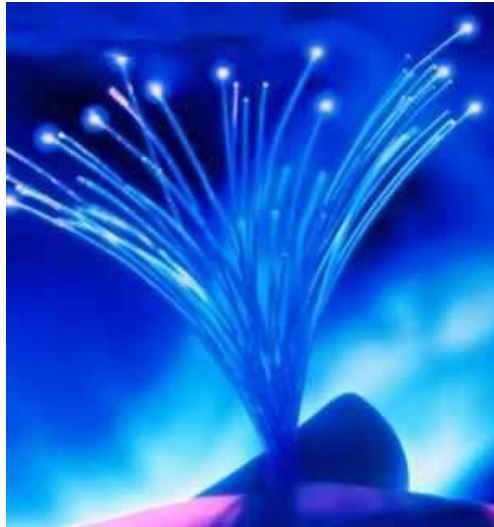


CARACTERIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE
RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN, MONITOREO Y DIAGNOSTICO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DEL
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED
DE FIBRA ÓPTICA DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

ALBERTO CADENA ZUÑIGA



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-SECCONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA

2009

CARACTERIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE
RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN, MONITOREO Y DIAGNOSTICO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DEL
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED
DE FIBRA ÓPTICA DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

ALBERTO CADENA ZUÑIGA

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

DIRECTOR
ALEX ALBERTO MONCLOU
Ingeniero Electrónico M.S.C

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA

2009

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del Jurado

Jurado

Bucaramanga, de julio de 2009

DEDICATORIA

A las dos personas más importantes en mi vida y a las que les debo todo lo que soy.

Mi padre, Gabriel Cadena Camargo, que con la sabiduría de sus consejos, supo mostrarme la forma de sobrellevar las dificultades que la universidad de la vida nos pone en el camino.

Mi madre, Mariela Zúñiga de Cadena, que con su amor, trabajo sacrificio y dedicación, me mostro que la familia está por encima de todo y que mientras permanezcamos unidos, todo saldrá bien.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me dio la fortaleza para seguir adelante cuando todo pareció estar mal, a mis padres y a mi familia, que me han apoyado durante toda mi vida y me han enseñado a ser mejor persona, a mi novia María Patricia Sampedro que con su apoyo incondicional permitió el alcance de muchos éxitos, al Ingeniero Alex Alberto Monclou y al Ingeniero Manuel Ortiz por el aporte técnico y profesional que genero en mis grandes aptitudes que me ayudaron a sacar adelante este proyecto, y en general a todas las personas que estuvieron involucradas en el desarrollo de este trabajo de grado.

CONTENIDO

	PAG
RESUMEN.	
INTRODUCCION.	
1. CAPITULO I. RESEÑAS EMPRESARIALES	
1.1 EME INGENIERIA S.A.	1
1.2 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.	2
2. CAPITULO II. MARCO TEORIO Y GENERALIDADES.	
2.1 RESEÑA HISTORICA DE LA FIBRA OPTICA	7
2.1.1 GENERALIDADES Y CONCEPTOS BASICOS DE FIBRA OPTICA.	11
2.1.2 TIPOS DE FIBRA OPTICA.	13
2.1.3 TRANSMISION DE INFORMACION POR MEDIO DE FIBRA OPTICA	15
2.1.4 COMPONENTES PASIVOS (CONECTORES).	16
2.1.5 MEDIOS DE TRANSMISION DE LA LUZ PARA FIBRA OPTICA.	17
2.1.6 TIPOS DE EMPALMES DE FIBRA OPTICA	19
2.1.7 APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA.	20
2.1.8 PROSPECTIVA TECNOLOGICA DE LA FIBRA OPTICA.	21
2.2 NORMAS DE REDES Y CABLEADO ESTRUCTURADO.	23
2.3 ARQUITECTURA DE REDES.	26
2.3.1 SUBSISTEMAS.	34
2.4 MODELO OSI.	40
2.4.1 CAPAS DEL MODELO OSI.	41
3. CAPITULO III. APORTE TECNICO.	
3.1 VERIFICACIONES PREVIAS AL INICIO DE OBRA.	49
3.2 OBRAS CIVILES.	50
3.2 ZANJADO E INSTALACION DE MONOTUBO.	50
3.3 SEGUIMIENTO DE OBRAS CIVILES.	51
3.4 PROCEDIMIENTO DE EMPALMES.	52
3.5 PRUEBAS DE ATENUACION POR MEDIO DE OTDR.	57
3.6 PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS DE RESULTADOS.	58
4. CAPITULO IV. APORTE ADMINISTRATIVO DE GESTION.	
4.1 RECOPIACION Y DIGITALIZACION DE LA INFORMACION.	70

4.2 DIAGRAMA FUNCIONAL DE COMPONENTES TECNICOS.

72

4.3 SEGUIMIENTO E INSPECCION A OBRAS CIVILES

4.4 AUDITORIAS INTERNAS.

4.5 MATRIZ DE SIMPLIFICACION DE NORMA TECNICA NTA-001 V.3

4.6 DISEÑO DE PLAN DE CAPACITACION DE PERSONAL.

4.7 GESTION EN LA CERTIFICACION CONTE Y SENA.

4.8 HOJA DE VIDA EQUIPOS.

4.9 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTA OFIMATICA.

LISTA DE FIGURAS.

	PAG
Figura 1. Infraestructura de red de fibra óptica de la ciudad de Bucaramanga.	5
Figura 2. Comportamiento de la luz en el agua.	8
Figura 3. Comportamiento de la luz a través del agua	8
Figura 4. Componentes del cable de fibra óptica.	11
Figura 5. Transmisión de la luz mediante fibra óptica.	15
Figura 6. Conectores de fibra óptica.	16
Figura 7. Empalmes mecánicos.	18
Figura 8. Empalmes por fusión de arco eléctrico	19
Figura 9. Cuadro de jerarquías de normas para diseño de redes.	22
Figura 10. Arquitectura de red distribuida.	25
Figura 11. Arquitectura de red centralizada.	27
Figura 12. Tendido HOME RUN.	29
Figura 13. Cableado de distribución zonal.	30
Figura 14. Tipos de medio de transmisión.	32
Figura 15. Subsistemas.	33
Figura 16. Área de trabajo y cuarto de telecomunicaciones.	34
Figura 17. Cableado de backbone.	35
Figura 18. Cuarto de equipos.	36
Figura 19. Entrada de facilidades.	37
Figura 20. topología de bus	41
Figura 21. Topología de anillo	42
Figura 22. Topología de anillo doble	43
Figura 23. Topología en estrella.	44
Figura 24. Topología jerárquica.	45
Figura 27. Zanja individual glorieta	48
Figura 28. Obras civiles glorieta	48
Figura 29. Construcción de cámaras.	48
Figura 30. Instalación de monotubo.	49
Figura 31. Construcción de cámaras.	49
Figura 32. canalizacion zanja única.	50

Figura 33. Adecuación de la zanja.	50
Figura 34. Canalizado tramo 2.	50
Figura 35. Canalizado tramo 2	50
Figura 36. Instalación monotubo.	50
Figura 37. Empalmadora de arco eléctrico FUJIKURA FSM 060 s.	52
Figura 38. Otdr acterna mts- 8000	56
Figura 39. Pruebas de campo grafica hilo 1. Cliente EXXONMOBIL.	58
Figura 40. Prueba de campo grafica hilo 2. Cliente EXXONMOBIL.	60
Figura 41. Prueba de campo grafica hilo 1. Cliente BANCOLDEX.	62
Figura 42. Prueba de campo grafica hilo 2.cliente BANCOLDEX.	63
Figura 43. Prueba de campo hilo 1 AEROREPUBLICA	64
Figura 44. Prueba de campo hilo 2 AEROREPUBLICA.	65
Figura 45. Prueba de campo hilo 1 CARREFOUR FLORIDA.	66
Figura 46. Prueba de campo hilo 2 CARREFOUR FLORIDA.	67
Figura 47. Prueba de campo hilo 1 DIAN.	69
Figura 48. Prueba de campo hilo 2 DIAN.	70
Figura 49. Prueba de campo hilo 1 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.	71
Figura 50. Prueba de campo hilo 2 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.	73
Figura 51. Prueba de campo hilo 1 SISTEMAS Y COMPUTADORES.	74
Figura 52. Prueba de campo hilo 2 SISTEMAS Y COMPUTADORES	74

LISTA DE TABLAS.

	PAG
TABLA 1. Modelo OSI	40
TABLA 2. Procedimiento de empalmes por medio de fusión de arco eléctrico.	54
TABLA 3. Ficha técnica pruebas de campo con OTDR cliente EXXONMOBIL	59
TABLA 4 Resultados de la prueba de campo Hilo 1 cliente EXXONMOBIL.	60
TABLA 5. Ficha técnica de la prueba Hilo 2 cliente EXXONMOBIL.	61
TABLA 6. Resultados de la prueba de campo Hilo 2 cliente EXXONMOBIL.	62
TABLA 7. Ficha técnica de la prueba Hilo 1 cliente (BANCOLDEX).	63
TABLA 8. Resultados de la prueba de campo Hilo 1 cliente (BANCOLDEX).	64
TABLA 9. Ficha técnica Hilo 2 cliente (BANCOLDEX).	65
TABLA 10. Resultados de la prueba de campo Hilo 2 cliente (BANCOLDEX).	66
TABLA11. Ficha técnica hilo 1 AEROREPUBLICA.	67
TABLA 12. Resultados de pruebas de campo hilo 1 AEROREPUBLICA.	68
TABLA 13. Ficha técnica hilo 2 AEROREPUBLICA.	69
TABLA 14. Resultados de pruebas de campo hilo 2 AEROREPUBLICA.	69
TABLA 15. Ficha técnica hilo 1 CARREFOUR FLORIDA.	70
TABLA 16. Resultados prueba de campo hilo 1 CARROFOUR FLORIDA.	71
TABLA 17. Ficha técnica hilo 2 CARREFOUR FLORIDA.	72
TABLA 18. Resultados prueba de campo hilo 2 CARREFOUR FLORIDA.	73
TABLA 19. Ficha técnica hilo 1 DIAN.	73
TABLA 20. Resultados prueba de campo hilo 1 DIAN	74
TABLA 21. Ficha técnica hilo 2 DIAN.	74
TABLA 22. Resultados prueba de campo hilo 2 DIAN.	75
TABLA 23. Ficha técnica hilo 1 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.	76
TABLA 24. Resultados prueba de campo hilo 1 DOMESA BRINKS	76
TABLA 25. Ficha técnica hilo 2 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.	77
TABLA 26. Resultados prueba de campo hilo 2 DOMESA BRINKS .	77
TABLA 27. Ficha técnica hilo 1 SISTEMAS Y COMPUTADORES.	78
TABLA 28. Resultados prueba de campo hilo 1 SYC	78
TABLA 29. Ficha técnica hilo 2 SISTEMAS Y COMPUTADORES.	79

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: CARACTERIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN, MONITOREO Y DIAGNOSTICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

AUTOR(ES): ALBERTO CADENA ZUÑIGA.

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

DIRECTOR(A): M.S.C ALEX ALBERTO MONCLOU

RESUMEN

A partir de la aplicación del conocimiento adquirido en la universidad en las áreas específicas de las telecomunicaciones y las redes, se ha realizado el presente proyecto para mejorar la gestión técnica en general del proyecto de ampliación de la infraestructura de la red de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, ejecutado por EME INGENIERIA y en la cual participo como ingeniero de soporte para PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. dejando como resultado un conjunto de herramientas para facilitar el manejo del proyecto. Este libro está estructurado por cuatro capítulos principales. En el capítulo I, están organizadas las reseñas empresariales, trayectorias, certificaciones, topologías de la fibra, cobertura, y tecnología en uso. En el capítulo II, se encuentra el marco teórico constituido por documentación e información básica de los temas de fibra óptica, arquitectura de redes, modelo OSI y topologías de red. En el capítulo III, se encuentra el aporte al diseño y coordinación del proyecto de ampliación de la infraestructura de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, a su vez se ilustran y analizan, pruebas de campo, y obras civiles resaltando los trabajos que se realizaron específicamente en la Av. Quebradaseca con carrera 15 donde se llevo a cabo una obra conjunta entre el sistema de transporte masivo, METROLINEA y EME INGENIERIA S.A. para cumplir con el plan de desarrollo de la red de fibra óptica. En el capítulo IV, encuentra las actividades que como coordinador del proyecto se realizaron entre las que se caracterizan la implementación de controles de inspección a obra, la revisión y actualización del esquema funcional y operativo del proyecto, material fotográfico de seguimiento de las obras, profesionalización del personal por medio de capacitaciones y certificaciones, creación de políticas correctivas y preventivas para compensar las no conformidades en auditorias hechas por PROMIGAS TELECOMUNICACIONES.

PALABRAS CLAVES:

FIBRA OPTICA, LEY DE SNELL, EMPALME POR FUSION DE ARCO ELECTRICO

VºBº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO.

GENERAL SUMMARY

TITLE: CHARACTERIZATION AND IMPLEMENTATION OF THE INSTRUMENTS OF INFORMATION COLLECTION, MONITORING AND DIAGNOSIS FOR THE IMPROVEMENT OF TECHNICAL AND ADMINISTRATIVE COMPONENTS OF THE PROJECT OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE INFRASTRUCTURE FOR THE FIBER OPTICS NETWORK OF THE CITY OF BUCARAMANGA.

AUTHOR(S): ALBERTO CADENA ZUÑIGA.

FACULTY: FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING.

DIRECTOR: M.S.C ALEX ALBERTO MONCLOU

ABSTRACT

Since the application of knowledge acquired at the university in specific areas of telecommunications and networking, has made this project a reality and a tool to improve the overall technical management of the project to expand the infrastructure of fiber optic network in the city of Bucaramanga, executed by EME ENGINEERING and in which I participate as support engineer for PROMIGAS Telecommunications S.A leaving as a result a set of tools to facilitate project management. This book is structured in four main chapters. In Chapter I, are organized business reviews, paths, certifications, fiber topology, coverage, and Technology Use. In Chapter II, is the theoretical framework consisting of basic information and documentation issues optical fiber, network architecture, OSI Model and Network Topologies. In Chapter III, is the contribution to the design and coordination of the project to expand fiber optic infrastructure in the city of Bucaramanga, it also is illustrated and analyzed, evidence of field, and civil works highlighting the work that was performed specifically on Av Quebradaseca 15 st, where was held a joint work between the system of mass transit, and EME ENGINEERING SA to comply with the development plan of the fiber optics network. In Chapter IV, is the coordination of activities that took place between the project characterized the implementation of monitoring checks to work, reviewing and updating the functional scheme and operating the project, follow-up photographs of the works, professionalization of staff through training and certification, policy making corrective and preventive measures to compensate the non-conformities in audits made by PROMIGAS Telecommunications.

KEY WORDS:

FIBER OPTICS, SNELL LAW, SPLICE BY ELECTRIC ARC

THESIS DIRECTOR APPROVED

INTRODUCCION

Debido a la creciente demanda de medios de transmisión de información más confiables, rápidos y con anchos de banda cuya demanda se incrementa de manera exponencial, la fibra óptica se ha convertido en un medio ideal, con proyecciones de transmisión de hasta 100 Gbps para el año 2011, lo cual multiplica por 10 la capacidad actual de transmisión mantiene a la fibra óptica como una alternativa importante frente a los otros medios como microondas y los enlaces satelitales o infrarrojos.

En Colombia, según el informe trimestral de la conectividad de la comisión de regulación de telecomunicaciones, las conexiones fijas y móviles siguen en auge en el año 2009 mostrando un crecimiento del 13.63% en nuevos usuarios de internet. Dentro de los municipios con mayor penetración del acceso a servicios de internet se encuentra la ciudad de Bucaramanga y Floridablanca que ocupando el cuarto y el sexto lugar respectivamente aportan al crecimiento nacional un 20.31%¹.

Estos crecimientos continuos en el área de telecomunicaciones, muestran que la necesidad del incremento de las redes de fibra óptica es una realidad. La ciudad de Bucaramanga se muestra pujante frente al desarrollo tecnológico del país y va a la vanguardia en la oferta de servicios de telecomunicaciones. Este desarrollo hace que el reto técnico para suplir las necesidades de cobertura y de servicios, sea más complicado de llevar a cabo, sobretodo porque las aplicaciones de la fibra se incrementan a medida que los usuarios de tecnología crecen.

Dentro de las aplicaciones más notables de la fibra óptica y de la transmisión de datos, se encuentran los servicios por paquetes de televisión, Internet y voz IP, los cuales necesitan de un ancho de banda mínimo para poder garantizar los suministros de los servicios que se comparten en el mismo medio hasta el equipo final.

¹ Informe trimestral de conectividad de la comisión de regulación de telecomunicaciones. Mayo del 2009. [consultada el 14 de junio de 2009]. (ver anexo medio magnético E)

En este nicho de mercadeo PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. ofrece los servicios asociados al suministro del canal de comunicaciones a los clientes que prefieren tercerizar el servicio antes que asumir por cuenta propia la instalación de la infraestructura que les permita atender sus necesidades. Como política estratégica de permanencia y crecimiento en un mercado tan dinámico y competitivo, PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. ejecuta desde hace cuatro años el proyecto de ampliación de la infraestructura de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, para el cual ha contratado los servicios de “PRESTACION DE SERVICIOS Y SUMINISTRO ELEMENTOS MATERIALES Y CONSUMIBLES PARA LA CONSTRUCCION E INSTALACION DE INFRAESTRUCTURA ACCESO ULTIMA MILLA” con la empresa EME INGENIERIA S.A

En este trabajo de grado, se proponen una serie de soluciones a las dificultades administrativas y técnicas evidenciadas en la empresa EME INGENIERÍA S.A. contratista de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. La metodología de trabajo se baso en la creación de herramientas ofimáticas que permitieron la caracterización de problemas específicos para facilitar la implementación de soluciones que mejoren la dinámica del proyecto en el corto y mediano plazo.

El resultado esperado del presente trabajo de grado es la aplicación de los conocimientos técnicos en el sector productivo, aportando soluciones corporativas y de gestión, lo cual cobra especial importancia en el ámbito del desempeño profesional del ingeniero electrónico frente a las necesidades reales del sector de las telecomunicaciones. Adicionalmente, este trabajo constituye un documento de referencia para trabajos de grado con temática similar a la infraestructura de redes de fibra óptica.

Finalmente, el trabajo de grado realizado, fortalece el enfoque de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga frente al sector de las telecomunicaciones en los programas de pregrado y postgrado y plantea la importancia de mantener dicho énfasis en las asignaturas, trabajos de grado y prácticas empresariales correspondientes.

CAPITULO I.

1. RESEÑAS EMPRESARIALES

1.1 EME INGENIERÍA S.A.

EME INGENIERÍA S.A. es una empresa dedicada a formular y ejecutar proyectos de Ingeniería en los sectores Eléctrico y de Telecomunicaciones, así como interventorías y servicios de soporte y mantenimiento en estas ramas de la ingeniería.²

Está conformada por ingenieros y profesionales técnicos especializados en redes de distribución eléctrica, líneas de media tensión, instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales, redes y soluciones de telecomunicaciones, soluciones de automatización, control, seguridad y sistemas de información.

Misión:

Ofrecer soluciones integrales de productos y servicios con alto compromiso tecnológico, innovativo y de gran impacto social, en respuesta a las necesidades de las empresas vinculadas al sector de la construcción, energético y de telecomunicaciones, garantizando el crecimiento sostenible de los clientes internos y externos de la organización.

Visión:

Ser la empresa líder en nuestro campo de acción, en el ámbito nacional, para ser reconocida dentro del sector como modelo empresarial, buscando alcanzar una madurez en la aplicación de la filosofía de la calidad y que nuestra gente se sienta dueña de la empresa y plenamente realizada en el aspecto personal y profesional.

² EMPRESA EME INGENIERIA S.A [Consultado el 4 de abril de 2009]
www.emeingenieria.com.co

Trayectoria:

EME INGENIERÍA S.A. inició sus operaciones el 3 de Marzo de 1981 bajo el nombre de “Estudios y Montajes Eléctricos S.A.”, EME S.A., por iniciativa de tres socios gestores, de los cuales aún dos pertenecen a la organización.³

En Marzo 29 de 1.989, EME S.A. “Estudios y Montajes Eléctricos”, modifica su razón social a la sigla EME S.A., omitiendo “Estudios y Montajes Eléctricos”, basados en la intención de ampliar su portafolio de servicios y diversificar sus actividades a obras y proyectos en otras ramas de la Ingeniería.

El 28 julio de 2005 EME S.A. decide reformar la razón social, quedando registrada como EME INGENIERÍA S.A., con el ánimo de dar énfasis a su objeto social.

EME INGENIERÍA S.A. es considerada actualmente una de las empresas líderes para la formulación y ejecución de proyectos para empresas del sector privado y público, prestando sus servicios para dar construir y dar soluciones en las áreas de Energía, Telecomunicaciones y de Automatización Control y Seguridad, con el conocimiento, logística e infraestructura adquiridos a través de la experiencia de más de 25 años de trabajo ininterrumpido.

Hoy, EME INGENIERÍA S.A. busca mantener su liderazgo reforzando su compromiso de mejorar la calidad de sus servicios para apoyar y cumplir los requisitos y las exigencias de sus clientes, la organización y la sociedad, a través de la responsabilidad y desafío adquiridos con el otorgamiento del certificado al Sistema de Gestión de la calidad ISO 9001:2000 por parte del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, compromiso que se ve reflejado en el mejoramiento continuo como consecuencia del mantenimiento del Sistema de Calidad implementado en la Compañía.

³ EMPRESA EME INGENIERIA S.A [Consultado el 4 de abril de 2009]
www.emeingenieria.com.co

1.2 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A es una compañía privada, dirigida con altos criterios empresariales, que inició operaciones el 1 de agosto de 2001. Cuenta con la solidez financiera y el respaldo de PROMIGAS S.A E.S.P., organización líder en Colombia en el transporte de gas natural, con más de 35 años de experiencia⁴.

La compañía dispone de una red diseñada especialmente para el transporte de datos, voz y video sobre una plataforma tecnológica con alta capacidad de transmisión, 100% redundante y con altos niveles de confiabilidad y calidad de acuerdo con los estándares nacionales e internacionales.

Para cumplir con los requerimientos de los operadores y sus clientes, la empresa cuenta con dos plataformas para la prestación de servicios: una multiservicios que soporta diferentes protocolos de acceso, como Clear Channel, Frame Relay y ATM, y una plataforma Metro Ethernet de última generación para la prestación de servicios de Ethernet.

La conexión de los enlaces es en fibra óptica extremo a extremo. La empresa dispone de la flexibilidad para lograr la rápida migración hacia velocidades superiores, desde 64 Kbps hasta 2.5 Gbps, y los cambios en los protocolos e interfaces de acceso.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A es una empresa visionaria, innovadora, moderna, con tecnología acorde con las exigencias del cambiante mundo de las telecomunicaciones y los negocios, que en la actualidad presta sus servicios a los más importantes operadores nacionales.

⁴ EMPRESA PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A [Consultado el 8 de abril de 2009]
www.promitel.com

Mision:

Ser una operadora transparente de telecomunicaciones especializado en la prestación de servicios de transporte en fibra óptica a otros operadores, ofreciendo capacidad e infraestructura para la transmisión de datos, voz y video con altos niveles de disponibilidad, eficiencia, escalabilidad y flexibilidad. Se busca la satisfacción de los clientes, asegurando la sostenibilidad de la empresa, brindando bienestar y desarrollo integral a los empleados y al tiempo obteniendo niveles adecuados de rentabilidad para los accionistas.⁵

Vision:

En el año 2016 se busca consolidar como el transportador de telecomunicaciones metropolitano más importante en Colombia y con fuerte presencia en América Latina.

