



Las comunicaciones y su influencia en el desarrollo tecnológico de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo

Ing. Byron Wladimir Oviedo Bayas, Ph.D.
Ing. Fausto Javier Macías Zambrano

compAs

**Las comunicaciones y su influencia
en el desarrollo tecnológico de la
Universidad Técnica Estatal De Quevedo**

Autores:

Ing. Byron Wladimir Oviedo Bayas, Ph.D.
Ing. Fausto Javier Macías Zambrano

Las comunicaciones y su influencia
en el desarrollo tecnológico de la
Universidad Técnica Estatal De Quevedo

Autores:

Ing. Byron Wladimir Oviedo Bayas, Ph.D.
Docente Principal – Director de Investigación UTEQ

Ing. Fausto Javier Macías Zambrano



Primera edición: agosto 2018
© Ediciones Grupo Compás 2018
ISBN: 978-9942-33-032-1

Diseño de portada y diagramación:
Equipo Editorial Grupo Compás

Este texto ha sido sometido a un proceso de
evaluación por pares externos
con base en la normativa del editorial

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las
sanciones en las leyes, la producción o
almacenamiento total o parcial de la presente
publicación, incluyendo el diseño de la portada,
así como la transmisión de la misma por
cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico,
como químico, mecánico, óptico, de grabación
o bien de fotocopia, sin la autorización de los
titulares del copyright.

Cita.

Oviedo, B. Macías, F. (2018) Las comunicaciones y su influencia en el desarrollo
tecnológico de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Editorial Grupo
Compás, Guayaquil Ecuador, 86 pag

PRÓLOGO

En el trabajo **“LAS COMUNICACIONES Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, AÑO 2014.”**, el autor propone la implantación de un anillo de fibra óptica subterránea en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. En el mismo se analizan las ventajas y desventajas de la implementación subterránea sobre la implementación aérea. Además el autor sugiere la implementación de diferentes niveles de seguridad en la transmisión de los datos por fibra óptica. El trabajo presenta una correcta escritura, los objetivos están acorde con la necesidad de dar solución al problema detectado para la investigación. Los resultados son analizados de manera correcta haciendo un análisis de los beneficios que serán obtenidos con la implementación de la tecnología. Por lo antes expuesto y la calidad del trabajo propongo sea tomado en cuenta para su inmediata implantación en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Ing. Ángel Torres Quijije, MsC.

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	5
PRÓLOGO	5
El desarrollo de una problemática	9
Fibra óptica	17
Fibra óptica multimodo	18
Fibra óptica monomodo	18
Ventajas de la fibra óptica	18
Desventajas de la fibra óptica	19
Distancias Largas	19
Distancias Medias	20
Distancias Cortas	20
Recubrimiento secundario	21
Splitter	22
Empalme de fibra óptica	24
Longitud de onda (λ)	24
Técnica de Acceso	24
Multiplexación por división de tiempo (TDM)	24
Soluciones de acceso con FO (FTTX)	25
SOPORTE DE APLICACIONES	25
Cobertura LAN Multimodo	26
Cobertura LAN/WAN Singlemode	26

Aplicaciones de Video	27
Algunas especificaciones sobre el cableado de fibra	27
Redes directamente enterradas.....	28
Sistemas Triductos.....	29
Red directamente enterrada, opción dos	29
Canalización.....	30
Emisores ópticos	35
Emisores LED	36
Emisores Láser	37
Comparación LED – LASER.....	38
CAPÍTULO III:	40
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	40
Desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos.....	41
Ubicación y descripción de la información empírica	43
Análisis de las instalaciones subterráneas.....	45
Diseño actual y configuración	49
Mantenimiento y operación de la red de fibra óptica.....	59
Principios de mantenimiento de Red de fibra óptica	59
Análisis de riesgo y estético de la propuesta	63
Resultados del análisis tecnológicos.....	66
CAPÍTULO VI:	69
Propuesta para ser tomada en cuenta	70
DISEÑO DE UN BACKBONE DE FIBRA OPTICA DE MANERA SUBTERRANEA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, AÑO 2014	70
Ubicación sectorial y física	71
Trabajos de laboratorio	72
Trabajos de Gabinete.....	73
Conclusiones de estudio de suelos.....	74
Recomendaciones del estudio de suelo	75
Estructura final de la red	76
Información a Transmitir	80

Impacto.....	81
Evaluación	82
Instructivo de normas de seguridad.....	82
OBJETO:	83
RESPONSABILIDADES:	84
RECOMENDACIONES GENERALES.....	84
OBTENCIÓN DE PERMISOS.....	84
Bibliografía	86

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha permitido en los últimos años un cambio evolutivo del mundo, trayendo consigo muchas ventajas, como permitir a las personas accesibilidad a varios campos como la medicina, educación, realizar transacciones bancarias y otros.

La actividad tecnológica influye en el progreso social pero también en el deterioro de nuestro entorno. Es así que actualmente la Tecnología está comprometida en conseguir procesos tecnológicos acordes con el medio ambiente, para evitar que las crecientes necesidades provoquen un agotamiento o degradación de los recursos materiales y energéticos de nuestro planeta. ¹ (prezi, s.f.)

El mundo de las telecomunicaciones seguirá desarrollándose de una manera insospechada pero manteniendo los principios básicos del establecimiento de una comunicación y mejorando la tecnología a aplicar.

El primer capítulo está orientado al marco contextual de la investigación en el cual se realiza una descripción del problema, justificación, cambios esperados y objetivos que se pretende alcanzar en el desarrollo del proyecto.

¹ <https://prezi.com/ypjtubqai3d-/tecnologia/>

El segundo capítulo hace referencia al marco conceptual, teórico y legal que contribuyen a la comprensión de las definiciones básicas empleadas en el desarrollo del trabajo de investigación.

El tercer capítulo está conformado por la metodología de investigación deductiva inductiva empleando la técnica cuasi experimental realizando análisis e interpretación de resultados obtenidos, que en lo posterior ayudaran con la demostración de la hipótesis.

El cuarto capítulo está estructurado por la presentación, análisis y selección de las técnicas de control de acceso para establecer la óptima en relación con los objetivos y demostrar la hipótesis de la investigación.

El quinto capítulo comprende las conclusiones generadas por la investigación relacionadas a los objetivos y se establecen las recomendaciones para futuros trabajos en el área de control de acceso.

El sexto capítulo hace referencia a la propuesta alternativa en diseño de la red en anillo de fibra óptica de manera subterránea, justificándola a través del análisis de factibilidad, impacto y evaluación de la misma, además se desarrolló un instructivo de funcionamiento



CAPÍTULO 1

El desarrollo de una problemática

Para este capítulo comenzamos estableciendo que la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), fue creada mediante Decreto Legislativo, publicado en el Registro Oficial # 674 del 1 de febrero de 1984, con las Escuelas de Ingeniería Forestal, Ingeniería Zootécnica, Ingeniería en Administración de Empresas Agropecuarias, que han venido cumpliendo un rol muy importante en el desarrollo agropecuario del País y muy especialmente en su zona de influencia.

La situación actual del país evoluciona, necesitando de la formación de nuevos profesionales, consecuente de este requerimiento la UTEQ, mediante resolución Novena del Honorable Consejo Universitario (HCU) del 13 de Septiembre de 1994, creó el Instituto de Tecnologías (IT), con las Escuelas de: Administración de Microempresas, Computación, Banca y Finanzas, y, Ventas, con las carreras de sus mismos nombres respectivamente.

En atención al crecimiento de la demanda de los sectores productivos en la formación de profesionales preparados y calificados de acuerdo a las exigencias de la sociedad en plena competencia, el Instituto de Tecnologías, incorpora al currículo de las diferentes Escuelas, carreras de Licenciaturas e Ingeniarías, transformando el Instituto en lo que hoy es la Facultad de Ciencias Empresariales.

El 13 de diciembre del 2002, el Honorable Consejo Universitario aprobó la creación del instituto de informática para aportar con el desarrollo de nuevas tecnologías con altos estándares de calidad de servicio. Además esta unidad de servicios, presta soporte a todos los departamentos que conforman la UTEQ, así como también lo hace a la comunidad externa a la institución.

El avance de la tecnología en los últimos años en relación con las telecomunicaciones, hace que surjan nuevas revisiones a la formación profesional en el campo de estudio de la Telemática. Es por ello que el 24 de agosto del 2005 en resolución sexta el H. Consejo Universitario aprueba en segunda instancia el proyecto de creación de la carrera TECNOLOGÍA TELEMÁTICA adscrito a la Escuela de Informática de la Facultad de Ciencias Empresariales

Ante la necesidad de contar con profesionales en el área de Ingenierías para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías el 09 de septiembre del 2008, por resolución séptima del Honorable Consejo Universitario se creó la Facultad de Ciencias de la Ingeniería con las carreras de Ingeniería en Diseño Gráfico y Multimedia, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Mecánica, Ingeniería en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, Ingeniería en Telemática e Ingeniería en Sistemas.

Podemos afirmar con certeza que la incorporación de inteligencia a los tradicionales sistemas de telecomunicaciones, representa hoy en día uno de los principales motores de la productividad y del crecimiento económico en el mundo.

Tomando como principal referente la Misión y Visión de la UTEQ, se proyecta un nuevo reto académico al formular el Modelo Educativo por Competencia. Este modelo plantea una nueva orientación y nivel de formación de los estudiantes que los hace más efectivos en sus labores profesionales, pues se basa en el desempeño que tendrán los egresados dentro de su campo laboral.

La creación de una nueva oferta educativa en la rama de la ingeniería tiene un gran impacto en aquellos jóvenes a los que le llega el momento de decidir la carrera que desea estudiar. Lo que usualmente ocurre es que algunos jóvenes de mejor desempeño intelectual buscan especializarse en áreas emergentes y prósperas de la ingeniería, ya que éstas les ofrecen varias ventajas personales y perspectivas hacia el futuro.

Para dar una continuidad a los graduados de las carreras de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería en Telemática y puedan acceder a un título de cuarto nivel, el 02 de marzo del 2004, mediante resolución decima del Honorable consejo Universitario se resolvió: Aprobar en primera discusión el PROYECTO DE CREACION DE LA MAESTRIA EN CONECTIVIDAD Y REDES DE ORDENADORES.

La institución cuenta con el campus Ing. Manuel Haz Álvarez cuyas dimensiones son del 159.60 metros de ancho por 497.30 metros de largo teniendo como resultado una área total de 7.94 hectáreas.

La sociedad productiva en su evolución, exigió la formación de nuevos profesionales que estén acorde a la industria, comercio, servicio y el mismo campo de la agricultura con calidad de líderes empresariales del futuro con un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes, para enfrentar los retos del nuevo milenio.

Por lo expuesto, la UTEQ, tiene la imperiosa necesidad de implementar soluciones tecnológicas acorde a las carreras técnicas que oferta la institución y así afianzara los conocimientos de sus estudiantes, las carreras técnicas obtendrán el reconocimiento de la sociedad al observar que la UTEQ se empodera de grandes cambios tecnológicos dentro de sus predios.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo se encuentra comprometida con estudios e investigaciones encaminadas al desarrollo de proyectos y actividades en favor de sectores sociales tradicionalmente olvidados; labor que ha cumplido desde los primeros momentos de su creación, como lo demuestra su gestión en los últimos años.

La Universidad necesita la infraestructura básica para mejorar las condiciones de acceso de los estudiantes a sus respectivas clases, así como los docentes, empleados y todas las personas que habitualmente ingresan a la UTEQ en busca del conocimiento y la asistencia a sus labores normales.

Demanda que cada vez más se expande, por lo que, existe la preocupación de solucionar el problema que atiende a una

necesidad urgente de infraestructura básica y equipamiento de comunicaciones, envista de que actualmente se dispone de los mismos de una manera sub utilizada, lo que imposibilita el normal funcionamiento de las actividades cotidianas académicas y administrativas.

El diseño, del backbone universitario con fibra óptica de manera subterránea se lo realizará dentro de los predios del Campus Ing. Manuel Haz Álvarez de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en la Av. Quito, KM 1 1/2 de la vía Quevedo – Santo Domingo de los Tsáchilas.

El cantón Quevedo, se encuentra ubicada al 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud occidental, dentro de una zona subtropical. Está limitado por: Al norte: por los cantones Buena Fe y Valencia. Al Sur: Cantón Mocache. Al Este: Ventanas y Quinsaloma. Al Oeste: El Empalme. Se caracteriza por estar fuertemente comunicada por vías terrestres que la conectan a varias provincias y es un punto de conexión entre la sierra y la costa ecuatoriana.

Al extenderse de gran manera los servicios de telecomunicaciones en la UTEQ, han crecido de manera exponencial las necesidades, junto con el número de usuarios, y de mayor complejidad para la el transporte de datos.

Actualmente en la UTEQ cuenta con un backbone vertical de fibra óptica de 24 hilos instalados de manera aérea sobre los postes de luz lo que da una mala imagen estética y además no se aprovecha los hilos para la reducción del uso del cobre para

necesidades grandes de internet, voz, datos y televisión. Por lo antes expuesto ha surgido entonces la necesidad de realizar instalaciones subterráneas que conlleven tanto a la mejora de imagen y al ahorro económico como también a que se realice una conexión con las características técnicas requeridas.

Otro elemento a tener en cuenta es el crecimiento de los servicios que brinda la UTEQ y la utilización de nuevas tecnologías de la comunicación tales como VoIP y salas de video conferencias entre otros, que demanda un mayor ancho de banda y estabilidad en la conexión.

De manera que la de las redes de fibra óptica en las edificaciones tanto nuevas como viejas reduce entonces la posibilidad de implementar las nuevas tecnologías venideras y se genera controversia en diversos aspectos tales como quien debe asumir los costos del nuevo cableado, la instalación, mantenimiento, obra civil para la instalación.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cuenta con un backbone de fibra óptica instalado de manera aérea que daña la estética y que no permite facilidades para el mantenimiento preventivo.

Las líneas de distribución subterráneas son más costosas que las líneas aéreas pero con la diferencia que estas no causan tanto peligro para las personas y no tienen impacto visual en el ambiente sobre todo en áreas con alta densidad urbana, por

consecuencia, su confiabilidad aumenta considerablemente disminuyendo el tiempo de interrupción al usuario.

Por tal motivo se pretende investigar la incidencia de la implementación subterránea del backbone de fibra óptica y la obtención del beneficio de los servicios brindados por los hilos de la fibra óptica, lo cual permitirá al usuario obtener el máximo beneficio de este medio de comunicación.

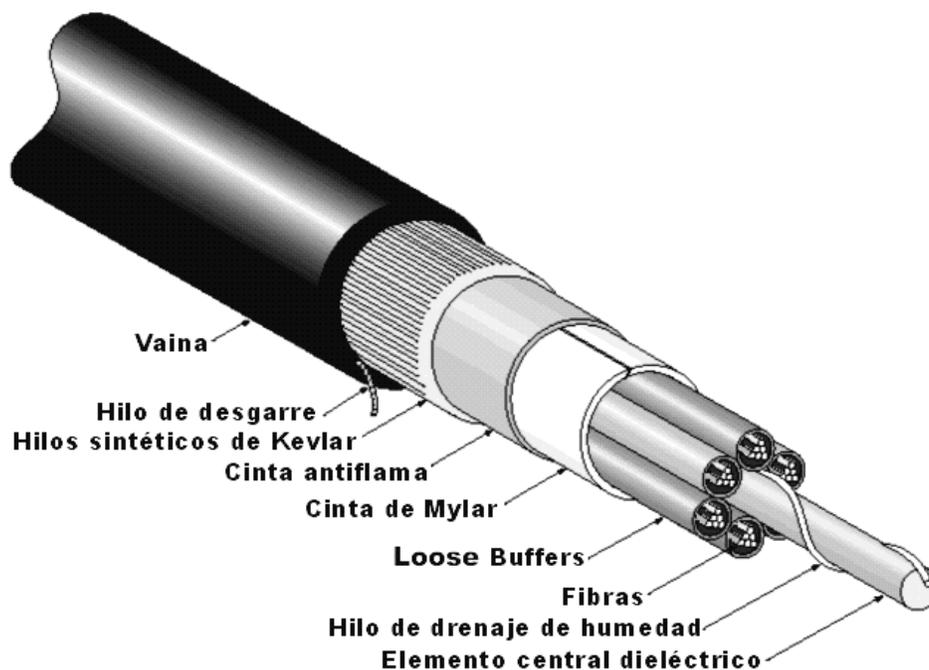


CAPÍTULO 2

Fibra óptica

La fibra óptica (F.O.) es un filamento delgado y flexible básicamente compuesto por un núcleo o *Core* de plástico o vidrio de alto índice de refracción sobre el que se monta una cubierta, manto o *Cladding* de plástico de menor índice de refracción, cubriéndola una envoltura o *jacket*. Adicionalmente se puede encontrar un material de refuerzo rodeando el manto de la fibra, por ejemplo, fibra de aramio. Dicha estructura se muestra en la figura 2:

Fig. 2. Estructura básica de una fibra óptica.



