



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “ISRAEL”

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

“INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

AUTOR/ A: Jorge Fernando Ortiz Samaniego

TUTOR/ A: Ing. David Cando, Mg

AÑO: 2017

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Jorge Fernando Ortiz Samaniego, CI 1708563091 autor del trabajo de graduación:

Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones** en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de difundir el respectivo trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, Marzo del 2017

Atentamente.



Jorge Fernando Ortiz Samaniego.
C.I. 1708563091

INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL PIC

CARRERA:	Electrónica Digital y Telecomunicaciones
AUTOR/:	Jorge Fernando Ortiz Samaniego
TEMA DEL TT:	Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica "ISRAEL".
ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:	Tecnología Aplicada a la Producción y Sociedad
SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:	Desarrollo de Sistemas de Comunicación en la Ciudad de Quito
ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA	Red de Fibra óptica Backbone y cableado horizontal en la Universidad Israel
FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL:	Septiembre 9 del 2016

Resumen.

El avance de la tecnología para comunicaciones exige que los nuevos sistemas a implementar cumplan con estándares para la transmisión de voz, datos y video al mismo tiempo, como mínimo. Para nuevos servicios como Banca Virtual, Televisión por demanda y otros que requieren una alta capacidad de transmisión y un amplio ancho de banda, se requiere el empleo de fibra óptica.

En el edificio matriz de la Universidad ISRAEL se dispone de una red de cobre con estándares 5a y 6, los que a la fecha ya no prestan un servicio óptimo cuando hay muchos usuarios conectados a la red. Tanto estudiantes como docentes experimentan problemas de lentitud y pérdida de información al trabajar en la plataforma virtual creada para llevar las asignaturas. Es necesario entonces una red que permita el acceso a todos los usuarios conectados a los servicios virtuales que actualmente presta la Universidad y proyectar hacia el futuro nuevos servicios, que inviten a nuevos usuarios a participar de ella. Para cumplir con este objetivo se plantea el diseño de una nueva red de comunicación en fibra óptica, con topología FTTH, con estándares PON, punto a punto, tal que garantice la comunicación de todos los usuarios conectados y sea capaz de soportar nuevos servicios.

El diseño se realiza con la expectativa de que la nueva red de fibra óptica pueda ser implementada parte por parte, por los futuros estudiantes que estén por realizar los proyectos de titulación, bajo la supervisión de los docentes de las carreras de Telecomunicaciones y Sistemas. El alcance de esta red queda en manos de estudiantes y docentes con el afán de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

Palabras clave

Diseño

Red

Fibra Óptica

Capacidad

Abstract

The advance of technology for communications requires that new systems to implement complies with standards for the transmission of voice, data and video to the same time, as minimum. For new services as banking Virtual, Television by demand and others that require a high capacity of transmission and a broad width of band, is required the employment of fiber optic.

In the building matrix of the University ISRAEL disposes of a network of copper with standards 5a and 6, which at the date already not lend an optimal service when there are many users connected to the network. Both students as teachers experience problems of slowness and loss of information to the work in the platform virtual created to carry them subjects. Necessary then is a network that will allow access to all users connected to the virtual services currently provided by the University and project into the future new services, that invite new users to participate in it. To meet this objective arises the design of a new communication network in fibre, FTTH, PON, point to point standards topology, such that ensures the communication of all connected users and be able to support new services.

The design is performed with the expectation of that the new network of fiber optical can be implemented part by part, by the future students that are by perform them projects of degree, by the supervision of the teachers that give them the career of telecommunications and systems. The limits of this network lies in the hands of students and teachers in the effort to research and develop new technologies.

Key Words

Design

Network

Optical Fiber

Capacity

Contenido

Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Índice de Figuras.....	VII
Índice de Tablas.....	IX
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos:.....	3
2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA.....	4
2.1.- Introducción:.....	4
2.2.- Que es el BACKBONE?.....	6
2.3.- Características generales de la fibra óptica.	9
2.3.1.- Estructura física	9
2.3.2.- Principios de transmisión en la fibra óptica.....	9
2.3.3.- Índice de refracción	10
2.3.4.- Ley de Snell	11
2.3.5.- Ángulo de refracción crítico	11
2.3.6.- Reflexión interna total (TIR).....	11
2.3.7.- Longitud de Onda.....	12
2.3.8.- Ancho de Banda.....	12
2.3.9.- Banda espectral	12
2.3.10.- Apertura Numérica	14
2.3.11.- Velocidad de transmisión	15
2.3.12.- Velocidad de propagación	15
2.3.13.- Pérdidas de transmisión en la fibra óptica	15
2.3.14.- Tipos de fibra óptica	23
2.3.14.1.- Cable de estructura holgada	25
2.3.14.2.- Cable de estructura ajustada.....	25
2.3.14.3.- Fibra multimodo.....	26
2.3.15.- Fuentes y detectores de luz	27
2.3.16.- Empalmes y conectores	32
2.3.17.- Código de colores de la fibra óptica	36

2.3.18.- Áreas de aplicación	38
2.3.19.- Ventajas de la fibra óptica	38
2.3.20.- Desventajas de la fibra óptica	40
2.4.- Fundamentos de diseño	40
2.4.1.- Topologías de red	42
2.4.2.- Diseño del BACKBONE	46
2.4.3.- Planificar el trazado.....	51
2.4.4.- Visitas al área de instalación.	51
2.4.5.- Elección de los componentes.....	52
2.4.6.- Análisis de la pérdida óptica estimada de la red de cables.....	53
2.4.7.- Documentación del proyecto	57
3.- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
3.1.- Introducción.....	59
3.2.- Análisis de las ventajas de la implementación de la Red en fibra óptica.	60
3.3.- Diseño de la Red y Backbone de fibra óptica.....	61
3.3.1.- Requisitos del cliente para su sistema de comunicaciones.	61
3.3.2.- Levantamiento arquitectónico del edificio.	62
3.3.3.- Determinación del tipo de fibra y elementos a utilizar.....	63
3.3.4.- Determinación del tipo de topología a utilizar.	64
3.3.5.- Cálculo de la pérdida óptica estimada.....	64
3.4.- Trazado de planos.....	70
3.4.1.- Visitas de inspección.....	70
3.4.2.- Dibujo de planos.	71
3.4.3.- Análisis del costo del Proyecto.....	76
3.4.4.- Cronograma de ejecución.	78
3.4.5.- Documentación para implementación y pruebas.....	79
Conclusiones:.....	82
Recomendaciones:.....	83
Bibliografía:	84
ANEXOS.....	87

Índice de Figuras.

Figura 2.1 – Fibra óptica	5
Figura 2.2 – Backbone en un edificio	8
Figura 2.3 – Estructura de la fibra óptica	9
Figura 2.4 – Refracción de la luz en medios con diferente índice de reflexión.....	10
Figura 2.5 – Transmisión óptica: ventanas de transmisión	13
Figura 2.6 – Ventanas de transmisión según ITU.....	13
Figura 2.7 – Apertura numérica en la fibra óptica	14
Figura 2.8 – Atenuación en las ventanas de transmisión.....	16
Figura 2.9 – Pérdidas por absorción en las fibras ópticas.....	17
Figura 2.10 – Pérdidas por Scattering Rayleigh en las fibras ópticas	18
Figura 2.11 – Pérdidas por curvaturas en las fibras ópticas	19
Figura 2.12 – Pérdidas por conectores en las fibras ópticas.....	19
Figura 2.13 – Valores típicos de pérdidas por conectores en las fibras ópticas	20
Figura 2.14 – Tipos de empalmes en las fibras ópticas	21
Figura 2.15 – Dispersión total.....	21
Figura 2.16 – División de la Dispersión total.....	21
Figura 2.17 – Dispersión por modo de polarización.....	23
Figura 2.18 – Cable de estructura holgada.....	25
Figura 2.19 – Cable de estructura ajustada	26
Figura 2.20 – Fibra Multimodo.....	26
Figura 2.21 – Fuentes y detectores de luz.....	28
Figura 2.22 – Banda espectral del LED	29
Figura 2.23 – Banda espectral del Diodo Led y el Diodo Laser	30
Figura 2.24 –Composición del Fotodiodo PIN	31
Figura 2.25 –Proceso de fusión de una fibra óptica.....	33
Figura 2.26 – Tipos de empalmes mecánicos de una fibra óptica	34
Figura 2.27 – Conector tipo ST	34
Figura 2.28 – Conector tipo SC simple y duplex para fibra óptica.....	35
Figura 2.29 – Conector tipo FC para fibra óptica	35
Figura 2.30 – Conector tipo LC para fibra óptica	35
Figura 2.31 – Conector tipo FDDI para fibra óptica.....	36
Figura 2.32 – Código de colores propuesto por TIA/EIA-598 para fibra óptica	36
Figura 2.33 – Código de colores para fibra óptica según SIECOR	37
Figura 2.34 – Código SIECOR para un cable con 2 tubos buffer y 64 fibras ópticas ...	37
Figura 2.35 – Código de colores para cubiertas de fibras ópticas.....	38