Cobertura:

El backbone comprende 450 kilómetros de fibra óptica en forma de anillo, 57 kilómetros en Barranquilla, 66 en Cartagena, 280 en Bucaramanga y 47 en Cali. Para el trazado de la ruta se tuvo en cuenta, principalmente, el cubrimiento de las zonas industriales y comerciales, además de los puntos de concentraciones de los operadores locales y nacionales. Adicionalmente se cuenta con más de 800 kilómetros de accesos en fibra óptica.

El backbone en fibra óptica lo conecta con el mundo a través de los cables interoceánicos submarinos Arcos en Cartagena y Panamericano en Barranquilla.

⁵ EMPRESA PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A [Consultado el 8 de abril de 2009]
www.promitel.com

FIGURA 1. Infraestructura de red de fibra óptica de la ciudad de Bucaramanga.



Fuente: PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.

www.promitel.com

Tecnología:

La red de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES es en fibra óptica extremo a extremo, con canalización propia para garantizarles a los operadores y a sus clientes altos niveles de calidad en el servicio. La fibra óptica utilizada para el backbone es monomodo y de 96 hilos, producida con la más alta tecnología, la cual permite comercializar una red multiservicio que transporta voz, datos y video usando una misma plataforma común de transmisión, y facilita la creación de gran variedad de productos. La red ofrece y garantiza la calidad del servicio para los diferentes tipos de tráfico, y, además, implementa los servicios lógicos, que son separados de las capas de acceso y transporte de la red.⁶

La red es 100% en fibra óptica extremo a extremo, armada monomodo all wave, la cual da cumplimiento con el estándar ITU-T G652d.

⁶ EMPRESA PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A [Consultado el 8 de abril de 2009]
www.promitel.com

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES ofrece una alta disponibilidad garantizada por redes principales canalizadas y topología en anillo doble, lo que brinda mayor seguridad y confiabilidad a la hora de prestar su portafolio de servicios gracias a su topología redundante.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES cumple con las normas nacionales e internacionales para el diseño, construcción y tendido de nuestras redes.

Todas las pruebas de los tramos de fibra se realizan de manera bidireccional con equipos de medición reflectométrica (OTDR), Cada uno de los tramos de la fibra óptica cumple con los siguientes estándares de calidad⁷:

- Atenuación bidireccional por kilómetro: 0.36dB/km a 1310 nm y 0.22dB/km a 1550nm
- Atenuación por conector en ODF: 0.5dB a 1310 nm y 0.5dB a 1550 nm
- Atenuación bidireccional por empalme: 0.1 dB a 1310 nm y 0.1 dB a 1550 nm

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES cuenta con un sistema de monitoreo permanente de backbone y accesos principales, integrado con el sistema GIS.

La topología de cada una de las ciudades consiste en una red ATM transportada sobre SDH y una red Metroethernet, ambas en configuración anillo que garantizan la disponibilidad de los servicios.

Las redes transmiten por fibra óptica, y corresponden a una topología en anillo compuesta por un backbone autorecuperable, así como la conmutación de rutas empleando equipos multiplexores con funcionalidades de conexión cruzada digital. Es decir, se trata de una red multiservicio con tecnología de punta para proveedores de servicios de comunicaciones.

Barranquilla cuenta con nueve nodos de acceso a clientes, siete en Cartagena, cuatro en Bucaramanga y cuatro en Cali. En los nodos están instalados equipos de acceso y concentración ATM/FR así como multiplexores SDH y switches Metroethernet.

⁷ EMPRESA PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A [Consultado el 8 de abril de 2009]
www.promitel.com

El diseño de la red de fibra óptica, la distribución de los switches ATM y Metroethernet así como la de los equipos de acceso y concentración, están basadas en la ubicación de clientes finales (industria, comercio, servicios, financieros, etc.) y en la de los puntos de presencia de los operadores de telecomunicaciones en cada ciudad.

Desde uno de los nodos de Barranquilla se realiza la gestión centralizada de la red para todas las ciudades.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

RESEÑA HISTORICA DE LA FIBRA OPTICA.

Durante miles de años la humanidad ha utilizado luz para comunicarse, las fogatas que daban la bienvenida a casa y que los ayudaron a mantener a los animales silvestres alejados, la señal de encender fogatas en las colinas que sirvió para advertir de una invasión e incluso en estos días de alta tecnología de las comunicaciones por satélite, los buques aun llevan lámparas de gran alcance para la señalización marítima y en otros más específicos, la señalización de espejos son una cuestión común en equipos de supervivencia.

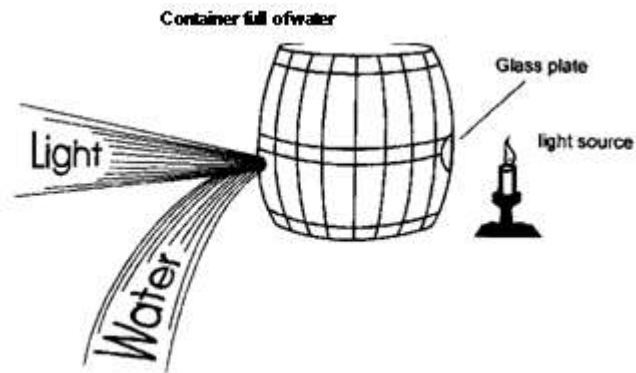
Para esa época era dado como un hecho, que la luz viajara en línea recta y era impensable que la luz pudiera seguir una trayectoria curva y seguir brillando.

No fue sino hasta 1870 en Boston, Massachusetts, donde un físico de Irlanda con el nombre de John Tyndall hizo una demostración pública de un experimento que no sólo refuto esta creencia, pero dio a luz a una revolución en la tecnología de las comunicaciones.

Su idea era muy sencilla, en un cuarto oscuro, llenó un recipiente con agua y direcciono una luz de una vela hacia ella, después de unos segundos, sacó el tapón y la luz que brillaba en el agua, salió siguiendo el camino que el agua seguía como se muestra en la figura 1 y 2 que se presentan a continuación.

Esto era lo que se esperaba que sucediera, que la luz siguiera su trayectoria mientras el agua salía del recipiente.

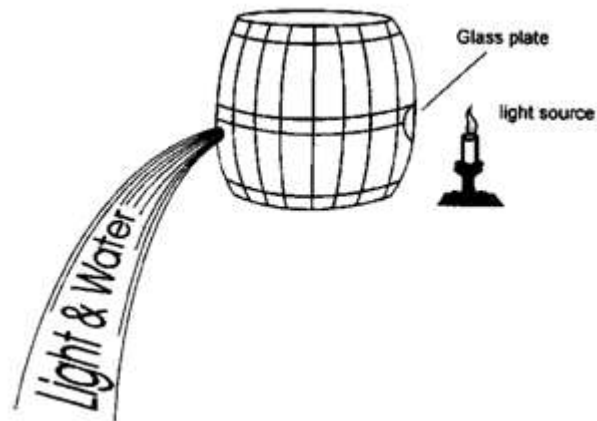
Figura 2. Comportamiento de la luz en el agua.



Fuente. Introducción a la fibra óptica. John Crisp
ISBN 07506 50303

Y lo que paso en realidad fue lo siguiente.

Figura 3. Comportamiento de la luz a través del agua



Fuente. Introducción a la fibra óptica. John Crisp
ISBN 07506 50303

Los principios básicos siguen siendo los mismos el día hoy, una fuente de luz y un material transparente (generalmente de plástico o vidrio) para que la luz brille a través de

él. La luz puede ser guiada por cualquier camino complejo como en la Figura 2 mostrada anteriormente

Fibra óptica en telecomunicaciones:

En 1880, sólo cuatro años después de la invención del teléfono, Alexander Graham Bell utilizó la luz para la transmisión de voz. Bell, llamó a su dispositivo un foto-teléfono el cual no era más un tubo flexible con un espejo en su extremo. Bell habló por el tubo y el sonido hizo vibrar el espejo. La luz modulada fue detectada por una célula fotoeléctrica situada a una distancia de doscientos metros. El resultado no fue ciertamente alta definición, pero el mensaje pudo ser entendido.

A raíz de la invención del láser de rubí en 1960, la utilización directa de la luz para la comunicación fue reinvestigada, sin embargo, los enlaces de datos todavía tenían la necesidad de un camino sin obstáculos entre el emisor y el receptor. En 1983 se utilizó para enviar un mensaje, el código Morse, a una distancia de 240 km (150 millas) entre dos cimas de las montañas.

Recursos se asignaron a la investigación y la búsqueda de un material con la suficiente claridad para permitir el desarrollo de una fibra óptica que llevara la luz a largas distancias, aunque en las primeras pruebas, los resultados fueron decepcionantes debido que las pérdidas eran tales que la potencia de la luz se reducía a la mitad cada tres metros a lo largo de la ruta lo que significaba reducir el poder por un factor de un millón en sólo 60 metros (200 pies).

Actualmente se usa vidrio para la fibra óptica y es increíblemente claro lo cual ha disminuido notablemente los niveles de atenuación ha dado capacidad a la fibra de transmitir luz a grandes distancias.

En algunas ocasiones se usa plástico en la fibra óptica, pero las pérdidas siguen siendo demasiado altas para las comunicaciones de larga distancia, pero para enlaces cortos de unas pocas decenas de metros, es satisfactorio y fácil de usar. Se encuentra en aplicaciones de sistemas de alta fidelidad, y en la circuitería de control en automóviles.

El empleo de fibras de vidrio como medio guía no tardó en resultar atractivo: tamaño, peso, facilidad de manejo, flexibilidad y coste. En concreto, las fibras de vidrio permitían guiar la luz mediante múltiples reflexiones internas de los rayos luminosos, sin embargo, en un principio presentaban elevadas atenuaciones.

A continuación se muestra una cronología de los sucesos importantes en el desarrollo de la fibra óptica hasta las tecnologías LED que se usan hoy en día.

- 1970 Corning obtiene fibras con atenuación 20 dB/km.
- 1972 Fibra Óptica con núcleo líquido con atenuación 8 dB/km.⁸
- 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 Fujicura obtienen Fibra Óptica con atenuación 0,47 dB/km en 1.300 nm, muy próximo al límite debido a factores intrínsecos (Rayleigh).
- 1979 Se alcanzan atenuaciones 0,12 dB/km con fibras monomodo en 1550 nm. También en 1975 se descubría que las F.O. de SiO₂ presentan mínima dispersión en torno a 1300 nm, lo cual suponía disponer de grandes anchuras de banda para la transmisión, en cuanto la dispersión del material de la fibra constituye un factor intrínseco limitativo. Las nuevas posibilidades que ofrecían las F.O. también estimularon la investigación hacia fuentes y detectores ópticos fiables, de bajo consumo y tamaño reducido:
- 1970 Primer láser de AlGaAs capaz de operar de forma continua a temperatura ambiente. Sin embargo, el tiempo de vida medio era de unas pocas horas. Desde entonces, los procesos han mejorado y hoy es posible encontrar diodos láser con más de 1.000.000 horas de vida media.
- 1971 C.A. Burrus desarrolla un nuevo tipo de emisor de luz, el LED, de pequeña superficie radiante, idóneo para el acoplamiento en F.O. Por lo que se refiere a los fotodetectores, los diodos PIN y los de avalancha a base de Si, fueron desarrollados sin dificultades y ofrecían buenas características. Sin embargo, no podían aplicarse en longitud de onda > 1100 nm. El Ge era un buen candidato a ser utilizado para trabajar entre 1100 y 1600 nm, y ya en 1966 se disponía de ellos con elevadas

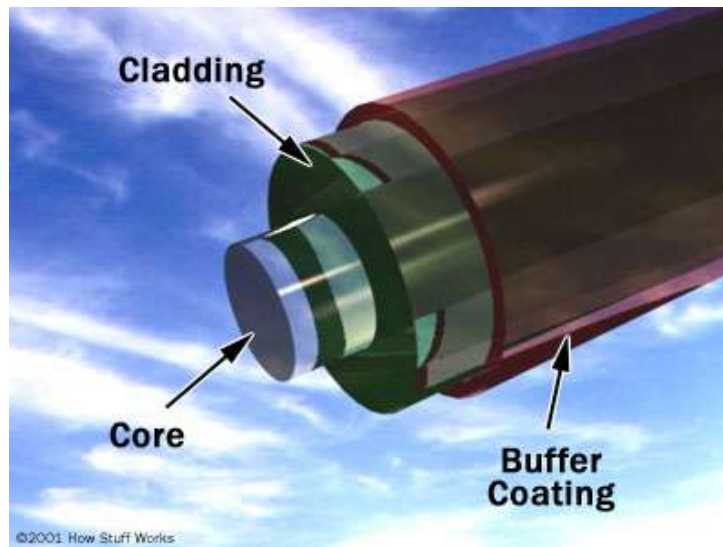
⁸ Breve historia de la fibra óptica (En línea).[Consultado el 10 de abril de 2009]
http://www.euram.com/ni/pverdes/Verdes_Informatica/Informatica_al_dia/fibra_optica_145.htm

prestaciones eléctricas. Sin embargo, la corriente de oscuridad (ruido) del Ge es elevada y da motivo a ensayos con fotodiodos con materiales como InGaAsP. El primer PIN de InGaAs se realiza en 1977.

GENERALIDADES Y CONCEPTOS FIBRA OPTICA:

Cuando escuchamos hablar de la fibra óptica, es casi siempre porque se están refiriendo a temas relacionados con los sistemas telefónicos, televisión por cable o el Internet las cuales son las aplicaciones más comerciales de esta. Para entender un poco más el alcance de la fibra óptica, debemos entender su concepto. Las líneas de fibra óptica son filamentos de vidrio óptimamente puros, tan delgados como un cabello humano, pueden llevar información a través de largas distancias, y son usadas en un sin fin de aplicaciones entre las que se encuentran: decorativas, telecomunicaciones, inspecciones de ingeniería mecánica y medicas entre otras.⁹ Si miramos de cerca la fibra óptica vamos a encontrarnos con tres partes principales:

FIGURA 4. Componentes del cable de fibra óptica.



Fuente: How stuff works

www.howstuffworks.com/fiber-optic.htm

⁹ How fiber optics work. (En línea) [Consultado el 15 de abril de 2009]
www.howstuffworks.com/fiber-optic.htm

Núcleo: Compuesta de un fino plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con alto índice de refracción por medio del cual viaja la luz.

- Revestimiento: material óptico similar al del núcleo con índice de refracción ligeramente menor que rodea el núcleo y refleja la luz de nuevo al centro.
- Forro o funda: cobertura plástica que protege la fibra de daños y humedad,

Ventajas de la fibra óptica:

- **Menores pérdidas de potencia**, gracias a esta propiedad se logran mayores distancias de repetición (eventualmente puede no ser necesario incorporar repetidores), reduciendo así los costos del sistema, de su mantenimiento y aumentando la fiabilidad del mismo.
- **Inmunidad al ruido**, gracias a que la fibra óptica es totalmente dieléctrica, es inmune a las interferencias de radiofrecuencia. Asimismo no genera interferencias ni genera diafonía en otros equipos de comunicación y por lo tanto no son necesarios recubrimientos especiales.
- **Dimensiones reducidas y bajo peso**, este aspecto, junto a la gran flexibilidad hace que la instalación de los cables ópticos sea comparativamente sencilla.
- **Seguridad**, es prácticamente imposible interceptar la señal que viaja por una fibra sin ser detectada.
- **Aislamiento eléctrico**, al ser dieléctrica la fibra asegura el aislamiento eléctrico entre emisor y receptor, evitando así las puestas a tierra.
- **Gran ancho de banda**, esto permite la transmisión de mucha información simultáneamente, reduciendo la necesidad de cambiar el cable al aumentar el

tráfico. Mediante el uso de técnicas de multiplexación especiales, la potencialidad de la fibra óptica se ve notablemente incrementada.

- **Rápida reducción de costos y mejoramiento de la calidad**, al igual que en todas las modernas tecnologías, existe un gran interés en la investigación de nuevas técnicas para obtener una mayor eficiencia y reducción de costos.

Desventajas de la fibra óptica

- Una importante es el alto costo inicial de instalar un sistema de fibra, aunque en el futuro se cree que el costo sería muy bajo. El sistema de reparación y mantenimiento son muy difícil y costosos que los sistemas metálicos. (Cortes PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A).

TIPOS DE FIBRAS:

Monomodo:

El cable de fibra óptica monomodo es un tipo de cable de fibra de vidrio con un diámetro promedio de 8.3 a 10 micras el cual tiene un modo de transmisión. Usada en muchas aplicaciones donde los datos son enviados en múltiples frecuencias (WDM) de modo que es necesario solo un cable para la transmisión de datos.

La fibra monomodo da una mayor tasa de transmisión y hasta 50 veces más la distancia de la multimodal, PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A usa este tipo de fibra en todo su backbone y aunque su costo es mayor, las prestaciones tecnológicas también son mayores.

Multimodal:

La fibra multimodal es otro tipo de fibra que se caracteriza por su uso en distancias cortas menores a 2 Km. como redes de área locales como LAN y SAN, en ellas la luz se transmite por más de un camino lo cual hace que no todas las señales de luz lleguen a la vez. Esta fibra viene a su vez en dos tamaños de núcleo diferentes, la primera es con un núcleo estándar de 62.5 micrones la cual soporta capacidades de ancho de banda de 1 GIGABIT ethernet a una distancia de hasta 275 metros y la segunda es de un núcleo de 50 micrones la cual soporta el mismo ancho de banda, con la ventaja que puede alcanzar una distancia máxima de hasta 500 metros.

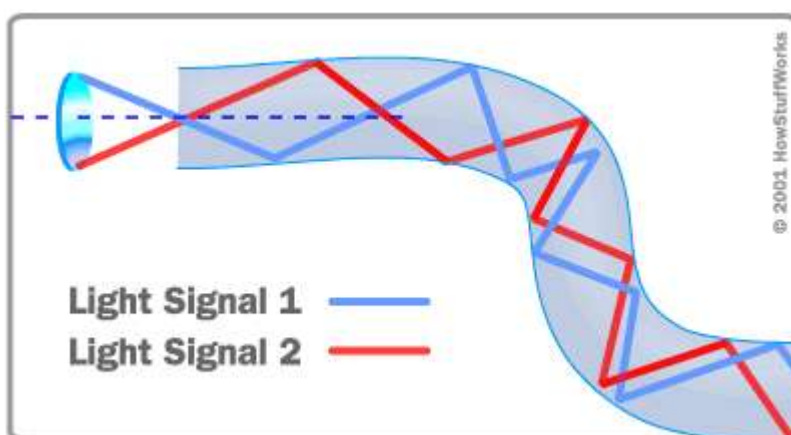
Dentro de la fibra multimodal, encontramos tres tipos caracterizados según el sistema ISO 11801 según su ancho de banda.

- OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser como emisores.

TRANSMISION DE INFORMACION POR MEDIO DE FIBRA OPTICA:

La luz viaja a través de la fibra óptica mediante la reflexión constante entre las paredes del cable gracias a que el ángulo de reflexión está por encima del ángulo de reflexión total en función de la ley de Snell.

FIGURA 5. Transmisión de la luz mediante fibra óptica.



FUENTE: How stuff works

www.howstuffworks.com/fiber-optic.htm

Gracias a que el revestimiento de la fibra no absorbe la luz, el haz puede viajar grandes distancias.

Si embargo en algunos casos, la señal de luz se degrada dentro de la fibra, en la mayoría de los casos debido a imperfecciones del revestimiento, dentro de las atenuaciones aceptables de la fibra y según las exigencias de la empresa, en este caso las exigencias técnicas de la empresa PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. se aceptan pérdidas de 0.30 db por km, 0.1 db por empalme y 0.5 db por par de conectores.

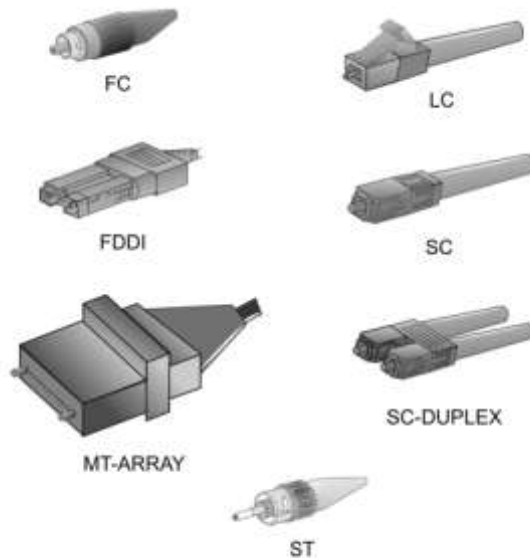
COMPONENTES DE LA FIBRA OPTICA:

CONECTORES:

Tipos de conectores.

Estos conectores son los encargados de interconectar la fibra entre elementos finales o iniciales, ya sea transmisor o receptor.¹⁰

FIGURA 6. Conectores de fibra óptica.



FUENTE http://foros.emagister.com/imagenes_foros/1/2/8/9/8/177453Tipos_conectores_fibra_optica.jpg

- FC, que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI, se usa para redes de fibra óptica.
- LC y MT-Array que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos.
- SC y SC-Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.
- ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.¹¹

¹⁰ Tipos de conectores de fibra óptica (En línea) [Consultado el 20 de abril de 2009].
http://foros.emagister.com/imagenes_foros/1/2/8/9/8/177453Tipos_conectores_fibra_optica.jpg

Entre los más usados se encuentra el conector LC el cual es conocido por ser el que presenta una pérdida de casi cero y en el caso PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. es el que se usa en los nodos.

Por otro lado, el conector SC, también de excelente resistencia a la atenuación final, es usado en la mayoría de clientes finales (rack) de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.

EMISORES DE LUZ:

Estos emisores son los encargados de concentrar, guiar y transmitir la luz por medio de la fibra.¹²

LASER: Emisor de luz conocido por la flexibilidad de su uso tanto en fibra monomodo como multimodo, usa corrientes del orden entre 50 a 100 mA, costoso y difícil de usar, presenta ventajas como tiempo de vida largo y de rápida transmisión.

LED: Del inglés (Light emitting diode), a diferencia del láser es lento en la transmisión, limitado a fibras multimodo, usa corrientes del orden de los 5 a los 40 mA aunque su uso es fácil, su tiempo de vida útil es largo y de bajo precio.

EMPALMES DE FIBRA OPTICA.

Empalmes.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A usa empalmes por fusión de arco eléctrico los cuales son los más confiables y precisos, respecto a niveles de atenuación se refieren. En tramos de grandes distancias del orden de los 30 o 40 km, deben realizarse empalmes entre los tramos y entre cada cierre o ODF.

¹¹ http://www.optico.us/sensores/instrumentos/lector/tipos_de_conectores/

¹²Tipos de conectores de fibra óptica (En línea) [Consultado el 20 de abril de 2009].
http://www.optico.us/sensores/instrumentos/lector/tipos_de_conectores/

Equipos para empalmes:

El objetivo de cualquier empalme de fibra óptica es el de unir dos extremos de fibra de forma que permita con el mínimo de pérdida que sea posible, teniendo en cuenta los factores que influyen de manera directa.

- El costo inicial del equipo de empalme.
- Costo por empalme.
- Frecuencia con la que se realizan empalmes.
- Calidad óptica de los empalmes.