Fuente: <http://sistemasencomunicaciones.blogspot.com/>

Fibra óptica multimodo

Fibra en la cual múltiples rayos son transmitidos al interior de la fibra. Cada rayo tiene diferente modo de propagación. En fibras multimodo el diámetro del núcleo de la fibra puede variar entre 50 y 200 micrones y del manto de 125 a 240 micrones. Una configuración típica tiene un núcleo de 50 μm y un manto de 125 μm (fibra 50/125).

Debido a que el núcleo de una fibra multimodo es grande, es más fácil de conectar y de que tenga una mayor tolerancia a los componentes de menor precisión. Pueden ser de dos tipos: fibra óptica multimodo de índice escalonado y fibra óptica multimodo de índice gradual. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

Fibra óptica monomodo

Son fibras en las cuales el diámetro del núcleo se reduce significativamente, llegando a ser del orden de 4 a 10 micrones (8 μm es típico), a tal punto que un solo rayo de luz se propaga en línea recta (sin rebotar) en el interior del núcleo de la fibra. (Pastor, 2012)

Presentan características de ancho de banda notablemente superiores a las de las fibras multimodo. Pueden utilizarse a mayores velocidades de transmisión y a mayores distancias (varios Gbps). (Pastor, 2012)

Debido al pequeño tamaño del núcleo, es muy difícil acoplar luz a la fibra monomodo y se deben utilizar componentes de mayor precisión. Las fibras monomodo son las de más bajas pérdidas y las de mayor capacidad, aunque las más costosas. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

Ventajas de la fibra óptica

- Gran ancho de banda y velocidad de transmisión,
- Inmunidad a la interferencia electromagnética,
- Inmunidad a la interferencia estática,
- Amplio rango de temperatura de operación,

- Baja atenuación,
- Alta seguridad,
- Resistencia a la corrosión,
- Escalabilidad y larga vida útil,
- Bajo peso y volumen.

Desventajas de la fibra óptica

- Conversión electro/óptica,
- Altos costos,
- Fragilidad de la fibra,
- Resistencia al cambio en los usuarios.

Las fibras ópticas deberán diferenciarse a lo largo del medio de enlace según sea la característica del sistema de comunicaciones, tal como se indica a continuación (enre, enre.gov.ar, s.f.):

Distancias Largas

Para utilizarla como red de transporte de hasta 100 km se utilizará alguna de las fibras monomodo siguientes: (enre, enre.gov.ar, s.f.)

Tipo	Diámetro Campo Modal	Aplicación	Longitud de Onda	ITU-T
SM/step	9-10 um	uso estándar	1300 nm	G. 652
SM/DC (depressed cladding)	9-10 um	mejor respuesta al doblado	1300 nm	G. 652
SM/NZD (single mode, non- zero dispersion)	7,5 um	optimizada para tercera ventana	1550 nm	G. 655

Tabla 1: Tipos de fibra óptica

La tendencia actual consiste en utilizar fibras SM con dispersión controlada (SM/NZD) de manera de disponer dispersión cromática muy baja (prácticamente cero) y por ende, mayor ancho de banda, pero con valores de atenuación muy bajos (orden de 0,2 dB/Km) (Marcelo Abreu, 2009). (enre, s.f.) (enre, enre.gov.ar, s.f.)

Distancias Medias

Para redes LAN de hasta 10 km se utilizará alguna de las fibras multimodo siguientes:

Tipo	Diámetro Campo Modal	Aplicación
Índice gradual	50-125um	Redes LAN
Fibras para datos	62,5-125um	Redes LAN más económicas

Tabla 2: Tipo de Fibra Multimodo, (enre, s.f.) (enre, enre.gov.ar, s.f.)

Distancias Cortas

Es posible utilizar fibras de uso industrial en plástico transparente para uso en longitudes de algunos cientos de metros y atenuaciones del orden de hasta 30 dB/Km.

La fibra deberá absorber la máxima cantidad de luz posible, por lo que el diámetro del núcleo y la apertura numérica deberán ser grandes (orden de 0,47) y ángulos de aceptación de $\pm 28^\circ$. Las dimensiones de la fibra son del orden de 1000 μm . (enre, s.f.)

Asimismo se fabrican fibras de vidrio de cuarzo con diámetro de 140 microm, combinadas con emisores ópticos de gran superficie para facilitar el acoplamiento, aunque aquí la apertura numérica es menor (Marcelo Abreu, 2009), (enre, s.f.).

Tipo de Fibra	AN	θ_a (°)
FO Industrial (cuarzo)	0,29	$\pm 17,5$
MM Step	0,2	± 12
Plástico	0,47	± 28

Tabla 3:
Fibra Multimodo

Tipo de

Recubrimiento secundario

La utilización de un recubrimiento secundario suelto (loose) o adherente (tight) conferirá a la fibra las siguientes características:

Características	Protección Suelta	Protección Adherente
Diámetro externo	grande (2mm)	pequeño (0,9 mm)
Resistencia al esfuerzo axial	muy buena	mala
Resistencia al esfuerzo transversal	muy buena	buena

Comportamiento con la temperatura	muy buena	buena
Protección de los extremos	regular	muy buena
Peso	mayor	menor

Tabla 4: Características de la Fibra Multimodo, (enre, s.f.)

Las fibras con recubrimiento tight deben elegirse para tramos cortos, sin tensión de tracción importante y para cableados internos de los equipos y para pigtails.

Las fibras con recubrimiento loose, deben elegirse para la mayoría de las aplicaciones, de forma de brindar mayor protección a las fibras, aun en caso de cables subterráneos dado que la protección la puede conferir la armadura (Marcelo Abreu, 2009), (enre, s.f.).

La alternativa técnica propuesta para el proyecto, consiste en la implementación de un backbone de fibra óptica en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo mediante el tendido de fibra óptica subterránea desde el Auditorium hasta la Facultad de Ciencias Ambientales mediante ductos de manera que se forme un anillo con redundancia. Usando dicho backbone, se implementarán las redes de cableado horizontal con cobre y las redes inalámbricas que beneficiarán a cerca de 10000 estudiantes, 500 docentes y 450 empleados administrativos con servicios de telecomunicaciones, programas de capacitación en el uso y manejo de las telecomunicaciones, capacitación a emprendedores y campaña de difusión y sensibilización (Cevallos R. Ramiro, 2010).

Splitter

Dispositivo óptico pasivo que se encarga de dividir la señal óptica que ingresa por un hilo de fibra, observándose que por sus características, introduce pérdidas de potencia en la señal óptica. En el caso estándar, cada punto de división implica una pérdida de 3 dB, situación que debe ser considerada en los presupuestos de enlace para asegurar un nivel de potencia adecuado en el equipo de abonado (Marcelo Abreu, 2009).

Los *splitters* son un tipo de acoplador que se utilizan comúnmente en las redes ópticas pasivas debido a su funcionalidad y desempeño en estos sistemas. El *splitter* es un dispositivo bidireccional que tiene un puerto de entrada y múltiples puertos de salida en donde la señal óptica de entrada (enlace descendente) es dividida entre los puertos de salida, permitiendo a múltiples usuarios el compartir una sola fibra óptica y consecuentemente el ancho de banda disponible es el mismo. (Marcelo Abreu, 2009).

Estos dispositivos añaden pérdidas ya que dividen la potencia de entrada. Esta pérdida se expresa en dB y depende principalmente del rango de *splitteo*, definido como el número de puertos de salida existentes por cada entrada (se pierde 3 dB aproximadamente por cada *splitter* de 1x2). Adicionalmente, los *splitters* ópticos presentan otros tres tipos importantes de pérdidas:

- Pérdida de exceso (*Excess Loss, EL*): es la pérdida de todo el sistema, comprendida desde su entrada hasta su salida. Se expresa en dB.
- Pérdida de inserción (*Insertion Loss, IL*): es la pérdida total respecto a una salida. Se expresa en dB. Es la suma de la pérdida de exceso (EL) y el rango de *splitteo* (CR): $IL = CR + EL$.
- Pérdida de retorno (*Return Loss, RL*): es el rango de potencia de vuelta reflejada en un puerto. Se expresa en dB. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

Empalme de fibra óptica

Lo constituyen las uniones entre hilos de fibra óptica, para lo cual es preciso minimizar las pérdidas introducidas, utilizándose dos metodologías, la primera denominada empalme mecánico, en el cual la unión entre hilos de fibra se realiza por contacto, utilizando para esto, aditamentos denominados conectores mecánicos que además de asegurar la unión, proveen la necesaria resistencia e inmunidad ante agentes externos. La segunda metodología empleada, la constituyen los empalmes por fusión, en los que se emplea un arco eléctrico controlado mediante el uso de máquinas denominadas fusionadoras. En ambas metodologías es necesaria la preparación previa de los hilos de fibra, consistente en la remoción de los revestimientos y corte de las extremidades, esto guardando a los hilos de la acción de los agentes externos (Marcelo Abreu, 2009)

Longitud de onda (λ)

Es una medida de la ventana en el espectro de frecuencias para la cual, la fibra óptica se ha optimizado para la transmisión, está expresada normalmente en nanómetros (nm). (Marcelo Abreu, 2009)

Técnica de Acceso

Son los métodos utilizados en los sistemas FTTx para la transmisión de múltiples comunicaciones por un canal de transporte único. En la práctica los más empleados en estos sistemas son TDM y TDMA (Marcelo Abreu, 2009).

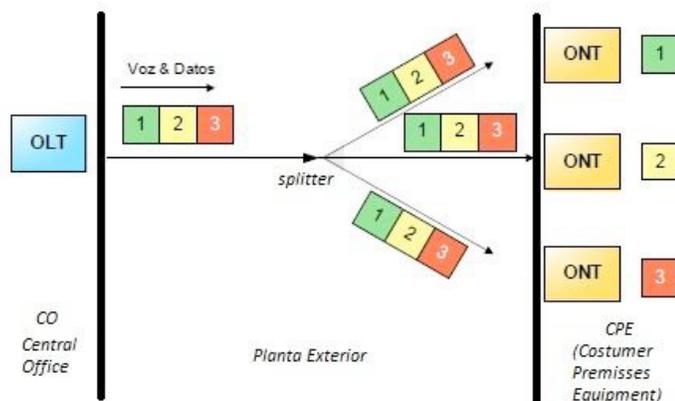
Multiplexación por división de tiempo (TDM)

En esta técnica, para un canal de comunicación dado, se transmite la información de n emisores dentro de ranuras de tiempo (time slots), de manera que múltiples emisores comparten un único canal de transmisión y sus mensajes son reconstruidos en el receptor correspondiente (Marcelo Abreu, 2009).

Soluciones de acceso con FO (FTTX)

Una red de acceso con fibra óptica, comúnmente llamada OAN (*Optical Acces Network*) adopta 2 tecnologías: P2P (Point to Point) y PON (Pasive Optical Network). En la figura 3 se puede ver un esquema de una red de acceso genérico basado en fibra, donde se distinguen tres segmentos fundamentales que son:

Fig. 3. Esquema genérico de una red de acceso de Fibra óptica



FUENTE: Diana Patricia Pavón Taco, Diseño de acceso de una red GPON

SOPORTE DE APLICACIONES

El paso más importante en el proceso es “hacer su tarea” directamente. Además de conocer los detalles sobre los diferentes tipos de cableado y la fibra disponible que puede ser instalada, esto significa tener un concepto claro de los tipos de aplicaciones que el cableado y la conectividad pueden respaldar. Deben tenerse en consideración las aplicaciones que se están usando actualmente, pero quizás lo más importante sea considerar las próximas generaciones de aplicaciones que el recinto va a necesitar. (Marcelo Abreu, 2009)

Las aplicaciones continúan exigiendo más capacidad de la infraestructura de cableado. Durante los últimos 15 años, las velocidades han aumentado de 1 megabit por segundo hasta 50 gigabits por segundo. Esto significa cinco órdenes de magnitud. Al proyectar los requisitos futuros, la Universidad debe contar con la necesidad de al menos una orden más de magnitud por cada cinco años. En este caso, los planeadores del recinto académico deben conocer los tipos de aplicaciones que serán usadas – al menos durante las próximas dos generaciones.

Sobre la base de ese conocimiento, los ingenieros y planeadores pueden evaluar todas las opciones de cableado, pero muchos de ellos querrán analizar primero la fibra multimodo. Las aplicaciones de corta longitud de onda (850 nm) en fibras multimodo ofrecen el costo total más bajo del sistema debido al costo menor de los transmisores-receptores. Por lo tanto, es aconsejable implementar la fibra multimodo donde quiera que sus recursos sean compatibles con las necesidades de la red (Marcelo Abreu, 2009).

Cobertura LAN Multimodo

Debido a la demanda cada vez mayor de throughput de datos, las aplicaciones de mapas de ruta (roadmap) comienzan en una cantidad de al menos 100 Mb/s para la mayoría de los LAN corporativos de hoy. A velocidades de 1 Gb/s o más altas, las fibras 50 μ m optimizadas de láser, dirigidas a respaldar aplicaciones de 850 nm basadas en láser, ofrecen una capacidad de distancia superior, algunas que exceden 1 km, lo cual es suficiente para los edificios y muchos recintos. A las velocidades de 50 Gbps que se vislumbran en el planeamiento de muchas compañías, estas fibras ofrecen soporte a distancias de hasta 550 metros (Cevallos R. Ramiro, 2010).

Cobertura LAN/WAN Singlemode

Para los requisitos de mayor distancia en algunas redes de recintos, la fibra singlemode proporciona la solución LAN que es capaz de extender directamente las redes WAN dentro del recinto. Las redes WAN usan cada

vez más multicanalizaciones de longitud de onda para ofrecer canales individuales a los clientes. La fibra singlemode que elimina la pérdida en gran tamaño debido a impurezas del agua es capaz de ofrecer soporte a la banda WDM completa, permitiendo una flexibilidad superior para el soporte futuro de tecnologías WDM (Cevallos R. Ramiro, 2010).

Aplicaciones de Video

Para video, la fibra multimodo es capaz de ofrecer video en banda base (un solo canal) a través de distancias que exceden el área de cobertura de muchos recintos. La fibra multimodo es capaz de ofrecer varios canales de video (múltiples canales), pero actualmente no es capaz de ofrecer una banda ancha de costo efectivo de video (de 20 a 80 canales). Sin embargo, la fibra singlemode es lo suficientemente capaz de proporcionar servicios de video de banda ancha, complementando los recursos de la fibra multimodo. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

Algunas especificaciones sobre el cableado de fibra

Polaridad de cables de fibra

Cada hilo de un cable de fibra óptica debe llevar la señal de un transmisor (TX) en un extremo a un receptor (RX) en el otro. Cuando al tratar de conectar un equipo de fibra óptica determinamos que la polaridad está invertida, parece muy simple su corrección: cambiamos de posición los conectores y asunto arreglado. (monografias.com, s.f.)

La norma 568-B.13 desarrollada por la TIA 4, en las cláusulas 10.3.2 y 10.3.3 nos indica que cada segmento de cableado debe configurarse de tal modo que los hilos de fibra con número impar sean la posición A en una punta del cable y la posición B en la otra; y de manera inversa, los hilos con número par sean la posición B en una punta y A en la otra. Dicho de modo más simple, si miramos ambos extremos de un canal dúplex, un hilo lo veremos en un extremo del lado izquierdo (A) y en el otro del lado derecho (B);

inversamente, el otro hilo lo veremos en el primer extremo del lado derecho (B) y en el otro del lado izquierdo (A).² (monografias.com, s.f.)