Figura 2.36 – Topologías lógica y física	42
Figura 2.37 – Topologías lógicas punto a punto y estrella	43
Figura 2.38 – Topologías lógica de enlace común y anillo.....	44
Figura 2.39 – Topologías físicas de anillo y estrella	45
.Figura 2.40 – Definición de términos cross-connect y cross-connection.....	48
Figura 2.41 – Definición de interconexiones	49
Figura 2.42 – Esquema de un enlace de fibra para el cálculo de pérdidas.	53
Figura 3.1 – Plano del tercer piso con la red de cableado horizontal.	72
Figura 3.2 – Plano del desarrollo vertical - Backbone.....	73
Figura 3.3 – Diagrama vertical – Distribución de pares.(FUTURO)	74
Figura 3.4 – Diagrama vertical – Distribución de pares.(SEPTIEMBRE 2016).....	75
Figura 3.5 – Métodos para prueba de pérdida de potencia en la fibra óptica.....	80

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Algunos índices de refracción.....	11
Tabla 2.2 – Rango de valores de las ventanas de transmisión, asignadas por ITU. ...	14
Tabla 2.3 – Pérdidas en las Fibras ópticas.	16
Tabla 2.4 – Tipos de Fibras ópticas y especificaciones estándar.	24
Tabla 2.5 Compuestos empleados en la construcción de LED's.	29
Tabla 2.6 Comparativo de ventajas y desventajas de las fuentes lumínicas.....	30
Tabla 2.7 Cálculo de pérdidas en la fibra.	54
Tabla 2.8 Cálculo de pérdidas en los conectores.	54
Tabla 2.9 Cálculo de pérdidas en los empalmes.	55
Tabla 2.10 Cálculo de pérdida total estimada del enlace.....	56
Tabla 2.11 Cálculo de pérdida estimada del enlace en los equipos.....	57
Tabla 2.12 Cálculo del margen total de pérdida del enlace.	57
Tabla 3.1 Cable de cobre vs Fibra óptica	60
Tabla 3.2 Demanda estima de usuarios.	62
Tabla 3.2.- Características geométricas y mecánicas generales de las fibras Monomodo.	65
Tabla 3.3.- Características ópticas generales de las fibras Monomodo.	65
Tabla 3.4.- Características ópticas generales de las fibras ópticas multimodo.	66
Tabla 3.5.- Cálculo de la pérdida en la fibra.	66
Tabla 3.6.- Cálculo de la pérdida en los conectores.	67
Tabla 3.7.- Cálculo de la pérdida para el margen de reparación.....	67
Tabla 3.8.- Cálculo de la pérdida total en el cableado.	68
Tabla 3.9.- Cálculo del rango dinámico.	68
Tabla 3.10.- Cálculo del margen de pérdida del enlace.....	69
Tabla 3.11.- Cálculo de la dispersión en la fibra.	70
Tabla 3.12 Resumen del presupuesto referencial.....	77
Tabla 3.13 Cronograma de ejecución del Backbone y cableado horizontal del Tercer piso.	78

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Una de las características más sorprendentes de los seres humanos es su capacidad de adaptación y la creación de herramientas para dominar el medio en el que se desarrolla. Dentro de esta habilidad, la mejora permanente de sus herramientas es asombrosa. En los últimos tiempos la mejora de las herramientas de telecomunicación fue vertiginosa, con un desempeño y eficiencia que motivan a seguir desarrollándola.

Estas tecnologías permiten a esta fecha recibir información de una sonda espacial desde el planeta Júpiter; que un avión supersónico desplazándose a una velocidad varias veces mayor que la velocidad del sonido, pueda comunicarse en tiempo real con cualquier lugar del mundo; o que como si fuera algo natural, de forma casi inmediata, se pueda enviar un video a todo el mundo, con un teléfono celular.

En el edificio Matriz de la Universidad Tecnológica ISRAEL se trabaja con una red de comunicación implementada con cables UTP de par trenzado de cobre categorías 5a y 6, con 15 años de funcionamiento, en los que se implementaron equipos según se presentó la necesidad. Actualmente, la demanda de conexiones, sea con computadores de laboratorios, computadores portátiles, tabletas, teléfonos de última generación y otros, hace que el acceso a la red deba ser restringido y el internet sea seccionado, con prioridad a las autoridades y personal administrativo.

En los servicios y modalidad de trabajo que la Universidad tiene, está la proyección de clases virtuales interactivas, en especial a los estudiantes de la modalidad semipresencial, la interacción con la plataforma virtual en la que los estudiantes deben recibir instrucciones y presentar tareas, así como rendir pruebas de avance de sus asignaturas. Todas estas acciones no son realizadas a satisfacción de estudiantes y docentes, ya que existe pérdidas de información, lentitud en las descargas, negación de acceso y otros retardos que afectan el rendimiento.

Con una red que pueda satisfacer los requerimientos de conectividad que los usuarios tienen, se puede desarrollar más actividades sin tener que preocuparse de las condiciones de comunicación.

Con el propósito de mejorar la calidad, aumentar la seguridad e incrementar la rapidez de los servicios que se pueden proveer en un sistema de comunicaciones,

nació la FIBRA ÓPTICA, misma que a la fecha es una corriente tecnológica utilizada en muchas aplicaciones. Por las garantías y prestaciones que ofrece un sistema de comunicación con fibra óptica, se espera que en el futuro esta tecnología reemplace a la mayoría de las existentes.

En la Universidad Tecnológica ISRAEL el actual sistema de comunicación debe cambiarse a una tecnología con mayor poder de servicio, tal que garantice un trabajo fluido de todas las personas.

1.2 Problema

Al interior del Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica Israel, con mucha frecuencia se experimenta falta de velocidad en el acceso y navegación al trabajar en la plataforma virtual desarrollada con el propósito de llevar las asignaturas de los estudiantes.

Tanto en los computadores de los laboratorios como en los computadores de propiedad de los estudiantes, el acceso y navegación por internet se ve ralentizado por la cantidad de usuarios conectados a la red al mismo tiempo.

Con el propósito de satisfacer los requerimientos de comunicación de los usuarios al interior del Edificio Matriz de la Universidad ISRAEL y sobrepasar las condiciones que las autoridades del sistema de educación superior imponen sobre las Universidades de Ecuador, es indispensable un sistema de comunicación que permita obtener el máximo provecho de las diferentes aplicaciones, productos y servicios que existen, tales como, WiFi, Wimax, Televisión por suscripción (IPTV), TV por demanda, Internet de Banda Ancha Móvil, Servicios corporativos de datos, Banca móvil, Telecompra, Telemedida, WebTV, Radio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos, para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica "ISRAEL" tal que garantice la continuidad y calidad de los servicios de comunicaciones, así como la factibilidad del incremento de los servicios prestados. [El sistema a proponer es una red de fibra óptica FTTH con tecnología PON, punto a punto, configurada por los estudiantes bajo la tutela de

los docentes, supervisados por los técnicos designados y aprobada por las autoridades de la Universidad.]