Por su puesto lo que siempre se busca es la mas alta calidad óptica en empalmes, pero en algunos casos pueden haber inconvenientes si los costos de los equipos sobrepasan los beneficios de un empalme de alta calidad

La fibra óptica se puede empalmar mediante dos métodos:

Empalmes manuales o mecánicos:

Los empalmes mecánicos utilizan un tubo de plástico con un mecanismo de bloqueo que mantiene encastradas dos fibras entre si para hacer un empalme los cuales son relativamente baratos aunque cada operación de empalme requiere un elemento permanente que debe aplicarse a la fibra para mantener unido el empalme, la necesidad de insumos por empalme puede incrementar el precio y hacer otros métodos más aplicables basados en relación costo beneficio.

Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo, para probar bobinas. Producen atenuaciones altas, del orden de 0.20 a 1dB.

FIGURA 7. Empalmes mecánicos.



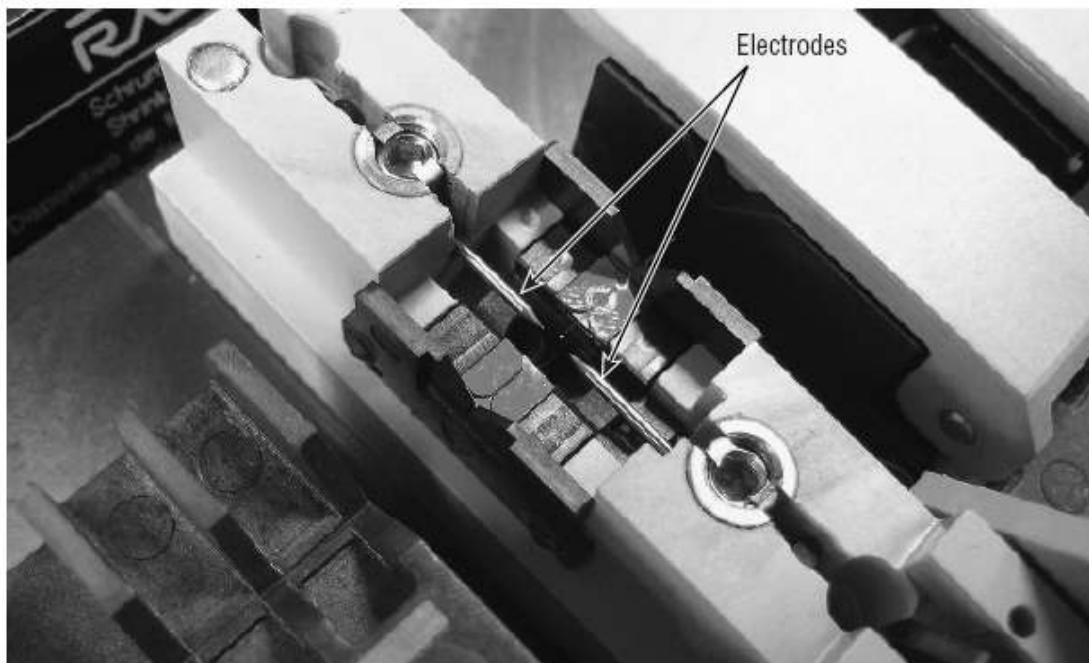
FUENTE. Fiber Optics Installer and Technician Guide, Bill WoodwardEmile B. Husson
ISBN: 0-7821-4390-3

A las fibras se les retira unos 3 cm del coating (color), se limpian con alcohol isopropílico y luego se les practica un corte perfectamente recto a unos 5 o 6 mm, con un cortador (cutter o cleaver) especial, con filo de diamante.

Empalmes por fusión.

Son empalmes permanentes creados por medio de la fusión de arcos eléctricos, el cual es protegido por materiales termoencogibles los cuales sellan la soldadura del empalme. Los empalmes por fusión de arco son mas costosos que los empalmes mecánicos, pero proveen una seria de características que mejoran la calidad de los empalmes como las funciones adicionales de alineamiento de fibras y un mecanismo para estimar la pérdida de potencia en la señal y las cuales llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles del orden de (0.01 a 0.10 dB)

FIGURA 8. Empalmes por fusión de arco eléctrico



FUENTE. Fiber Optics Installer and Technician Guide, Bill WoodwardEmile B. Husson
ISBN: 0-7821-4390-3

APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA:

El uso y la demanda de fibra óptica han crecido exponencialmente y existen numerosas aplicaciones de la misma. Las aplicaciones de telecomunicaciones se han generalizado y van desde las redes globales hasta de computadoras de escritorio. Esto incluye la transmisión de voz, datos o vídeo a distancias de menos de un metro a cientos de kilómetros.

Empresa prestadoras de servicios telefónicos, usan la fibra óptica para transmitir telefonía en a través del país. Localmente, las empresas usan la fibra óptica para interconectar sus oficinas de switch a switch, y a nivel mas limitado, se puede usar la fibra para redes locales como en conjuntos residenciales e inclusive en la vivienda individual como tal.

Dentro de sus usos más importantes, podemos recalcar el uso extenso de la fibra en la transmisión de datos. Las empresas multinacionales necesitan: seguridad, fiabilidad de los sistemas de transferencia de datos e información financiera entre los edificios y las terminales o computadoras de escritorio al igual que la transferencia de datos de todo el mundo. Empresas de televisión por cable también utilizan la fibra para la entrega de vídeo digital, servicios de datos y telefonía. El elevado ancho de banda proporcionado por la fibra hace que sea la elección perfecta para la transmisión de señales de banda ancha, tales como la televisión de alta definición (HDTV).

Los sistemas de transporte inteligentes, tales como carreteras inteligentes, lógica adaptativa, semáforos inteligentes, automatización de peajes (ezpass) y señalización de tránsito variable, son aplicaciones cotidianas de la fibra.

Otra aplicación importante de la fibra óptica es en la industria biomédica. De la fibra óptica se desprenden los más modernos dispositivos de telemedicina para la transmisión digital de imágenes de diagnóstico y catéteres. Otras aplicaciones de fibra óptica incluyen investigaciones aeroespaciales, militares, sector automotriz y el sector industrial.

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA DE LA FIBRA ÓPTICA

Dentro del plan de desarrollo tecnológico de las aplicaciones de la fibra óptica, sobresale la posibilidad de transmitir datos con velocidades de hasta 100 Gbps. Para exponer el alcance de esta posibilidad, de alcanzarse estas velocidades de transmisión, se podrían transmitir en solo doce horas, el volumen de datos equivalente a 125.000 Dvd, 500.000 páginas de texto o toda la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos¹³

En la actualidad son varias las empresas que trabajan con este nuevo tipo de tecnologías, con vistas a multiplicar con creces las actuales capacidades de transmisión de datos en Internet, ya que, según los expertos, se están saturando las redes debido al vertiginoso aumento de descargas (música, vídeos...), debido a la proliferación de las redes sociales y del intercambio de datos entre cibernautas.

¹³ 100 gigas por segundo para 2011 (En línea) [consultado el 3 de mayo de 2009].
<http://www.heedcom.com/sis/ntcdet.php?cod=456>

La compañía estadounidense Ciena, especializada en soluciones de transporte óptico y carrier ethernet, es, hasta el momento, "la primera que ha conseguido transmitir con absoluta seguridad volúmenes de información de hasta 100 Gbps por segundo", con un prototipo que, según las previsiones, tardará unos dos años en ser comercializado, trayendo beneficios para el consumidor como una reducción de hasta un 30 por ciento en el costo de transmisión de un byte por segundo debido a los grandes volúmenes de transmisión.¹⁴

De acuerdo a las estadísticas, en los últimos años se ha producido un progresivo incremento del tráfico de datos en la red, aproximadamente el 20 por ciento cada año, y la previsión es que la tendencia se mantenga o incluso se acentúe.

Se espera que continúe la tendencia, porque Internet se ha popularizado, dentro de sus nuevas aplicaciones, se está usando para descargar y cargar música, videos, aplicaciones IPTV, Chat, redes sociales y redes empresariales. Esta situación ha creado una gran demanda por parte de las empresas que dan servicios de conexión a los clientes finales, como las operadoras de telefonía, tanto en comunicaciones fijas, como móviles.

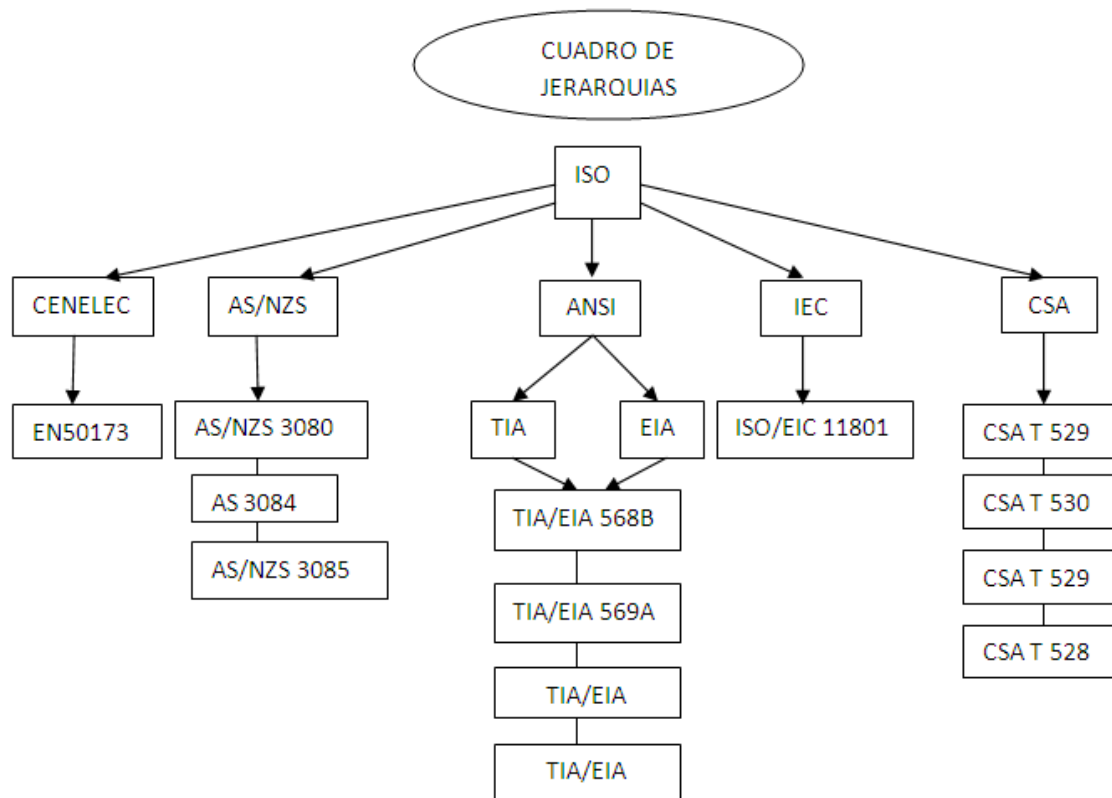
También requieren grandes capacidades para la transmisión de datos en Internet las redes académicas y las científicas, que cada vez comparten más proyectos en Internet y trabajan con enormes volúmenes de información que necesitan elevados estándares de seguridad en las conexiones. Proyectos como REDIRIS o experimentos como los que está previsto que se realicen en el mayor acelerador de partículas del mundo, el LHC (Large Hadron Collider), del CERN, en Ginebra, serían algunos ejemplos de esas necesidades.

Esta imparable corriente que está acelerando la innovación en el mundo, obliga a que las empresas y en particular las que dan servicios de Internet a los ciudadanos se adapten rápido a las nuevas demandas de los ciudadanos para no perder el tren de la competitividad.

¹⁴ 100 gigas por segundo para 2011 (En línea) [consultado el 3 de mayo de 2009].
<http://www.heedcom.com/sis/ntcdet.php?cod=456>

NORMAS:

FIGURA 9. CUADRO DE JERARQUIAS DE NORMAS PARA DISEÑO DE REDES



FUENTE. TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

Las reglas de diseño, especificaciones y guías a las cuales el diseñador debe recurrirse provienen de los estándares, y existen diferentes estándares basados en la ubicación geográfica y las preferencias del cliente.¹⁵

Estos estándares no se requieren por ley o gobernaciones locales.

¹⁵ Certificación de diseñador de TYCO ELECTRONICS AMP NET CONNECT.[Consultado el 20 de julio de 2009](Ver anexo a medio magnético F).

Los estándares y organizaciones con las cuales el diseñador debe estar familiarizado se muestran en este esquema.

ISO (Organización Internacional para estandarización) es la principal organización de estándares internacional para sistemas de telecomunicaciones

IEC (Comisión Internacional Electrotécnica) es una organización que certifica componentes según su desempeño eléctrico. Junto con la ISO, la IEC desarrolló el estándar ISO/IEC 11801 (Cableado genérico para áreas de clientes)

CENELEC (Comité europeo para la estandarización Electrotécnica) desarrolló el estándar EN50173 utilizado en algunas partes de Europa (básicamente se reconoce el estándar ISO/IEC 11801)

AS/NZS (Estándar de Australia/Nueva Zelanda) desarrolló un estándar similar llamado AZ/NZS 3080

CSA (Asociación canadiense de estándares) desarrolló el CSA T529, un estándar similar al ISO/IEC 11801, utilizado en Canadá

ANSÍ (Instituto Nacional Americano de Estándares) es una organización que posee otros comités que reportan a ella, incluyendo:

TÍA (Asociación de la industria de Telecomunicaciones)

EIA (Asociación de la industria Electrónica)

La TÍA y EIA han unido tuerzas para desarrollar estándares de comunicaciones para aplicaciones comerciales, incluyendo la **TIA/EIA-568B** (Estándar de Cableado para Telecomunicaciones de Edificios Comerciales), la cual es similar en alcance a la ISO/IEC 11801.

Hay algunos estándares adicionales bajo la TIA/EIA, AS/NSZ y CSA.

- La TIA/EIA-569A, AS 3084 y CSA-530, respectivamente, son estándares que rigen los espacios y duelos para el Cableado
- La TIA/EIA 606A, AS/NZS 3085 y CSA-529 son estándares que rigen la Administración (etiquetado)¹⁶
- Finalmente, la TIA/EÍA-607 y CSA-528 son estándares que rigen el aterramiento y anclaje para el Cableado.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. exige dentro de su manual de especificaciones técnicas para el proyecto de infraestructura de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, las siguientes normas NTC que aplican para empalmes de cable de fibra óptica y redes secundarias.

- NTC 4133 TELECOMUNICACIONES- RED PLANTA EXTERNA .GUIA METODOLOFICA PARA EMPALMERIA
- NTC 3860 TELECOMUNICACIONES- EMPALMES PARA FIBRA Y CABLES OPTICOS-TELECOMUNICACIONES GENERALES.
- NTC 3862 TELECOMUNICACIONES-EMPALMES PARA FIBRA Y CABLES OPTICOS-PARTE 3 ESPECIFICACIONES INTERMEDIAS EMPALMES POR FUSION PARA FIBRAS Y CABLES OPTICO.

ARQUITECTURA DE REDES.

Al llegar a un cliente final o acceso a ultima milla como se conoce técnicamente, el diseñador necesita un claro entendimiento de las opciones de arquitecturas disponibles, las bases de dicha elección, sus ventajas y desventajas. Las diferentes arquitecturas se basan en la ubicación de la electrónica y la distribución de la conectividad de los outlets.

Las arquitecturas populares son:

¹⁶ Certificación de diseñador de TYCO ELECTRONICS AMP NET CONNECT.[Consultado el 20 de julio de 2009 (Ver anexo a medio magnético F)].

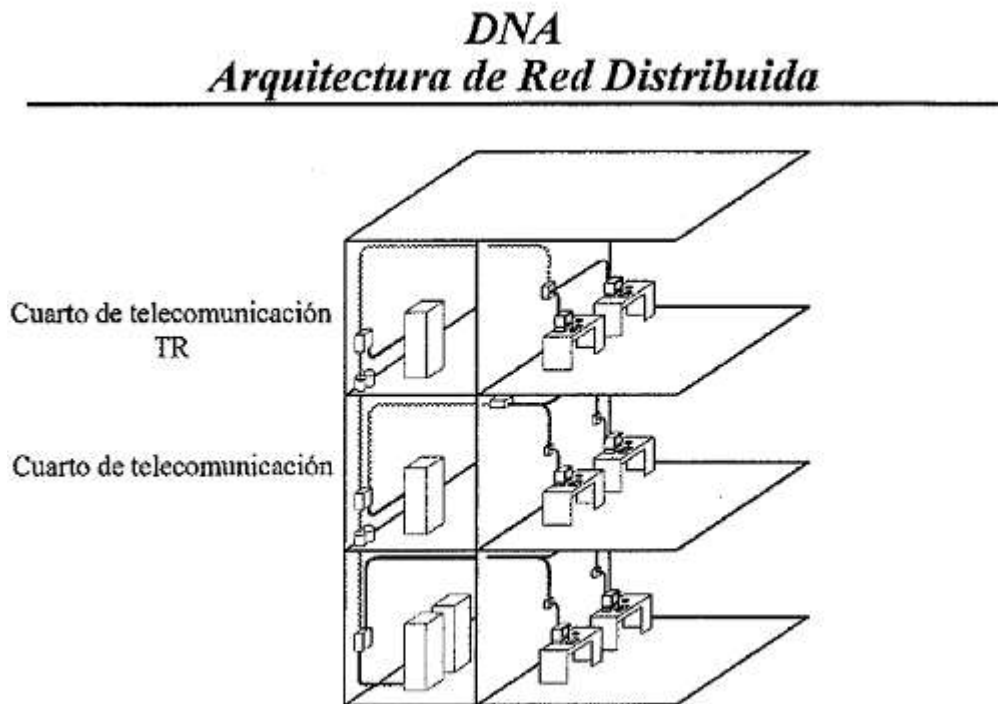
- DNA (arquitectura de red distribuida)
- CNA (arquitectura de red centralizada)

Las arquitecturas populares de cableado horizontal son:

- Cableado HOME RUN.
- Cableado Zonal.

DNA: ARQUITECTURA DE RED DISTRIBUIDA.

FIGURA 10. ARQUITECTURA DE RED DISTRIBUIDA.



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

La arquitectura estándar es DNA y se define como una topología de cableado estructurada, que soporta ambientes multipunto y multimarca donde cada cuarto de telecomunicaciones contiene equipos electrónicos que proveen conectividad a la red por medio del cableado.

DNA es la arquitectura básica de los estándares TIA/EIA e ISO y esta basada en topología estrella.

Ventajas:

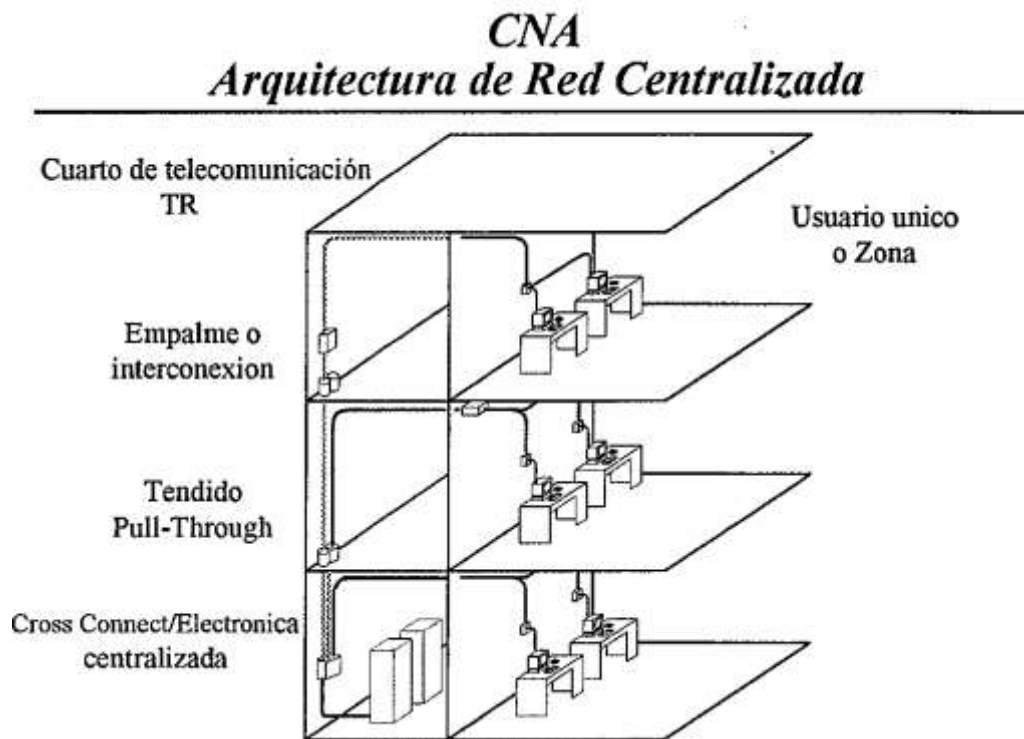
- Ideal para grandes edificios y sistemas con varios edificios.
- Dimensión del backbone es pequeña en comparación con la centralizada.

Desventajas:

- Electrónica distribuida haciendo difícil su mantenimiento y administración.
- Los MAC'S (Movimientos, Adecuaciones y Cambios de infraestructura) son más complicados.
- Costos y tiempos de administración son más altos.
- La eficiencia y la utilización de puertos es pobre.

CNA: ARQUITECTURA DE RED CENTRALIZADA.

FIGURA 11. ARQUITECTURA DE RED CENTRALIZADA.



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

La arquitectura de red centralizada (CNA) está basada en el estándar de cableado de Fibra Óptica Centralizado y se define como una alternativa al cableado horizontal en fibra cuyo diseño e implementación desde el costo es efectivo cuando se utiliza cable de fibra multimodo en el cableado horizontal.

El cableado centralizado provee conexiones directas desde el área de trabajo al punto de interconexión permitiendo el uso de cables continuos o un empalme o una conexión en el Cuarto de Telecomunicaciones en lugar de un Distribuidor -de Piso. Ofrece al usuario la facilidad de contener y reducir los costos operativos agregando flexibilidad, control y accesibilidad.

El cableado centralizado en Fibra Óptica no intenta reemplazar o sustituir los requerimientos de los estándares TIA/EIA-568B o ISO sino ofrecer una solución más

efectiva desde los costos para aquellos usuarios que desean emplear electrónica centralizada.

El concepto es soportar electrónica y administración centralizada. También está orientada para los usuarios que disponen de pocos pisos en un solo edificio.

Ventajas:

- MAC's son mucho más fáciles y menos costosos.
- El tiempo y costo de administración es menor.
- Se incrementa la utilización y eficiencia por puerto.
- Menor espacio utilizado en el Cuarto de Telecomunicaciones.
- Permite migraciones de red rápidos.
- Menos puntos de fallas.