Independientemente del número de hilos de fibra óptica, y de si poseen conectores simples o dúplex, se puede mantener la polaridad correcta por medio del método de posicionamiento de par invertido (reverse-pair positioning), especificado por la norma 568-B.1 y definido ampliamente en el boletín TSB1255.³ (monografias.com, s.f.)

Número	Color	Número	Color
1	Azul	7	Rojo
2	Anaranjada	8	Negro
3	Verde	9	Amarillo
4	Marrón	10	Violeta
5	Gris	11	Rosa
6	Blanco	12	Aguamarina

Tabla 5: Método de par invertido

Redes directamente enterradas

La red directamente enterrada es aquella en la cual se usa subductos (mono, sub o triductos), los mismos que son guiados por una tubería de PVC y dentro de esos ductos se pasa la fibra. La tubería de PVC va directamente enterrada

² <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

³ http://www.siemon.com/la/white_papers/07-12-10-fibra.asp

en una zanja. Esto implica el uso de marcadores electrónicos, cámaras de paso y cinta de advertencia. Se usa fibra armada y para el paso de la fibra se puede usar jalado o soplado.⁴ (monografias.com, s.f.)

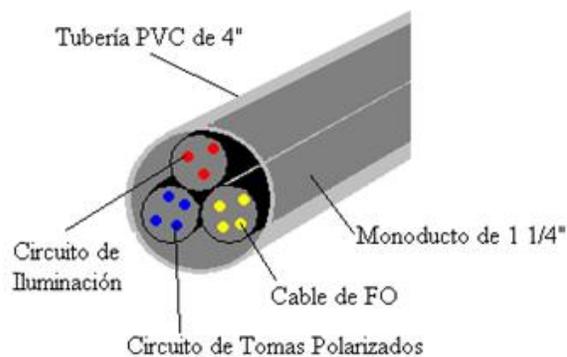
Existen casos en los que se entierra directamente a la fibra, para bajar costos. Se usa fibra armada

Sistemas Triductos

Elementos:

- Tubería PVC de 4"
- Triducto de PEAD/HDPE (poli etileno de alta densidad), 34 mm de diámetro interior / 40 mm de diámetro exterior

Fig. 4. Esquema de triducto



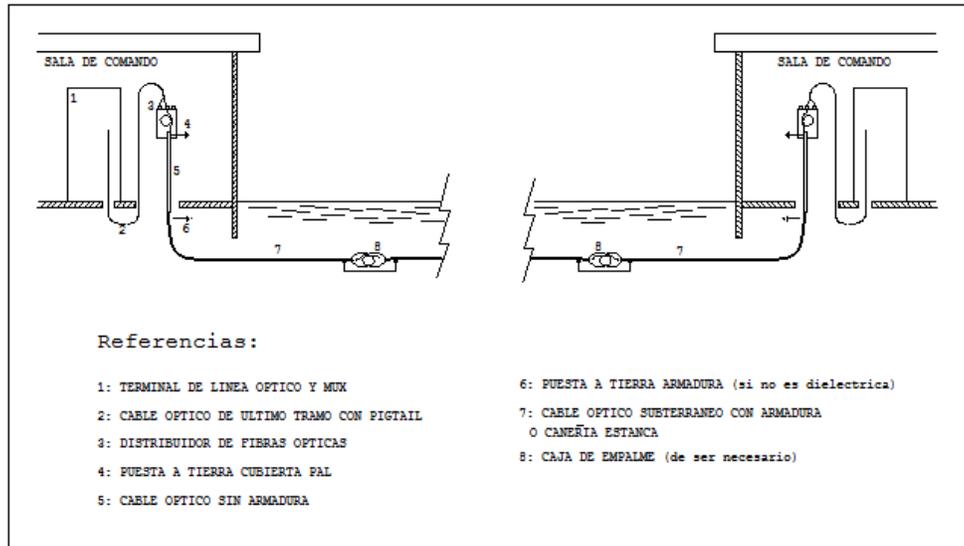
Fuente: http://www.simon.com/la/white_papers/07-12-10-fibra.asp

Red directamente enterrada, opción dos

Este procedimiento permitirá aislar los cables de comunicación (fibra óptica) de los de fuerza y de los de iluminación, teniéndolos sin embargo unidos en un sólo sistema. Este procedimiento es utilizado regularmente por

⁴ <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

las empresas de telecomunicaciones cuando se trata de canalizar los cables de datos. Además, los cables tanto eléctricos como ópticos tendrán la suficiente resistencia mecánica para garantizar su funcionamiento por al menos 30 años. ⁵ (monografias.com, s.f.)



Canalización

La profundidad recomendada del canal es de 1,5 m ya que por las características del lugar, los cables estarán expuestos a soportar peso de al menos 40 Tn (un trailer cargado).⁶

Fig. 5. Esquema triducto enterrado



Fuente: http://www.siemon.com/la/white_papers/07-12-10-fibra.asp

⁵ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/33/8/Capitulo2.pdf>

⁶ http://issuu.com/juandiaz530/docs/fibra_monomodo_g_652.docx#

El procedimiento para la canalización en el cual los ductos estarán expuestos a *altos pesos o presiones* será el siguiente: (monografias.com, s.f.)

- Abrir zanja
- Colocación de cama de arena
- Tendido de ducto
- Cubrir con arena
- Cubrir con tierra fina (no rocas)
- Compactación
- Agua
- Compactación
- Agua Y Compactación final

a. El tipo subterráneo

En el ámbito de estudio, se utiliza en distancias cortas, en áreas geográficas planas y donde el suelo sea fácilmente excavable. En estos casos, los cables se instalan directamente enterrados o en el interior de ductos. En la elección del trazado deberá tenerse presente la fragilidad de la fibra óptica. (enre, s.f.)

Deberán evitarse los quiebres bruscos, las curvaturas excesivas y los desniveles que puedan sobretensionar el material. La sismicidad también es un aspecto importante a tener en cuenta. (enre, s.f.)

La protección mecánica podrá obtenerse:

- utilizando un cable con malla de acero como armadura en el mismo cable,
- cubriéndolo con medias cañas cuando está directamente enterrado,
- instalándolo en ductos.

En los casos de instalaciones de comunicaciones que asisten a otra obra subterránea (por ejemplo una pipeline), los cables ópticos pueden ubicarse dentro de la misma zanja, en cuyo caso los costos de excavación serán marginales y compartiendo el medio de comunicación para las funciones de la línea eléctrica y el proceso. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

b. El cable óptico dieléctrico (ADSS)

Se aplica en distancias medias y largas y en zonas de terrenos quebrados, donde la excavación sea dificultosa. Este tipo de cable es más económico que el OPWG y posee la ventaja de permitir su mantenimiento sin desenergizar el sistema de transporte eléctrico. Especialmente recomendable cuando se trata de instalaciones eléctricas existentes, donde ya se encuentre tendido el hilo de guardia. (enre, s.f.)

Este tipo de cable es suficientemente estable respecto a vientos y efectos de deshielo, con lo cual no es necesario considerar el efecto galloping en ellos.

Puede tenderse suspendido de las propias estructuras de la línea según dos variantes:

- Cable aéreo dieléctrico autosuspendido (ADSS).
- Cable aéreo dieléctrico suspendido de un tensor de acero.

En general, se prefiere la utilización del ADSS, pero a medida que se incrementa el largo del vano, comienza a resultar más económico suspenderlo de un tensor, bajo dos posibilidades:

- Suspendido de tensor de acero independiente y sujetado mediante grapas a él.
- Suspendido de un tensor de acero incluido en cable tipo ocho.

La altura de tendido del cable óptico surge de una solución de compromiso entre la máxima altura que permite efectuar el mantenimiento con línea energizada y el efecto del campo electromagnético de la línea sobre la cubierta del cable óptico.

La cubierta del cable debe ser de polietileno dado que posee mayor resistencia a las corrientes de fuga que se producen como consecuencia de la capacidad entre la superficie del cable y las partes puestas a tierra.

Se recomienda que estos cables posean debajo de la cubierta exterior, una capa de hilos Kevlar impregnados en sustancia conductora, que permita la circulación de corriente inducida por el campo eléctrico, con lo cual se reduce en forma importante los efectos sobre la cubierta exterior.

Las medidas para mejorar las condiciones se complementan con la instalación de electrodos de control (anillos o espirales) en la proximidad de los herrajes de sujeción a las estructuras metálicas.

En zonas con condiciones de vandalismo se debe agregar al cable una camisa dieléctrica resistente a disparos, golpes, etc. (Cevallos R. Ramiro, 2010)

c. El cable de guardia con fibras ópticas (OPGW)

Es la mejor solución técnica para la transmisión digital dadas la buena protección del cable y la alta disponibilidad del sistema que puede obtenerse.

Se recomienda su utilización cuando se trate de una línea eléctrica nueva, dado que la diferencia de valor con un hilo de guardia convencional radica solamente en el costo diferencial de la provisión del material. (Cevallos R. Ramiro, 2010) , (enre, s.f.)

Se aconseja como reemplazo del hilo de guardia existente, cuando deban preverse cortes de línea de cierto lapso de tiempo, o se prevean grados de

dificultad en las obras que hagan útil la independencia de las comunicaciones, teleprotección y otros.

Es de uso cada vez más frecuente compartir el uso del OPGW con prestadores de servicio de transmisión de datos y/o telefónicos, a partir de la desregulación de los servicios.

Las necesidades de comunicación de las empresas del área eléctrica son normalmente satisfechas con un solo cable de fibra óptica, pudiendo usarse como segundo hilo de guardia el de acero convencional. Sin embargo, dada la conveniencia antes mencionada de compartir servicios interurbanos de transmisión de voz y/o datos y/o videos, con otros carriers, se recomienda la conveniencia de considerar la instalación de sendos OPGW. (enre, s.f.)

Tanto en el caso de reemplazar el hilo de guardia existente por un OPGW, así como en el caso de instalar uno nuevo, debe analizarse el efecto sobre las estructuras soporte de la línea, dadas las diferencias de peso, tiro y efectos agregados que trae aparejadas (situación ésta que no es crítica en un hilo de guardia tradicional). (Cevallos R. Ramiro, 2010)

Se recomienda tener en cuenta:

- Nuevas tensiones de tiro axial.
- Nuevos esfuerzos sobre torres.
- Vibraciones por efecto del viento.
- Mayor carga por hielo.
- Vibraciones por deshielo.

El tendido y flechado de un cable de OPWG debe requerir cuidado para reducir al máximo los efectos negativos de:

- La torsión en el cable y en las fibras.
- El doblado del cable.

- La compresión y la tracción.
- La pérdida de estanqueidad durante el proceso de instalación.

Deben fijarse mayores exigencias para la amortiguación de vibraciones mediante stockbridges, pues el cable de fibra óptica es mucho más sensible a las consecuencias de las vibraciones por las microcurvaturas que sufren las fibras durante las oscilaciones. Deberá efectuarse un modelado y estudio de las vibraciones para limitar los valores máximos y fijar las condiciones de amortiguación. Deberán fijarse las condiciones para la medición de las vibraciones luego de la puesta en servicio, (típicamente cada dos años) para comprobación de los cálculos realizados y luego durante el servicio para mantener protegida las condiciones de trabajo de las fibras. (Ref: IEC 60794; CIGRE SC35 WG04/92), (enre, s.f.)

Emisores ópticos

Los emisores ópticos deberán poseer algunas cualidades mínimas:

- Poseer una larga vida útil.
- Utilizar la emisión óptica en el área espectral que mejor se adecue a la fibra específica para lograr baja absorción y dispersión.
- Disponer de alta potencia de radiación para cuando las distancias de enlace son grandes.
- Poseer un alto rendimiento de acoplamiento “emisor óptico-fibra”.

En función del enlace específico que se desee diseñar podrá elegirse entre:
(enre, s.f.)

- Emisores ópticos en base a LED.
- Emisores ópticos en base a Láser.

Emisores LED

Las principales ventajas de este emisor son el bajo costo del elemento en sí y el no requerimiento de circuitos estabilizantes. Es un elemento robusto y de fácil mantenimiento. (Marcelo Abreu, 2009)

Sus desventajas son el bajo rendimiento (potencia óptica generada/potencia eléctrica ingresada) y la distribución espectral muy amplia (orden de 50 a 100 nm), que produce la emisión de diferentes longitudes de onda, aumenta la dispersión cromática y considera la emisión multimodal, disminuye el ancho de banda del medio de transmisión. (Marcelo Abreu, 2009), (enre, s.f.)

Debido a que la emisión espacial de luz omnidireccional introduce pérdidas importantes y baja el rendimiento, no suele utilizarse con fibras monomodo ni donde se requiera un ancho de banda extenso. (Marcelo Abreu, 2009), (enre, s.f.)

Conviene elegir emisores LED cuando los enlaces son de baja velocidad de transmisión y las distancias a comunicar son cortas. El LED utiliza la superficie del semiconductor para lograr emisiones en primera y segunda ventana. Por ello, utilizando fibras MM graded index de 50/125 μm pueden lograrse potencias del orden de microWatt, y ancho espectral de 20-50 nm. Esta solución económica permite, combinando con receptores PIN, cubrir enlaces cortos con velocidades de hasta 8 Mbps. Para cubrir enlaces más largos pueden utilizarse receptores más sensibles, tipo PIN-FET. (enre, s.f.)

Existe la posibilidad de disponer de LED emisores de borde para trabajar en segunda ventana con anchos espectrales menores (del orden de 70 nm) y mayor potencia de inyección (100 μW en fibras MM graded index), con lo cual pueden incrementarse las distancias a enlazar y la velocidad. Sin

embargo, en estas condiciones resulta más conveniente la utilización de emisores láser.⁷

Emisores Láser

Es un emisor esencialmente de borde que permite disponer de una alta potencia luminosa (1-5 mW), con una distribución espectral muy angosta (del orden de 1 nm), con lo cual la dispersión cromática en la fibra es baja. La posibilidad de disponer de un haz más angosto para inyectar luz a la fibra lo hace óptimo para su uso con fibras monomodo, aunque también es posible utilizarlo con fibras MM. (enre, s.f.)

Sus características no lineales obligan a utilizarlo con circuitos de estabilización que compensan las variaciones de temperatura y el envejecimiento. (Marcelo Abreu, 2009).

Para la transmisión en alta velocidad (del orden de 140Mbps) es necesario utilizar el sistema de realimentación incorporado. Este permite que el Láser funcione siempre en la zona de operación estimulada y que se disponga de una salida sin retardos y con una única longitud de onda, lo que implica una baja tasa de error.

En la Tabla se indican los datos característicos para velocidades de 140 Mbps y mayores.

La vida útil del Láser se encuentra en el orden de 10^5 horas, con la ventaja de que su envejecimiento se produce gradualmente y permite el reemplazo del módulo con suficiente anticipación. Una vida útil elevada requiere que la fuente se utilice con una adecuada relación corriente/temperatura.

En la Figura se muestran características de diferentes emisores y más adelante se muestra la longitud de onda de emisión de Láser.

⁷[http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/203df3042bad9c40032578f6004ed613/a77173f939815daa03256cc400584ead/\\$FILE/Anexo%20IX.pdf](http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/203df3042bad9c40032578f6004ed613/a77173f939815daa03256cc400584ead/$FILE/Anexo%20IX.pdf)

Tipo de emisor	Fibra utilizada	Nivel de emisión	Longitud de onda
	(um)	(dBm)	(nm)
LED	MM 50/125	-20	850/1300
LASER	MM 50/125	0	850/1300
LASER	SM 9/125	-3	1300/1500

Tabla 6: Diseños típicos del sistema

Es importante destacar que los terminales de línea ópticos (TLFO) se suministran dispuestos para operar en una determinada longitud de onda pero con la posibilidad de utilizar diferentes potencias de emisión para diferentes tipos de fibras.