1.3.2 Objetivos específicos:

- Recoger las necesidades técnicas que permitan la implementación de una red FTT(x) al interior del Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”
- Determinar los componentes activos y pasivos que intervienen en una Red PON con los estándares a nivel nacional e internacional.
- Determinar la topología FTT(x) requerida y adoptar esta solución para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.
- Diseñar el “Backbone” de la red FTT(x) con la aplicación de la normativa nacional e internacional, dictadas para las redes instaladas al interior de edificios.
- Diseñar la red horizontal en fibra óptica, por cada piso del Edificio, bajo la normativa nacional e internacional, establecidas para el interior de edificios.

El diseño del “Backbone” de fibra óptica en el edificio Matriz de la Universidad Tecnológica ISRAEL, se realizará con la intención de que los servicios brindados, presenten muy baja atenuación, tal que no sean perceptibles por los usuarios, y se constituya en el paso inicial para desarrollar una red capaz de aceptar a todos los usuarios existentes en el edificio, conectados con computadores, tabletas, teléfonos inteligentes mediante cable o de forma inalámbrica.

El alcance de la red de fibra óptica propuesta, está sujeta a los equipos activos y pasivos, así como al software que los estudiantes deseen implementar, siempre con la autorización de la Administración de la Universidad. Este proyecto trata de ser el primer paso en la implementación de un sistema cuyo alcance solo lo determina el afán de los estudiantes y maestros con ánimo de investigación.

2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA.

2.1.- Introducción:

Una de las características que destaca al ser humano es su capacidad de adaptación y la creación de herramientas con las que logra dominar el medio en el que se desenvuelve. Seguramente las personas que tienen más de tres décadas de vida pueden dar fe del cambio vertiginoso que presentan las comunicaciones, es decir, el paso de la tecnología análoga a la tecnología digital, sin que al momento se encuentre detenido su avance.

Estos procesos de comunicación son desarrollados por empresas que ofrecen esta posibilidad como uno de varios servicios, y que siempre mantienen el compromiso de entregarlos con mayor calidad, mayor seguridad y por supuesto mayor rapidez. Este avance para la mejora de sus servicios está representado en la FIBRA OPTICA, tecnología de punta que permite aumentar la capacidad, rapidez y calidad de la comunicación. Así, a futuro, muchos sistemas electrónicos y de comunicaciones serán implementados bajo esta tecnología, ya que las ventajas en costo y utilidad son muy numerosas.

El inicio de la fibra óptica data de 1959. Luego de la invención del rayo láser, se evidenció que el uso del rayo era muy limitado, debido a la falta de un medio por el cual se pueda enviar las ondas originadas en la fuente del rayo. Ante esta limitación, se alinearon esfuerzos en desarrollar un ducto o canal. En 1966 se presentó la propuesta de utilizar un ducto que ofrecía mejorar las telecomunicaciones. Con el transcurso del tiempo se desarrolló este ducto y se convirtió en la fibra óptica. La industrialización de la fibra empezó en 1977, a partir de hacer una red de prueba en Inglaterra.

Actualmente las redes de comunicación prestan servicios integrados de voz, datos y video en los que la fibra óptica muestra sus prestaciones. En especial para los sistemas que requieren alta velocidad y gran capacidad de transmisión, la mejor opción es la fibra óptica. Esta característica hace que los edificios o entidades dotados de esta tecnología tengan la capacidad de recibir nuevos servicios como la televisión por demanda y mejorar ampliamente los servicios de internet, telefonía y otros. La figura 2.1 muestra un cable de fibra óptica.

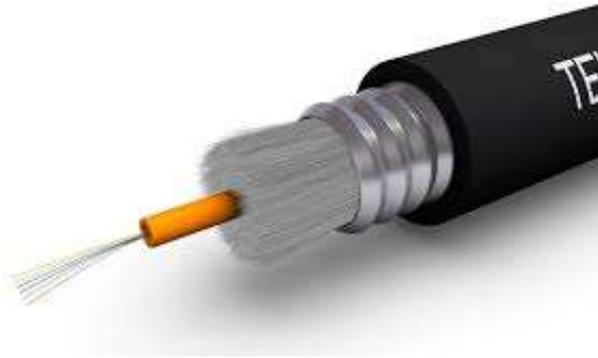


Figura 2.1 – Fibra óptica

Fuente: (www.telecOcable © 2014, 2014)

El diseño y construcción de una red FTT(x) está sujeto a normativas internacionales, establecidas para cada etapa del proyecto, donde la documentación es un pilar que permite conseguir los objetivos trazados.

La documentación debe ejecutarse desde el inicio del proyecto; presentará en detalle los lugares por donde se propone llevar las fibras; los datos de cada usuario, tales como: el requerimiento de servicio y las máquinas que emplearán para conectarse, igualmente aspectos que permitirán determinar las mejores condiciones de la red. El proceso de documentación debe ser más que un simple registro. Cada elemento que conforma la red se identificará con membretes que no se deterioren y con una codificación que detalle inclusive colores; de igual forma deben estar ubicados en sitios muy accesibles. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

La red troncal (Backbone), puede conectar varios enlaces en lugares diferentes, por tanto, se debe documentar con prolijidad. Se registrará los datos de la fibra, inclusive el fabricante, el tipo, la cantidad, la longitud y el tipo de instalación.

Por la seguridad de los datos transmitidos y la confiabilidad de la red, es necesario plantear fibras de respaldo y expansiones futuras. Igualmente, espacios para mover y reencaminar los elementos implementados en ella.

En el presente proyecto, una de las fuentes a ser consultada es el “Manual de capacitación del sistema de cableado SIEMON IS-1821-01 REV. M”, en que se detalla las normativas de referencia para presentar la información. Esta fuente presenta las normas de ANSI/EIA/TIA (American National Standards Institute / Electronic Industries Alliance / Telecommunications Industry Association), empleadas para establecer la fibra a instalar, la forma del montaje de cada fibra, las pruebas que se deben realizar

en cada conexión, los valores de pérdidas máximos, y los códigos de colores. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

Otra fuente de apoyo en la investigación será FOA (The Fiber Optic Association, Inc), que presenta varios artículos titulados "Guide to Fibers Optics and Premises cabling" como ayuda para el diseño e implementación.

Al realizar el diseño de la red para el Edificio Matriz de la Universidad Israel, se revisará la Tesis de Maestría en Telecomunicaciones: "*Diseño Básico de Redes de acceso FTTH utilizando el estándar GPON*" Añazco Ch., 2013, ya que el autor presenta esta obra como un manual de diseño.

Como parte fundamental, se revisará los Proyectos de Titulación presentados anteriormente por otros estudiantes de la Universidad Tecnológica Israel, tales como:

- "*Estudio y diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON (Red óptica pasiva con capacidad de gigabit) para el Edificio Matriz de la "Universidad Tecnológica ISRAEL" Implementación en una maqueta técnica de medición y pruebas*", Guanotasig Molina, Bayardo Alejandro, Noviembre 2014
- "*Estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica para repotenciar el Laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Tecnológica ISRAEL*", Andrango Arias, Diego Eduardo, Junio 2014

Junto al diseño de la red se presentará las especificaciones de implementación de la red pasiva bajo la normativa de construcción publicada por la CNT en Enero 2015, así como las normativas internacionales creadas para este tema, Esto permitirá pasar a la etapa de implementación de ductos, tuberías y fibras ópticas de forma vertical y horizontal.

2.2.- BACKBONE

En el caso de un edificio, el Backbone es el cableado troncal vertical, en fibra óptica, que conecta la red horizontal de cada uno de los pisos, con el "Cuarto de Operaciones" o "Cuarto de control".