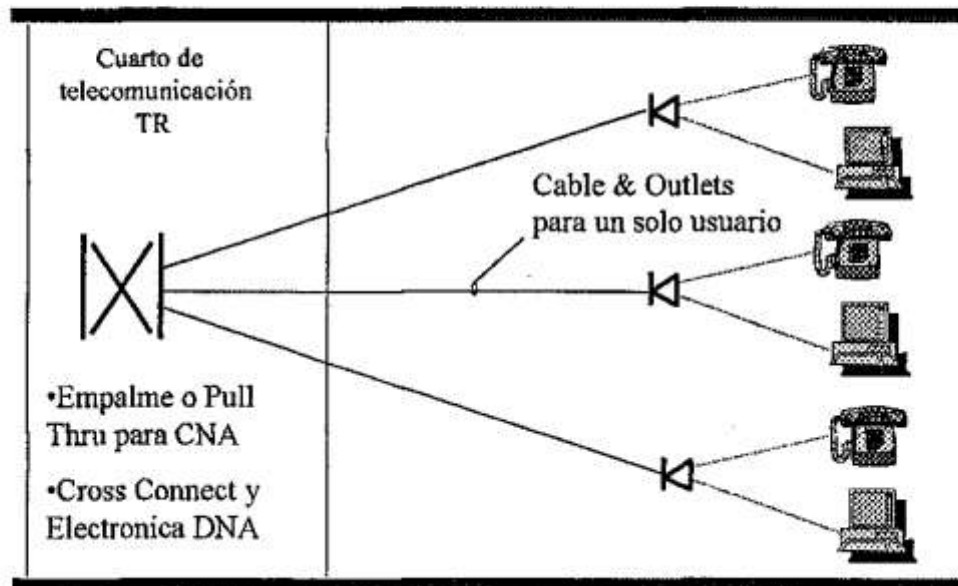
Desventajas:

- Costo de instalación inicial
- Alto costo de la electrónica óptica
- Se aprecia un punto único de fallas

TENDIDO HOME RUN

FIGURA 12. TENDIDO HOME RUN

Tendido Home Run



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

La conexión estándar para las áreas de trabajo tanto en CNA como en DNA es a través del cableado horizontal "home run".

El cableado "Home Run" es donde cada conector del área de trabajo se conecta en una topología estrella al Cuarto de Cableado mediante un único cable.

La tendencia actual en los ambientes de negocios es hacia diseños de oficinas abiertos y flexibles, con una velocidad de cambio en crecimiento.

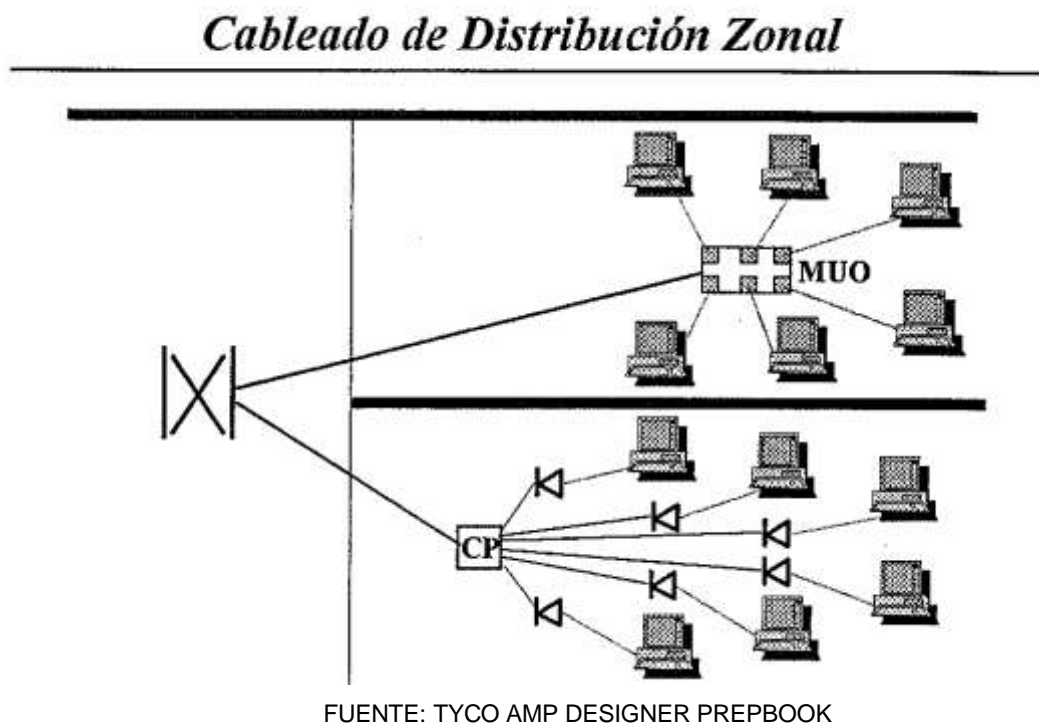
Debido a que las oficinas abiertas son flexibles, el problema es que la estructura de cableado horizontal estándar asume vías de cableado horizontal fijas y permanentes cuando éstas necesitan convertirse en móviles.

"Prácticas adicionales para el Cableado Horizontal en Oficinas Abiertas" (TIA/EIA/TSB-75), también llamado "Cableado Zonal", especifica esquemas de conexión opcionales para la estructura estándar del cableado horizontal, permitiendo espacios abiertos en

oficinas que son reconfigurables frecuentemente sin perturbar los tendidos horizontales de cables.

CABLEADO DE DISTRIBUCION ZONAL

FIGURA 13. CABLEADO DE DISTRIBUCIÓN ZONAL.



El cableado zonal puede usarse tanto con arquitectura distribuida (DNA) como centralizada (CNA).

Si existen paredes fijas, el Cableado zonal no será efectivo desde los costos.

Las ventajas son:

- Costos reducidos durante la vida del cableado debido a menores re-cableados (el cableado desde el Cuarto de Telecomunicaciones hasta el Punto de Distribución permanece permanente).
- Movimientos, cambios y agregados más rápidos.
- Menores interrupciones en las oficinas.
- Menores tiempos de caída y pérdida de productividad durante los cambios, agregados y movimientos.

Las desventajas son:

- Costos de instalación iniciales más altos.
- Creencia de un desempeño inferior debido a la adición de un punto de conexión (un punto de conexión adicional ya está tenido en cuenta en el estándar como punto de transición)

Elección del medio de transmisión

Las arquitecturas citadas anteriormente no deben olvidarse durante la elección del medio de transmisión ya que juegan un papel importante en dicha elección.

Por ejemplo, CNA se basa en el estándar de Cableado Centralizado en Fibra Óptica y por lo tanto, debe utilizarse fibra monomodo. Así también, las distancias del backbone en una arquitectura DNA fijará el medio factible.

OPCIONES DE TIPO DE MEDIO.

FIGURA 14. TIPOS DE MEDIO DE TRANSMISION.



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

En las diferentes opciones de tipos de medio que se tienen para escoger, se debe tener en cuenta que dependiendo de las necesidades, se debe escoger el cable a usar, por ejemplo, el par trenzado normal se recomienda para cableados estructurados residenciales y de aéreas pequeñas, mientras que el cable trenzado blindado se usa para edificaciones y extensiones un poco mas grandes, que gracias a su apantallamiento por blindaje, en menos propenso al ruido.

Para terminar, el cable de fibra óptica monomodo o multimodo, según las distancias que se vayan a trazar, son el medio por excelencia y son la mejor opción a la hora de buscar características avanzadas en la transmisión de datos.

SUBSISTEMAS

FIGURA 15. SUBSISTEMAS.

Elementos/Sub-Sistemas

- **Area de Trabajo**
- **Cableado Horizontal**
- **Cuarto de Telecomunicaciones**
- **Cableado de Backbone**
- **Cuarto de Equipos**
- **Entrada de Facilidades**
- **Administración**

FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

A la hora de diseñar sistemas acceso a última milla con cableado estructurado, se debe tener en cuenta los subsistemas que hacen que el diseño quede optimizado. En esta parte se tienen en cuenta las áreas de trabajo o puestos de trabajo, el cableado horizontal con el tipo de tendido que se escoja, el cuarto de telecomunicaciones o TR en los cuales se instalan los racks de piso, el cableado del backbone o cableado vertical, el cual se conoce como la espina dorsal de un sistema de cableado estructurado así como el cuarto de equipos en el cual se instalan los equipos principales, racks y equipos de alimentación, ups entre otros, la entrada a facilidades la cual determina una serie de condiciones para las acometidas eléctricas con tipo de ductería y medidas máximas de cableado externo a barrajes de tierra,

AREA DE TRABAJO:

FIGURA 16. AREA DE TRABAJO Y CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

El área de trabajo es el espacio dentro del edificio donde los ocupantes interactúan con los dispositivos de telecomunicaciones.

El cableado del área de trabajo se extiende desde la boca de telecomunicaciones/conector del cableado horizontal hasta el equipo, que queda fuera de este estándar. El equipo puede ser cualquiera de un número diferente de dispositivos; Computadoras, teléfonos, impresoras, fax, etc.

Para los objetivos de planificación, si no se conocen las especificaciones exactas, el espacio estimado para cada área de trabajo es de 10 m². Lo que significa un área aproximada de 3m x 3m.

El cableado del área de trabajo puede tener un máximo de 3 m y puede variar su forma dependiendo de la aplicación. El cableado generalmente es no permanente y se diseña de forma tal de ser relativamente fácil su cambio.

Si se necesitan conversores y otros dispositivos de conectividad por la aplicación, éstos deben instalarse entre la boca de pared y la estación de trabajo.

CABLEADO HORIZONTAL:

El cableado horizontal es el cable que conecta el punto de Interconexión Horizontal/Distribuidor de Piso al área de trabajo, e incluye la boca localizada en el área de trabajo.

La máxima longitud de este cableado es de 90 m, y existen otros factores que limitan la longitud del cable que deben considerarse, y éstos serán discutidos en detalle en la sección Horizontal

El esquema del cableado horizontal comprende la mayoría del cableado ha instalarse.

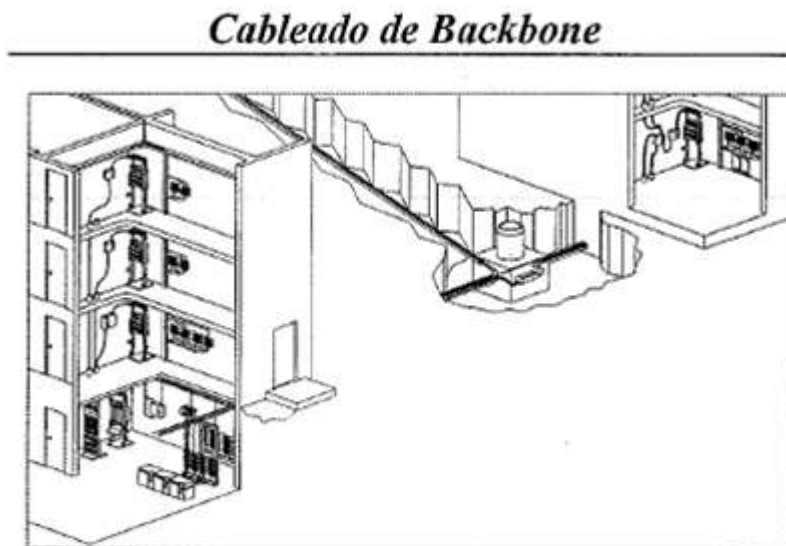
CUARTO DE TELECOMUNICACIONES (TR):

La función principal del Cuarto de Telecomunicaciones (TR) es la terminación del cableado de distribución horizontal. El TR típicamente alberga el punto de interconexión horizontal/Distribuidor de piso. También contiene el punto de transición entre el cableado horizontal y de backbone.

Debe tener la capacidad de contener los equipos de telecomunicaciones, las terminaciones de cables y las interconexiones asociadas

CABLEADO DE BACKBONE:

FIGURA 17. CABLEADO DE BACKBONE.



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

El cableado de backbone provee interconexiones entre edificios y dentro del edificio entre puntos de interconexiones principales e intermedios (distribuidores de campus y edificios), entre puntos de interconexiones principales y horizontales (distribuidores de campus y de piso) y entre puntos de interconexión intermedia y horizontal (distribuidores de edificio y de piso).

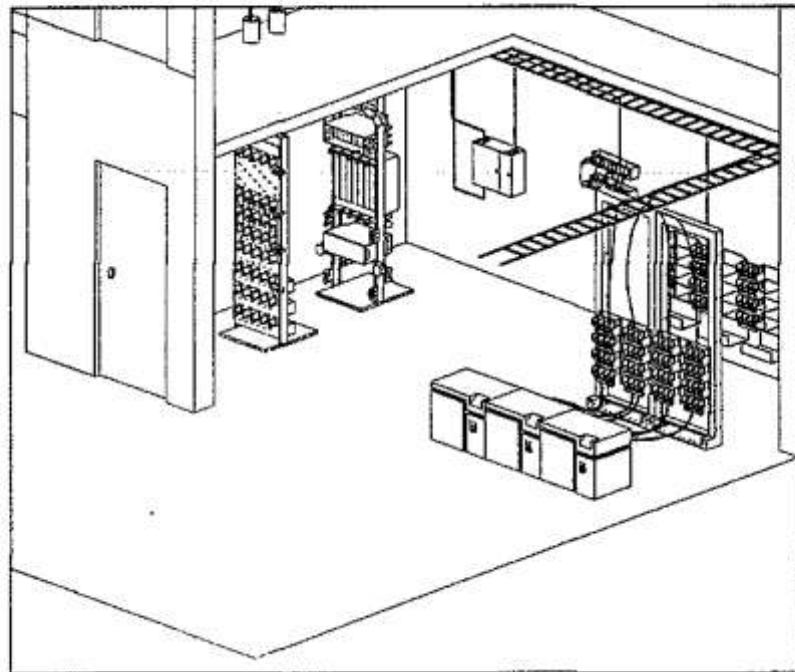
Los Interbuilding Backbones/Campus backbones son backbones entre edificios y los Intrabuilding Backbones/Building backbones son backbones dentro del edificio entre distintos distribuidores.

Los backbones intrabuilding pueden correr verticalmente (riser) entre pisos y/u horizontalmente.

CUARTO DE EQUIPOS:

FIGURA 18. CUARTO DE EQUIPOS.

Cuarto de Equipos



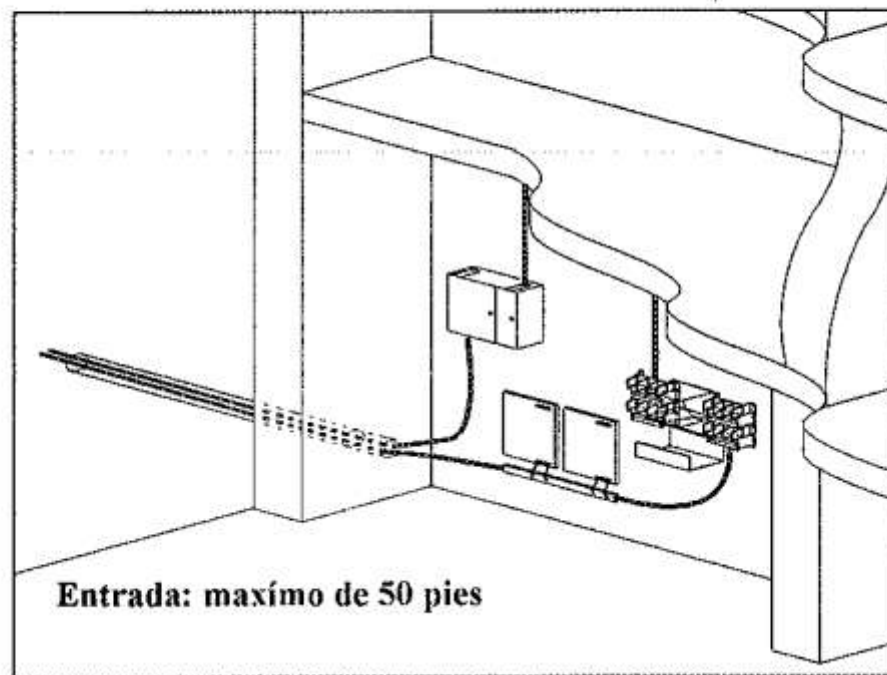
FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

El cuarto de equipos provee un ambiente controlado central para albergar el equipamiento de telecomunicaciones, los puntos de interconexión/distribuidores, hardware de conectividad, empalmes, las facilidades de puesta a tierra y anclaje y los aparatos de protección.

Un cuarto de equipos puede proveer también algunas o todas las funciones de un Cuarto de Telecomunicaciones.

FIGURA 19. ENTRADA DE FACILIDADES.

Entrada de Facilidades



FUENTE: TYCO AMP DESIGNER PREPBOOK

La Entrada de facilidades (EF) consiste en la entrada de de servicios de telecomunicaciones al edificio, a través de la pared del edificio dentro del cuarto de entrada. Puede contener las canalizaciones para backbone que vinculan con otros edificios en una configuración de campus.

MODELO OSI:

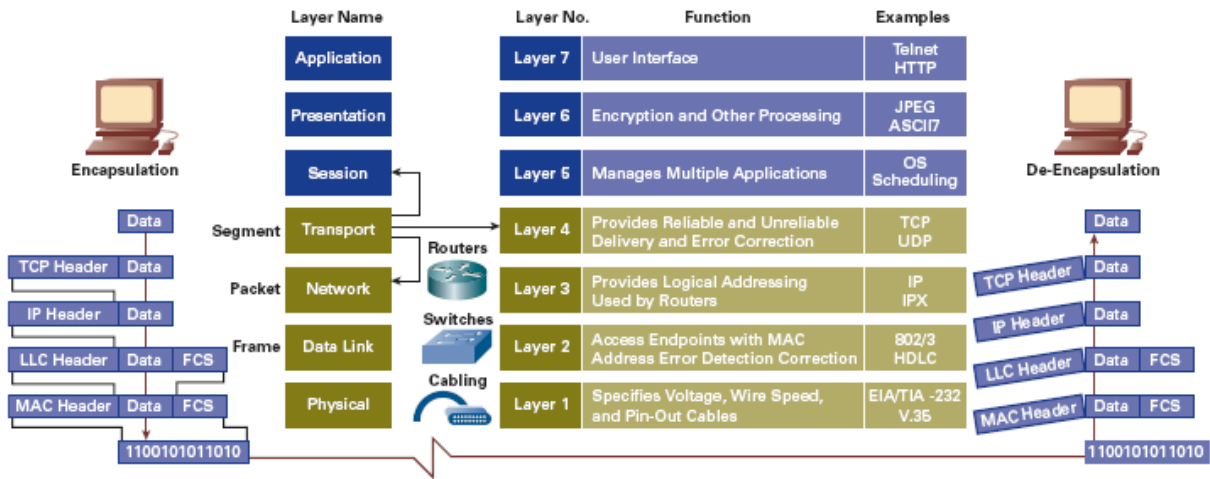
En algún momento, todos los involucrados con el diseño o la creación de redes se encuentra con una referencia hacia la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), OSI es un modelo que divide en siete capas las funciones de las computadoras para comunicarse unos con otros. La Organización Internacional de Normalización (ISO) publico este modelo en 1984 para estandarizar y garantizar la interoperabilidad de las redes en capas. La base de la definición es que cada una de las siete capas tiene una función particular que debe realizar, y cada capa debe saber cómo comunicarse con sólo las capas inmediatamente por encima y debajo de ella. Este simple concepto de capas permite a los sistemas de comunicaciones ser fácilmente adaptados y modificados como las tecnologías de lógica adaptativa.

La división de la red en siete capas presenta las siguientes ventajas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.¹⁷
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, de manera que se puedan desarrollar con más rapidez.
- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas para simplificar el aprendizaje.

¹⁷ CISCO NETWORKING ACADEMY PROGRAM ISBN 1-58713-003-3 [Consultado el 10 de junio de 2009]

TABLA 1. Capas del Modelo OSI



FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

CISCO NETWORKING SIMPLIFIED ISBN-13: 978-1-58720-199-8

Cada capa individual del modelo OSI tiene un conjunto de funciones que debe realizar para que los paquetes de datos puedan viajar en la red desde el origen hasta el destino. A continuación, presentamos una breve descripción de cada capa del modelo de referencia OSI tal como aparece en la tabla 1.

Capa 1. Física

La capa física es la encargada de convertir la entrada de datos en una señal eléctrica que se transmite a través de la red. La red de la capa física puede ser la el cable de cobre, la fibra óptica, señales inalámbricas o cualquier otro medio que pueda llevar señales.

Esta capa también provee de un método a dispositivo receptor para verificar que los datos transmitidos no hayan sido dañados o afectados durante la conversión.

Capa 2. Enlace

La capa de enlace de datos es la encargada de establecer la sesión de comunicación entre dos dispositivos diferentes y así puedan intercambiar protocolos de capa tres.

La capa de enlace agrega un símbolo que identifica la información a transmitir en la capa dos hacia la capa tres así como también usa el protocolo de capa tres para asignar direcciones de origen y destino de hardware también llamadas MAC o media acces control, en este punto los frames pasan a ser encapsulados en paquetes y esta listo para pasar a la red Ethernet.

Capa 3. Red

La capa de red es donde la mayoría de los protocolos de comunicaciones hacen su trabajo, apoyándose en la información que proviene de la capa dos y uno para enviar y recibir mensajes a otros computadores o dispositivos de red. En esta capa agrega un símbolo a los paquetes que identifica su fuente única y la dirección ip de destino del que envía y recibe así como también se enrutan los paquetes ip en esta capa.

Capa 4. Transporte

La capa de transporte es la encargada de tomar el fragmento de los datos de la aplicación y prepararlos para su envío a la red, esta preparación implica dividir la información en partes más pequeñas y agregar un símbolo que identifica la aplicación de envío y recepción de datos a través de la red.

Capa 5. Sesión

La capa de sesión es la encargada de establecer, manejar e interrumpir sesiones entre las aplicaciones o host. Una sesión consiste en el dialogo entre dos o más entidades y esta provee servicio a la capa de presentación sincronizando la comunicación y administrando el intercambio de datos entre capas.

Capa 6. Presentación

La capa de presentación asegura que la información enviada por la capa de aplicación de un sistema sea legible por la capa de aplicación de otro sistema, de ser necesario esta capa haría las veces de traductor entre diferentes tipos de formatos de representación de datos usando un formato común.

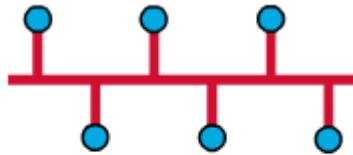
Capa 7. Aplicación

La capa de aplicación es la capa del modelo OSI que esta más cercana al usuario, provee servicios de red a los usuarios de la aplicación y difiere de las otras capas en el sentido en no da servicio a ninguna otra capa del modelo OSI pero si da servicios de aplicación a los procesos externos al modelo OSI como por ejemplo procesamiento de texto u hojas de cálculo.

TOPOLOGIAS.

TOPOLOGÍA DE BUS.

FIGURA 19. Topología de bus



Topología de bus

FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

La topología de bus consta de un segmento lineal de los medios de comunicación, al que pertenecen estaciones, esta topología es ante todo un mecanismo de difusión, en donde los mensajes salientes de una estación son transmitidos a todas las estaciones en el segmento y sobre la cual se espera que el destinatario deseado reconozca y acepte la transmisión mientras las otras estaciones ignoran este mensaje

La topología de bus presenta dos desventajas:

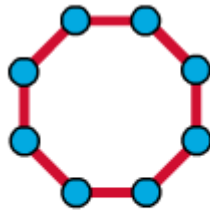
1. La dificultad que tiene una estación para verificar si en realidad una transmisión va hacia el o simplemente debe descartarla, debido que en una topología en bus no hay necesidad de pasar la información a menos que sea un repetidor, la estación copia la información la examina y la descarta.

2. Si dos estaciones, estación 1 y estación 2, transmiten casi al mismo tiempo, hay posibilidad de colisión

2. Si dos estaciones, estación 1 y estación 2, transmiten al mismo tiempo, entonces no puede haber una colisión en el segmento que lo que causa básicamente es un daño en los datos antes de la llegada al destino.

TOPOLOGÍA EN ANILLO.

FIGURA 21. Topología de anillo



Topología de anillo:

FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

La *topología de anillo* se compone de un anillo cerrado formado por nodos y enlaces, en el que cada nodo está conectado con sólo dos nodos adyacentes¹⁸. Dentro de sus desventajas mas grandes esta en que si alguno de los nodos, llegara a perder conexión, inmediatamente interrumpiría la comunicación entre el resto ya que todos los dispositivos están directamente conectados entre si.

