cable OPGW - OPGW.- los carretes de fibra óptica que se tienen en instalaciones son de 10Km, ya que la distancia total de instalación del cable de fibra óptica OPGW entre Pampa Larga y Sectionalizing es de 20Km, se va necesitar realizar empalmes de fibra óptica, esto se ha diseñado de acuerdo a PLANO No. 3952-2-3 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 4 en el AutoCad: Mufa OPGW 3, en donde se indica los empalmes a realizar de la Fibra Óptica OPGW, se recomienda dejar una reserva de 50 mts de cable, para efectos de mantenimiento correctivos a futuro de acuerdo al PLANO No. 0820-8-1 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 7 en AutoCad: Mapa Instalación OPGW - 2

4.3.3.2. Instalación del Sistema Óptico en Sectionalizing

En el Control Room de Sectionalizing se va a realizar las siguientes actividades:

Empalme Fibra Óptica OPGW – ADSS.- para llegar hacia Sectionalizing se tiene un cable de planta externa de OPGW, el cual debemos empalmarlo con un cable de acometida de entrada ADSS para el Control Room de Sectionalizing esto se realizara de acuerdo al PLANO No. 3952- 2-4 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 5 en el AutoCad: Mufa OPGW 4 donde se enseña el empalmado entre las dos Fibras Ópticas donde se debe dejar una reserva de 50 mts. De cable OPGW para efectos de mantenimiento correctivos a futuro.

Instalación de Bandeja de Fibra óptica.- en el gabinete del Control Room de Sectionalizing se va instalar una bandeja de Fibra Óptica de 24 puertos LC, la cual va ser empalmada con un cable de tipo ADSS.

Esto se va a realizar de acuerdo al PLANO No. 3952-2-5 que se encuentra en el Anexo 1 – PLANO 6 en el AutoCad: Mufa OPGW 5.

Metrado de Equipos y Accesorios.- se va realizar el metrado de los equipos y

accesorios necesarios para el diseño de la instalación del Sistema de Fibra Óptica OPGW.

Item	Fabricante	Código P/N	Descripción	Cantidad	Precio (\$)	Valor Total(\$)
1	Panduit	FXE10A-10AM1	Bandeja de Fibra Óptica	2	160.00	160.00
2	Panduit	FCXO-12-10Y	Modulo PP- F.O – LC	4	30.00	30.00
3	Siemon	HT-60	Manguitos Termocontráctiles	36	0.5	18.00
4	Siemon	TRAY-M-3	Bandeja Organizadora para 12 Empalmes de Fusión	3	32.00	96.00
5	Siemon	RIC-F-BLNC-01	Panel FO Ciego para Gabinete	4	3.00	12.00
6	Panduit	FXE10A-10AM1	Patch cord de F.O LC – LC	2	40.00	80.00
7	ATL	AT - 3BE17S	Cable de Fibra Óptica OPGW	22000	8.00	176,000.00
8	OFS	AT -5B – E17	Cable de Fibra Óptica ADSS	2000	6.00	12,000.00
9	ATL	Opti-Guard Splice Enclosure – OPGW	Caja de Empalme	1	300.00	300.00
10	Cisco System	1000 Base – ZX	Transceiver Port SFP	2	500.00	1,000.00
11	Cisco System	WS-C3750-24PS-S	Switch Catalyst 3750 24 Port 10/100 Mbps y 2 Port SFP	2	1,200.00	2,400.00
TOTAL						\$/ 192,096.00

Tabla 11: Metrado de Equipos y Accesorios

“Propuesta de diseño de un sistema de fibra óptica OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas pampa larga y sectionalizing en minera

Item	Fabricante	Código P/N	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Valor Total(€)
1	Panduit	FXE10A-10MM1	Bandeja de Fibra Óptica	2	160.00	160.00
2	Panduit	FOXO-12-10Y	Modulo PP- P.O – I.C.	4	30.00	30.00
3	Siemon	111-311	Manguitos Termocoables	36	0.5	18.00
4	Siemon	TRAY M 3	Bandeja Organizadora para 12 Empalmes de Fusión	3	32.00	96.00
5	Siemon	R.C.P-BLNK-01	Panel FO Ciego para Gabinete	4	3.00	12.00
6	Panduit	FXE10A-10MM1	Patch cord de 1.01 (0.100)	2	40.00	80.00
7	ATI	71-300-175	Cable de Fibra Óptica OPGW	20000	6.00	120.000.00
8	ATI	71-50-117	Cable de Fibra Óptica ADSS	2000	6.00	12.000.00
9	ATI	Opt Guard Splice Enclosure OPGW	Caja de Empalme	1	300.00	300.00
10	Cisco System	1000 Base 17X	Transceiver (Port SFP)	2	500.00	1,000.00
11	Cisco System	WS-C3750-24PS-S	Switch Catalyst 3750 24 Port 10/100 Mbps y 2 Port SFP	2	1,200.00	2,400.00
					TOTAL	\$192.096.00