El Backbone o cableado vertical consta de:

- Los enlaces entre el punto de ingreso de los servicios del edificio con los lugares donde se instalan los equipos activos por cada piso. Generalmente estos puntos se ubican en cuartos de control o comunicaciones.
- Si no existen cuartos de control, el Backbone considera los medios de interconexión entre los gabinetes de cada piso hacia el gabinete principal y las interconexiones entre los propios gabinetes de piso.

De forma técnica, se dice que el Backbone va desde el “Cross-connect” Principal hasta los “Cross-connect” intermedios o de piso. En él se incluyen los “Cross-connect” principal e intermedios, así como los equipos dedicados y cables que los unen. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

La figura 2.2 detalla la terminología técnica descrita.

El Backbone incluye los conectores y los “latiguillos”, “jumpers” o “Patchcord” (pigtaills) utilizados en las interconexiones de Backbone a Backbone. No se incluye los cables y equipos que formen parte de la red horizontal a pesar de que se encuentren dentro de los cuartos de control de piso.

“La planificación del cableado Backbone se debe realizar para periodos de tiempo definidos, no se realiza para toda la vida del sistema de cableado de telecomunicaciones,. Una planificación adecuada reducirá el riesgo de tener que adicionar más cables al sistema de Backbone antes de que concluya el período proyectado”. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015, págs. cap 5, pág 3).

La red proyectada para el Edificio Matriz de la Universidad ISRAEL, tendrá la vida útil que los estudiantes, profesores y autoridades estén dispuestos a proporcionarle con nuevos diseños e implementaciones. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

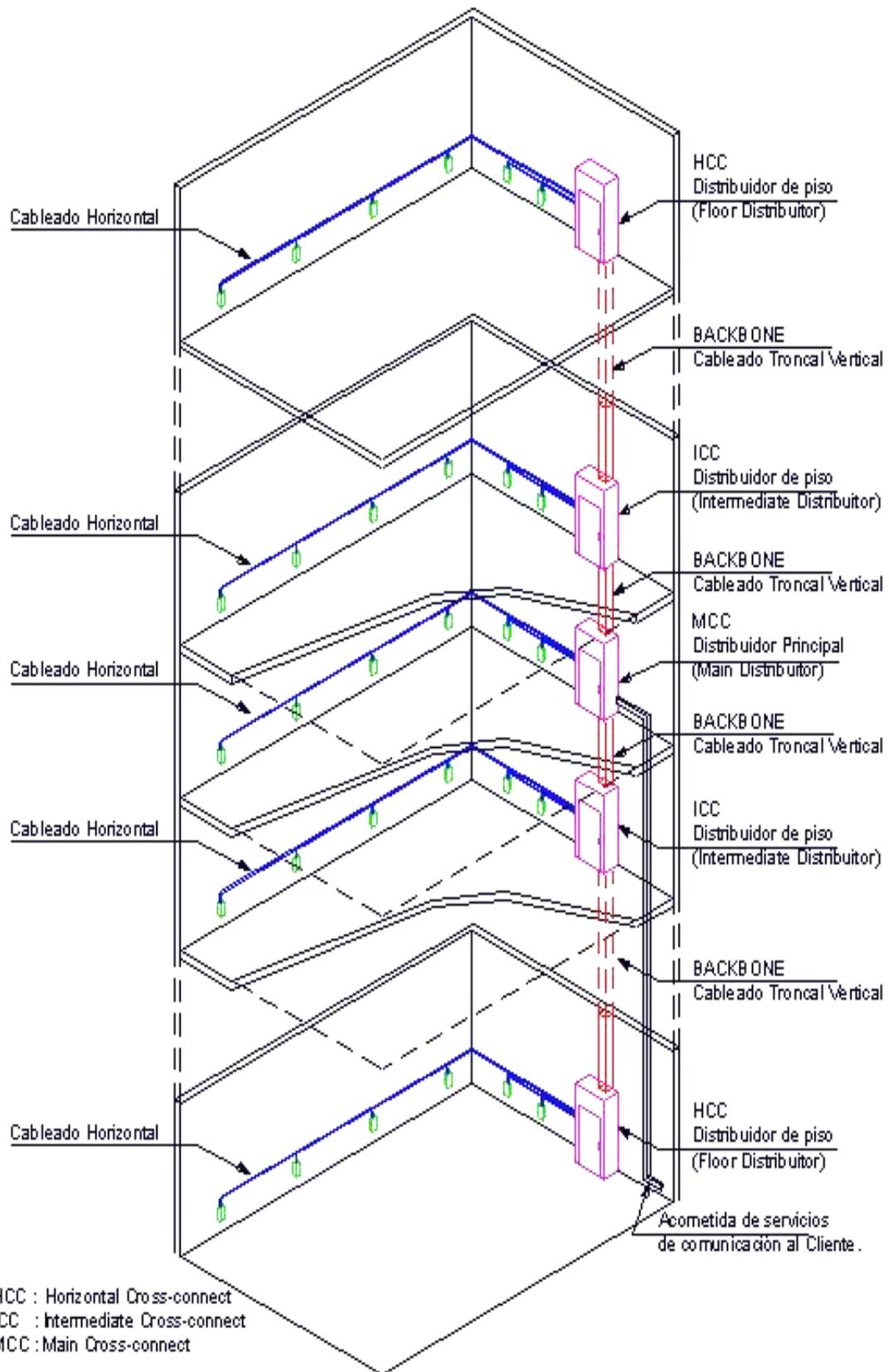


Figura 2.2 – Backbone en un edificio

Fuente: (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015) Modificado por el Autor.

2.3.- Características generales de la fibra óptica.

2.3.1.- Estructura física

De forma general, un cable unifilar de fibra óptica se compone de tres elementos.

- **Núcleo:** Sección situada al centro del conjunto. Puede ser de diferentes diámetros. Se fabrican de varios tipos de materiales translucidos como vidrio y plástico, tal que permitan el paso del rayo lumínico.
- **Revestimiento:** Capa que recubre al Núcleo. Se fabrica en material translucido, diferente al material del que está hecho el Núcleo. Para que exista la propagación de la luz al interior de la fibra se requiere que el índice de refracción del revestimiento sea mucho menor el del núcleo.
- **Cubierta:** Capa ubicada al exterior de todo el cable. Es de algún tipo de poliuretano adherido al revestimiento, su función es proteger físicamente a la fibra. En esta capa los fabricantes ponen diferentes materiales y los hacen de varias formas tal que puedan ser usadas en interiores o exteriores.

(The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

La figura 2.3 representa la composición general de un cable unifilar de fibra óptica.

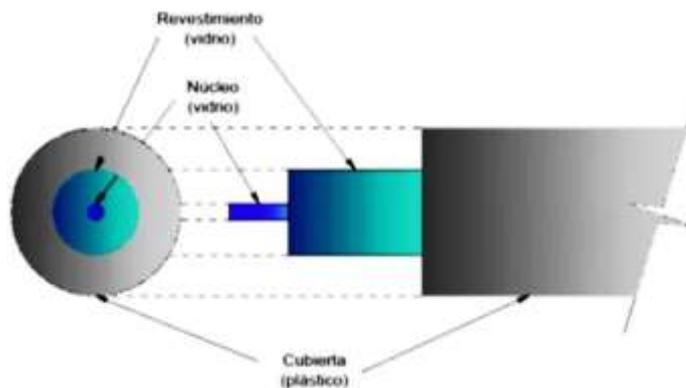


Figura 2.3 – Estructura de la fibra óptica

Fuente: Autor.

2.3.2.- Principios de transmisión en la fibra óptica

El principio físico del reflexión interna total explica la transmisión de luz al interior de la fibra óptica.

En la figura 2.4 se presenta las condiciones físicas al pasar la luz de un material a otro. Estas condiciones se presentan debido al ángulo con el que la luz llega a la superficie formada entre los medios.