¹⁸ CISCO CCNA PREPBOOK (En línea)[Consultado el 10 de junio de 2009]
<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

TOPOLOGÍA DE ANILLO DOBLE.

FIGURA 22. Topología de anillo doble



FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

Una topología en anillo doble consta de dos anillos concéntricos, cada uno de los cuales se conecta solamente con el anillo vecino adyacente, esta topología, es la más usada en metro fiber, o topología de fibra óptica para ciudades, debido que gracias a su segundo anillo redundante, se incrementa la confiabilidad y flexibilidad de la red.

La topología de anillo doble actúa como si fueran dos anillos independientes, de los cuales se usa solamente uno por vez¹⁹.

Aplicación PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.

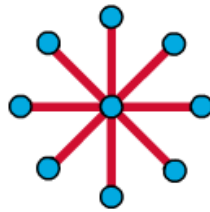
Este tipo de topología es el usado en el a red de infraestructura de fibra óptica de la ciudad de Bucaramanga, debido a que esta presenta ventajas como doble redundancia cíclica la cual permite que cuando haya una falla o corte en la red se pueda direccionar

¹⁹ CISCO CCNA PREPBOOK (En línea)[Consultado el 10 de junio de 2009]
<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

por el segundo anillo, ofreciendo altos índices de disponibilidad evitando pérdidas en el servicio y dando tiempo a las cuadrillas de empalme para corregir algún corte en tiempos determinados y evitar así el exceso de tráfico en la red

TOPOLOGÍA ESTRELLA.

FIGURA 23. Topología en estrella.



Topología en estrella

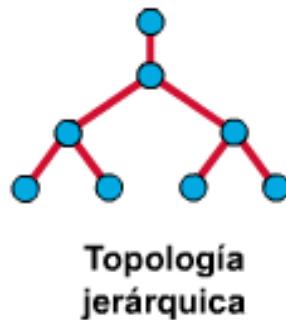
FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

La *topología en estrella* tiene un nodo central desde el que se irradian todos los enlaces hacia los demás nodos y no permite otros enlaces. La topología en estrella está basada en arquitectura centralizada la cual mediante un nodo central distribuye los datos en una red de enlaces que se conectan directa y únicamente hacia el centro. La desventaja principal, son las colisiones que se pueden causar si el nodo principal llegara a fallar y que toda la información debe pasar por el nodo principal, ya que no hay comunicación directa entre estaciones, y la ventaja principal es que mediante el nodo central se puede intercomunicar los otros nodos.

TOPOLOGÍA EN ARBOL O JERARQUICA.

FIGURA 24. Topología jerárquica.



FUENTE: CISCO CCNA PREPBOOK

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=2>

La topología jerárquica, se distribuye desde un nodo central y va creando nodos dependientes de este a medida que la jerarquía se diversifica, se utiliza para instalaciones de edificios de varias oficinas con distribución por departamentos en donde se asigna una distribución nodal a los TR de cada piso y a los cuales se les da un grado de prioridad para las funciones de la red principal. Todo llega a un nodo principal pero entre ellos puede haber comunicación sin necesidad de llegar al nodo maestro.

CAPITULO III.

DISEÑO DE PLAN DE AMPLIACION DE LA RED, EQUIPOS, PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS.

3.1 DISEÑO Y RECORRIDO DE FIBRA (VER ANEXO 4 “MAPA DE INFRAESTRUCTURA DE RED SUMINISTRADO POR PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.”.)

VERIFICACIONES PREVIAS AL INICIO DE OBRA.

PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. le entrega al Contratista la información necesaria para la ejecución de los trabajos:

- a) Planos de localización.
- b) Permisos pertinentes.

Como contratistas debemos ir al lugar donde se van a iniciar obras y verificar lo siguiente:

- a) Identificar los riesgos en el lugar de trabajo de acuerdo con el tipo de actividad a efectuar y prever la entrega de los elementos de protección de sus trabajadores, así como coordinar las actividades de seguridad pertinentes, de acuerdo con la matriz y panorama de riesgo de su Programa de Salud Ocupacional²⁰.
- b) Realizar las pesquisas acerca de infraestructura existente de servicios públicos en el sitio de los trabajos.

OBRAS CIVILES.

Dentro del plan de ampliación de la red de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, se encontraba un proyecto de vital importancia para suplir la creciente demanda y ampliar el número de hilos para los clientes que se encuentran en el centro de la ciudad. Este proyecto se trabajo paralelamente a las obras realizadas del sistema de transporte masivo

²⁰ NTA-001 V.3 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. [Consultado el 25 de junio de 2009]

de la ciudad de Bucaramanga METROLINEA, el cual fue, adjudicado por tramos, y en especial en este sector, de la AV. Quebrada seca con carrera 15. Este tramo de fibra óptica, viene desde la carrera 16 con calle 11 a la cual llega la fibra de COMCEL S.A más conocida como IRUS COMCEL. Esta fibra atraviesa toda la carrera 15 desde la calle 11 hasta la calle 29 en la esquina de SANAUTOS S.A por ahí baja una cuadra hasta la carrera 14 y donde se encuentra con otro tendido de fibra óptica ya existente.

El tipo de tendido de fibra que se diseño para este tramo fue tipo canalizado desde la virgen hasta la glorieta de Quebrada seca y el cual luego fue canalizado a su vez con zanja única, continuando su trayecto hasta llegar a las instalaciones de Vanguardia Liberal y en la cual se empalmo con el anillo existente.

ZANJADO E INSTALACION DE MONOTUBO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 40 mm.

El zanjado comprende las actividades de perforación, rotura y excavación.

Para la instalación del monotubo el fondo de la zanja debe estar liso, libre de piedras, con un pequeño desnivel en cada tramo, hacia cualquiera de sus extremos; su objeto es evitar que el agua se deposite y forme lodo dentro de la tubería, obstruyéndola. La base de la zanja estará perfectamente apisonada y uniforme, cubierta por una capa de 5 centímetros de espesor de material de excavación seleccionado (tamizado) o arena en caso de que las características del material de excavación no permitan esta operación. Esto se hará en todos los terrenos. El relleno deberá estar libre de piedras y apisonado firmemente para así desarrollar el máximo de soporte. No se debe apisonar directamente sobre el ducto²¹.

SEGUIMIENTO DE OBRA CIVIL Y DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RED.

En el diseño de la infraestructura de la red de fibra óptica, se debía tener en cuenta, aspectos como permisos de planeación, cronograma de METROLINEA, disponibilidad de fibra, adelantos en construcción de cámaras y zanjas individuales.

²¹ NTA-001 V.3 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. [Consultado el 25 de junio de 2009]

Para poder llevar a cabo el seguimiento a la obra civil y buscando que esta se implementara, basada en el diseño previo según la ruta inicial, fue necesario de visitas a obras periódicas para poder coordinar la trazabilidad del plan de ampliación.

INSPECCION INICIAL A OBRAS CIVILES.

FIGURA 27. Zanja individual glorieta



FUENTE: Inspección de inicio de obra.

FIGURA 28. Obras civiles glorieta



FUENTE: Inspección de inicio de obra.

FIGURA 29. Construcción de cámaras.



FUENTE: Inspección de inicio de obras

FIGURA 30. Instalación de monotubo.



FUENTE: Inspección de inicio de obras.

FIGURA 31. Construcción de cámaras.



FUENTE: Seguimiento de obra.

FIGURA 32. Canalización zanja única.



FUENTE: Seguimiento de obra.

FIGURA 33. Adecuación de la zanja.



FUENTE: Seguimiento de obra.

FIGURA 34. Canalizado tramo 2.



FUENTE: Seguimiento de obra.

FIGURA 35. Canalizado tramo 2.



FUENTE: Seguimiento de obra.

FIGURA 36. Instalación monotubo.



FUENTE: Seguimiento de obra.

PROCEDIMIENTO DE EMPALMES:

Una vez terminada la instalación del monotubo y la canalización de la fibra óptica, sigue la distribución de la fibra por clientes y la asignación de hilos según el requerimiento de los clientes.

Dentro de los requerimientos de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. para los empalmes de fibra se referenciaron los más importantes en el ámbito técnico.

Los empalmes de fibra óptica se realizarán con máquinas de empalmar Fibra Óptica por el método de fusión por arco, consistente básicamente en: aproximación de las fibras, separación, prefusión, fusión y comprobación del empalme. Siguiendo las normas NTC 3860-3861 y 3862.

La máquina a utilizar para el empalme de las fibras deberá cumplir con lo siguiente²²:

- Realizará el empalme mediante fusión por arco eléctrico.
- Permitirá seleccionar la intensidad de corriente del arco eléctrico y los tiempos de prefusión y fusión.
- Deberá optimizar el enfrentamiento de las fibras, en forma automática, antes de realizar la fusión.
- Proporcionará una estimación cualitativa del valor de la atenuación del empalme realizado.
- Los empalmes de fibras ópticas se protegerán mediante un manguito termorretráctil de fibra óptica, posteriormente se instala el conjunto dentro de la caja de empalme.
- La caja de empalme se colocará en posición horizontal (sobre las consolas existentes en las cámaras o fijadas a los muros mediante elementos desmontables), procurando que la caja quede próxima al techo de la misma a fin de protegerla de la posible existencia de agua, así como de golpes involuntarios.

²² NTA-001 V.3 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. [Consultado el 25 de junio de 2009]

- El valor medio de atenuación de todos los empalmes realizados en el enlace no debe superar 0,10 dB en cada sentido de propagación modal, repitiéndose aquellos que superen dicho valor en promedio.
- Los empalmes terminales se alojarán en el conjunto de repartición óptica. El empalme a realizar une las fibras ópticas del cable externo y los pigtails con conectores FC, SC, ST, LC, etc. y adaptador, protegiendo los empalmes como se describe en el apartado anterior. La caja terminal de empalme será suministrada por PROMIGAS Telecomunicaciones S.A., así como sus componentes y el Contratista se obliga a prepararla e instalarla en el sitio indicado en los planos de instalación.

Empalmadora:

FUJIKURA FSM 060S

FIGURA 37. Empalmadora de arco eléctrico Fujikura FSM 060 S



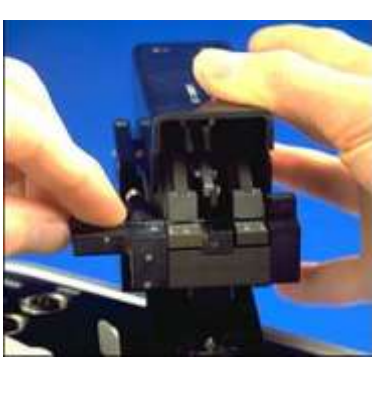


FUENTE: Catalogo de productos.

www.fujikura.com

Procedimiento a realizar.

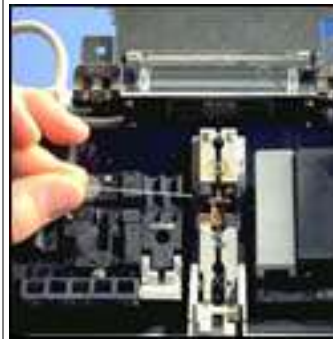
TABLA 2. Procedimiento de empalmes por medio de fusión de arco eléctrico²³.

<p>Con una pinza especial se pela (strip) unos 5cm de coating</p>		
<p>Se limpia la fibra con un papel suave embebido en alcohol isopropílico</p>		
<p>Se corta la fibra a unos 8 a 16mm con un cutter o cleaver, con hoja de diamante, apoyando la fibra dentro del canal, haciendo coincidir el fin del coating con la división correspondiente a la medida.</p> <p>Una vez cortada, la fibra no se vuelve a limpiar ni tocar.</p>		

²³ Procedimiento para empalmar por medio de fusión de arco eléctrico con empalmadora FUJIKURA fs060
<http://www.yio.com.ar/fo/empalmes.html>

Cuidando que la fibra no contacte con nada, se introduce en la zapata de la empalmadora, sobre las marcas indicadas.

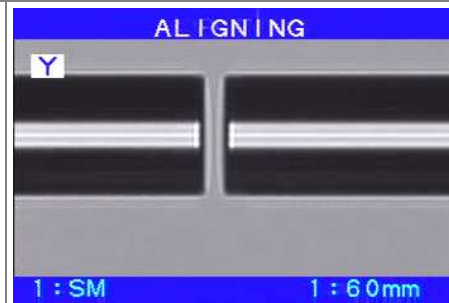
Repetir el procedimiento con la otra fibra.



En el display se verán las dos puntas, pudiéndose observar si el ángulo es perfectamente recto, sino fuera así la máquina no nos permitiría empalmar.



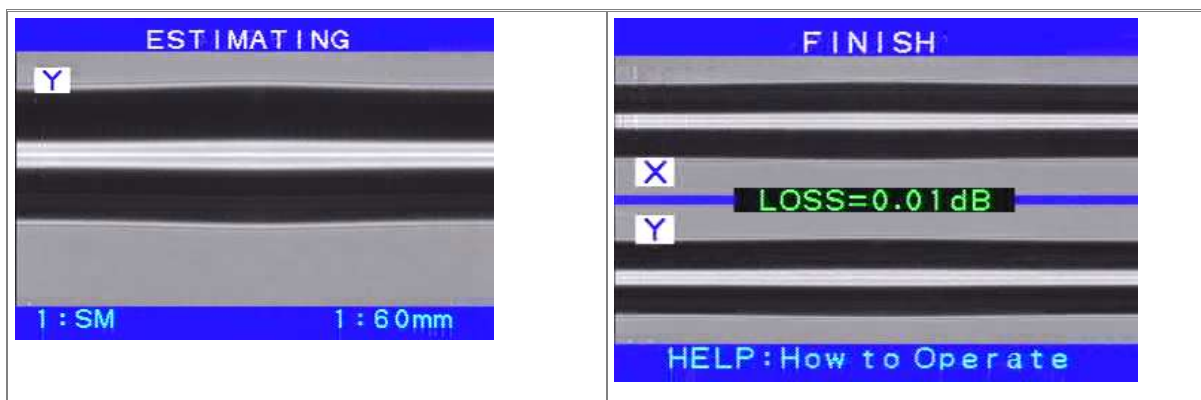
Presionando el botón de empalme, estando la empalmadora ajustada en automático, la misma procederá a alinear en los ejes x e y, y a acercar las puntas a la distancia adecuada.



Una vez cumplido esto, a través de un arco eléctrico dado entre dos electrodos, aplicará una corriente de profusión durante el tiempo de profusión, y luego una corriente de fusión durante el tiempo de fusión.



Luego hará una estimación (muy aproximada) del valor de atenuación resultante.



FUENTE: <http://www.yio.com.ar/fo/empalmes.html>

Protección de los empalmes

La zona del empalme es delicada por lo que se protege de diferentes maneras: pegándose sobre unas almohadillas autoadhesivas existentes en algunos cassettes de empalmes, rodeándose con una bisagra autoadhesiva, o con manguitos termocontraíbles los cuales poseen un nervio metálico²⁴.

Estos, a su vez, se colocan en un cassette, dentro de una caja de empalme o de un rack distribuidor.

²⁴ Procedimiento para empalmar por medio de fusión de arco eléctrico con empalmadora FUJIKURA fs060
<http://www.yio.com.ar/fo/empalmes.html>

PRUEBAS DE ATENUACION POR MEDIO DE OTD

FIGURA 38. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer):



Fuente: Catalogo de productos
<http://www.jdsu.com/index.html>

Un OTDR es un reflectómetro óptico en el dominio tiempo. Es un instrumento de medición que envía pulsos de luz, a la longitud de onda deseada para luego medir sus “ecos”, o el tiempo que tarda en recibir una reflexión producida a lo largo de la FO²⁵.

Estos resultados, luego de ser promediadas las muestras tomadas, se grafican en una pantalla donde se muestra el nivel de señal en función de la distancia.

Luego se podrán medir atenuaciones de los diferentes tramos, atenuación de empalmes y conectores, atenuación entre dos puntos, etc.

²⁵ Procedimiento para pruebas por medio de OTDR ACTERNA
<http://www.yio.com.ar/fo/otdr.html>

También se utiliza para medir la distancia a la que se produjo un corte, o la distancia total de un enlace, o para identificar una fibra dándole una curvatura para generar una fuga y observando en la pantalla del OTDR ver si la curva se “cae”²⁶.

Parámetros de medición:

- Índice de refracción
- Ancho de pulso
- Rango de medición en Km
- λ (longitud de onda)
- Cantidad de muestras
- Monomodo, multimodo, etc.

Mediciones de:

- Atenuación entre 2 puntos
- Pérdida en empalme
- Pérdida de retorno
- Atenuación por tramo
- Distancias a empalmes, cortes, tramos, etc.

PRUEBAS DE CAMPO:

Las pruebas de campo son las que se realizan después de terminarse la ejecución de obras civiles, al haber terminado todo el trabajo de la cuadrilla de obras civiles, después de terminar la instalación de monotubo y canaleta, desde el exterior hacia el cliente final, empieza el trabajo de la cuadrilla de empalmes.

Esta cuadrilla comienza por el empalme externo de fibra óptica con la fibra óptica que llega al cliente o acceso a última milla como se le conoce técnicamente. Al terminar

²⁶ Procedimiento para pruebas por medio de OTDR ACTERNA
<http://www.yio.com.ar/fo/otdr.html>

empalmes externos, entran al cliente y buscan como llegar hasta el rack de comunicaciones del cliente final, en esta parte, lo que se busca es analizar si el cliente tiene una topología de red centralizada o distribuida, siguiendo de la instalación de cableado estructurado según la categoría de cable que haya escogido el cliente.

Una vez terminada la instalación de la fibra o el cable, continúan con los empalmes finales, de la fibra que llega al cliente al odf que es donde se interconecta la fibra con el cable utp. Para concluir el trabajo, se realizan unas pruebas con el OTDR entre el nodo y el cliente, midiendo los niveles de atenuación, cantidad de empalmes, cortes en los hilos y nivel de potencia de la señal.

PRUEBAS DE CAMPO:

PRUEBA 1. EXXON MOBIL.

Ficha técnica de la prueba Hilo 1 (EXXON MOBIL).

TABLA 3. Ficha técnica pruebas de campo con OTDR cliente EXXONMOBIL

ID-9225-EXXONMOBIL-POS-01-CNT E-POS-15

Hiber Trace v5.44 © ACTERNA		11/03/2009 15:47:02		1
Archivo:	ID-9225-exxonmobil de colombia-pos-01-cnt e-pos-15.sor	OTDR:	MTS 5100e Num. 12049	
Fecha:	06/03/2009 16:22:27	Modulo:	5026DR Num. 12939	
Configuración				
Técnico:	HENRY MEJIA	Dirección:	O→E	Coef. retrodispersión:
ORIGEN		Origen:	CAJA TERMINAL EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Umbral de pérdidas:
Cable:	EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Extrem.:	CAJA TERMINAL EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Umbral de pendientes:
Fibra:	01	Lambda (nm):	1317	Umbral de reflectancias Todo (H-M)
Color:	Azul b azul	Indice:	1,467700	
EXTREMO		Impulso (ns):	300	
Cable:	CNT E	Rango (km):	40,852	
Fibra:	15	Tp adq:	01min	
Color:	Verde b naranja	Resolución:	10,00 m	
Comentario				
Comentario: EXXONMOBIL DE COLOMBIA--CNT E--EXXONMOBIL DE COLOMBIA				
Tarea				
Fabricante del cable: OFS				
Tipo de cable: ADSS 12H				
Fabricante de la fibra: OFS				
Tipo de fibra: MONOMODO				
Contratista: EME INGENIERIA				
Jefe del proyecto: JOSEFINA RIOS				
Operador: PROMITEL				

FIGURA 39. Pruebas de campo Grafica Hilo 1.

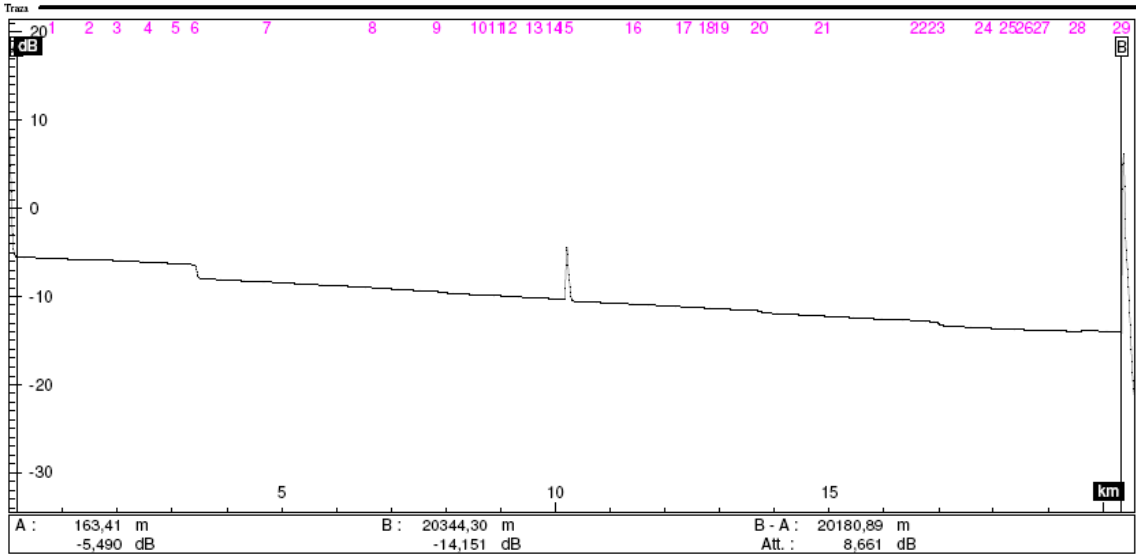


TABLA 4. Resultados de la prueba de campo Hilo 1.

ID-9225-EXXONMOBIL-POS-01-CNT E-POS-15

Hber Trace v5.44 © ACTERNA 11/03/2009 15:47:02 1

Archivo: ID-9225-exxonmobil-de-columbia-pos-01-cnt-e-pos-15.scr OTDR: MTS 5100eo Num. 12049
 Fecha: 06/03/2009 16:22:27 Modulo: 5026DR Num. 12939

Sumario

Evento (31)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	806,83	0,003		0,212	806,83	0,171	
2	1480,89	-0,125		0,264	674,06	0,352	
3	1991,54	-0,007		0,367	510,65	0,417	
4	2553,25	-0,015		0,336	561,72	0,593	
5	3063,90	-0,025		0,376	510,65	0,774	
6	3411,14	1,542		0,391	347,24	0,882	
7	4738,83	-0,007		0,328	1327,69	2,863	
8	6658,88	0,007		0,333	1920,04	3,495	
9	7833,37	0,103		0,350	1174,50	3,912	
10	8589,13	-0,024		0,389	755,76	4,308	
11	8915,95	-0,037		0,388	326,82	4,411	
12	9130,42	-0,016		0,498	214,47	4,482	
13	9610,43	-0,051		0,356	480,01	4,635	
14	9967,89	-0,037		0,447	357,46	4,744	
15	10172,15	0,168	-43,27	0,536	204,26	4,819	
16	11428,35	0,025		0,295	1256,20	5,357	
17	12337,31	-0,040		0,308	908,96	5,662	
18	12756,04	-0,019		0,456	418,73	5,812	
19	13021,58	-0,071		0,442	265,54	5,909	
20	13726,27	0,204		0,408	704,70	6,131	
21	14880,34	0,032		0,315	1154,07	6,695	
22	16636,98	0,018		0,291	1756,64	7,242	
23	16953,58	0,390		0,376	316,60	7,378	
24	17821,69	-0,013		0,332	868,11	8,057	
25	18271,06	0,035		0,315	449,37	8,185	
26	18567,24	0,022		0,187	296,18	8,275	
27	18873,63	-0,122		0,289	306,39	8,385	
28	19537,47	-0,215		0,341	663,85	8,487	
29	20344,30	0,000	-14,30	0,347	806,83	8,557	
30	21008,15	0,000	>-47,76		663,85	35,158	
31			<29,16				

TABLA 5. Ficha técnica de la prueba Hilo 2.