Comparación LED – LASER

Orientativamente podemos realizar la comparación entre emisores LED y Láser, tomando como base una utilización en 2^{da} ventana: (comunicaciones ópticas, s.f.)

$$\frac{\text{Potencia Laser}}{\text{Potencia LED}} = 0\text{dBm} - (-15\text{ dBm}) = 15\text{ dB aprox. } 32\text{ veces}$$

$$\frac{\text{Ancho Espectral LED}}{\text{Ancho Espectral Laser}} = \frac{80\text{ nm}}{1\text{ nm}} \quad \text{aprox. } 80\text{ veces}$$

$$\frac{\text{Vida Util LED}}{\text{Vida Util Laser}} = \frac{10^6}{10^5} \quad \text{aprox. } 10\text{ veces}$$

En resumen, las principales ventajas e inconvenientes de ambos emisores son:

	Emisor LED	Emisor Láser
VENTAJAS	<p>larga vida</p> <p>bajo consumo</p> <p>disposición simple</p> <p>precio bajo</p>	<p>potencia emitida alta</p> <p>emisión direccional</p> <p>tiempo de respuesta bajo (menor que 1 nseg.)</p>
INCONVENIENTES	<p>potencia emitida baja</p> <p>tiempo de respuesta lento (orden de 100 nseg.)</p> <p>no apto para fibras SM</p>	<p>sensible a temperatura</p> <p>precio alto</p> <p>vida útil menor</p>

Tabla 7: Comparación de los emisores, (comunicaciones ópticas, s.f.)



CAPÍTULO 3

Desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos

Para la realización del presente trabajo se utilizaron diferentes métodos de investigación:

Método analítico: Utilizado para estudiar diferentes propuestas de diseño soterrado de la fibra óptica y seleccionar la que más se ajusta a las condiciones actuales de la universidad. También nos ayudó a definir el tipo de instalación de fibra óptica a utilizar que garantice una mayor estabilidad de los servicios y disminuya los costos de mantenimiento. De la misma forma se hizo uso de esta metodología para definir de manera precisa el problema, los objetivos y la justificación de la investigación.

Método deductivo: Utilizado para estudiar diferentes proyectos de soterrado de fibra óptica desarrollado en otras instituciones y de esta esa manera formalizar una propuesta aplicable a la UTEQ. Para el desarrollo de la presente investigación se elaboró un plan de acciones encaminados a realizar un levantamiento previo de los elementos estructurales de la universidad, planos u otros elementos que nos ayudara a realizar los análisis necesarios para trazar las posibles rutas subterráneas por donde pasar la fibra óptica.

Por último, con los informes reportados, se continuó con la elaboración del diseño técnico, teniendo en cuenta las especificaciones de la universidad y las tecnologías con que dispone en estos momentos y las que se pueden instalar en un futuro, de manera que nuestra solución fuera lo más general posible.

La realización del trabajo de investigación se centralizó en el campus "Ing. Manuel Haz Álvarez" ubicado en el Km 1/2 de la vía a Santo Domingo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Una universidad creada hace tres décadas

con mucha experiencia en el campo agrícola y con nuevas carreras que aporta muchos profesionales a la comunidad Quevedeña.

Se empleó la investigación documental mediante la consulta a textos de diferentes autores, consulta de artículos científicos, para contar con amplia bibliografía. Los datos de la investigación facilitó la realización de la propuesta alternativa orientada a desarrollar proyectos de investigación empleando nuevas tecnologías.

Para la realización del trabajo fue necesario obtener información topológica del campus universitario para poder trazar las rutas soterradas de fibra óptica. Para esto se tuvo acceso a planos de construcción así como información de otras obras realizadas en la universidad.

Para determinar la necesidad de diseñar el anillo de fibra óptica en el Campus Manuel Haz Álvarez, se realizó una investigación de campo al aplicar encuestas de satisfacción de los servicios brindados a través de la fibra óptica (Autoridades, docentes y trabajadores) seguido de una investigación de campo, que permitieron conocer la necesidad de rediseñar este proceso para colaborar con la institución brindando un eficiente servicio a todos los servidores de la Universidad.

En cuanto a los resultados obtenidos se realizó un análisis de diferentes propuestas obtenidas basada es los estándares de comunicación de fibra óptica para obtener la solución más acorde a las condiciones de la universidad. Además el diseño obtenido para soterrar la fibra óptica se puso a consideración de personas con experiencia en la implantación de proyectos parecidos, además de los representantes de las Tics en la universidad.

En esta investigación se identificaron dos poblaciones importantes a donde fue dirigida las encuestas:

- Comunidad universitaria: Empleados y profesores.

- Trabajadores de TIC's: las personas que laboran en el departamento de TIC's

La Universidad cuenta en su haber con una planta de 223 empleados y 342 profesores (información obtenida por talento humano en el 2014), para un total de 565. Con este valor se procedió al cálculo de la muestra a partir de la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2(N-1) + p * q * Z^2}$$

n= Tamaño de la muestra

N = Población a investigarse

Z = Nivel de confianza= 1.96

p = Variabilidad positiva = 50%

q = Variabilidad negativa = 50%

E = precisión o error = 0.05%

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.5) * (565)}{(565 - 1) * (0.05)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

n = 282 personas a encuestar.

La población del departamento de TIC's solo está compuesta por 8 trabajadores porque lo que no se hace necesario encontrar una muestra debido a que la población es demasiado pequeña

Ubicación y descripción de la información empírica

Una de las modalidades de instalación de la fibra óptica son los cables aéreos; en donde la UIT en su recomendación L.35 (*Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso*) indica que para la instalación aérea:

- Longitud media entre postes: 25 - 80 metros.
- Longitud máxima entre postes: 50 - 200 metros.
- Perfil del cable autoportado (cuando procede): en forma de ocho y forma circular.
- Longitud sobrante de cable en los puntos de empalme: 0.8 - 10 metros.
- La altura a la cual se realizará la instalación de la fibra óptica queda a determinarse mediante estudios acorde a las características propias de cada lugar.

La UTEQ tiene el tendido de fibra óptica aéreo; pero no se han considerado en su totalidad algunas recomendaciones determinadas por la UIT L.35 ni en la L.26 (*Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas*) en la que se indica que al momento de instalar la fibra tener especial cuidado en las características mecánicas y condiciones ambientales. Los efectos mecánicos pueden influir en el cable causando variaciones de la atenuación de la fibra. Las variaciones pueden ser reversibles y no rebasar límites especificados.

Las características mecánicas a considerarse son:

- Microflexión de las fibras.
- Macroflexión de las fibras.
- Flexión de los cables.
- Resistencia a la tracción.
- Aplastamiento e impacto.
- Torsión del cable.

Las condiciones ambientales a tener en cuenta son:

- Gas hidrógeno.
- Permeación a la humedad.
- Penetración de agua.

- Rayos.
- Daños de origen biótico.
- Vibración.
- Variaciones de temperatura.
- Viento.
- Nieve y hielo.
- Campos eléctricos potentes.

Actualmente se trabaja con una fibra aérea de 24 hilos donde se tiene redundancia a través del anillo, no se tiene determinado un uso exclusivo para los hilos sino que para cada nodo se entregan dos hilos donde por uno se transmite datos y vídeo y el otro sirve de backup.

Por lo expuesto se analizó el cambio de la fibra aérea por una fibra subterránea de 48 hilos donde a parte de la redundancia en el anillo, no solo se entregue un backup por nodo; sino, que se entregue diferentes servicios por cada hilo

En el proyecto “**LAS COMUNICACIONES Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, AÑO 2014**” para la evaluación de las variables dependientes y su posterior comprobación de la hipótesis se empleó el diseño pre test – post test, por cuanto es el que más se ajusta al método cuasi experimental mencionado en el presente proyecto.

Análisis de las instalaciones subterráneas

Para la instalación de la fibra óptica de manera subterránea se requiere realizar primero la instalación de los ductos; ya que el tendido de la fibra óptica se realiza dentro de un Ducto de polietileno de alta densidad (HDPE), el cual, generalmente, forma parte de tres ductos (triducto). La profundidad para estos ductos se determinará mediante un estudio y dependerá de

factores como: tipo de suelo, condiciones propias del lugar a instalarse, realización de otros trabajos sobre la misma superficie como por ejemplo, cultivos, drenajes, etc. Como referencia se tiene que para suelo normal la profundidad debe ser de 1.2 metros. Este trabajo de obra civil debe ser considerado como prioridad.

En la norma de la UIT L-35 (Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso) se recomienda:

- El número de cámaras, arquetas y cajas de empalme por kilómetro a lo largo de la ruta: 1 - 30.
- Material del conducto: PVC, HDPE, arcilla y acero.
- Diámetro interno del conducto: 27 - 125 milímetros.
- Material del subconducto: PVC y PE.
- Diámetro interno de los subconductos: 14 - 44 milímetros

El ducto HDPE ofrece una gran protección sobre la fibra óptica, pero debido a las irregularidades del terreno se pueden tener lugares en donde se requiera de protecciones adicionales tales como: concreto, caños de hierro. En ciertos casos además de los ductos de polietileno de alta densidad también se utiliza tubería de PVC de 4 pulgadas. La estética es la principal ventaja de las líneas subterráneas. Especialmente en las áreas residenciales, parques, áreas de fauna y áreas turísticas, el impacto visual es importante. Las líneas subterráneas quitan una cantidad significativa del alboroto visual. Los circuitos aéreos se ven feos. Es posible hacer los circuitos aéreos menos feos con prácticas ordenadas de construcción, postes de fibra de vidrio en vez de madera, manteniendo postes rectos, uso común de postes para reducir el número de los mismos, y así sucesivamente. Aunque sin embargo, siguen siendo feos, y muchos circuitos viejos se ven horribles (postes torcidos, transformadores viejos, etc.). (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Los circuitos subterráneos libran de todo ese lío, sin impactos visuales en el aire. Los árboles substituyen a los conductores, y los árboles no tienen que ser ajustados. En el nivel del suelo, no hay postes. Para tener una ventaja máxima, todo el equipo debe ser subterráneo. Hay poca mejora si los circuitos de la televisión y el teléfono todavía se encadenan en los postes. (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Las líneas subterráneas son más confiables. Las líneas aéreas fallan típicamente cerca de 90 veces/100 millas/año; los circuitos subterráneos fallan menos de 10 veces/100 millas/año. Porque las líneas aéreas tienen más averías, causan más caídas de tensión, más interrupciones momentáneas y también más interrupciones de la larga duración. Una desventaja de las líneas subterráneas es cuando fallan, encontrar la falla es más difícil, y reparar el daño o sustituir el equipo toma más de tiempo. Esto puede ser evitado usando mejores técnicas para la localización de fallas. (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Uno de los principales problemas de las líneas aéreas, es cuando, llega a ocurrir un huracán grande y este tira la instalación aérea; esto hace que todos los recursos invertidos en la instalación se pierdan. Como consecuencia las interrupciones del cliente llegan a ser muy largas, y los costos de reparación son altos. Sin embargo, los circuitos subterráneos no son totalmente inmunes de estos fenómenos atmosféricos; en épocas de calor, los circuitos subterráneos son propensos a fallas. Los circuitos subterráneos tienen menos capacidad de sobrecarga que los circuitos aéreos; aumentando las fallas por altas temperaturas. (Electric Power Distribution Handbook, 2004)

La instalación subterránea requiere menos mantenimiento periódico. Los circuitos subterráneos no requieren el ajuste del árbol, que es una parte grande del presupuesto de mantenimiento en distribución. El CEA (Canadian

Electricity Association) en 1992 estimaba que el mantenimiento subterráneo del sistema se hizo con un promedio del 2% de la inversión de la planta mientras que los sistemas de aéreos se hicieron con un promedio del 3 al 4%, como dos veces el de sistemas subterráneo. (Electric Power Distribution Handbook, 2004)

Las líneas de distribución subterráneas son más seguras al público que las líneas aéreas. Las líneas subterráneas también tienen riesgos, pero tienen menores riesgos que las líneas aéreas. (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

No se puede asumir que la infraestructura subterránea durará más que la aérea. Los primeros sistemas subterráneos fallaron en una tarifa mucho más alta que esperada. Mientras que la mayoría de los expertos creen que el equipo subterráneo moderno es más confiable, sigue siendo prudente creer que un circuito aéreo durará 40 años, mientras que un circuito subterráneo durará solamente 30 años. (Electric Power Distribution Handbook, 2004)

¿Aéreo o subterráneo? no es un asunto del todo o nada. Muchos de los sistemas son mixtos (híbridos). Es por eso que es necesario un análisis a nivel ingeniería que determine, que es más conveniente de acuerdo a los parámetros fundamentales de los sistemas de distribución que se tocarán más adelante. Es costoso convertir a subterráneo las líneas aéreas, además influyen varios aspectos como es la localización, la situación donde sea apropiado tanto para la empresa distribuidora (CFE y LFC) como para sus clientes.

Diseño actual y configuración

DEPARTAMENTO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO

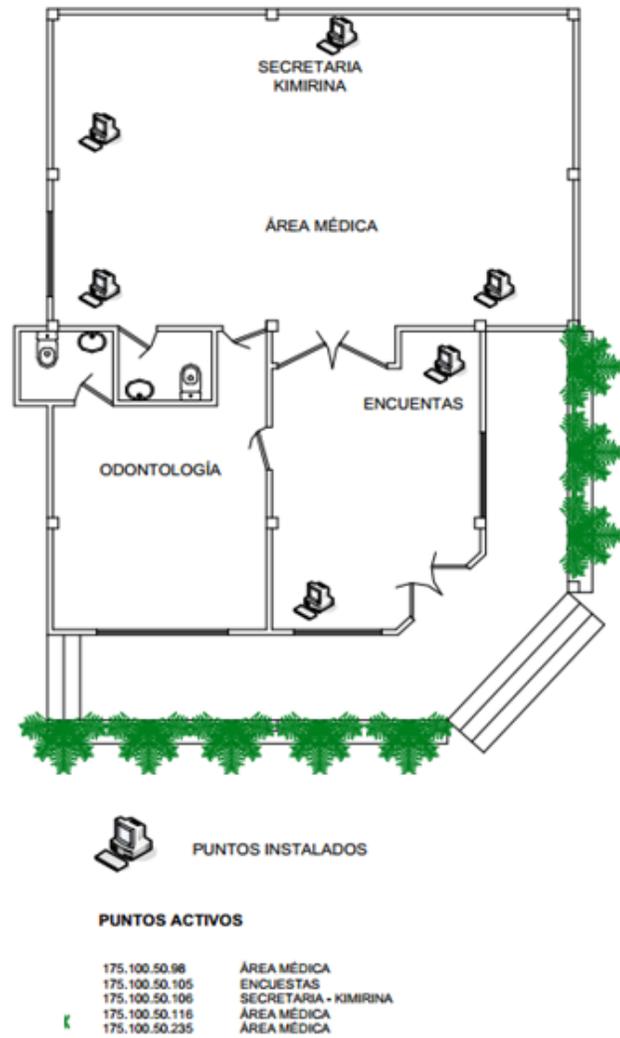
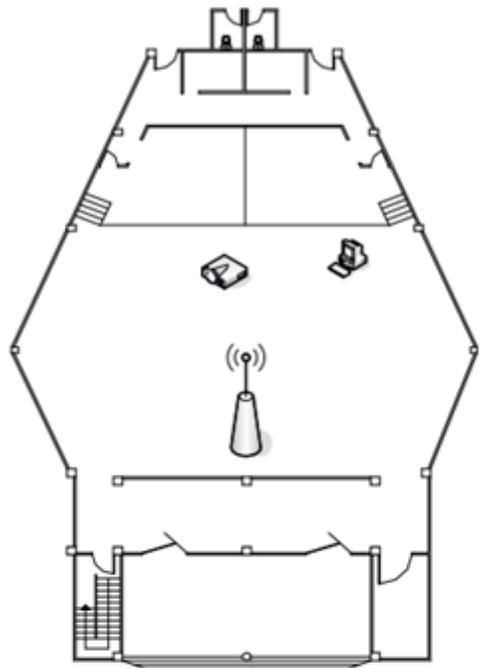


Figura 6: Departamento de Bienestar Universitario

AUDITORIUM



PUNTOS ACTIVOS

175.106.58.121	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA - DIRECTOR
175.106.58.128	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA - AGENTE ADMINISTRATIVO
192.168.1.110	ALDIFÓRUM - PROYECTOR
192.168.1.111	ALDIFÓRUM - ACCESS POINT
192.168.1.112	ALDIFÓRUM - JEFE AUDIO - VIDEO