Fuente: Propia Considerando los Equipos y Accesorios a usar.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente, el presupuesto (Tabla 11) de diseñar redes de fibra óptica OPGW, en tendidos de sistemas de alta tensión nuevos, es económicamente y técnicamente factible en comparación con los sistemas de tendido aéreo tradicional de fibra óptica (postes o ducterías).

El diseño de la topología física del sistema de Fibra Óptica OPGW me sirvió para poder elegir el tipo de infraestructura para esta propuesta.

5.2. RECOMENDACIONES

En instalaciones nuevas de tendido eléctrico de alta tensión, se recomienda la instalación de un Sistema de Fibra Óptica OPGW, por reducir costos de infraestructura, instalación, capital humano, en comparación con un tendido tradicional aéreo de cable de fibra óptica.

Se recomienda realizar el diseño de un sistema de Fibra Óptica OPGW, en conjunto con los responsables del tendido eléctrico para poder ubicar correctamente las cajas de empalmes y su respectiva reserva del cable de fibra óptica OPGW, en casos que se requiera posteriormente un mantenimiento preventivo o correctivo.

Una parte importante es la documentación de respaldo que se debe dejar una vez terminado el proyecto, esta documentación es a través de planos en autocad para poder determinar el diseño físico que se realizo de la instalación del sistema de fibra óptica.

Se recomienda al final del proyecto, realizar las mediciones de los enlaces de fibra óptica del Sistema OPGW con el equipo OTDR (reflectrómetro en el dominio del tiempo) para poder certificar la calidad del enlace, estas mediciones se deben realizar a cada uno de los hilos del cable de fibra óptica OPGW.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] Huidobro, José Manuel, “Seguridad en redes y sistemas informáticos”. Ed. Paraninfo. 2005
- [02] Sheldon, Tom, “Lan Times enciclopedia de redes (networking)”. Ed. Osborne, 1994.
- [03] CISCO SYSTEM, “Tecnologías de Interconectividad de Redes”
- [04] Tanenbaum, Andrew, “Redes de Computadoras”, Ed. Prentice-Hall, 1998
- [05] Stallings, William, “Comunicaciones y Redes de Computadoras”, Ed. Prentice-Hall, 2000
- [06] Sheldon, Tom “Guía Lan Times de interoperabilidad: soluciones para la interconectividad en red”, Ed. Osborne/McGraw-Hill, 1995.
- [07] Halsall, Fred, “Comunicación de datos, redes de computadoras y sistemas abiertos”, Ed. Pearson, 2008.
- [08] Black, Ulysses, “Redes de computadoras: protocolos, normas e interfaces”. Ed. Macrobite, 1990.
- [09] Chomycz Bob, “Instalaciones de Fibra Óptica”. Ed. McGraw-Hill, 1995.EMPALMES
- [10] Rubio Martínez, Baltasar. “Introducción a la Ingeniería de La Fibra Óptica”. Ed. Mcgraw-hill, 2004.
- [11] Keiser BARD, “Optical Fiber Communications”. Ed. McGraw-Hill, 2000.

[12] Green, Lynne D. “Fiber Optic Communications”. Ed. Prentice-Hall, 1992.

[13] Senior John. “Optical fiber communications”. Ed. Prentice-Hall, 1995.

[14] Addison-Wesley Profesional. “TCP/IP Illustrated, Volumen1: The Protocols” disponible en: <http://proquest.safaribooksonline.com/0201633469>

[15] Andrew S. Tanenbaum. “Computer Networks” disponible en: <http://proquest.safaribooksonline.com/0-13-066102-3>

[URL 01] UNEX, “Comunicación por Fibra Óptica: Parámetros”, disponible en: <http://zeus.unex.es/~victor/transdatos/software/descarga/Tema3.pdf>

Última visita realizada: 05/10/2011

[URL 02] UNI, “Marco Teórico del Curso de Ingeniería de Fibra Óptica, del Postgrado de Ingeniería de telecomunicaciones” disponible en: www.inictelvirtual.gob.pe

Última visita realizada: 05/10/2011

ANEXOS

ANEXO 1: Diagramas y Planos

Diagrama 1: Topología de Red: Estrella

Visio: DWG No. 1.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

Diagrama 2: Topología de Red: Física

Visio: DWG No. 2.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 1: Diseño del Tendido del Sistema de F.O.