ID-9225-EXXONMOBIL-POS-02-CNT E-POS-16

Hiber Trace v.5.44 © ACTERNA 12/03/2009 16:03:08 1

Archivo: ID-9225-exxonmobil de colombia-pos-02-cnt e-pos-16.scr Fecha: 06/03/2009 16:23:41	OTDR: MTS 5100eo Num. 12049 Modulo: 5026DR Num. 12939	
---	--	--

Configuración			
Técnico: HENRY MEJIA	Dirección: O→E	Coef. retrodispersion: -75,40 dB	
ORIGEN: CAJA TERMINAL EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Origen: CAJA TERMINAL EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Umbral de pérdidas: No (H-M)	
Cable: EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Extrem.: CAJA TERMINAL EXXONMOBIL DE COLOMBIA	Umbral de pendientes: 0,000 dB/km	
Fibra: 0 2	Lambda (nm): 1317	Umbral de reflectancias Todo (H-M):	
Color: Naranja b azul	Indice: 1,467700		
EXTREMO:	Impulso (ns): 300		
Cable: CNT E	Rango (km): 40,852		
Fibra: 16	Tp. adq.: 01min		
Color: Cate b naranja	Resolución: 10,00 m		

Comentario: EXXONMOBIL DE COLOMBIA--CNT E--EXXONMOBIL DE COLOMBIA

Tarea:

- Fabricante del cable: OFS
- Tipo de cable: ADSS 12H
- Fabricante de la fibra: OFS
- Tipo de fibra: MONOMODO
- Contratista: EME INGENIERIA
- Jefe del proyecto: JOSEFINA RIOS
- Operador: PROMITEL

FIGURA 40. Prueba de campo grafica Hilo 2.

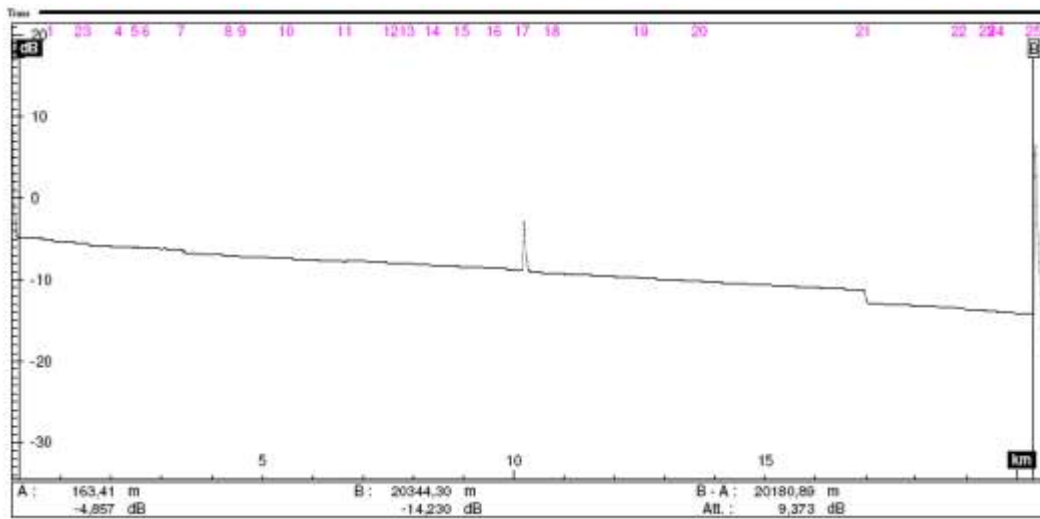


TABLA 6. Resultados de la prueba de campo Hilo 2.

ID-9225-EXXONMOBIL-POS-02-CNT E-POS-16

Hber Trace v5.44 © ACTERNA 12/03/2009 16:03:08 1

Archivo: ID-9225-exxonmobil-de-colombia-pos-02-cnt-e-pos-16.sor OTDR: MTS 5100e Num. 12049
 Fecha: 06/03/2009 16:23:41 Modulo: 5026DR Num. 12939

Sumario

Evento (Z')	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	796,61	0,240		0,335	796,61	0,267	
2	1337,90	-0,019		0,320	541,29	0,681	
3	1511,52	0,254		0,200	173,62	0,690	
4	2124,30	-0,021		0,339	612,78	1,156	
5	2461,33	-0,047		0,407	337,03	1,275	
6	2686,02	-0,004		0,570	224,69	1,354	
7	3400,93	0,423		0,278	714,91	1,551	
8	4320,10	0,015		0,277	919,17	2,227	
9	4606,06	-0,021		0,425	285,96	2,366	
10	5474,17	-0,032		0,346	868,11	2,644	
11	6638,45	-0,148		0,331	1164,28	2,998	
12	7557,62	-0,031		0,329	919,17	3,152	
13	7874,22	-0,031		0,425	316,60	3,255	
14	8374,66	-0,024		0,418	500,44	3,436	
15	8956,80	-0,038		0,352	582,14	3,620	
16	9600,22	-0,029		0,371	643,42	3,817	
17	10172,15	0,223	-43,33	0,393	571,93	4,014	
18	10754,29	0,021		0,275	582,14	4,395	
19	12510,93	0,075		0,319	1756,64	4,980	
20	13695,64	0,050		0,294	1184,71	5,397	
21	16953,58	1,568		0,320	3257,95	6,492	
22	18863,41	0,103		0,322	1909,83	8,677	
23	19404,70	-0,024		0,415	541,29	9,007	
24	19588,54	0,116		0,393	183,83	9,054	
25	20344,30		-13,07	0,353	755,76	9,440	
26	21018,36		> 48,34		674,06	35,883	
27			<28,67				

Análisis de resultados.

En la prueba anterior se observa que el evento número seis del hilo 1 se encuentra un empalme con una atenuación de 1.542 db el cual sobrepasa el límite de 0.1 db por empalme que especifica PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A en su manual de especificaciones técnicas NTA-001, este alto nivel de ruido no aceptado por la empresa PROMIGAS, no pudo ser solucionado debido a que este empalme se encontraba en una cámara mimetizada, lo cual impidió la corrección del mismo.

El resto de los empalmes presentan una atenuación dentro los límites permitidos dentro de las especificaciones técnicas.

Este nivel de menor o igual a 0.5 db se obtiene con la diferencia entre los valores obtenidos de la prueba del primer hilo y del segundo hilo.

Cabe resaltar que los valores aceptados por PROMIGAS TELECOMUNICACIONES SA son 0.30 db por km de fibra, 0.1 db por empalme y 0.5 db por par de conectores.

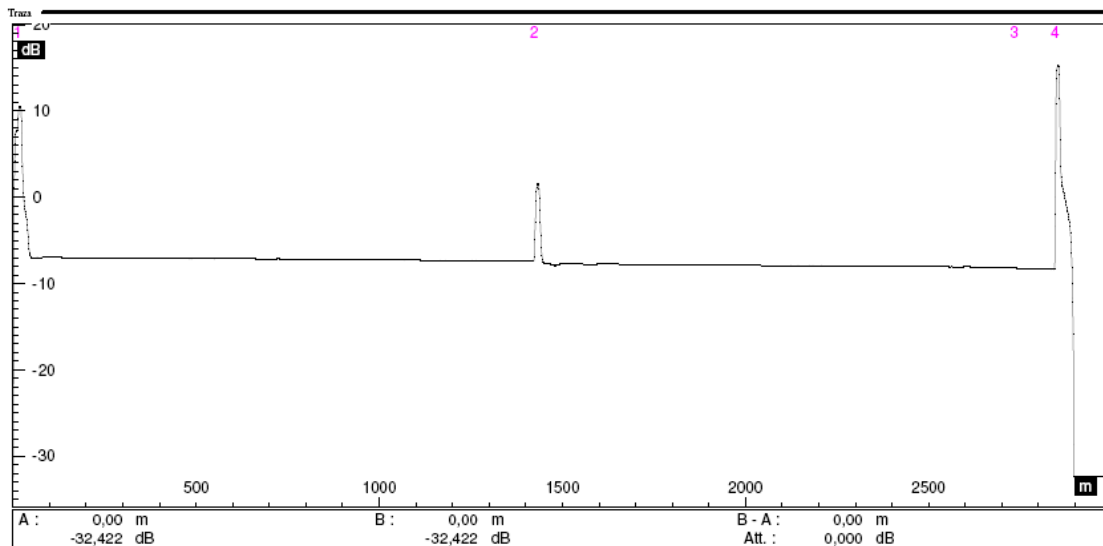
PRUEBA 2 BANCOLDEX

TABLA 7. Ficha técnica de la prueba Hilo 1.(BANCOLDEX)

ID-9955_BANCO DE COMERCIO EXT_CAB A_91

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA		08/06/2009 17:28:46		1
Archivo				
Archivo :	id-9955_banco de comercio exterior de colombia_cab_a_pos_91.sor	OTDR :	MTS 5100es Num. 12049	
Fecha :	08/06/2009 16:48:18	Modulo :	5028DR Num. 12939	
Configuración				
Technic :	HENRY MEJIA	Dirección :	O→E	Coef. retrodispersion :
OPROEN :		Origen :	CAJA TERMINAL BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA	Umbral de pérdidas :
Cable :	CAJA TERMINAL BANCOLDEX	Extrem :	CAJA TERMINAL BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA	Umbral de pérdidas :
Fibra :	0.3	Lambda (nm) :	1317	Umbral de reflectancia: Todo (H-M)
Color :	verde b azul	Indice :	1,467790	
EXTREMOC :		Impulso (ns) :	100	
Cable :	ODF CAB A	Rango (km) :	5,107	
Fibra :	01	Tp adq :	01min	
Color :	rojo b negro	Resolución :	1,25 m	
Comentario				
Comentario : BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA--CAB A--BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA				
Tarea				
Fabricante del cable : OFS				
Tipo de cable : ARMADA 12H				
Fabricante de la fibra : OFS				
Tipo de fibra : MONOMODO				
Contratista : EME INGENIERIA				
Jefe del proyecto : JOSEFINA RIOS				
Operador : PROMITEL				

FIGURA 41. Prueba de campo grafica Hilo 1.



Fuente: Pruebas de campo con OTDR cliente BANCOLDEX

TABLA 8. Resultados de la prueba de campo Hilo 1.

ID-9955_BANCO DE COMERCIO EXT_CAB A_91

Hber Trace v 5.44 © ACTERNA 08/06/2009 17:28:46 1

Archivo : IS 9955_banco de comercio exterior de colombia_cab_a_pos_01.sor OTDR : MTS 5100ac Num. 12040
 Fecha : 08/06/2009 16:48:18 Modulo : 502EOR Num. 12039

Evento (5)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	11,49	0,000	>-54,96		11,49		
2	1422,16	0,320	-41,44	0,302	1410,67	0,429	
3	2734,53	0,188		0,308	1312,37	1,155	
4	2844,32	0,000	>-12,01	0,348	109,79	1,381	
5			<15,64				

TABLA 9. Ficha tecnica Hilo 2.

ID-9955_BANCO DE COMERCIO EXT_CAB A_92

Hber Trace v5.44 © ACTERNA 08/06/2009 17:34:48 1

Archivo: ID-9955_banco de comercio exterior de colombia_cab a_pos_92.zor OTDR : MTS S1500a Num. 121040
 Fecha: 08/06/2009 16:50:26 Modulo : 592EDF Num. 12039

Configuración

Termin: HENRY MEJIA ORIGEN Cable : CAJA TERMINAL BANCOLODEX Fibras : 0 4 Color : café biazul EXTREMO Cable : CCF CAB A Fibras : 62 Color : negro b negro	Dirección : O-E Origen : CAJA TERMINAL BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA Extrem : CAJA TERMINAL BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA Longitud (km) : 1917 Índice : 1,467700 Impulso (ns) : 100 Rango (km) : 5,107 Traslazq : 07mm Resolución : 1,25 m	Coef. retrodispersion : -79,46 dB Umbral de pérdidas : No (HAM) Umbral de pendientes : 0,000 dB/km Umbral de reflectancia: Todo (HAM)
--	--	--

Comentario
 Comentario : BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA—CAB A—BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA

Tareas

Fabricante del cable : CFS
 Tipo de cable : ARMADO 13H
 Fabricante de la fibra : CFS
 Tipo de fibra : MICHOMODO
 Contratista : EME INGENIERIA
 Jefe del proyecto : JOSEFINA RIOS
 Operador : PROMITEL

FIGURA 42. Prueba de campo grafica Hilo 2.

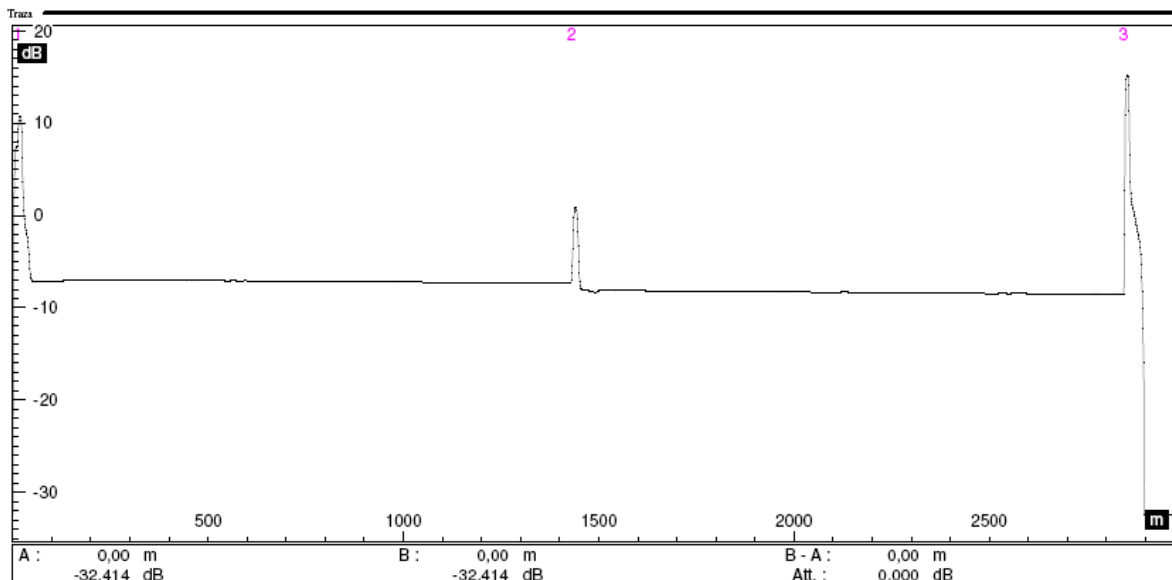


TABLA 10. Resultados de la prueba de campo Hilo 2.

ID-9955_BANCO DE COMERCIO EXT_CAB A_92

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA 08/06/2009 17:34:48 1

Archivo : id-9955_banco de comercio ext de edomex_cab_a_por_92.sor OTDR : MTS 5100e Num. 12049
 Fecha : 08/06/2009 16:59:39 Modulo : SIGEDP Num. 12939

Sumario

Evento (5)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	11,49		>-53,88		11,49		
2	1429,82	0,778	-42,92	0,290	1418,33	0,415	
3	2844,32		>-11,64	0,299	1414,50	1,616	
4	4279,25		-47,71		1434,93	11,661	
5			<16,15				

Fuente: Pruebas de campo con OTDR cliente BANCOLDEX

Análisis de resultados.

En la grafica anterior se observa que todos los niveles de ruido son aceptables y cumplen con los requisitos, también ayuda, que en el tramo que se hizo la prueba hay pocos empalmes, lo que hace que la señal de datos no se deteriore por cantidad de empalmes.

PRUEBA 3. AEROREPUBLICA.

TABLA11. FICHA TECNICA HILO 1 AEROREPUBLICA.

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA 29/05/2007 06:33:04 L.B. 1

Archivo : aerorepublica - cnt - f-81.sor OTDR : MTS 5100e Num. 12049
 Fecha : 13/10/2006 05:28:37 p.m. Modulo : 5026DR Num. 12939

Configuración

Technic. : PROMITEL	Dirección : O->E	Coef. retrodispersion : -79,00 dB
ORIGEN	Origen : CENTRO	Umbral de pérdidas : No (H-M)
Cable : CENTRO A	Extrem. : ODF A	Umbral de pendientes : 0,000 dB/km
Fibra : CNT 81	Lambda (nm) : 1317	Umbral de reflectancias: Todo (H-M)
Color : Amarillo B:Rojo	Índice : 1,465000	
EXTREMO	Impulso (ns) : 300	
Cable : AEROREPUBLICA	Rango (km) : 5,116	
Fibra : CNT 1	Tp adq : 01min	
Color : Azul	Resolución : 5,00 m	

FIGURA 43. PRUEBA DE CAMPO HILO 1 AEROREPUBLICA

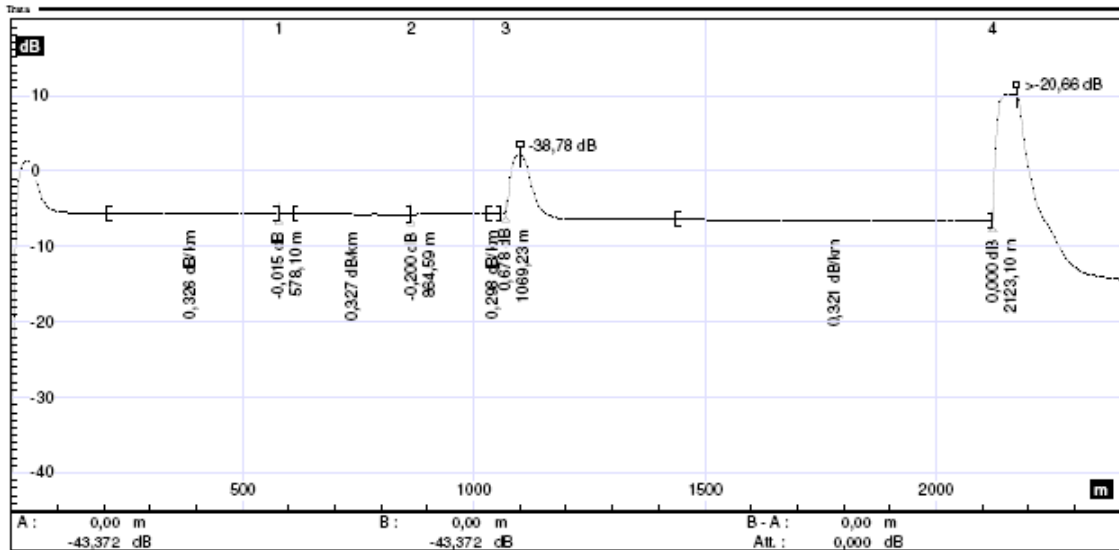


TABLA 12. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CAMPO HILO 1 AEROREPUBLICA.

AEROREPUBLICA - CNT - F-81

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA 29/09/2007 09:33:09 a.m. 1

Archivo : aerorepublica - cnt - f-81.sor OTDR : MTS 5100eo Num. 12049
 Fecha : 13/10/2006 05:28:37 p.m. Modulo : 5026DR Num. 12939

Evento (E)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflexión (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.ref. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	578,10	-0,015		0,326	578,10	0,188	
2	864,59	-0,200		0,327	286,49	0,268	
3	1069,23	0,678	-38,78	0,298	204,64	0,130	
4	2123,10	0,000	>-20,66	0,321	1053,88	1,148	
5	4241,09	0,000	-30,98		2117,99	16,035	
6			<19,63				

TABLA 13. FICHA TECNICA HILO 2 AEROREPUBLICA.

Fiber Tracer v5.44 © ACTERNA		29/09/2007 09:34:55 a.m		1
Archivo : aerorepublica - cnt - f-82.sor				
Fecha : 13/10/2006 05:29:59 p.m.		OTDR : MTS 5100eo Num. 12049		
		Modulo : 5026DR Num. 12939		
Configuración				
Technic. :	PROMITEL	Dirección :	O-->E	Coef. retrodispersion : -79,00 dB
ORIGEN		Origen :	CENTRO	Umbrales de pérdidas : No (H-M)
Cable :	CENTROA	Extrem. :	ODF A	Umbrales de pendientes : 0,000 dB/km
Fibra :	CNT 82	Lambda (nm) :	1317	Umbrales de reflectancias Tock (H-M)
Color :	Violeta B:Rojo	Indice :	1,465000	
EXTREMO		Impulso (ns) :	300	
Cable :	AEROREPUBLICA	Rango (km) :	5,116	
Fibra :	CNT 2	 Tp adq :	01min	
Color :	Naranja	 Resolución :	5,00 m	

FIGURA 44. PRUEBA DE CAMPO HILO 2 AEROREPUBLICA.

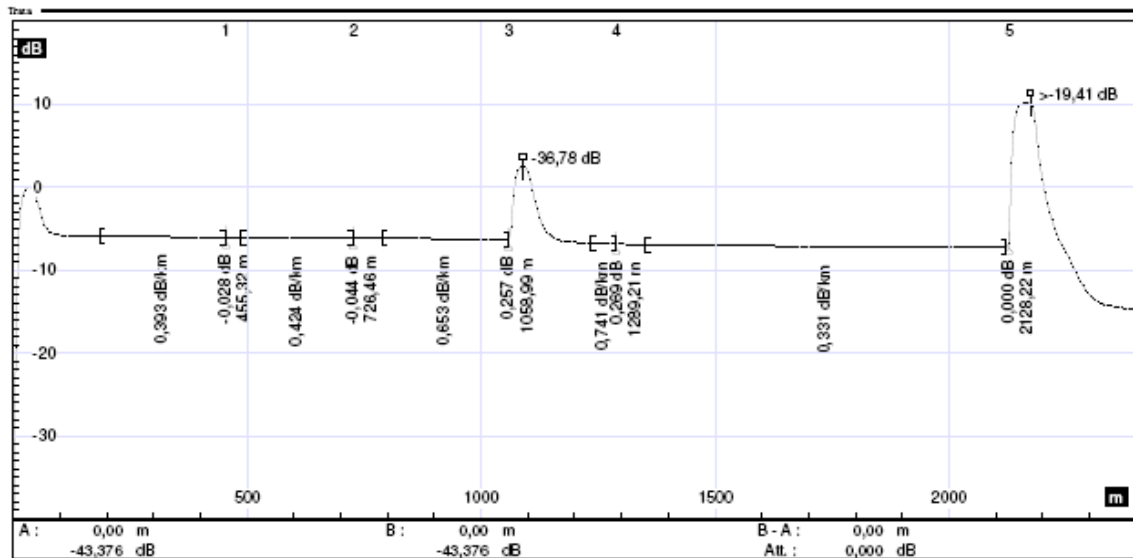


TABLA 14. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 2 AEROREPUBLICA

Evento (s)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflexión (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist. rat. (m)	Presupuesto (dB)	Incidencia (dB)
1	455,32	-0,028		0,393	455,32	0,179	
2	726,46	-0,044		0,424	271,14	0,267	
3	1058,99	0,257	-36,78	0,653	332,53	0,438	
4	1289,21	0,269		0,741	230,22	0,865	
5	2128,22	0,000	>-19,41	0,331	839,01	1,413	
6	3192,33	0,000	-45,11		1064,11	13,303	
7	4251,32	0,000	-31,81		1058,99	16,385	
8			<20,80				

ANALISIS DE RESULTADOS AEROREPUBLICA.