Figura 7: Auditorium

IMPRESA

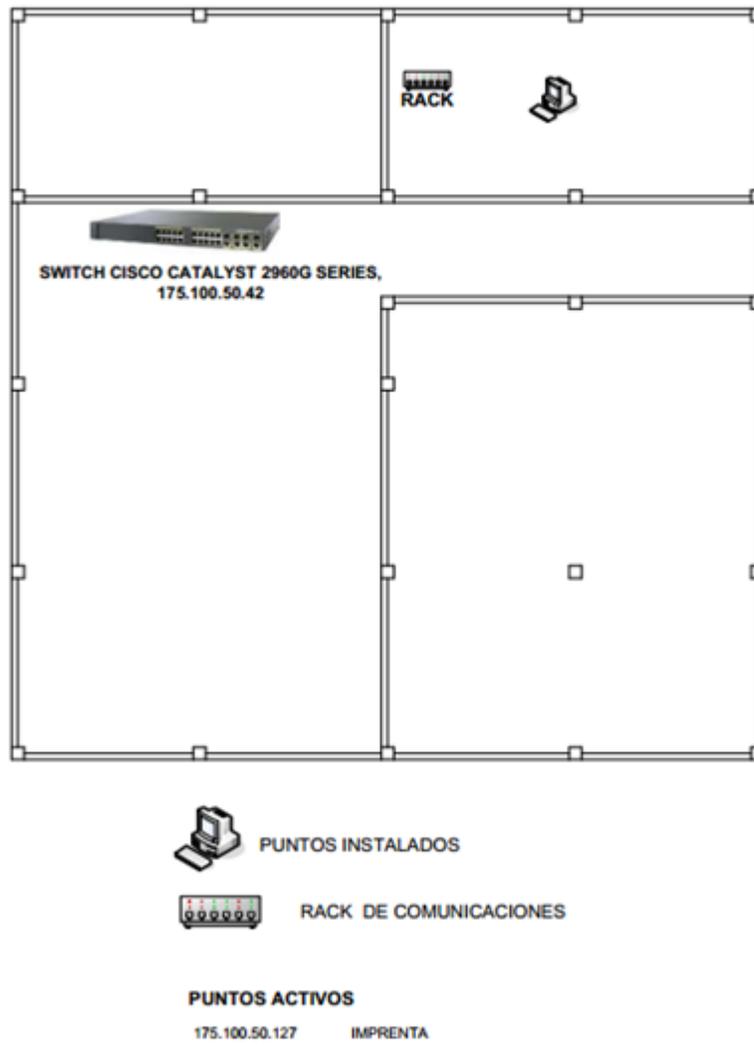


Figura 8: Impresora

RECTORADO

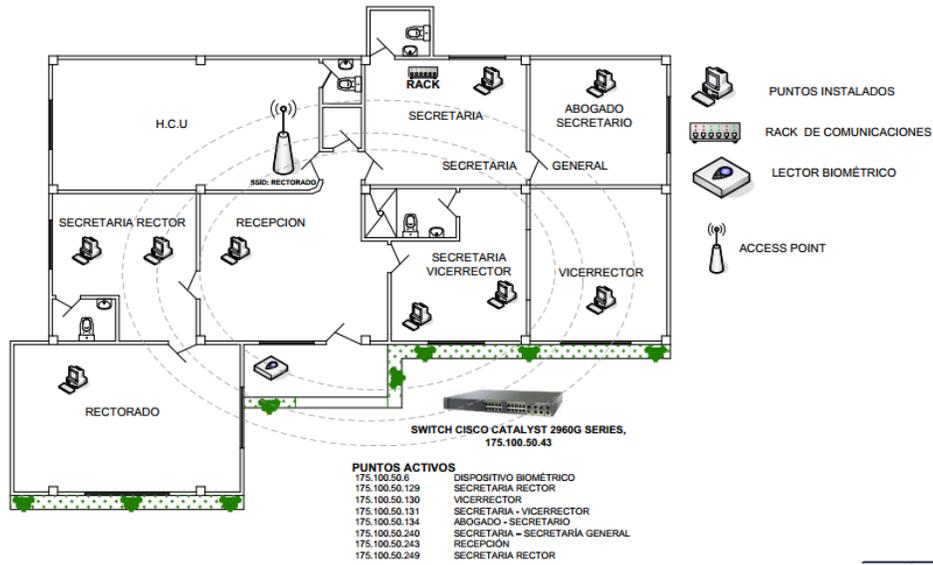


Figura 9: Rectorado

UNIDAD DE POSTGRADO

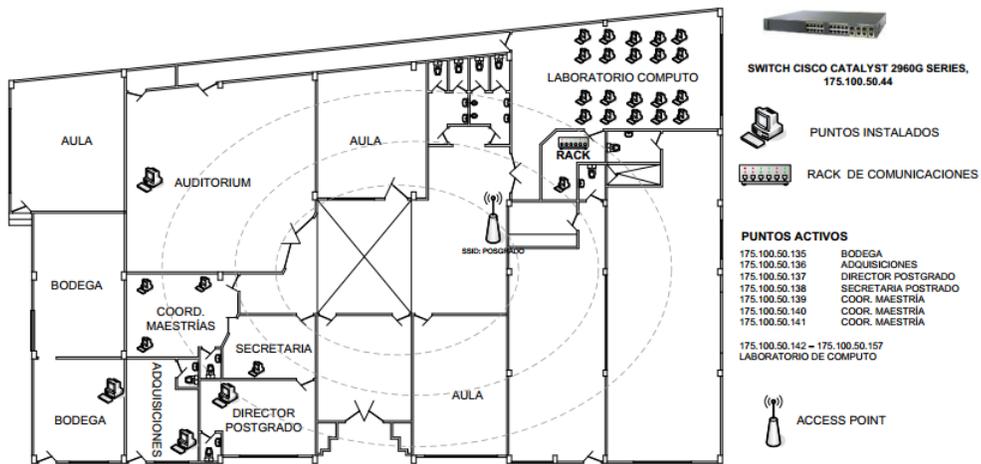


Figura 9: Unidad de Posgrado

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS PLANTA BAJA

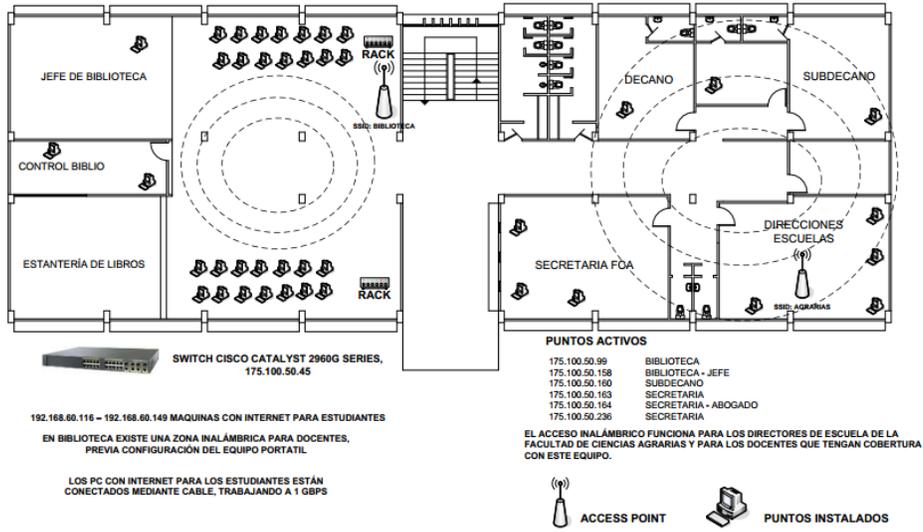


Figura 10: Facultad de Ciencias Agrarias – Planta baja

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS PRIMER PISO

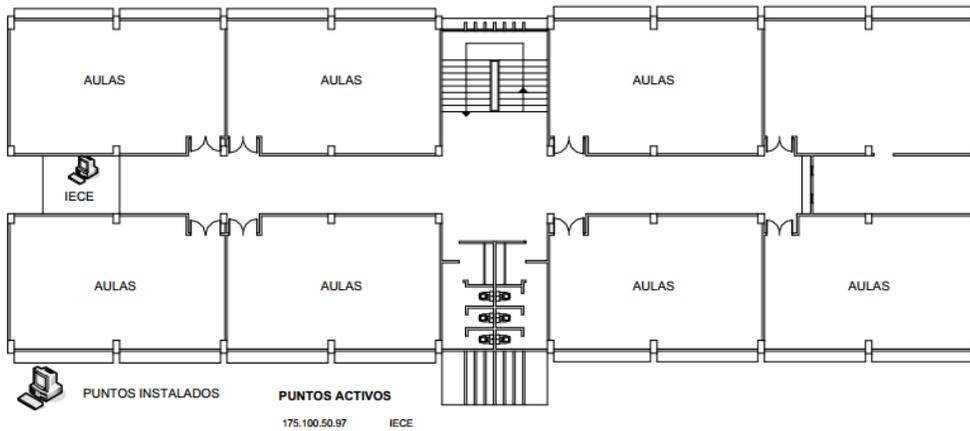


Figura 11: Facultad de Ciencias Agrarias – Primer piso

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS SEGUNDO PISO

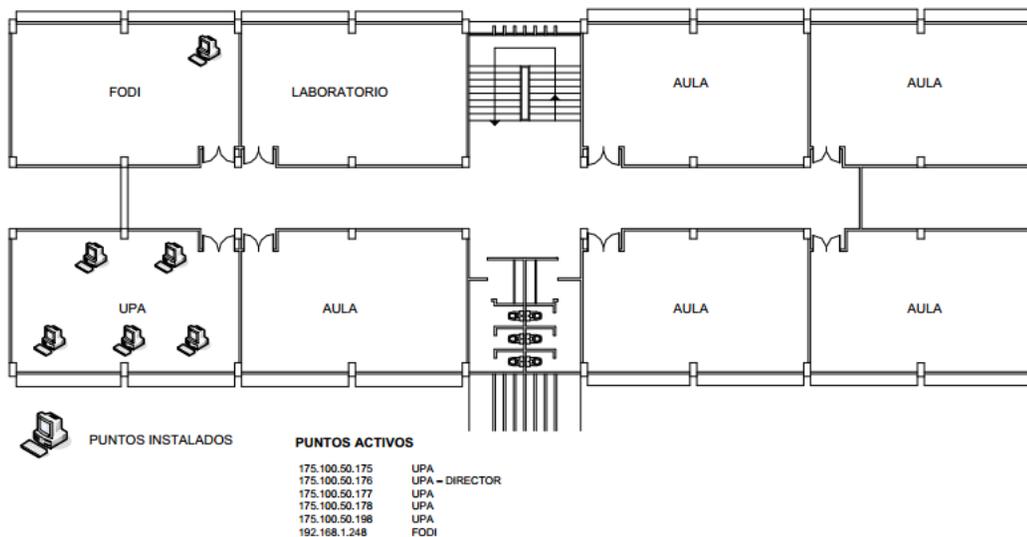


Figura 12: Facultad de Ciencias Agrarias – Segundo piso

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS TERCER PISO

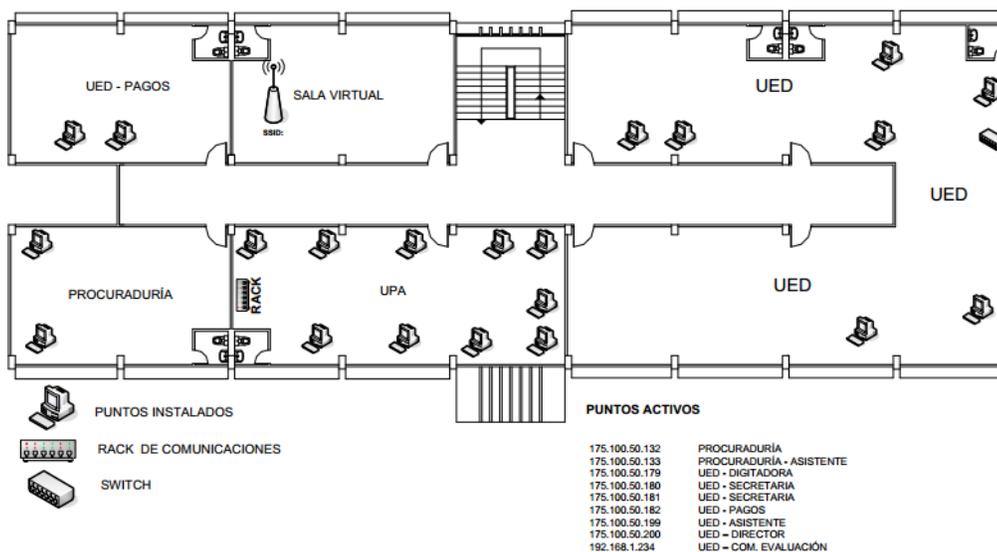


Figura 13: Facultad de Ciencias Agrarias – Tercer piso

CEDI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA UNIDAD DE ADMISIÓN FEUE – AFU

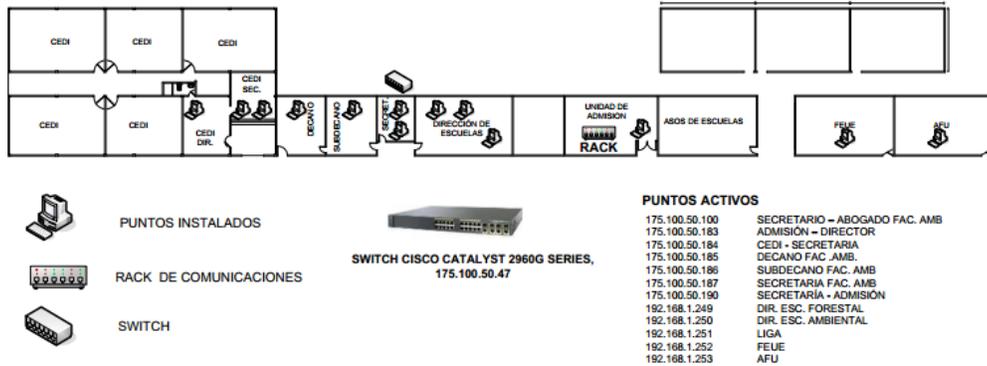


Figura 14: Facultad de Ciencias de la Ingeniería (Área Administrativa)