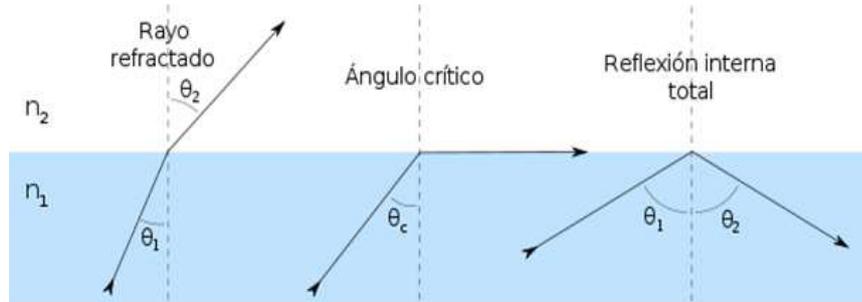


Figura 2.4 – Refracción de la luz en medios con diferente índice de refracción

Fuente: (www.seas.es)

Al analizar el gráfico se observa que el ángulo crítico θ_c , es el ángulo con el cual el haz de luz incidente se refleja de forma paralela a la superficie sobre la que incide. Con un ángulo θ_1 menor que θ_c el haz de luz pasará de un medio a otro y producirá una refracción ordinaria, pero si θ_1 , es mayor que θ_c el haz de luz incidente se refleja totalmente, produciéndose entonces el efecto de reflexión total interna. (SALTOS, Junio 2011)

2.3.3.- Índice de refracción

El Índice de refracción se obtiene con la Ec. 1.1, que representa la relación de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz cuando está en el material de estudio. (Tomasi, 2003)

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{Ec. 1.1}$$

Donde:

n : Índice de refracción.

c : Velocidad de la luz en el vacío

v : Velocidad de la luz en el material de estudio.

Como ejemplos se presenta la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Algunos índices de refracción.

Tipo de material	Índice de refracción
Vidrio	1.523
Policarbonato	1.582
Poli-estireno	1.590
Polímeros fluoreados	1.340

Fuente: Autor.

2.3.4.- Ley de Snell

Cuando la luz atraviesa dos medios de transmisión se refracta en la superficie que conforma la unión de los medios. La relación entre los índices de refracción dictaran el valor del ángulo resultante.

Sea θ_1 el valor del ángulo respecto a la normal del plano sobre el que incide un haz de luz y sea θ_2 el ángulo respecto a la normal del plano, que tiene el haz al refractarse. La relación entre los ángulos y los índices de refracción están dados por la ecuación 1.2. (SALTOS, Junio 2011)

$$n_1 \cdot \text{Sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{Sen}(\theta_2) \quad \text{Ec. 1.2}$$

2.3.5.- Ángulo de refracción crítico

El ángulo de refracción crítico es el que permite que un haz de luz se refracte de forma paralela a la superficie sobre la que incide.

El valor del ángulo crítico, como relación entre los índices de refracción se obtiene con la aplicación de la Ec.1.3 (SALTOS, Junio 2011)

$$\theta_c = \text{arcSen}\left(\frac{n_1}{n_2}\right) \quad \text{Ec. 1.3}$$

2.3.6.- Reflexión interna total (TIR)

Cuando el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo de refracción crítico, se produce la Reflexión interna total.

Dependiendo del tipo de fibra óptica, la propagación de la luz será en zigzag o de forma helicoidal. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.7.- Longitud de Onda

Es la distancia entre crestas o entre los valles de una onda. Se obtiene aplicando la Ec. 1.4. (Tomasi, 2003)

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{Ec 1.4}$$

Dónde:

λ : Longitud de onda

C: Velocidad de la luz en el vacío

f: Frecuencia de la señal en estudio

2.3.8.- Ancho de Banda

Generalmente es considerado como la capacidad de transmisión de la fibra óptica, sin embargo, una definición más exacta lo determina como el rango de frecuencias en que la fibra puede transmitir sin que se distorsionen las señales. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

La capacidad de transmisión está sujeta a condiciones de dispersión que distorsionan y ensanchan las señales. Estas condiciones pueden hacer que se solapen entre ellas y no puedan ser reconocidas por el receptor.

2.3.9.- Banda espectral

Los fabricantes de las fibras ópticas establecieron la curva de transmisión característica, según el material de construcción. En ella se determinan valores de longitud de onda centrales con los cuales se puede conseguir la comunicación, es decir, se da lugar a la creación de rangos de valores en los que se puede comunicar. Cada rango se denomina “ventana de transmisión”. La figura 2.5 presenta estas ventanas. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

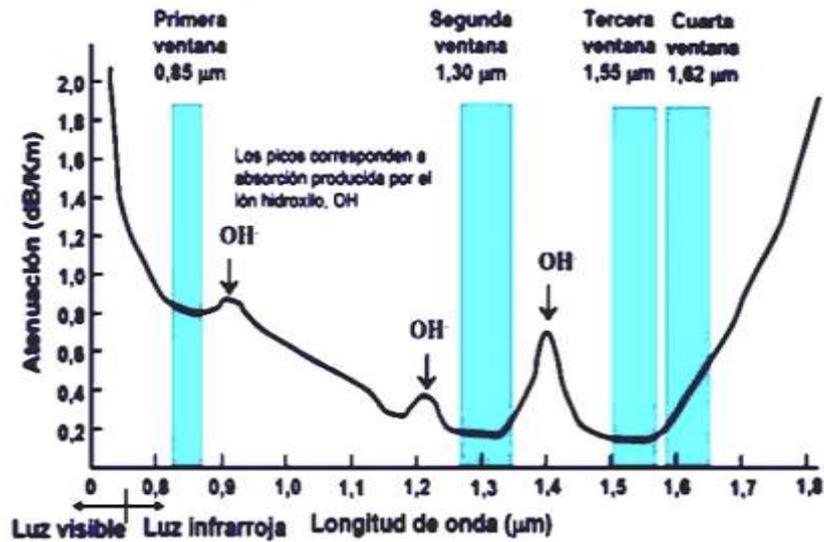


Figura 2.5 – Transmisión óptica: ventanas de transmisión

Fuente: (www.es.slideshare.net)

La banda espectral total en la fibra óptica se encuentra entre 800 y 1675nm. Según la ITU, se designan 6 bandas espectrales, que van desde 1260 a 1675nm y se conocen a estas regiones con las letras O, E, S, C, L, U. La figura 2.6 describe estas bandas.

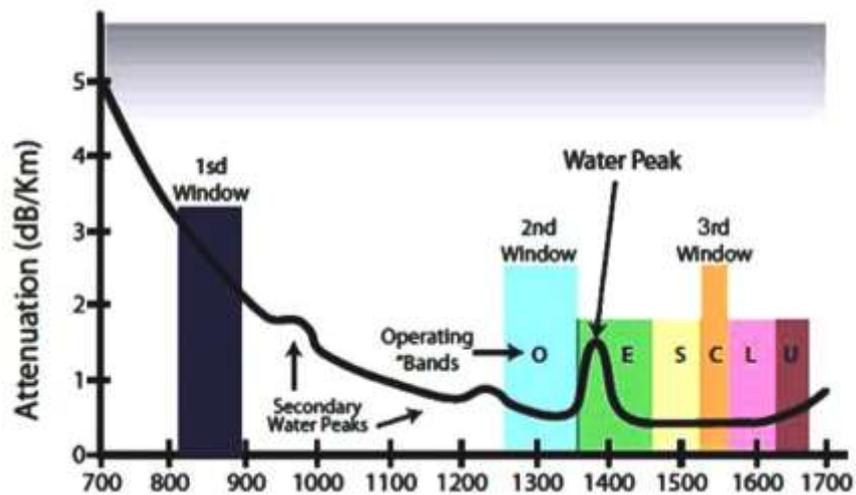


Figura 2.6 – Ventanas de transmisión según ITU

Fuente: (www.televes.es, 2012)

La tabla 2.2 describe los valores de longitud de onda por cada ventana de transmisión.

Tabla 2.2 – Rango de valores de las ventanas de transmisión, asignadas por ITU.