En las pruebas anteriores solo fue necesario tomar datos desde el nodo centro gracias a que se pueden utilizar los dos hilos como medio para hacer las pruebas simultáneamente por medio de un loop en el cliente en este caso específico o en el nodo de ser necesario. Este proceso se lleva a cabo enviando la señal de prueba por el hilo uno llegando hasta el cliente y volviendo por el loop hacia el nodo centro, de esta manera se prueban los dos enlaces a la vez y se ahorra tiempo y recursos a diferencia de los casos donde solo adquieren un solo hilo y para hacer las pruebas hay que ir necesariamente al cliente y al nodo a hacer las pruebas, ya que por exigencia de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. los enlaces deben ser probados en los dos sentidos.

PRUEBA 4 CARREFOUR FLORIDA.

TABLA 15. FICHA TECNICA HILO 1 CARREFOUR FLORIDA

File Trace v1.64 - SACTSDSN		15/02/08 02:46:33	
Archivo:			
Archivo :	id-5285-carrefour florida- pos-01-cañ a-pos-25.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049
Fecha :	08/10/2008 11:50:31 a.m.	Modulo :	5025DR Num. 12939
Configuración:			
Technic. :	HENRY MEJIA	Dirección :	O->E
ORIGEN :		Origen :	CARREFOUR FLORIDA
Cable :	CARREFOUR FLORIDA	Extrem. :	CARREFOUR FLORIDA
Fibra :	01	Lambda (nm) :	1317
Color :	Azul b Azul	Indice :	1,465000
EXTREMO :		Impulso (ns) :	100
Cable :	CAÑ A	Rango (km) :	5,116
Fibra :	25	Tp adj. :	01min
Color :	Azul b Verde	Resolución :	1,25 m
Comentario:			
Comentario : CARREFOUR FLORIDA--CAÑ A--CARREFOUR FLORIDA			

FIGURA 45. PRUEBA DE CAMPO HILO 1 CARREFOUR FLORIDA.

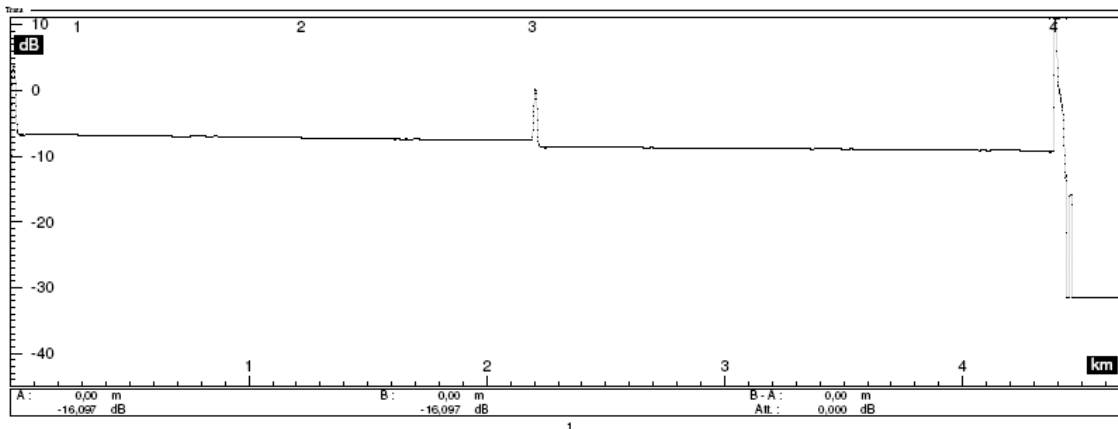


TABLA 16. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 1 CARROFOUR FLORIDA.

File: Test v1.64 - RACTIBNA 13/10/2008 12:54:34 a.m.

Archivo: **Id-8285-carrefour florida- pos-01-cañ a-pos-25.scr** OTDR: **MTS 5100eo Num. 12049**
 Fecha: **08/10/2008 11:50:31 a.m.** Modulo: **5025DR Num. 12939**

Situación:

Evento (S)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	278,82	0,119		0,289	278,82	0,081	
2	1218,87	0,137		0,258	940,05	0,434	
3	2190,89	0,997	-43,46	0,293	972,02	0,959	
4	4381,78	0,000	>-11,79	0,297	2190,89	2,506	
5			<18,15				

TABLA 17. FICHA TECNICA HILO 2 CARREFOUR FLORIDA.

File: Test v1.64 - RACTIBNA 13/10/2008 12:58:57 a.m.

Archivo: **Id-8285-carrefour florida- pos-02-cañ a-pos-25.scr** OTDR: **MTS 5100eo Num. 12049**
 Fecha: **08/10/2008 11:51:46 a.m.** Modulo: **5025DR Num. 12939**

Configuración:

Técnico: HENRY MEJIA ORIGEN Cable: CARREFOUR FLORIDA Fibra: 02 Color: Naranja b Azul EXTREMO Cable: CARREFOUR FLORIDA Fibra: 26 Color: Naranja b Verde	Dirección: O->E Origen: CARREFOUR FLORIDA Extrem.: CARREFOUR FLORIDA Lambda (nm): 1317 Índice: 1,465000 Impulso (ns): 100 Rango (km): 5,116 Tp adq: 01min Resolución: 1,25 m	Coef. retrodispersion: -79,00 dB Umbrales de pérdidas: No (H-M) Umbrales de pendientes: 0,000 dB/km Umbrales de reflectancias: Todo (H-M)
---	--	--

FIGURA 46. PRUEBA DE CAMPO HILO 2 CARREFOUR FLORIDA.

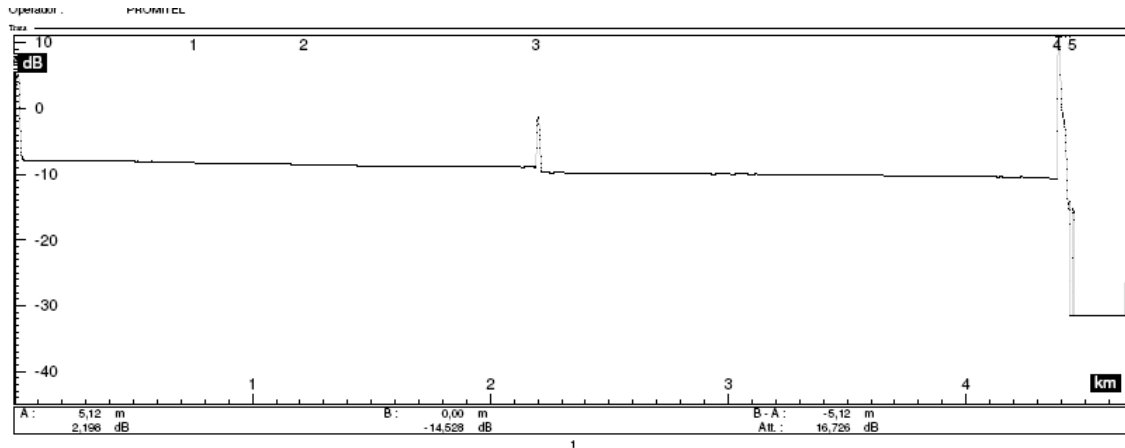


TABLA 18. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 2 CARREFOUR FLORIDA

Evento	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflexión (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist. rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	752,04	0,178		0,374	752,04	0,281	
2	1215,03	0,110		0,343	462,99	0,519	
3	2192,17	0,767	-43,74	0,330	977,14	1,056	
4	4381,78	0,000	>-12,03	0,346	2189,61	2,580	
5	4445,73	0,000	>-53,34		63,95	23,701	
6			<18,83				

ANALISIS DE RESULTADOS CARREFOUR FLORIDA.

Analizando la figura 33 y 34 encontramos una serie de alteraciones a lo largo de los hilos, esto se da por varias razones, entre las cuales, pueden ser, daños en el cable, curvaturas que superan el ángulo recomendado por PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. o filtraciones en la fibra, mientras estas atenuaciones no superen o sean iguales a 0.35db por kilómetro no se hará nada al respecto.

De la tabla se puede analizar que este es un empalme común de dos hilos por los cuales se prueban los empalmes por medio de loop en el cliente, así como también se encuentra un error de digitación en la tabla 16 al decir que la prueba se hizo desde Carrefour hasta Carrefour.

PRUEBA 5. DIAN.

TABLA 19. FICHA TECNICA HILO 1 DIAN.

Fiber Tracer v5.44 © ACTERNA		23/07/2007 06:13:02 p.m.		1	
Archivo:					
Archivo :	dian red - cabb - f-23.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049		
Fecha :	04/09/2006 03:10:18 p.m.	Modulo :	5026DR Num. 12939		
Configuración:					
Technic. :	Jose Luis Velasquez	Dirección :	O->E	Coef. retrodispersion :	-79,00 dB
ORIGEN		Origen :	NODO CABECERA	Umbrales de pérdidas :	No (H-M)
Cable :	CABECERA	Extrem. :	ODFB	Umbrales de pendientes :	0,000 dB/km
Fibra :	ODFB 23	Lambda (nm) :	1317	Umbrales de reflectancias Todo :	(H-M)
Color :	Rosado b:naranj	Indice :	1,465000		
EXTREMO		Impulso (µs) :	1		
Cable :	DIAN RED	Rango (km) :	20,464		
Fibra :	Cliente 1	Tp adq :	01min 30s		
Color :	Azul b:azul	Resolución :	10,00 m		

FIGURA 47. PRUEBA DE CAMPO HILO 1 DIAN.

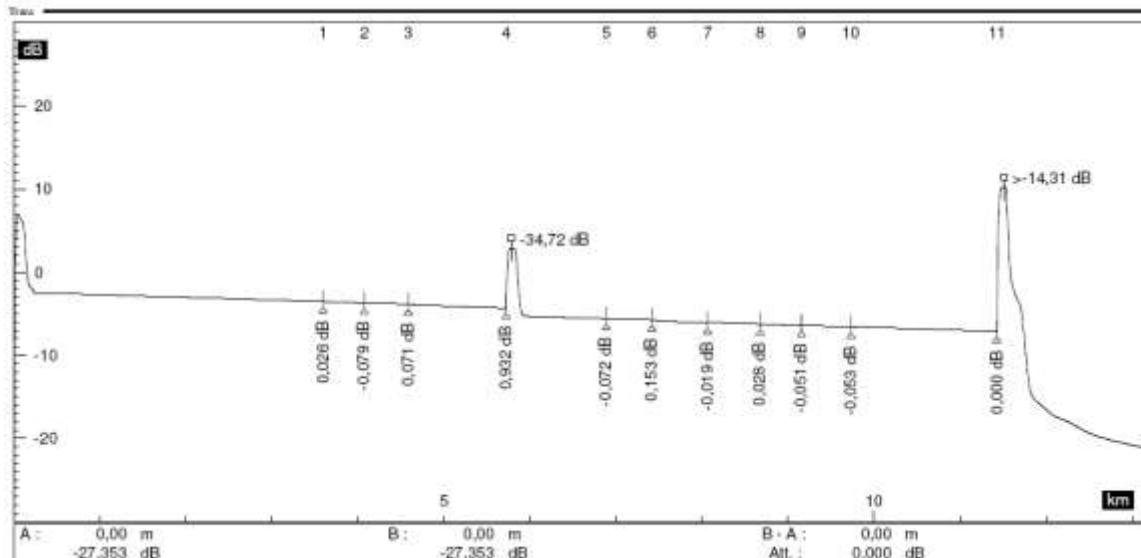


TABLA 20. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 1 DIAN

Evento (13)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rei. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	3591,37	0,026		0,317	3591,37	1,138	
2	4072,27	-0,079		0,308	480,90	1,314	
3	4583,86	0,071		0,440	511,59	1,463	
4	5719,59	0,932	-34,72	0,354	1135,73	1,934	
5	6886,02	-0,072		0,297	1166,43	3,212	
6	7418,07	0,153		0,346	532,05	3,322	
7	8062,68	-0,019		0,333	644,60	3,690	
8	8676,59	0,028		0,300	613,91	3,853	
9	9157,48	-0,051		0,334	480,90	4,043	
10	9730,47	-0,053		0,413	572,98	4,229	
11	11428,95	0,000	>-14,31	0,321	1698,48	4,720	
12	17138,31	0,000	-34,19		5709,36	20,644	
13			<23,73				

TABLA 21. FICHA TECNICA HILO 2 DIAN.

Filter Trace v3.44 © ACTERNA		23/07/2007 06:14:37 p.m.		1
Archivos				
Archivo :	dian red - cabb - f-24.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049	
Fecha :	04/09/2006 03:12:08 p.m.	Modulo :	5026DR Num. 12939	
Configuración				
Technic :	Jose Luis Velasquez	Dirección :	O->E	Coef. retrodispersion :
ORIGEN		Origen :	NODO CABECERA	Umbrales de pérdidas :
Cable :	CABECERA	Extrem. :	ODFB	Umbrales de pendientes :
Fibra :	ODFB 24	Lambda (nm) :	1317	Umbrales de reflectancias Todo (H-M)
Color :	Celeste b:naranja	Indice :	1,465000	
EXTREMO		Impulso (µs) :	1	
Cable :	DIAN RED	Rango (km) :	20,464	
Fibra :	Cliente 2	Tp adq :	01min 30s	
Color :	Naranja b:azul	Resolución :	10,00 m	

FIGURA 48. PRUEBA DE CAMPO HILO 2 DIAN

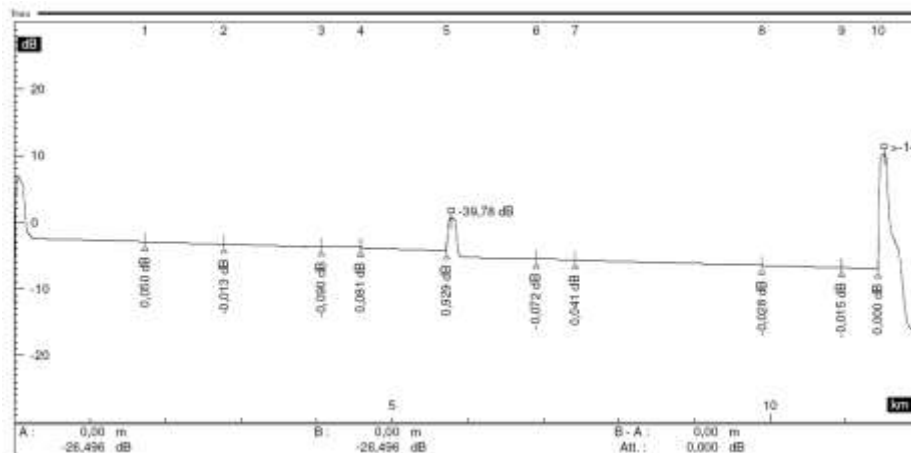














TABLA 22. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 2 DIAN

Evento (12)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1 	1729,18	0,050		0,310	1729,18	0,536	
2 	2772,82	-0,013		0,364	1043,65	0,964	
3 	4062,03	-0,090		0,310	1289,21	1,350	
4 	4583,86	0,081		0,305	521,82	1,425	
5 	5719,59	0,929	-39,78	0,343	1135,73	1,892	
6 	6906,48	-0,072		0,313	1186,89	3,193	
7 	7418,07	0,041		0,318	511,59	3,284	
8 	9894,17	-0,028		0,320	2476,10	4,119	
9 	10948,05	-0,015		0,376	1053,88	4,489	
10 	11428,95	0,000	>-14,57	0,282	480,90	4,607	
11 	17138,31	0,000	-33,92		5709,36	22,444	
12 			<23,63				

ANALISIS DE RESULTADOS DIAN:

En esta prueba que se realizo desde el nodo de cabecera, también de dos hilos, podemos analizar cómo se confirma por medio de las tablas de resultados si los empalmes quedaron dentro de los rangos establecidos, tomando por ejemplo el primer empalme del la tabla 19, donde hay un empalme a los 3591.37 mts con una atenuación de 0.026db. Este empalme lo volvemos a encontrar en la segunda prueba desde el nodo cabecera pero enviando la señal por el hilo dos el empalme que buscamos seria entonces el ultimo de la figura 36 y de la tabla 21, la cual nos muestra una atenuación de -0.015 db a una distancia de 10948.05 mts. Para obtener las medidas exigidas por PROMIGAS TELECOMUNICACIONES, lo que se hace es hacer la diferencia entre estos valores de atenuación restando de 0.026 el valor 0.015 lo que nos da como resultado 0.011, el cual se encuentra dentro del rango de atenuación.

PRUEBA 6. DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

TABLA 23. FICHA TECNICA HILO 1 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

File Trace #144: 6ACT030A		L959208.02.11.14.gsm		1	
Archivo:	id-6770-domesa brink-pos 01-ont d pos 93.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049		
Fecha :	29/08/2008 06:55:24 p.m.	Modulo :	503SDR Num. 12939		
Configuración:					
Técnico :	HENRY MEJIA	Dirección :	O->E	Coef. retrodispersion :	-79,00 dB
ORISEN :		Origen :	DOMESA BRINK	Umbral de pérdidas :	No (H-M)
Cable :	DOMESA BRINK	Extrem. :	DOMESA BRINK	Umbral de pendientes :	0,000 dB/km
Fibra :	0 1	Lambda (nm) :	1317	Umbral de reflectancias Todo (H-M) :	
Color :	azul b azul	Indice :	1,465000		
EXTREMO :		Impulso (ns) :	100		
Cable :	CNT D	Rango (km) :	10,232		
Fibra :	93	Tp adq :	01min		
Color :	amarillo b negro	Resolución :	2,50 m		

FIGURA 49. PRUEBA DE CAMPO HILO 1 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

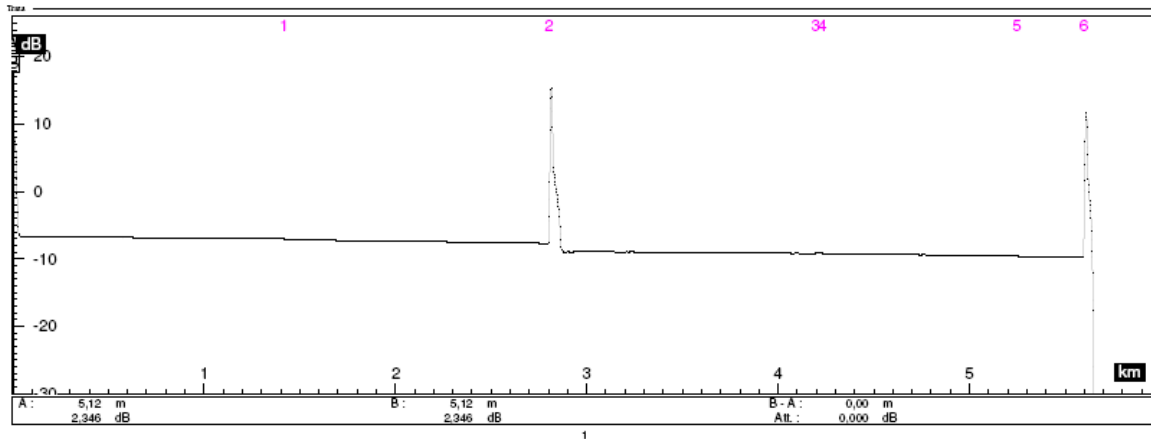


TABLA 24. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 1 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

Evento (B)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rol. (m)	Presupuesto (dB)	Incidencias
1	1417,11	0,088		0,282	1417,11	0,329	
2	2800,96	1,177	> 12,95	0,352	1383,85	0,967	
3	4195,05	-0,160		0,254	1394,09	2,498	
4	4228,30	0,191		1,498	33,25	2,381	
5	5246,37	0,162		0,296	1018,07	2,821	
6	5596,81	0,000	> 16,02	0,274	350,44	3,074	
7	8402,89	0,000	> 23,04		2806,08		
8			< 15,42				

TABLA 25. FICHA TECNICA HILO 2 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

File Name: K141_8ACTION		L979208.02.01.01 pm	
Archivo :	kl-6770-momesa.brink-pos.02-cnt.d pos.94.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049
Fecha :	29/08/2008 05:54:13 p.m.	Modulo :	5025DR Num. 12939
Configuración			
Técnico :	HENRY MEJIA	Dirección :	O->E
ORIGEN		Origen :	DOMESA BRINK
Cable :	DOMESA BRINK	Extrem. :	DOMESA BRINK
Fibra :	02	Lambda (nm) :	1317
Color :	naranja b azul	Indice :	1,465000
EXTREMO		Impulso (ms) :	100
Cable :	CNT D	Rango (km) :	10,232
Fibra :	94	Tp. adq. :	01min
Color :	violeta b negro	Resolución :	2,50 m
		Coef. retrodispersion :	-79,00 dB
		Umbral de pérdidas :	No (H-M)
		Umbral de pendientes :	0,000 dB/km
		Umbral de reflectancias Todo (H-M)	

FIGURA 50. PRUEBA DE CAMPO HILO 2 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA

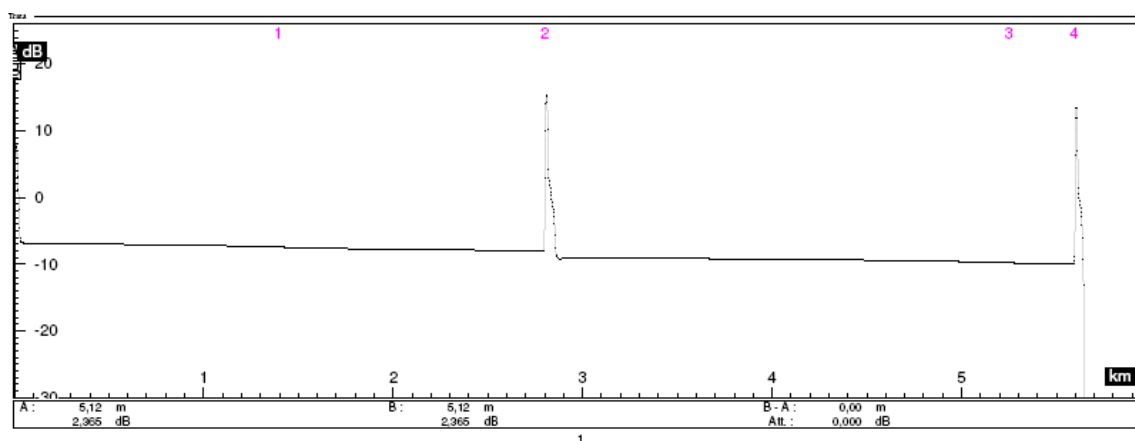


TABLA 26. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 2 DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

Evento (S)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist. rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	1391,53	0,175		0,409	1391,53	0,569	
2	2798,40	0,892	>-12,27	0,328	1406,88	1,210	
3	5248,93	0,150		0,308	2450,52	2,849	
4	5591,69	0,000	>-12,17	0,311	342,77	3,111	
5	9390,10	0,000	-22,04		2798,40	11,883	
6			<-14,18				

ANALISIS DE RESULTADOS DOMESA BRINKS DE COLOMBIA.

En los resultados anteriores hemos encontrado una serie de atenuaciones positivas y negativas, estas atenuaciones positivas, conocidas en el área de comunicaciones como ganancia, lo que demuestran es que basados en la formula de db para niveles de potencia.

$$L_W = 10 \times \log \frac{W_1}{W_0} (dB)$$

Cuando la potencia de entrada es mayor a la potencia de salida, la atenuación va a ser positiva, y cuando la potencia de salida es mayor a la de entrada, la atenuación va a ser negativa, esta diferencia en las atenuaciones inclusive en el mismo empalme medido desde dos puntos diferentes, se debe a la distancia que influye en el cálculo de ruido tomado desde los dos hilos, hay ocasiones en las que un empalme se ve cuando se prueba por un hilo, pero puede ser cero cuando se mida por el otro hilo.