MECÁNICA – DETTEC - DPF

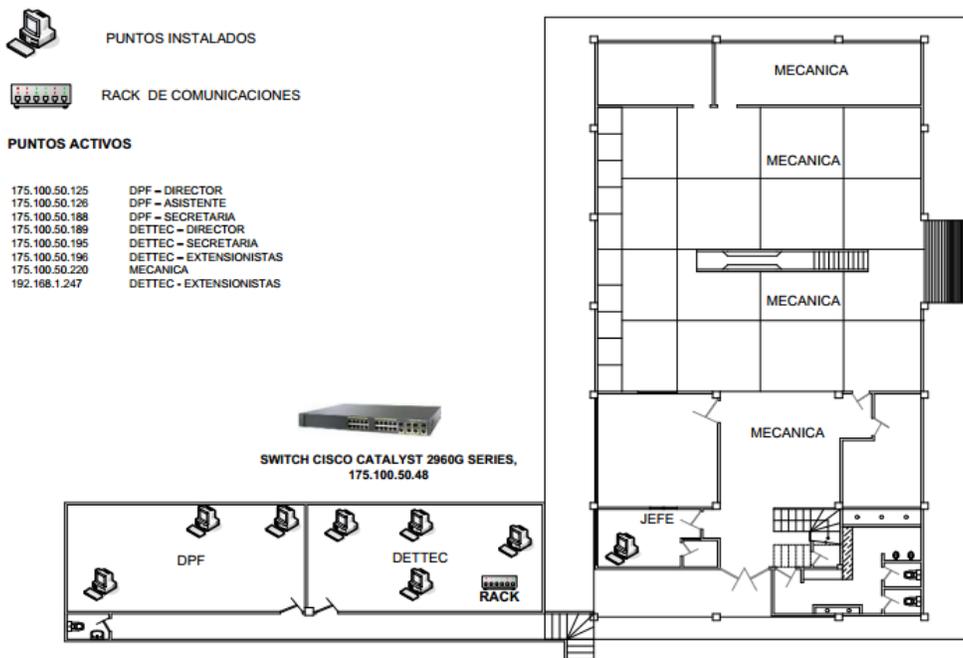


Figura 15: Taller de Mecánica

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGIA UICYT

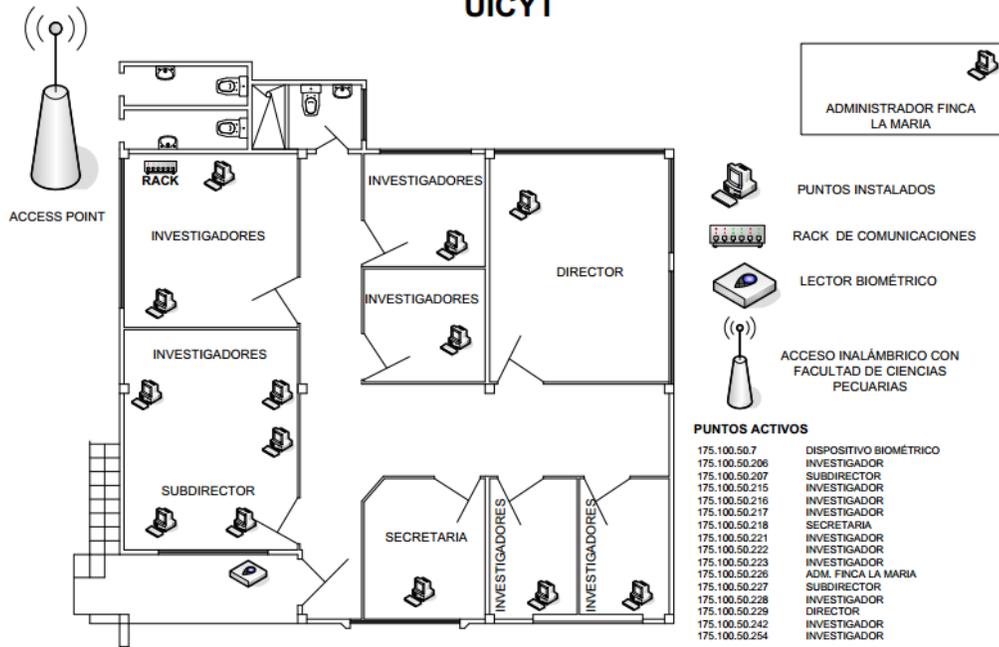


Figura 16: Unidad de Investigación (Finca La María)

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGIA UICYT

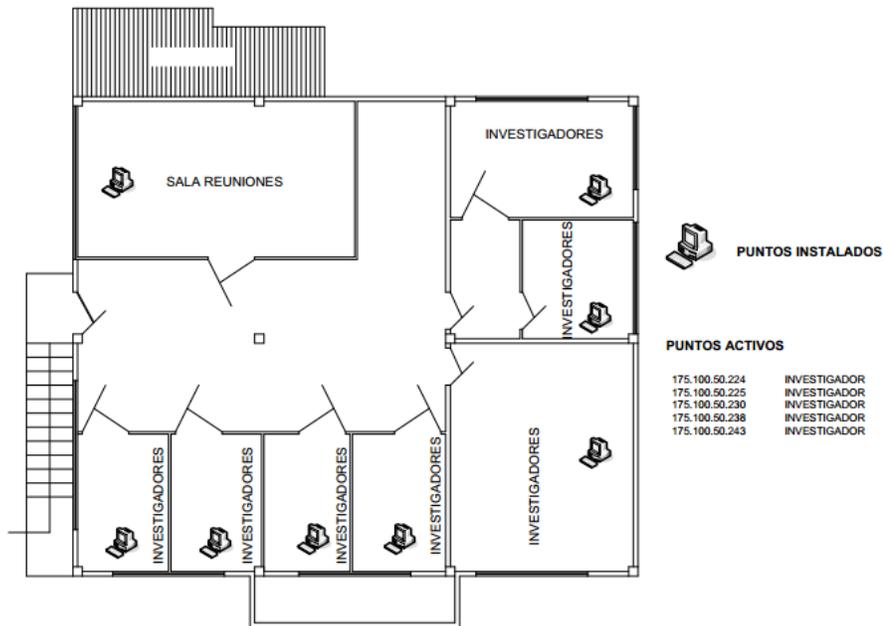


Figura 17: Unidad de Investigación (Predios Centrales)

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

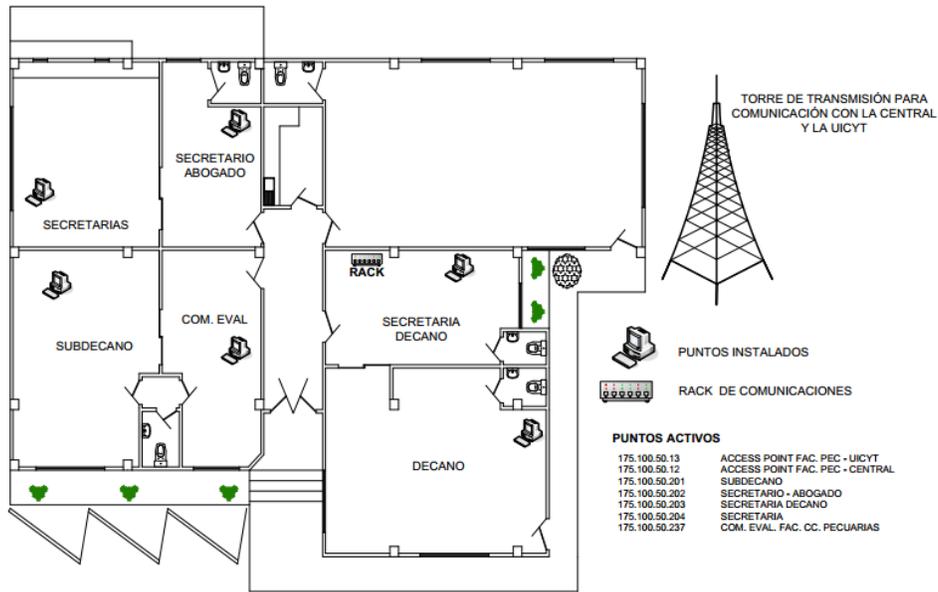


Figura 18: Facultad de Ciencias Pecuarias

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS SALA DE PROFESORES LABORATORIO DE INTERNET

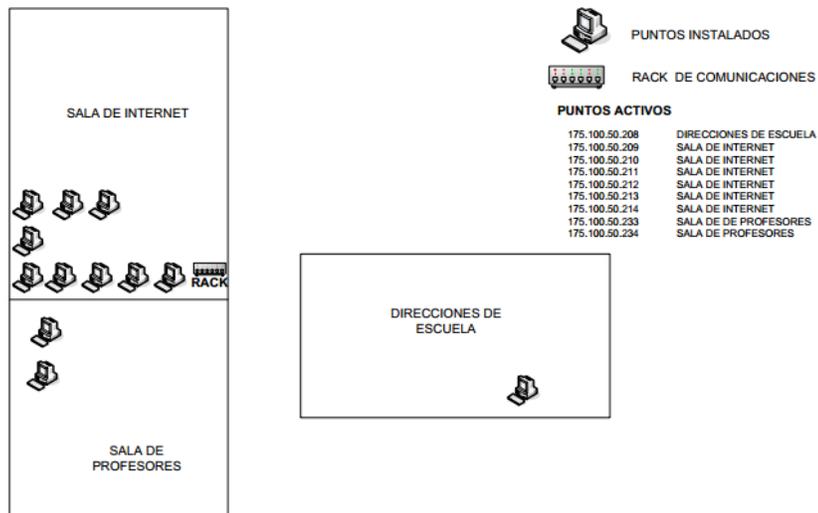


Figura 19: Facultad de Ciencias Pecuarias – Sala de Docentes

ENLACE INALÁMBRICO FAC. CC. PECUARIAS - UICYT

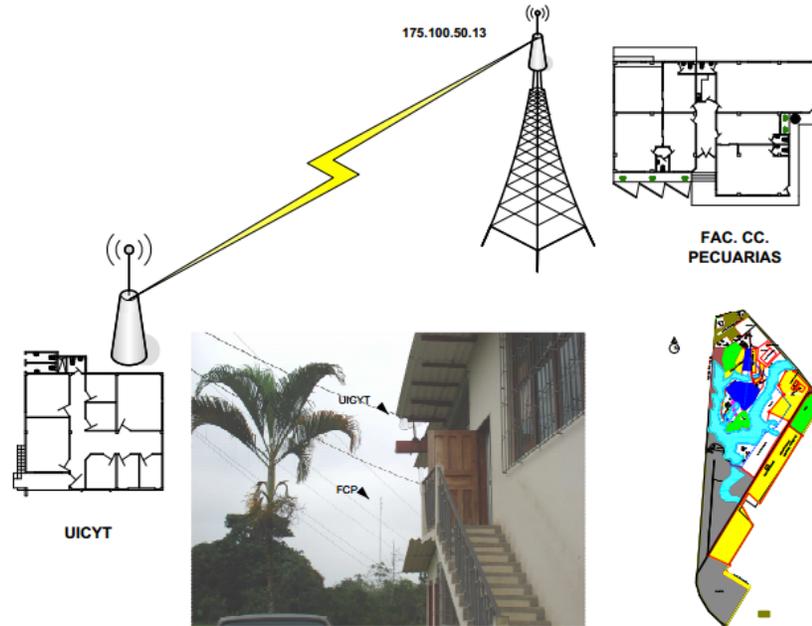


Figura 20: Enlace Pecuarías – Unidad de Investigación

ENLACE INALÁMBRICO PREDIOS CENTRAL – FAC. CC. PECUARIAS

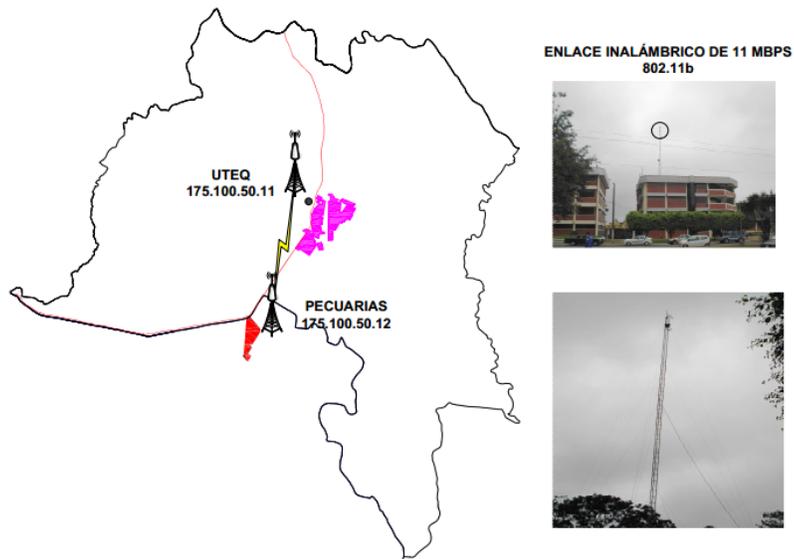


Figura 21: Enlace Instituto de Informática (Predio Central) – Facultad de Ciencias Pecuarias

BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA - UTEQ

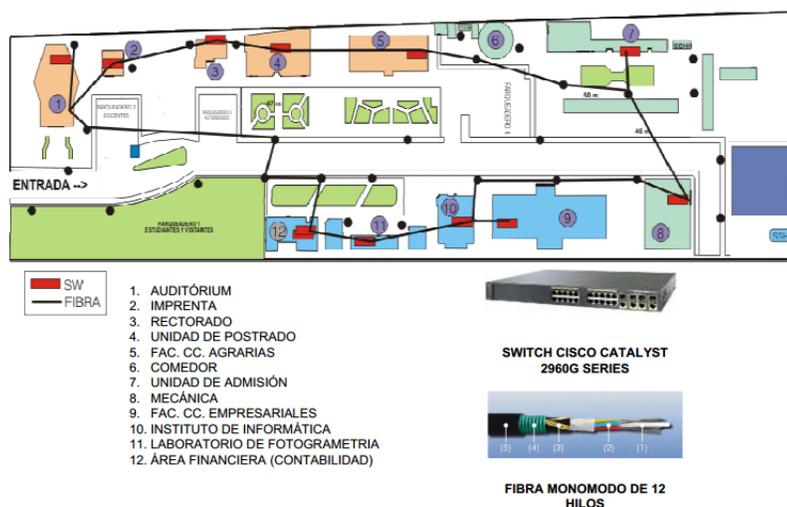


Figura 22: Anillo de Fibra Óptica instalado

Mantenimiento y operación de la red de fibra óptica

El diseño e implementación de una red óptica guardando los lineamientos indicados en las secciones que preceden, asegura la optimización de recursos humanos y materiales durante la etapa de explotación de la red y minimizan las intervenciones correctivas. De igual manera se tiene previsto realizar un mantenimiento anual

Principios de mantenimiento de Red de fibra óptica

Los procesos de fabricación de los cables de fibra óptica modernos permiten obtener productos cuya vida útil sobrepasa holgadamente los veinte años, en este sentido, una vez elegido el cable apropiado y junto a un diseño que contemple escenarios de operación no agresivos, es factible conservar los parámetros ópticos de manera que aseguren la eficiencia de la red y la adecuada prestación y escalamiento de servicios.

El plan de mantenimiento de una red óptica pasiva debe contemplar al menos los siguientes puntos:

- Disponibilidad de equipos de instalación, prueba y mantenimiento.
- Stock adecuado de cable y materiales
- Personal capacitado y equipado
- Levantamiento planimétrico pormenorizado
- Administración de eventos

Disponibilidad de equipos de instalación, prueba y mantenimiento

El set de equipos requerido para la explotación eficaz de una red óptica, y que la UTEQ debería adquirir debe contemplar los siguientes elementos:

Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR), siendo importante que el alcance del mismo se dé en función de la red a administrar, observando también que para el caso de longitudes menores es necesario considerar la denominada zona muerta, de manera que de requerirse mediciones cortas se utilice los aditamentos adecuados.

Figura 23. OTDR



Bobinas de lanzamiento, que básicamente consisten en una longitud conocida de fibra óptica con sus parámetros ópticos perfectamente determinados, de manera que se puedan realizar simulaciones de enlaces y de esta manera probar equipos activos y solventar las mediciones en los

primeros metros o extensiones cortas de cables dentro de la zona muerta de un OTDR.

FIGURA 24. BOBINAS DE LANZAMIENTO



Fusionadora y/o empalmadora mecánica, observando que lo ideal es poseer los dos equipos; es importante contar con los accesorios adecuados, sobre todo a nivel de la cortadora de fibra, siendo aconsejable que esta cuente con un sistema de reemplazo de cuchillas, además para el caso de la fusionadora es indispensable que al momento de la adquisición se contemple la dotación de al menos dos pares de electrodos para reemplazo.

FIGURA 25. FUSIONADORA



Emisor óptico de potencia constante para varias longitudes de onda y medidor de potencia óptica (OLS y OLP), siendo estos equipos indispensables

para el mantenimiento de la red óptica y el comisionamiento de enlaces, su construcción debe ser robusta y tener la posibilidad de conectarse a la red eléctrica y presentar la autonomía proporcionada por baterías.

FIGURA 26. OLS Y OLP



Fuente emisora de luz visible (VLF), es una herramienta útil al momento de realizar la identificación de hilos de fibra y determinación de interrupciones en el trayecto óptico, es importante que el equipo cuente con la posibilidad de intercambiar adaptadores de varios tipos y/o contar con un set de transiciones adecuado.

Microscopio de inspección para conectores con adaptadores de varios tipos, debiendo asegurarse el stock adecuado de transiciones de distinto tipo (FC – SC, FC – LC, SC – LC, SC-ST, ST-FC, etc.).

FIGURA 27. MICROSCOPIO ÓPTICO



Atenuador óptico variable y atenuadores fijos, muy importantes al momento de probar enlaces y sensibilidad de equipos receptores.

FIGURA 28. ATENUADORES



Analizador de espectros óptico (OSA), es una herramienta fundamental para la determinación de parámetros ópticos al utilizar sistemas WDM.