BANDA ESPECTRAL OPTICA	
NOMBRE	RANGO (nm)
Original Band (O)	1260 - 1360
Extended Band (E)	1360 - 1460
Short Band (S)	1460 - 1530
Conventional Band (C)	1530 – 1565
Long Band (L)	1565 - 1625
Ultralong Band (U)	1625 - 1675

Fuente: Autor

2.3.10.- Apertura Numérica

Este concepto corresponde al ángulo con que las fibras ópticas pueden acoplar un rayo incidente en ellas, es decir, el ángulo de aceptación que tiene la fibra con el que permite la reflexión interna total. El valor del ángulo se obtiene con la ecuación 1.5 : (Tomasi, 2003)

$$AN = \sqrt{n_n^2 - n_c^2} = \sin \theta_{max} \quad \text{Ec 1.5}$$

Donde:

- n_n índice de refracción del núcleo.
- n_c índice de refracción de la cubierta.

La figura 2.7 representa las condiciones de la apertura numérica:

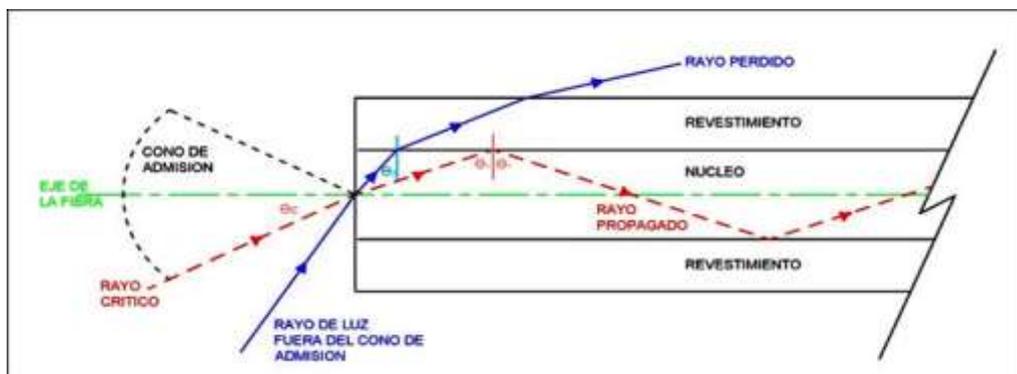


Figura 2.7 – Apertura numérica en la fibra óptica

Fuente: (www.perso.wanadoo.es)

2.3.11.- Velocidad de transmisión

La velocidad de transmisión se define como la cantidad de bits que circulan por la fibra en un segundo. La velocidad depende de la fuente y el transmisor, es decir, de la interface a la que se conecta la fibra óptica. Esta es la razón para que existan muchos valores de transmisión y siempre este en proceso de alcanzar mayores valores. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.12.- Velocidad de propagación

La velocidad de propagación hace referencia a la longitud recorrida por una señal y el tiempo transcurrido en su desplazamiento. Esta velocidad se mide en metros por segundo. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

En el vidrio la luz se propaga a 2×10^8 m/s y en el plástico, como promedio, lo hace a 1.9×10^8 m/s. La pureza del material influye en la tasa de velocidad. (Tomasi, 2003)

2.3.13.- Pérdidas de transmisión en la fibra óptica

2.3.13.1.- Atenuación

Es la diferencia que existe entre la potencia de entrada y la potencia de salida. A medida que la distancia de la fibra se incrementa, la atenuación también aumenta. En la fibra óptica la atenuación es la pérdida de potencia de la señal y se expresa en dB/Km.

La pérdida depende de la longitud de onda λ y del material con la que está fabricada. La atenuación se calcula con la Ec. 1.6:

$$P(\lambda) = 10 \log \left(\frac{P_{ent}}{P_{sal}} \right) = \alpha(\lambda) \cdot L \quad \text{Ec 1.6}$$

El valor $\alpha(\lambda)$ es llamado coeficiente de atenuación y su unidad de medida, generalmente se mide en Km. La figura 2.8 presenta la curva característica de atenuación de las fibras a diferentes longitudes de onda y las ventanas de transmisión. (Tomasi, 2003)

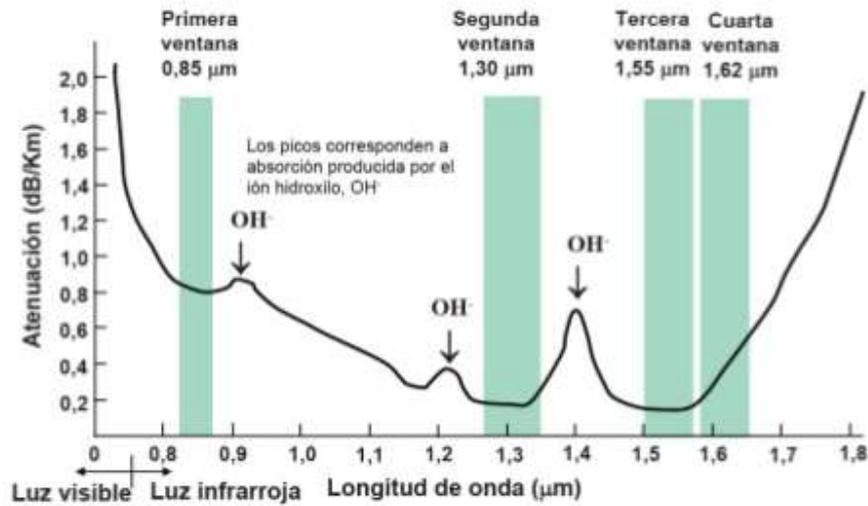


Figura 2.8 – Atenuación en las ventanas de transmisión

Fuente: (www.es.slideshare.net)

“La disminución de la potencia de la luz transmitida también refleja una disminución en el ancho de banda, la velocidad de transmisión, la eficiencia y la capacidad total del sistema”. (VALLEJO, Febrero 2013).

Se estudia dos tipos de pérdidas en las fibras, la tabla 2.3 resume dichas pérdidas.

Tabla 2.3 – Pérdidas en las Fibras ópticas.

	Tipos de pérdidas	Causas de las pérdidas
Pérdidas Intrínsecas	Pérdidas por Absorción	Rayos ultravioleta
		Rayos Infrarrojos
	Absorción de iones OH ⁻ por impurezas en el núcleo.	
Pérdidas por Scattering	Rayleigh.	Los haces de luz son reflejados en todas direcciones
Pérdidas Extrínsecas	Pérdida por Macro-curvatura.	En un dobléz del cable, el ángulo de reflexión es menor al ángulo crítico
	Pérdida por Micro-curvatura.	
	Pérdida en empalmes y conexiones.	
		Cuando las conexiones en el emisor y los detectores no son exactas.

Fuente: Autor

2.3.13.1.1.- Pérdidas intrínsecas

2.3.13.1.1.1.- Pérdidas por absorción

Se producen debido a las impurezas que quedan en el núcleo durante la fabricación. Las impurezas absorben parte de la energía lumínica transmitida y la transforman en calor.

A continuación se detallan las principales causas de las pérdidas:

- **Absorción Ultravioleta:** La energía que se transmite en el rayo de luz es absorbido por las impurezas y transformada en vibración y calor. Esta absorción provoca calentamiento en el núcleo.
- **Absorción Infrarroja:** En este caso la energía que transmite el rayo de luz es absorbida por las moléculas de vidrio, en las cuales produce movimientos aleatorios característicos del calentamiento del material.
- **Absorción por resonancia de iones OH^- :** En la fabricación de la fibra óptica quedan residuos de los iones OH^- , los cuales absorben la energía óptica de la señal transmitida. La curva característica de transmisión de las fibras presenta los picos principales alrededor de los 900nm, 1200nm y 1400nm. (AÑAZCO, Mayo 2013)

La figura 2.9 presenta de forma gráfica las curvas características en las fibras ópticas generadas por todas las pérdidas por absorción.