PRUEBA 7 SYC SISTEMAS Y COMPUTADORES.

TABLA 27. FICHA TECNICA HILO 1 SISTEMAS Y COMPUTADORES.

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA		30/07/2007 11:12:32 a.m.			
<hr/>					
Archivo :					
sistemas y computadores - cabd - t25.sor	OTDR :	MTS 5100ao Num. 12049			
Fecha : 04/07/2007 05:54:43 p.m.	Modulo :	5026DR Num. 12939			
<hr/>					
Configuración					
<hr/>					
Technic : Alban Prada R	Dirección :	Oc-E	Coef. retrodispersion :	-79,00 dB	
ORIGEN	Origen :	NODO CABECERA	Umbral de pérdidas :	No (H-M)	
Cable : CABECERA	Extrem. :	ODFD	Umbral de pendientes :	0,000 dB/km	
Fibra : ODF-D 25	Lambda (nm) :	1317	Umbral de reflectancias Todo (H-M)		
Color : Azul B/Verde	Indice :	1,465000			
EXTREMO	Impulso (ns) :	20			
Cable : SISTEMAS Y COMPUTADORES	Rango (km) :	10,232			
Fibra : Cliente 1	Tp. atq. :	01min			
Color : Azul	Resolución :	1,25 m			

FIGURA 51. PRUEBA DE CAMPO HILO 1 SISTEMAS Y COMPUTADORES

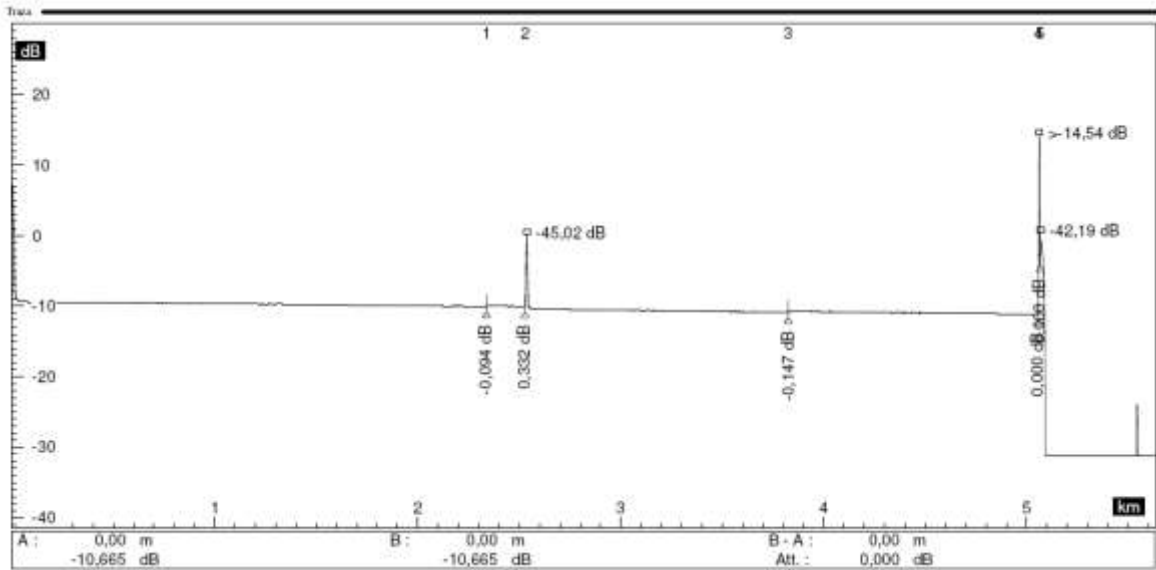


TABLA 28. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 1 SISTEMAS Y COMPUTADORES.

Fiber Tracé v5.44 © ACTERNA 30/07/2007 11:12:32 a.m. 1

Archivo : sistemas y computadores - cabd - f25.sor OTDR : MTS 5100eo Num. 12049
 Fecha : 04/07/2007 05:54:43 p.m. Módulo : 5025DR Num. 12099

Evento (s)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist. rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	2337,97	-0,094		0,308	2337,97	0,720	
2	2528,54	0,332	-45,02	0,410	190,57	0,704	
3	3825,42	-0,147		0,376	1296,88	1,523	
4	5057,08	0,000	>-14,54	0,330	1231,66	1,783	
5	5066,03	0,000	-42,19		8,95		
6			<19,93				

TABLA 29. FICHA TECNICA HILO 2 SISTEMAS Y COMPUTADORES.

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA		30/07/2007 11:13:16 a.m.		1	
Auditor					
Archivo :	sistemas y computadores - cabd - f26.sor	OTDR :	MTS 5100eo Num. 12049		
Fecha :	04/07/2007 05:56:32 p.m.	Modulo :	5026DR Num. 12939		
Configuración					
Técnico :	Alban Prada R	Dirección :	O-E	Coef. retrorreflexión :	-79,00 dB
ORIGEN		Origen :	NODO CABECERA	Umbral de pérdidas :	No (H-M)
Cable :	CABECERA	Extrem. :	CDFD	Umbral de pendientes :	0,000 dB/km
Fibra :	ODFD 26	Longitud (m) :	1317	Umbral de reflectancias Todo (H-M)	
Color :	Naranja B/Verde	Índice :	1,465000		
EXTREMO					
Cable :	SISTEMAS Y COMPUTADORES	Impulso (ns) :	20		
Fibra :	Cliente 2	Rango (km) :	10,232		
Color :	Naranja	Tp adq. :	01min		
		Resolución :	1,25 m		

FIGURA 52. PRUEBA DE CAMPO HILO 2 SISTEMAS Y COMPUTADORES

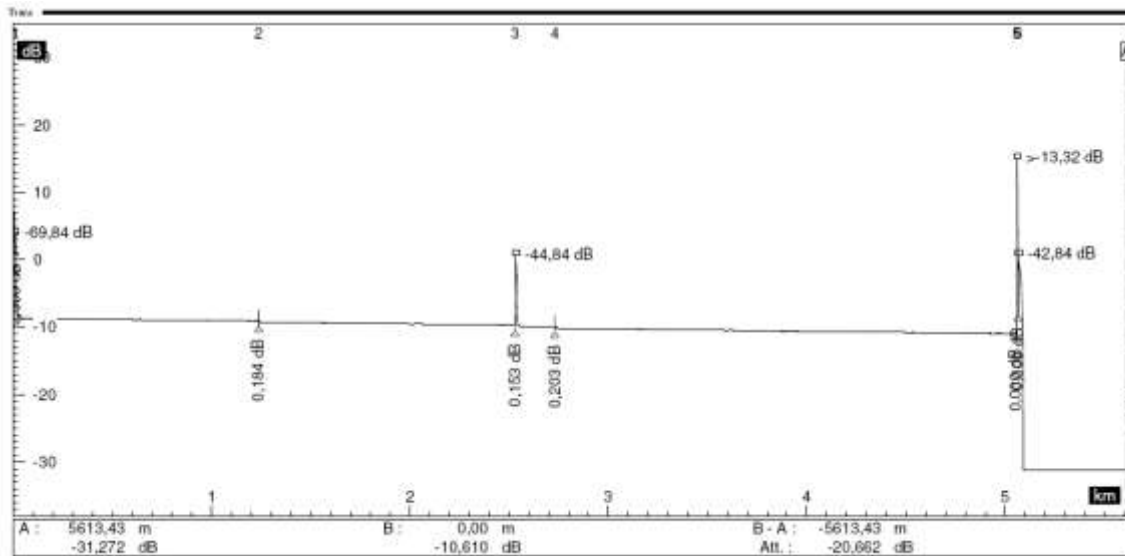


TABLA 30. RESULTADOS PRUEBA DE CAMPO HILO 2 SISTEMAS Y COMPUTADORES.

Fiber Trace v5.44 © ACTERNA 30/07/2007 11:13:16 a.m.

Archivo : sistemas y computadores - tabd - f26.sor OTDR : MTS 5100e Num. 12049
 Fecha : 04/07/2007 05:59:32 p.m. Modulo : 502SDR Num. 12039

Evento	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Presupuesto (dB)	Incertidumbre
1	7,67	0,000	-69,84		7,67		
2	1236,77	0,184		0,314	1229,10	0,388	
3	2529,82	0,153	-44,84	0,328	1293,05	0,995	
4	2730,62	0,203		0,437	200,80	1,235	
5	5057,08	0,000	>-13,32	0,364	2326,46	2,293	
6	5066,03	0,000	-42,84		8,95		
7			<19,83				

ANALISIS DE RESULTADOS SYC.

La prueba de SISTEMAS Y COMPUTADORES, se hace en un tramo de 10 km y entre los el cual solo un empalme por hilo, esto hace que los índices de atenuación en el cliente final sea muy aceptable. Para este cliente en especial, debido al que prestan de datacenter, se llega a ellos con dos rutas y cuatro hilos, haciendo función de backup o ciclo redundante. Esto genera un sistema a prueba de errores y cortes y se hace para clientes que manejen información hacia fuera de sus instalaciones y que en un corte se pueda perder, lo que hace este sistema es que se enlazan las dos rutas y cuando una falla, el busca la otra ruta para así llevar la información por la fibra.

CAPITULO 4: GESTION Y COORDINACION DEL PROYECTO.

Para poder llevar a cabo las obras de ampliación de la red de fibra óptica en la ciudad de Bucaramanga, fue necesario el diseño y la implementación herramientas de control, monitoreo e inspección de obras, entre las que se destacan el software de control de obras y los formatos de inspección, monitoreo y seguimiento.

4.1 Recopilación y digitalización de la información del proyecto al software SIC (sistema de información corporativa. (Ver anexo medio magnético G.)

Dentro de los resultados esperados de este punto en la gestión, lo que se busco era reunir toda la información del proyecto que estaba archivada en varios departamentos, buscando la digitalización de la misma y la integración a los sistemas de gestión documental, esta recopilación quedo plasmada en el software SIC de los cuales EME INGENIERÍA es propietaria, y los cuales se encuentran en proceso de prueba e implementación.

4.2 .Diagrama funcional de componentes técnicos y administrativos del proyecto. (Ver anexo medio magnético H)

4.3 Seguimiento de proyectos y obras por medio de reuniones técnicas con el departamento de ingeniería y con el director técnico de la empresa EME INGENIERÍA para mejorar la trazabilidad y el desarrollo del mismo. (Ver anexo en medio magnético J). Reuniones semanales documentadas en registro de actividad número de formato F5-013)

4.4 Auditorías internas, programa de acciones correctivas y preventivas, inspecciones a obras. (Ver anexo en medio magnético K, Inspección, acciones correctivas y preventivas).

4.5 Matriz de simplificación de norma técnica NTA-001 v.3

TABLA 29. RESUMEN DE NORMA TECNICA NTA-001 V.3

ACTIVIDAD	NORMAS	HERRAMIENTAS	PRUEBAS DE ACEPTACION
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO CIELO ABIERTO.	<ol style="list-style-type: none"> 1. No sobrepasar los límites de curvatura (20 veces el diámetro externo del cable). 2. No sobrepasar los límites de tracción especificados por el fabricante. 3. Conservar una reserva de entre 15 a 30 metros para la operación de empalme y otros. 	WINCHE para tendidos de 2000 metros en adelante.	Verificación visual por parte del coordinador de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A y plan de mantenimientos de la red.
EMPALMES DE FIBRA OPTICA	NTC 3860-3861-3862	<ol style="list-style-type: none"> 1. Empalmadora 2. OTDR 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.10 db por empalme bidireccional. 2. 0.50 db por par de conector instalado. 3. 0.35 db por kilómetro de fibra.
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO INTERNO.	TIA/EIA 569 Y TIA/EIA 569A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Microbolas 2. Vaselina. 3. Hilo guía. 	Verificación visual por parte del coordinador de PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A y plan de mantenimientos de la red.(ver fotografías de las cámaras)
Conexiones y sistemas de puesta a tierra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Norma técnica NTC-001 v.3 PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A. 2. RETIE (Reglamento técnico para instalaciones eléctricas). 	La toma de resistencia del terreno se hace midiendo la caída de potencial, este se realiza por medio del uso de dos electrodos puestos a cierta distancia los cuales mediante un tester, miden la corriente que fluye entre el sistema de puesta a tierra y el electrodo 2 como también el voltaje entre el sistema de puesta a tierra y el electrodo 1, usando la ley de Ohm	<p>Verificación de resistividad del terreno por medio de herramienta tipo Megger de Biddle modelo 4500 o equivalente.</p> <p>Esta prueba determinará el nivel de resistividad del sistema de puesta a tierra, el cual deberá ser menor de 5 Ohmios para poder prevenir que los gradientes de potenciales que se presentan sobre la superficie terrestre alrededor del sistema de tierra, alcancen niveles dañinos.</p>

4.6 Programa de capacitación del personal de las cuadrilla de infraestructura y de empalmería.

TABLA 30. Plan de capacitación del personal de EME INGENIERÍA.

PRIORIDAD		ENCARGADO	
1	COMERCIAL Y ADMINISTRATIVA	Atención al Cliente	Sonia Margarita Perez
		Cientas Vs Productos Eme	Sonia Margarita Perez
		Socialización del Portafolio de EME Ingeniera	Comercial/Milton Quiroga y Ramon Pavon
2	ELECTRICIDAD	Componentes de un sistema Electrico Residencial e industrial (Normas)	Alvaro Anaya/Raul Gomez
		Acometidas Electricas(alimentacion de sistemas)	Juan Carlos Velasco
		Como Afecta La electricidad a los sistemas Adyacentes	Alvaro Anaya
	SALUD OCUPACIONAL		
3	CABLEADO ESTRUCTURADO	Manejo de los peligros en un sistema Electrico	Alvaro Anaya
		Componentes de un sistema de cableado estructurado (Normas)	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
4	CABLEADO ESTRUCTURADO	Instalacion de un sistema de Cableado Estructurado	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Sistemas de comunicaciones Inalambricos	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Instalacion de Tuberia/Canaleta/Escalerilla	Juan Carlos Velasco/Jose Luis Velasquez
		Certificacion de Cableado estructurado	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Instalaciones de Fibra Optica (MM/SM) (infraestructura)	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
5	COMERCIAL Y ADMINISTRATIVA	Pruebas de fibra optica (MM/SM)	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Manejo del Cable de Fibra (Precauciones)	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Equipos Activos de Fibra Optica (SM/MM)	Jose Luis Velasquez/Alvaro Anaya
		Trabajo en equipo	Sonia Margarita Perez
		Elementos de Proteccion personal	ARP
6	SALUD OCUPACIONAL PLANTAS TELEFONICAS	Configuracion de Plantas Telefonicas	Juan Carlos Velasco
		Cableado Telefonico	Juan Carlos Velasco
		Verificacion y pruebas de un par Telefonico	Juan Carlos Velasco
7	CCTV	Componentes de un Sistema de CCTV	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Instalacion y configuracion de DVR	Eneraldo Castellanos
		Instalacion de Camaras (tipos de Camaras)	Juan Carlos Velasco
		Mantenimiento de DVR/Camaras	Juan Carlos Velasco
8	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	Sistemas de Control de Accesos	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Instalacion y Configuracion de un sistema	Eneraldo Castellanos/Juan Carlos Velasco
		Mantenimiento de un sistema de Control de Accesos	Juan Carlos Velasco
9	DETECCION DE INCENDIO	Componentes de un sistema de deteccion de incendio (Normas)	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Manejo Basico de un panel de incendio	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Instalacion y mantenimiento de un sistema de deteccion de incendio	Juan Carlos Velasco
10	SISTEMA DE DETECCION DE INTRUSION	Sistemas de Deteccion de intrusion	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Instalacion y Configuracion de un sistema	Eneraldo Castellanos/Juan Carlos Velasco
		Mantenimiento de un sistema de deteccion de intrusion	Juan Carlos Velasco
11	AUTOMATIZACION	Componentes de un Sistema de Automatizacion	Eneraldo Castellanos/Alvaro Anaya
		Instalacion y mantenimiento de un Sistema de Automatizacion	Juan Carlos Velasco
		Continuum Basico (Reportes/mantenimiento)	Eneraldo Castellanos
		Continuum Avanzado (instalacion/Configuracion)	Eneraldo Castellanos
12	SALUD OCUPACIONAL	Trabajo seguro en Alturas	ARP
		Procedimientos en caso de Accidentes	ARP
13	DOMOTICA	Componentes de un sistema de domotica(tipos de domotica)	Jose Luis Velasquez
		Instalacion y Configuracion de un sistema Domotico	Jose Luis Velasquez
		Instalacion y configuracion de un video portero/fermax/Bicino)	Jose Luis Velasquez/Juan Carlos Velasco
14	MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	Mantenimiento Preventivo y correctivo de Hardware	Carlos Eduard Garcia/Milton/Jose Luis
		Instalacion y soporte de Software	Carlos Eduard/Milton Quiroga/Jose Luis Velasquez
		Configuracion de Redes e instalacion de Dispositivos perifericos	Carlos Eduard/Milton Quiroga/Jose Luis Velasquez
		* Linux Basico	Milton Quiroga/Ramon Pavon
Frecuencia:	2 Dias Semanales (mínimo una vez por semana)		
Duración:	entre 1 - 1.30 horas		
En total son 47 Temas divididos en 14 sesiones			

4.7 Certificaciones CONTE Y SENA.(ver Anexo)

Dentro del plan de acreditación de la empresa en la norma OHSAS 2008 y a su vez la reacreditación de ICONTEC, era necesario certificar las competencias del personal que trabaja directamente con el proyecto, específicamente con los integrantes de las cuadrillas de empalmería y de infraestructura. Por esta razón se gestionó la solicitud de esta certificación a aquellos empleados que tuvieran un nivel técnico empírico, y con el cual mediante certificados laborales y experiencia en el campo podrían soportar el conocimiento en las diferentes áreas de trabajo, como trabajo en alturas, instalaciones eléctricas residenciales, instalaciones eléctricas industriales, así como conocimiento en el área de telecomunicaciones en la temática de medios de transmisión, fibra óptica, empalmes de fibra y cable de cobre entre otros.(Ver anexo a medio magnético O)

4.8 Hoja de vida de equipos (Ver hoja de vida de equipos, referencia a anexo medio magnético P).

Fecha de ingreso a EME INGENIERÍA S.A.

Mantenimientos preventivos y correctivos.

Actualizaciones.

4.9 Diseño e implementación de herramientas ofimáticas de control e inspección de obras, (Ver anexo medio magnético Q)

GLOSARIO.

- Administración: Es el método de marcación, identificación y documentación de la infraestructura de telecomunicaciones.
- Alien cross talk: ruido generado por señales eléctricas, usualmente en cable siames o cuando el cableado de datos va al lado del cableado eléctrico.
- Ancho de banda: Rango de diferencia entre dos frecuencias limitantes, expresado en Hz.
- ANSI: American National Standards Institute, instituto nacional de estándares americanos es el encargado de desarrollar y publicar estándares técnicos para telecomunicaciones.
- Atenuación: Cantidad de señal inicial perdida en la transmisión, medida en db desde el nodo de salida al nodo de llegada.
- Backbone: También conocido como vertical, es el ducto por el cual se intercomunican los cuartos de telecomunicaciones y el cuarto de equipos.
- Cable: Ensamble de uno o más conductores o fibras dentro de una chaqueta protectora, construida con apantallamientos sencillos o generales.
- Dieléctrico: Característica de materiales no eléctricos o no conductores de energía que se usan en los arneses o la ropa del personal que trabaja bajo riesgo de electrocución.
- MAC: Movimientos, adecuaciones y cambios en infraestructura para el cableado estructurado.
- OSI: Open systems interconnection, es un estándar internacional que incorpora un modelo de siete capas y que facilita la comunicación entre redes.
- Empalme: Metodo para unir dos fibras, puede ser mecanico o por fusión de arco eléctrico.
- Zona muerta: Es la distancia que el OTDR detecta inmediatamente después de un empalme mecánico o por fusión de arco.

CONCLUSIONES.

- El presente trabajo de grado se realizó para atender las necesidades específicas de un proyecto del área de las telecomunicaciones en el enfoque del fortalecimiento empresarial y la mejora de la competitividad de una organización con amplia trayectoria en el sector. Se articularon los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académico profesional con los componentes técnicos, de gestión y coordinación de proyectos, complementando el proceso de formación con tendencia hacia un modelo integral del ejercicio de la ingeniería electrónica, donde, desde lo cotidiano se proponen y resuelven situaciones en varias áreas del conocimiento.
- En el tema de la gestión de los procesos y el cronograma del proyecto, se detectaron algunos factores que pueden afectar la ejecución de un proyecto de acuerdo a la línea base de las actividades. Se mencionan entre los mas importantes: la ausencia de regulaciones y mecanismos para hacer exigibles los procedimientos adecuados de las obras civiles, la insuficiente experiencia y cultura de gestión y control por parte de las empresas de consultoría contratadas para desempeñar funciones de interventoría de los contratos de obra, especialmente con las empresas del estado, lo cual se agrava cuando la complejidad del proyecto exige un manejo integral de la información para facilitar la toma de decisiones. En el caso específico del proyecto objeto del presente trabajo de grado, la ausencia de dichos componentes dilató la ampliación de la infraestructura de fibra óptica de la ciudad de Bucaramanga, debido principalmente a la deficiente gestión para coordinar las actividades del esquema de zanja única. Los tendidos de fibra óptica se retrasaron más de 6 meses, perjudicando la trazabilidad del proyecto y generando inconvenientes a nivel de seguridad, impacto en el sector comercial y afectación de la movilidad de peatones y vehículos.
- Se fortaleció el componente técnico y administrativo del recurso humano, a nivel de las cuadrillas de infraestructura y empalmería, por medio del diseño y la ejecución de un programa de capacitaciones que permitió entre otros la certificación del personal y el fortalecimiento del cliente interno en la perspectiva del mejoramiento continuo para mejorar el nivel de certificación de la empresa EME INGENIERIA S.A.
- Para garantizar el fortalecimiento organizacional a nivel de gestión y coordinación de proyectos, se recomienda mantener la dinámica de la optimización de los procesos y

los procedimientos. En este tema, la principal dificultad detectada es la barrera cultural frente a la adopción de nuevas metodologías y formas de trabajo.

- Para complementar las actividades de supervisión y monitoreo de las actividades del proyecto se diseñaron e implantaron algunas herramientas de ofimática tendientes a estandarizar el componente de gestión y optimizar el tiempo dedicado a dichas actividades.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] John Crisp "introduction to fiber optics" second edition ISBN0750650303
- [2] J.K. Petersen, "Fiber Optics Illustrated Dictionary" ISBN: 084931349X
- [3] City of Light: The Story of Fiber Optics (Sloan Technology Series) By Jeff Hecht ISBN: 0195162552.
- [4] CISCO NETWORKING ESSENTIALS ISBN-10: 1587130041.
- [5] NTA-001 Norma técnica para la instalación de la fibra óptica, PROMIGAS TELECOMUNICACIONES S.A.
- [6] FUJIKURA FSM-060S DATASHEET, www.fujikura.com
- [7] OTDR ACTERNA DATASHEET www.acterna.com
- [8] Fibra óptica como medio de transmisión, Generalidades de la fibra óptica, www.optral.com.
- [9] Informe trimestral de la conectividad de la comisión de regulación de telecomunicaciones, <http://www.crt.gov.co>