FIGURA 29. ANALIZADOR DE ESPECTROS



Análisis de riesgo y estético de la propuesta

Los factores de riesgos laborales son aquellos que se relacionan directamente con la actividad ejercida en el lugar de trabajo y mediante esta información clasificar cual fue la razón del accidente mediante trabajo

multidisciplinario de distintos profesionales en materia de; Higiene, Medicina del trabajo, Ergonomía y la Psicología, con el objeto de poder mitigar a estos en el lugar de trabajo favoreciendo la seguridad en este.

A continuación se presenta la tabulación de una encuesta para medir los riesgos laborales y la estética de la situación actual del tendido eléctrico y de comunicación en la UTEQ. Esta encuesta fue dirigida a una muestra de 282 compuesta por trabajadores y profesores.

¿Percibe algún riesgo laborar producto al tendido aéreo de la red eléctrica y de comunicación existente actualmente en la UTEQ?

Muestra los resultados obtenidos a la pregunta antes descrita, se puede apreciar que casi la totalidad de los encuestados perciben el riesgo que representa el tendido aéreo de la acometida eléctrica. Y más aún cuando se conoce que Quevedo cuenta con un clima inestable en cuanto a las lluvias.

¿Cómo cuantificaría este riesgo laboral?

Se puede apreciar como la mayoría de los actores universitarios perciben como peligro eminente la ocurrencia de un accidente con las instalaciones aéreas, otro grupo de personas lo ve a corto plazo. Claramente se evidencia que el total de los encuestados reconoce como un problema puntual la situación actual del tendido aéreo actual.

¿Estima necesario que la universidad invierta recursos en la ejecución de un proyecto que erradique este riesgo?

Casi que el total de los encuestado reconoce que las autoridades universitarias deber de prestarle atención a este riesgo y presentar una solución inmediata para evitar males mayores. Inclusive el grafico 3 muestra como la mayoría de las respuestas sobre la prioridad de solucionar este riesgo

convergen a darle la prioridad máxima al nivel de otros proyectos con perfiles académicos.

Con relación a la pregunta descrita sobre la estética que brinda la actual cometida eléctrica y de fibra óptica con que cuenta la universidad, se puede evidenciar que el 100% de los encuestados coinciden en que influyen negativamente en la apariencia de la universidad. Y esa misma cantidad de personas cree que la única forma de eliminar este problema estético es soterrando los tendido eléctricos y de fibra óptica con que cuenta la UTEQ.

Resultados del análisis tecnológicos

Luego de haber detallado cada uno de los componentes tecnológico que incorpora la solución propuesta en esta investigación, se presenta a continuación un conjunto de preguntas realizadas a los trabajadores del departamento de TIC's orientadas a evidenciar los beneficios de la propuesta.

¿En virtud de que usted es el administrador de la parte tecnológica de la Universidad se le pregunta si la cantidad de hilos (24) con que cuenta la fibra óptica del backbone son suficientes para los diferentes servicios que se brindan mediante este medio?

La respuesta presentada por el encuestado es si, bajo el supuesto que la tecnología tiene las prestaciones necesaria en para brindar la mayor cantidad de servicios ya que en estos momento los servicios brindados no son con suficiente calidad.

¿Seleccione los servicios que se brindan actualmente?

Los servicios que en estos momentos brinda la universidad son Datos Voz y Video la realizad es que dentro de estos servicios solo un número reducido de sub servicios son los que con las condiciones actuales puede ofrecerse. Dentro de estos solo los de Internet, FTP y VozIP cuando se conoce que hay otros sub servicios importantes como: Streaming, CATV, Cámaras de Seguridad, Backup y Seguridad en la data que la universidad no puede brindar con el actual diseño de red con que cuenta, ya que la calidad de estos disminuiría al máximo.

¿Seleccione los sub servicios que se brindan actualmente?

¿Cree que es necesario aprovechar cada par de hilos de la fibra para que a través de ellos brinde un sub servicio específico?

Los resultados presentes en la Gráfica 9 muestran que todos los encuestados están de acuerdo con dividir los sub servicios en función de la cantidad de hilos que presenta el backbone de fibra óptica ya que esto mejoraría en gran medida la calidad de los mismos. Además todos han estado de acuerdo con la representación que se propone con la pregunta 10, debido a que es un estándar internacional para la implementación de esta solución.

¿Está de acuerdo con la distribución de los pares de hilo para segmentar la entrega de los diferentes servicios?

Datos 12 hilos (Unidades académicas, Departamentos)

Vídeo 4 hilos (Solo para video conferencias en auditoriums)

Voz 4 hilos (VoIP)

Redundancia 4 hilos

A manera de conclusión se realizó la pregunta anterior para conocer por parte de los expertos en redes de la universidad si la implementación de una solución soterrada de un backbone de fibra óptica está de acorde con las necesidades tecnológicas de la institución y como se puede apreciar en la Gráfica 11 todos los actores respondieron que si, por lo que muestra que la solución de ser implementada traería significativas mejoras en los servicios que se brindan actualmente en la universidad. Podemos entonces decir que las Redes Ópticas Pasivas no son desarrollos nuevos, sin embargo, a la hora de la elección de los equipamientos de Oficina Central y de usuario, es importante hacer hincapié en la necesidad de observar la interoperabilidad de los modelos y marcas seleccionadas con los de otros proveedores, para no entrar en una cadena de dependencias y restricciones ocasionadas por una falta de análisis.

Cuando los trabajos se realicen en áreas habitadas se debe contar con una buena coordinación con las autoridades para que estas se realicen eficientemente y se reduzcan al mínimo las afectaciones a terceros

El análisis comparativo realizado entre los beneficio de tener fibra subterránea a la aérea, nos permite determinar que lo mejor es subterráneo dado que aunque los costos de implementación son un poco más elevados, pero la seguridad en la transmisión de los datos y la estética se mejora en relación a los beneficios para la gestión de la información que requiere la institución.

Los niveles de seguridad deben ser establecidos por ductos y mangas de repartición.

El diseño del backbone de fibra óptica de manera subterránea mejora la estética del campus universitario, permitiendo la redundancia en todos los nodos de la red y soporte los servicios de voz, vídeo y datos

Se recomienda determinar cada vez mayor seguridad en la transmisión de los datos desde y hacia los nodos.

Implementar la fibra de manera subterránea tal como se determina en el diseño propuesto para de esta manera mejorar las comunicaciones en la UTEQ.



CAPÍTULO 4

Propuesta para ser tomada en cuenta
DISEÑO DE UN BACKBONE DE FIBRA OPTICA DE MANERA
SUBTERRANEA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE
QUEVEDO, AÑO 2014

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cuenta con un backbone de fibra óptica instalado de manera aérea que daña la estética y que no permite facilidades para el mantenimiento preventivo.

La implementación antes descrita es obsoleta ante un mundo que ha logrado grandes avances en el campo de las comunicaciones, y la UTEQ siendo una entidad de educación superior que cuenta con carreras técnicas como ingeniería en Telemática, Ingeniería en Sistemas, quienes cuentan con personal apto para la administración de los servicios a brindar por la fibra óptica no puede continuar así.

Por tal motivo se pretende investigar la incidencia de la implementación subterránea del backbone de fibra óptica y la obtención del beneficio de los servicios brindados por los hilos de la fibra óptica, lo cual permitirá al usuario obtener el máximo beneficio de este medio de comunicación.

La distribución adecuada de los hilos de la fibra óptica; así como también la designación de los servicios nuevos a brindar a través de los mismos ayudará a que tanto Docentes como estudiantes y administrativos de la UTEQ puedan hacer uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación de manera que ayude a la transmisión del conocimiento y al uso de las mismas en beneficio de la relación docente-estudiante.

El desarrollo de la propuesta está fundamentada en:

1. Los aspectos que la Constitución de la República del Ecuador dispone, y entendiendo la problemática de un sector importante de la sociedad ecuatoriana, como es la educación superior, la que constantemente se

- innova por los avances científicos, globales y tecnológicos, además de que existe una demanda poblacional en crecimiento que la Universidad Técnica Estatal de Quevedo enfrenta con implementación de tecnología de punta
2. Fortalecimiento de la relación con todos los sectores de la sociedad, difundiendo su misión y visión, promocionando el conocimiento, la interculturalidad, práctica de principios y valores, integración y conservación del ambiente.
 3. Fomento del intercambio de ciencia y tecnología, con instituciones de reconocido prestigio nacional e internacional.

Una vez implementado el Backbone de Fibra óptica en el Campus Manuel Haz Álvarez de la Universidad Estatal de Quevedo de manera subterránea se podrá determinar que se ha mejorado notablemente la estética de esta

Con las Políticas establecidas para el buen uso y aplicación de las TIC's en beneficio del desarrollo tecnológico de la Institución la UTEQ se enmarcaría como la líder en el avance tecnológico de la región.

Ubicación sectorial y física

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el Km 1,5 de la Vía Santo Domingo de los Tsáchilas – Quito cuenta con el campus Ing. Manuel Haz Álvarez cuyas dimensiones son del 159.60 metros de ancho por 497.30 metros de largo teniendo como resultado una área total de 7.94 hectáreas.

Este proyecto es factible desde el punto de vista económico ya que el mismo se podrá sustentar en el beneficio tecnológico que tendrá nuestra Institución, además la inversión es baja en relación a los avances que se obtendrán.

Dadas las características del terreno, y la magnitud de las cargas a transmitir y con el objeto de recuperar muestras que permitan definir el perfil estratigráfico y las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, se realizó 1 perforación a percusión mediante la utilización de equipo mecánico con la

ejecución SPT, cada metro de profundidad, según las recomendaciones de la norma ASTM D1586-67.

La ubicación de la perforación, así como su profundidad está detallada en el siguiente cuadro

Pozo	Prof. (m)	Coordenadas WGS84	UTM
P01	15	E: 280828	N: 9979954

Fuente: (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Autor: ING. JAVIER MACÍAS ZAMBRANO

Tabla 11: Datos de la perforación

Trabajos de laboratorio

Con las muestras recuperadas cada metro en el campo se procedió a la determinación de las características físicas en el laboratorio, como son: humedad natural, granulometría y límites de consistencia, parámetros que permiten realizar la clasificación SUCS de cada muestra. Para tal efecto se utilizaron las siguientes normas:

Ensayo	Norma
Humedad	ASTM D 2216-98
Granulometría	ASTM D 422-63
Límites de consistencias	ASTM D 43 18-00
Clasificación	ASTM D 2487-00

Fuente: (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Autor: ING. JAVIER MACÍAS ZAMBRANO

Tabla 12: *Parámetros y su norma*

Trabajos de Gabinete

Según los resultados de los ensayos de penetración estándar realizados en el campo se procedió a determinar, una capacidad portante del subsuelo para cimentaciones superficiales en función de los parámetros de resistencia al corte de los suelos ensayados. También la capacidad de carga para cimentaciones profundas, pilotes metálicos de 12" (0.30 m.) de diámetro.

Características de los suelos

Para el área del sondeo, existe la presencia de arenas de grano medio de baja compacidad (SM) en toda la profundidad del estudio. Humedad que varía entre baja y media sin encontrarse nivel freático en ninguna instancia del estudio. No se halló la presencia de suelos cohesivos

Parámetros Mecánicos.

Para los suelos muestreados del sitio de estudio se dispone de los resultados de ensayos de penetración estándar con valores del número de golpes entre 0 y 22 lo cual denota la baja compacidad de las arenas presentes. Encontrándose el valor de 22 a una profundidad de 5,50 m.

En el siguiente cuadro se hace un resumen del resultado en el ensayo corte directo:

Procedencia de la muestra	Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de fricción	Pesos específicos (g/cm ³)
P01	0.00	38.93	1.071

Fuente: (DANIEL VILLEGAS ARGOTA, 2010)

Autor: ING. JAVIER MACÍAS ZAMBRANO

Tabla 13: *Comparación entre fibra aérea y subterránea*

Cálculo Capacidad de Carga

Cimentaciones profundas: Para cimentaciones profundas se utiliza la teoría de Meyerhof para el cálculo de la capacidad de carga por fricción en suelos granulares.

Por sugerencia de Santos CMI se ha considerado el cálculo de capacidad portante para pilotes circulares metálicos con diámetro de 12 plg (0.324 m) de diámetro.

Se presenta los cuadros de resultados se presentan la capacidad de carga por fricción considerando un factor de seguridad $FS = 3$.

Cimentaciones superficiales: La capacidad de carga del suelo para cimentaciones superficiales se ha calculado con los resultados del SPT realizado en campo. Se utiliza la teoría de Bowel y Meyerhof para suelos granulares, considerándose un asentamiento máximo de 2.50 cm con un factor de seguridad $FS = 2$

Se ha realizado el siguiente cálculo de capacidad portante:

- Ancho de zapata de 2.70m para la Estructura No. I (Pórticos de 69 KV)
- Ancho de zapata de 5.00m para la estructura No. II. (Transformador)

Se asume una profundidad de desplante de 0.5m para cimentaciones superficiales (zapatas cuadradas) los resultados de dichos cálculo se reportan en los cuadros mostrados en el

Conclusiones de estudio de suelos

Según los resultados de análisis de laboratorio se define la siguiente estratigrafía:

- De 0.00 m a 15.00 m: arena de grano medio de baja compacidad, color gris, humedad media

Debe hacerse notar que si bien el suelo de cimentación tiene una baja compacidad, las cargas a transmitirse a la estructura son mínimas por lo que es factible realizar una cimentación superficial, previos trabajos manejo de aguas superficiales (propia de la zona) para prevenir posibles filtraciones hacia el subsuelo, que a la postre podría provocar socavaciones.

En cuanto a las cimentaciones profundas; considerando las cargas a transmitirse al suelo y las características granulométricas, no son recomendadas ya que una cimentación superficial es competente. Pero de requerirse las mismas por parte del diseño.

Recomendaciones del estudio de suelo

De acuerdo con las solicitudes de carga a ser transmitidas al subsuelo, se recomienda utilizar cimentaciones superficiales con una profundidad de desplante de 0.50 m.

Previo al desplante de la estructura, e inmediatamente de terminada la excavación, se hormigonará un replantillo de hormigón simple de 5 cm. de espesor.

Para que exista licuefacción en suelos granulares deben presentarse tres condiciones, que este suelo tenga una compacidad muy baja (baja densidad), que esté sometido a solicitudes cíclicas repetitivas (como un evento sísmico) y que se encuentren saturadas. El presente estudio no reconoce estas tres condiciones ya que el suelo es medianamente compacto (N spt), no existen niveles freáticos que puedan saturar el suelo y además el sitio del estudio no se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica.

A la profundidad de 0.50 m. la capacidad de carga es de:

- Para la Estructura No. I (Pórticos de 69KV), una capacidad de carga de 8,54 T/m². y;
- Para la Estructura No. II (Transformador), una capacidad de carga de 7,50 T/m².

Debido a las características propias del suelo y las solicitaciones a transmitirse al mismo se recomienda trabajos de obras complementarias de conducción de aguas lluvias en la superficie para evitar filtraciones que en lo posterior provocarían efectos de socavación en la subsuperficie que sería perjudiciales para las súper estructuras.

En el caso de requerirse el uso de pilotes se recomienda para la Estructura No. I (Pórticos de 69 KV) se recomiendan el uso de pilotes metálicos en una configuración de 2x2 con una separación de 2,00 m entre centros de pilotes en ambos ejes. Y una profundidad.

Estructura final de la red

La presente propuesta se basa en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Uso de los divisores / combinadores (splitters / combiners), los cuales receptan el hilo de fibra que proviene de un interfaz óptico del OLT ubicado en la Oficina Central (Tic's) dividiendo la señal para el sentido downstream para entregarla a los usuarios y combinándola para el sentido upstream. Al emplear una topología de división / combinación íntegramente ubicada en el Centro Topológico de Carga, se obtiene ventajas operativas en la fase de explotación del sistema al disponerse de un punto de prueba del trayecto óptico de cara al cliente a la salida del splitter, además de tener flexibilidad en la asignación del puerto de salida de este elemento hacia un usuario determinado con el consiguiente ahorro de tiempo en la instalación y comisionamiento del enlace.