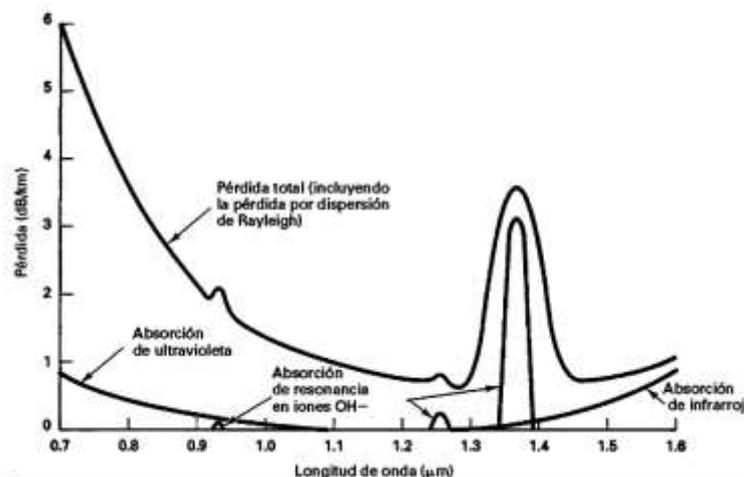


Figura 2.9 – Pérdidas por absorción en las fibras ópticas

Fuente: (Tomasi, 2003)

2.3.13.1.1.2.- Pérdidas por Scattering Rayleigh

Al enfriarse la fibra óptica luego de su proceso de fabricación, se generan irregularidades microscópicas en su interior. Las irregularidades internas de la fibra hacen que los rayos incidentes se difracten en todas direcciones, por lo que constituyen una pérdida de la energía lumínica.

Esta pérdida se presenta con mayor frecuencia al usar las longitudes de onda entre 400 y 1100nm. La figura 2.10 muestra la curva características de las pérdidas por Scattering Rayleigh. (AÑAZCO, Mayo 2013)

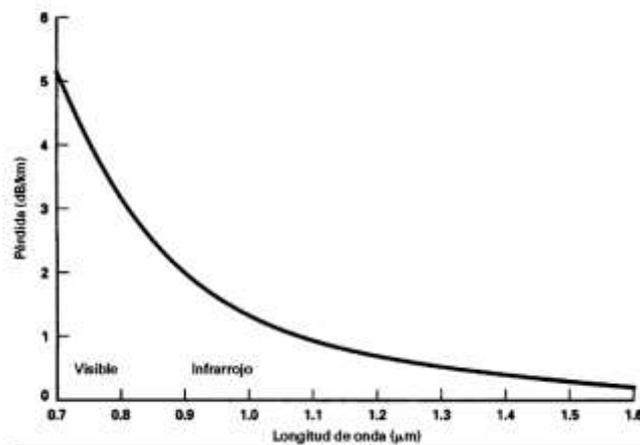


Figura 2.10 – Pérdidas por Scattering Rayleigh en las fibras ópticas

Fuente: Fuente: (Tomasi, 2003)

2.3.13.1.2.- Pérdidas extrínsecas

2.3.13.1.2.1.- Pérdidas por macro-curvatura

Se produce al cambiar el ángulo de incidencia en la superficie que esta entre el núcleo y el revestimiento. El ángulo de incidencia toma un valor menor al del ángulo crítico al intentar regresar al núcleo, pero es refractado y por tanto es radiado fuera del núcleo. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

2.3.13.1.2.2.- Pérdidas por micro-curvatura

Esta condición aparece cuando existe un cambio de diámetro del núcleo o se presentan espacios vacíos entre el núcleo y el revestimiento. Este error se evita con una mayor dimensión del revestimiento, tal que la fuerza para deformar el núcleo sea

mayor. La figura 2.11 presenta las pérdidas originadas por las curvaturas. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

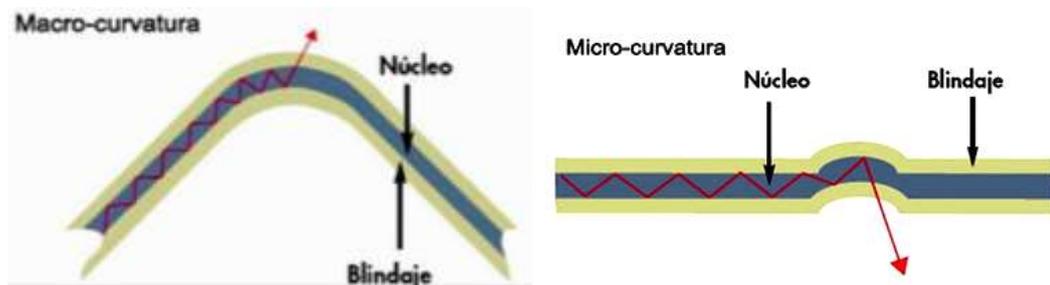


Figura 2.11 – Pérdidas por curvaturas en las fibras ópticas

Fuente: (www.siemon.com, 2014)

2.3.13.1.2.3.- Pérdidas por empalmes y conectores

Para unir las fibras ópticas se utiliza empalmes y conectores mecánicos. Los conectores están fabricados para permitir el paso de la señal sin pérdidas, pero en ocasiones falla su fabricación. Esto convierte a los conectores en un punto de pérdidas muy importante del sistema. Los conectores son fabricados de forma exclusiva para uso con fibras monomodo o con fibras multimodo. Entre los más usados están los conectores bicónicos; los de abrazadera de precisión; los de bolas; los de lentes; los de abrazadera; y los de plástico. Cada uno de estos conectores tiene un valor diferente de pérdida.

La figura 2.12 presenta un resumen de las pérdidas de estos conectores debido a su proceso de conexión y según el tipo de fibra que interconectan.

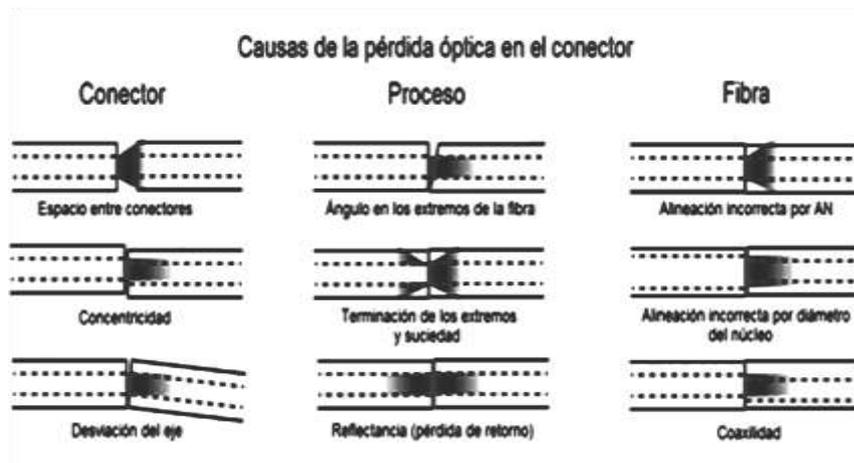


Figura 2.12 – Pérdidas por conectores en las fibras ópticas

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

La figura 2.13 presenta un resumen de los valores de pérdidas en varios tipos de conectores.

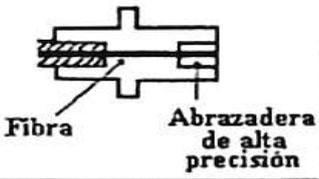
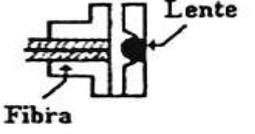
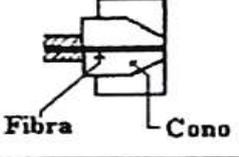
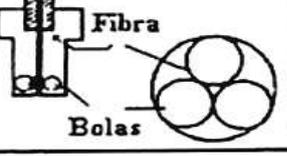
Conector	Tipo	Fibra	Pérdidas	Colocación
Abrazadera de alta Precisión		IG M	0.1 dB 0.3 dB	En el lugar
De lentes		IG	0.8 dB	Fábrica
Bicónico		IG M	0.2 dB 0.3 dB	En el lugar
Bolas		IG	0.7 dB	En el lugar

Figura 2.13 – Valores típicos de pérdidas por conectores en las fibras ópticas
Fuente: (www.s1180.photobucket.com)

Los empalmes en la fibra óptica son de carácter permanente, es decir, no se los podrá separar. Se los realiza en lugares donde no se requiere mantenimiento o su acceso es muy difícil. Generalmente son usados con el objetivo de extender las fibras en planta externa y unir los cables conectorizados (pigtail).