AutoCad: Mapa Instalación OPGW 1 - PLANO No. 1786-1-1

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 2: Instalación de Bandeja de Fibra Óptica.

AutoCad: Mufa OPGW 1 - PLANO No. 3952-2-1.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 3: Empalme de Fibra Óptica ADSS – OPGW

AutoCad: Mufa OPGW 2 - PLANO No. 3952-2-2.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 4: Empalme de Fibra Óptica OPGW – OPGW

AutoCad: Mufa OPGW 3 - PLANO No. 3952-2-3.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 5: Empalme de Fibra Óptica OPGW – ADSS

AutoCad: Mufa OPGW 4 – PLANO No. 3952-2-4.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 6: Instalación de Bandeja de Fibra Óptica

AutoCad: Mufa OPGW 5 – PLANO No. 3952-2-5.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

PLANO 7: Empalmado y Reserva de Cable OPGW

AutoCad: Mapa de Instalación OPGW 2 – PLANO No. 0820-8-1.

(Consultar Anexo en Biblioteca FSSB)

ANEXO 2: Data Sheat

Data Sheat 1: Bolted Dead End

The AFL Dead End is a full tension termination for Optical Ground Wire cable. Breakaway head bolts are used to apply a precise gripping force to hold the cable without affecting optical fiber performance.

Features

- Performance: Sustained load equivalent to 95% of cable RBS
- Ultimate mechanical strength of dead end components: 40,000 lbs.
- Meets IEEE 1138 Vibration/Galloping tests
- Break-away bolts ensure proper installation torque while eliminating the need for specialized torque wrenches
- Optional Cable Guide (recommended) to train Optical Ground Wire down or around structure
- Grounding lug included
- Shorter than formed wire dead ends, allowing installation from the support structure
- Faster installation than competitive designs, reducing installation costs
- Optional link plate available for extension from structures

Ordering Information

For line or elevation angle changes over 60°.

Dead end part numbers are dependent on the Optical Ground Wire size. Examples:

Tabla 12: Information Cable Boldet Dead End

CABLE	BOLTED DEAD END PART #
AC-64/528 AlumaCore	ODE64528
AC-64/528 AlumaCore with Cable Guide	ODE64528G
CC-57/465 CentraCore	ODECC57465
S1-82/52/630 HexaCore with Cable Guide	OADS182/52630G
SC-32/32/508 Slotted Core	ODESC32/32508

Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Figura 23: Bolted Dead End with Cable Guide



Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Data Sheet 2: Downlead & Wood Pole Clamps

The AFL Downlead Clamps are used to guide Optical Ground Wire from the top of the structure to the splice box. Our clamps install easily and provide proper spacing and hold strength without damage to the cable. From poles to towers, we offer a full line of OPT-GW Downlead Clamps to meet the needs of any application.

Features

- Slip strength: >100 lbs.
- Lattice adapters provided with breakaway bolts for precise torque during installation
- Steel tower guide clamps available with adapters to eliminate the need for drilling
- Banding adapters available

Ordering Information – Downlead Clamp & Adapter

(Note: for metric hardware, add suffix “M” to part number)

Tabla 13: Information – Downlead Clamp & Adapter

OPT-GW DIAMETER (INCHES)	BUSHING COLOR	PART NUMBER
0.400 - 0.500	Red	ODC400/500
0.501 - 0.600	green	ODC501/600
0.601 - 0.700	yellow	ODC601/700
0.701 - 0.800	Blue	ODC701/800
0.801 - 0.900	white	ODC801/900
0.901 - 1.000	black	ODC901/1000

Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Ordering Information – Wood Pole Clamp

(Note: not available with metric hardware)

Tabla 14: Information – Wood Pole Clamp

OPT-GW DIAMETER (INCHES)	PART NUMBER
0.469 - 0.561	OGW469/561
0.562 - 0.655	OGW562/655
0.656 - 0.750	OGW656/750

Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Data Sheet 3: Mechanical Suspensions - Single and Double

Supporting spans of Optical Ground Wire cable through a wide range of line angle changes, the unique design of the lightweight AFL Mechanical Suspension installs easily while supporting vertical, transverse, longitudinal unbalanced loads and angle pulls without damaging the cable strands or affecting optical fiber performance. Breakaway bolts ensure proper installation torque while eliminating the need for specialized torque wrenches. The assemblies are designed for fast installation to minimize costs.