- La elección del centro topológico al contenerse únicamente equipamiento óptico pasivo, implica que con las debidas precauciones, pueda ser montado al interior de un nodo, en un armario para intemperie, en una cámara subterránea de Telecomunicaciones o incluso en un poste. En el presente diseño, al existir disponibilidad, será montado al interior del nodo

Característica	Descripción
Infraestructura Civil	Espacio suficiente para permitir el anclaje seguro de un rack organizador de fibra óptica con los ODFs necesarios, que además de albergar las cabeceras de fibra óptica de los enlaces comisionados hacia la Oficina Central, contendrán los cables troncales de acceso y los dispositivos combinadores/divisores necesarios (splitters). Acceso a los ductos que albergaran los cables troncales de acceso.
Infraestructura Eléctrica	Flujo eléctrico estable para iluminación y conexión eventual que permitirá durante comisionamiento y mantenimiento la alimentación de equipos como Fusionadora de fibra óptica, OTDR, VFL, OSA, OLS, OLP
Vías de cableado	Instalación de escalerillas que permitan el tendido ordenado de cables de fibra óptica, entre el acceso a ductos y los ODF.
Protección de agentes externos	Adecuada protección para prevenir degradación por polvo, humedad, y otros agentes externos.
Seguridad	Nivel de seguridad adecuado para prevenir acceso de personal ajeno a OAM.

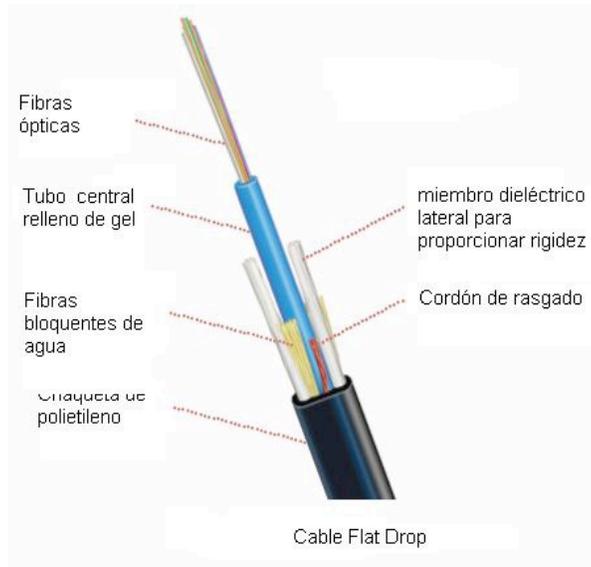
Fuente: dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3056

Autor: (Marcelo Abreu, 2009)

Tabla 14: Características básicas del centro Topológico de carga

En la **figura 30** y **Tabla 10** se detallan las características del cable de acometida recomendando, observando que es suficiente con un hilo de fibra óptica, sin embargo, se consideran dos hilos, ante la eventualidad de requerimientos de más de un cliente por acometida o la implementación posterior de servicios de seguridad o control de tráfico en el área de cobertura, esto sobre la base que la diferencia económica entre cables de uno y dos hilos es mínima.

Fig. 30. Cable Flat Drop



Características del cable de acometida		
Tipo de fibra óptica	Single Mode (SM), Standard UIT-T G.652 D, tipo Flat Drop, 2 hilos	
Código del cable (tomando como referencia el cable Flat drop marca DRAKA)	M-DFS-1-JKT-02-BB-002-B3	
	El código adoptado significa:	
	M	La impresión de la longitud de chaqueta será en metros
	DFS	Corresponde al tipo de fibra, en este caso es la ezDROP/Dielectric
	1JKT	Corresponde a chaqueta simple, esto es sin conductor de cobre 24 AWG para detección de tonos.
	02	Indica que existen 2 fibras por tubo contenedor.
	BB	Indica que es fibra monomodo optimizada para transmisión en ventanas de 1310nm, 1480nm y 1550 nm.
	002	Indica el número total de fibras que tiene el cable.
B3	Se refiere al valor de la atenuación por unidad de longitud en las tres ventanas consideradas	
El cable considerado presenta una sección transversal plana, pudiendo ser utilizado para montaje aéreo al ser auto soportado o en montaje subterráneo dentro de ducto o incluso enterrado directamente. El tipo de cable considerado referencialmente, es provisto comercialmente en bobinas de 400, 900, 3500m o las longitudes diferentes bajo pedidos específicos.		

Fuente: dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3056

Autor: (Marcelo Abreu, 2009)

Tabla 15: Características del cable de acometida

Un sistema digital de comunicaciones debe poseer una tasa de error que no supere valores de $BER = 10^{-6}$, aunque en la práctica pueden lograrse valores de $BER = 10^{-10}$. El Sistema de Comunicaciones se degrada por las fallas en los equipos y por los errores de la información transmitida (enre, s.f.)

El principio de la configuración redundante consiste en permitir, en caso de falla, la conmutación desde un circuito principal a uno de reserva, de iguales características que el principal, tal como se muestra en la Figura 31. (enre, s.f.)

En la conmutación de redundancia es importante el tiempo total entre la ocurrencia de la falla o daño hasta el reestablecimiento del camino de reserva, incluyendo la resincronización.

Este tiempo depende del criterio de conmutación, es decir de los:

- Umbrales de conmutación BER=10⁻³.
- Algoritmos de evaluación.
- Estructura y sincronización de la trama.

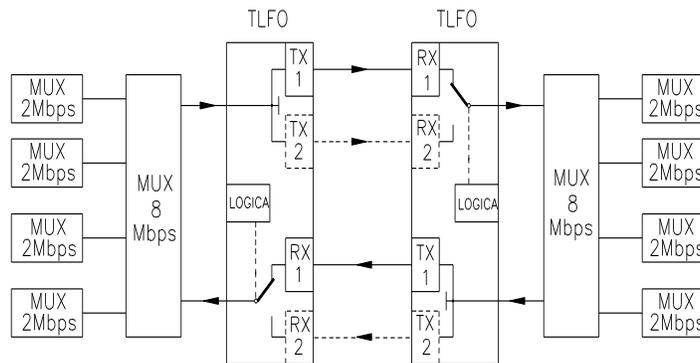
Típicamente, las conmutaciones en 2 Mbps demandan tiempos del orden de 20 mseg, durante el cual se interrumpe el envío de datos o el flujo se mantiene, pero con errores.

Una alternativa interesante planteada para esta investigación consiste en utilizar sistemas de conmutación libre de errores, mediante el retardo de la señal transmitida y la memorización en el extremo de la recepción. Sin embargo, esto no es aplicable a operaciones que demanden tareas en tiempo real. (enre, s.f.)

Por otro lado, deberá evitarse la elección de tiempos de conmutación excesivamente cortos que introducen inestabilidad en el Sistema y pueden llegar a ocasionar interrupciones ante fallas temporarias (no permanentes).⁸

⁸ www.enre.gov.ar/.../Guías%20EETT-FibraOptica-%20Ver%201

Fig. 31. Configuración redundante



MUX = Multiplexor de datos.

---- = Variante con conmutación automática o manual. Transmisores y receptores ópticos duplicados (1+1)

TLFO = Terminal óptico línea

Otros parámetros a considerar en el diseño son:

Información a Transmitir

A fin de optimizar los canales y la red de comunicaciones, deberán relevarse con la mayor exactitud posible la cantidad y características de la información a transmitir. (enre, s.f.)

d. Cuantificación de la información

Las señales e información a transmitir provienen de:

- las troncales de voz para vinculación entre centrales telefónicas (UTEQ no cuenta con centrales digitales)
- la transmisión de datos en baja, media y alta velocidad; (líder de TIC's determinará lugares con sus velocidades de transmisión)
- la transmisión de datos para la Operación en Tiempo Real (SOTR); (Videoconferencias en lugar que ya se encuentran equipados)
- la transmisión de imágenes;

- la vinculación a redes Ethernet; (todo el campus)

Se estimará la cantidad de información a transmitir, a través de cada una de ellas, provenientes de los Sistemas y/o Centrales que conforman la red de comunicaciones, y se adicionarán los crecimientos futuros previstos. (enre, s.f.)

e. Calificación de la información

Paralelamente a la identificación y estimación de la cantidad de señales e información a transmitir, deberán darse las características mínimas necesarias para su definición: (enre, s.f.)

- Troncales de voz a dos o cuatro hilos, más señalización E_m.
- Necesidad de equipos de teleprotección digitales.
- Transmisión de datos para telecontrol, indicando la velocidad de cada señal a transmitir.
- La frecuencia central, el ancho de banda y las tolerancias de las señales, referenciadas a las normas ITU-T:
- baja velocidad (hasta 9600 bps),
- velocidad media (< 64 Mbps),
- alta velocidad (>64 Mbps).

f. Tipos de canales

El Sistema de FO puede abastecer un gran número de canales a través de multiplexores ligados a cada estación. **(enre, s.f.)**

Impacto.

Todos los servidores de la UTEQ estarán satisfechos con el beneficio que les otorga el uso de tecnología a velocidades altas y seguras.

Nuestra comunidad se sentirá orgullosa de los avances tecnológicos de una universidad categoría "B", que está al servicio del desarrollo de la ciudad y zonas de influencia

Evaluación

Los beneficios que se obtendrán con este proyecto están en función de los resultados obtenidos que serán valorados por los usuarios que utilizan los diferentes servicios que se brindan por medio de la fibra óptica de manera subterránea y contribuirán con la evaluación y propuestas de mejoras del mismo a través de emails a sdcarreno@uteq.edu.ec.

Instructivo de normas de seguridad.

La construcción de telecomunicación por lo general se hace dentro del derecho de paso reservado para el enrutamiento de otros sistemas subterráneos, tuberías municipales y de servicios públicos, alambres, cables y conductos.

El daño de cualquiera de estas utilidades podría causar una interrupción de servicios. En el peor de los casos, podría causar un daño catastrófico al personal y a la propiedad circundante.

La ley por lo general requiere que usted se comunique con todos los operadores de estos sistemas antes de comenzar cualquier tipo de excavación, incluyendo aquellas que están fuera del derecho de paso (ROW). Estos operadores de sistema indicarán la ubicación horizontal de sus plantas con una bandera o marca de pintura, denominada una marca de ubicación o ubicación. La ley normalmente requiere que el propietario de la planta de subsuperficie realice esta tarea dentro de un período especificado de tiempo y se asegure que las marcas de ubicación estén colocadas correctamente. El propósito principal de la marca de ubicación es PREVENIR el daño al derecho de paso en conflicto, no definir la responsabilidad. Sin

embargo, la recuperación de los daños resultante del trabajo de excavación se decide generalmente teniendo muy en cuenta las marcas de ubicación.

Una vez establecida la ubicación horizontal del derecho de paso conflictivo, se deberá determinar la profundidad o ubicación 'vertical'. Esto por lo general se hace al realizar una perforación o la excavación cuidadosa de un orificio hasta ubicar el derecho de paso (o su cinta de advertencia).

Debería contactarse al dueño de la propiedad antes de realizar la excavación. Es posible que haya un sistema de riego, circuito cerrado de televisión o sistemas de comunicación enterrados en o alrededor del derecho de paso (ROW). La parte realizando la excavación también debería hacer marcas de ubicación necesarias en su planta existente.

Las instalaciones subterráneas por lo general terminan en un pozo o canal accesible al público. Los pozos y canales DEBEN estar bloqueados por barricadas, dispositivos y cubiertas de advertencia

OBJETO:

La presente norma describe las medidas de seguridad y las precauciones que se deben acatar antes de realizar las operaciones de excavación para tanques, zanjas y huecos para postes, a fin de preservar la vida de los trabajadores, empleados, docentes, estudiantes y transeúntes. Además se incluyen los conceptos relacionados con las excavaciones y las zanjas: (revinca, s.f.)

RESPONSABILIDADES:

- Es responsabilidad del contratista la ejecución de estas normas y velar por su cumplimiento.
- Es responsabilidad del contratista hacer cumplir las medidas de seguridad establecidas por normas venezolanas como parte del acuerdo general.
(revinca, s.f.)

RECOMENDACIONES GENERALES.

- Las normas se deben cumplir y en ningún caso se debe aceptar el desconocimiento de ellas como excusa para no cumplirlas. (revinca, s.f.)
- No se debe permitir durante la realización del trabajo: chistes, juegos de manos, alardes de valentía, palabras obscenas. (revinca, s.f.)
- El contratista debe explicar al nuevo trabajador los riesgos que existen en los trabajos que tiene que realizar, así como las normas que se deben observar para su seguridad personal y la de sus compañeros. (revinca, s.f.)
- Queda terminantemente prohibido trabajar bajo los efectos de bebidas alcohólicas e ingerir licor durante la ejecución de los trabajos. (revinca, s.f.)

OBTENCIÓN DE PERMISOS.

Antes de comenzar el trabajo, estudie los planes detallados y asegúrese de que cuenta con los permisos necesarios para realizar el trabajo. El supervisor o inspector debe retener todos los permisos y los registros de las actividades de construcción y mantenerlos disponibles para su referencia inmediata durante la ejecución del trabajo. (revinca, s.f.)



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- (2012). En D. Uckelmann, *Quantifying the value of RFID and the EPC Global Architecture Framework in Logistics* (pág. 143). Stugard: Springer.
- Anguera, J., & Perez, A. (2011). *Teoría de Antenas*.
- Balanis, C. A. (1997). *Antenna Theory, Analisis and desing*. New York: John Wiley & Sons INC.
- Cabero Almenara, J. (1998). *Usos de los medios audiovisuales, informáticos y las nuevas tecnologías*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Cevallos R. Ramiro, M. E. (2010). Estudio y Diseño de una Red de Última Milla, Utilizando la Tecnología G-PON, Para el Sector del Nuevo Aeropuerto de Quito. *Ingeniería Electrónica y Redes de Información*.
- Coulter., S. R. (1996). *Administración*. México: Quinta Edición.
- DANIEL VILLEGAS ARGOTA, L. O. (04 de 10 de 2010). *FUNDAMENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA EN MEXICO*. Obtenido de WWW.itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/.../7760/1/FUNDAMENTOS.pdf
- Electric Power Distribution Handbook. (2004). CRC Press.
- Fernández Sampieri, R., & Hernández Collado, C. (1997). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*.
- Finkenzelle, K. (2003). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*. wiley.
- Ilyas, M., & Ahson, S. (2004). *RFID HANDBOOCK, Aplications Technology Security, and Privacy*. Estados Unidos de America: CRC Press.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. (2013). *Guía sobre seguridad y privacidad*. España: CELARAYN, s.a.
- Marcelo Abreu, A. C. (2009). *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*.
- Montenegro, G. A., & Marchesin, A. E. (2007). *SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)*.

- Percy E. De la Cruz Vélez de Villa, M. R. (2010). Radiofrecuencia de identificación (RFID):. *Revista de investigacion de sistemas informáticos* , 77-86.
- Portilla, J. I., Bermejo, A. B., & Bernardo, A. M. (2008). *TECNOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID) Aplicaciones en el ámbito de la Salud*.
- Sánchez, J. A. (2008). *Sistema de Control de Acceso con RFID*. Mexico.
- SYSCOM. (2008). *Introducción a los sistemas de control de acceso*. Obtenido de *Introducción a los sistemas de control de acceso: (2008)*.
- Telectrónica. (2009). *INTRODUCCIÓN A LA IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA*.
- Transcore, S. (2013). *Sistema de Gestión y Administración para Peaje-Telepeaje*. <http://www.sictranscore.com.ar/Peaje.html>.
- Vallejo, P. M. (2013). *Investigación Experimental, Diseño y Contraste de Medias*.

[1] Cisco Systems Inc. "CCNA Exploration 4.0 Curriculum".
Módulo 1: "Fundamentos de Redes".
Módulo 3: "Conmutación y Conexión Inalámbrica de LAN".

[2] Logroño López, Jorge Israel. "Integración de las redes ópticas pasivas ethernet (EPON/GPON) con la tecnología Wimax". Septiembre 2008.

[3] Diana Patricia Pabón Taco. "Diseño de una red de acceso G-PON para proveer servicios triple play (TV, Internet, Telefonía) en el sector de "La Carolina" a través de la red del grupo TV Cable". Enero 2009.

ISBN: 978-9942-33-032-1



compAS