Features

- Slip strengths: > 3,000 lbs. (depending on cable design)
- Vertical load rating: 15,000 lbs.
- Compact design (Single Suspension = 34" in length, Double Suspension = 48" in length)
- Meets IEEE 1138 Vibration and Galloping tests
- Ideal for helicopter installation
- Unique keeper design allows installation without removing bolts (fewer loose parts)
- Drilled and tapped for grounding lug, eliminating additional accessories for electrical bonding
- Shorter than formed wire suspensions, allowing installation from the support structure

Ordering Information - Single

For line or elevation angle changes up to 30°

Tabla 15: Mechanical Suspensions Single

OPT-GW DIAMETER (INCHES)	PART NUMBER
0.421 - 0.449	SUME421/449
0.450 - 0.475	SUME450/475
0.476 - 0.499	SUME476/499
0.500 - 0.527	SUME500/527
0.528 - 0.555	SUME528/555
0.556 - 0.584	SUME556/584
0.585 - 0.614	SUME585/614
0.615 - 0.646	SUME615/646
0.647 - 0.679	SUME647/679
0.680 - 0.714	SUME680/714
0.715 - 0.730	SUME715/730

Fuente:

http://www.acasolutions.com/products/fiber_able_accessories/opgw_hardware/index.html

Ordering Information - Double

For line or elevation angle changes from 31° to 60°

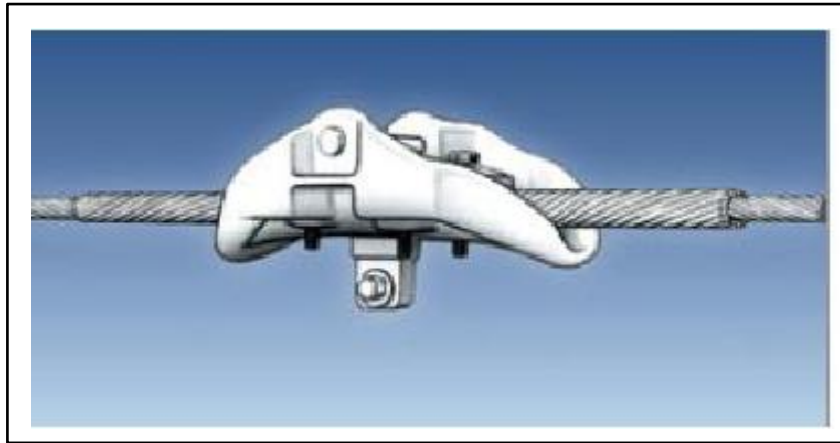
Tabla 16: Mechanical Suspensions Double

OPT-GW DIAMETER (INCHES)	PART NUMBER
0.421 - 0.449	ODSME421/449
0.450 - 0.475	ODSME450/475
0.476 - 0.499	ODSME476/499
0.500 - 0.527	ODSME500/527
0.528 - 0.555	ODSME528/555
0.556 - 0.584	ODSME556/584
0.585 - 0.614	ODSME585/614
0.615 - 0.646	ODSME615/646
0.647 - 0.679	ODSME647/679
0.680 - 0.714	ODSME680/714
0.715 - 0.730	ODSME715/730

Fuente:

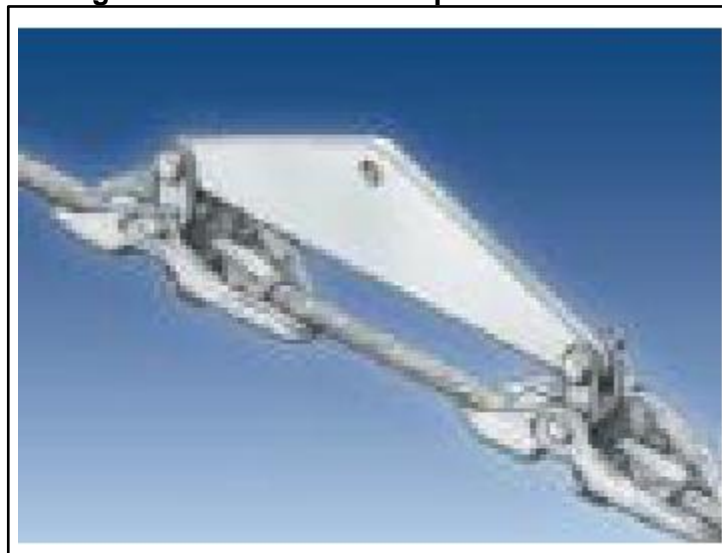
http://www.acasolutions.com/products/fiber_able_accessories/opgw_hardware/index.html

Figura 24: Mechanical Suspensions Single



Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html

Figura 25: Mechanical Suspensions Double



Fuente: http://www.acasolutions.com/products/fiber_cable_accessories/opgw_hardware/index.html