Se utilizan dos clases de empalmes, los de fusión y los mecánicos. Los empalmes de fusión son los que presentan pérdidas más bajas, menor reflectancia y son más fuertes y confiables.

“Los empalmes mecánicos se utilizan en instalaciones provisionales o en fibras multimodo.” (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

La figura 2.14 presenta dos tipos de empalmes en fibra óptica.

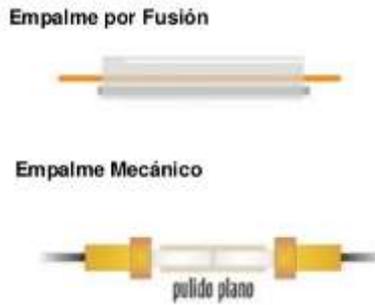


Figura 2.14 – Tipos de empalmes en las fibras ópticas

Fuente: (www.es.slideshare.net)

2.3.13.2.- Dispersión

Al propagarse un haz de luz por una fibra óptica, se produce un ensanchamiento de los pulsos del haz, esto hace que lleguen a solaparse entre ellos, de tal forma que se distorsiona la señal de salida, este fenómeno se denomina dispersión. La dispersión en la fibra depende del ancho de banda y el valor característico de atenuación. La figura 2.15 muestra de forma gráfica la dispersión total. (SALTOS, Junio 2011)

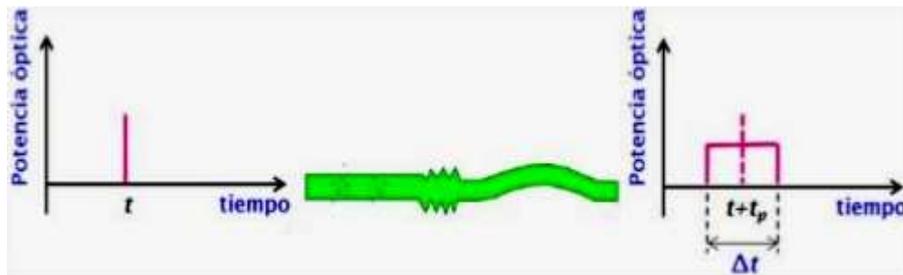


Figura 2.15 – Dispersión total

Fuente: (www.es.slideshare.net)

La Dispersión total puede subdividirse según el diagrama de la figura 2.16:

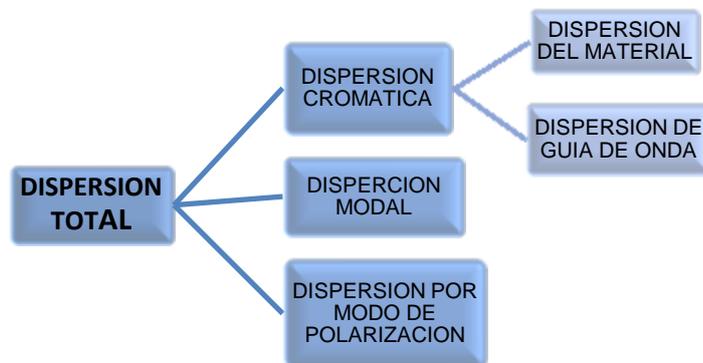


Figura 2.16 – División de la Dispersión total

Fuente: Autor.

2.3.13.2.1.- Dispersión cromática

Este fenómeno se presenta en todas las fibras ópticas, conocido también como “intramodal”. Se produce debido a la composición del haz de luz emitido por la fuente. Generalmente el haz de luz emitido está conformado por varias frecuencias dentro del ancho de banda de la fuente.

Como ejemplo, una fuente de luz LED, emite un haz de luz formado por varias longitudes de onda, cada una de ellas se propaga a su velocidad característica, razón por la que llegan al final de la fibra en diferentes tiempos. Esto hace que el receptor reciba una señal distorsionada. La dispersión cromática puede ser eliminada al utilizar una fuente de luz monocromática, tal como el rayo láser. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.13.2.1.1.- Dispersión cromática del material.

El índice de refracción de un material es dependiente de la longitud de onda del haz que circula por él. Al transmitir un haz de luz compuesto por una fibra óptica, cada longitud de onda se desplaza a su propia velocidad, esto provoca que el haz tenga un ensanchamiento en el final de la fibra. El ensanchamiento del pulso también se ve afectado por la longitud de la fibra. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.13.2.1.2.- Dispersión cromática de guía de onda

Debido a la diferencia de dimensiones entre el núcleo y el revestimiento que tienen las fibras monomodo, un haz de luz puede circular por el núcleo solamente o por el núcleo y el revestimiento. De esta condición se presenta el término “guía de onda”, es decir, por donde se trasmite el haz de luz.

Si la longitud de onda del haz de luz es más grande que el núcleo, una parte se transmite por el núcleo y otra parte por el revestimiento. A mayor longitud de onda mayor será la parte de la onda que se transmita por el revestimiento, por tanto la forma o perfil del núcleo, tiene un efecto relevante en la velocidad de propagación. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.13.2.3.- Dispersión modal

Dentro de una fibra multimodo, cada haz de luz viaja en su propia trayectoria. Al ser diferentes estos recorridos se produce una diferencia en distancia y tiempo de transmisión. Es decir, la dispersión modal puede generar que un pulso se disperse

según la distancia e interfiera con los pulsos adyacentes. El empleo de fibras monomodo asegura que la dispersión modal sea casi nula, pero si se requiere fibras multimodo, es recomendable usar fibras de índice gradual tal que se reduzca considerablemente. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.13.2.4.- Dispersión por modo de polarización

En la transmisión del pulso se presentan vibraciones tanto en el eje X como en el eje Y, debido a la propiedad de birrefringencia. Por los valores diferentes del índice de refracción, la velocidad de propagación es distinta en cada eje. Con esta base se dice que un haz de luz se propaga como si fueran dos ondas diferentes con características diferentes, que viajan en modos distintos. Al viajar en modos distintos llegan al final de la fibra en tiempos diferentes. Esta condición genera una distorsión en el pulso, tal que el equipo receptor no es capaz de distinguirlo. Esta dispersión es característica de las fibras monomodo que operan a velocidades superiores a 10Gbps. La figura 2.17 muestra de forma gráfica la dispersión por polarización. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

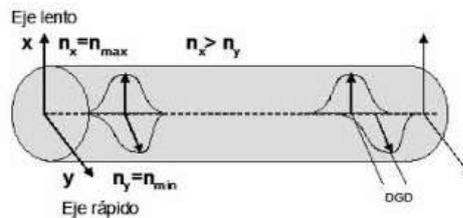


Figura 2.17 – Dispersión por modo de polarización

Fuente: (Leiva L., Olivares V., & Tarifeño G., 2007, págs. 336-343)

2.3.14.- Tipos de fibra óptica

Se fabrican en diferentes tipos, y pueden ser clasificadas por alguna de sus características, tales como: construcción, modo de propagación, uso, tipo de material, o por alguna otra característica. En la Tabla 2.4 se muestra una clasificación de los tipos de fibras que tiene como referencia principal el modo de propagación, conocidas como fibras Monomodo y Multimodo. Se detalla también otras nomenclaturas, tales como:

OM* según la TIA (Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones),

B* según la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)

G* según la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

Tabla 2.4 – Tipos de Fibras ópticas y especificaciones estándar.

		Núcleo/revestimiento (cladding)	Atenuación	Ancho de banda	Aplicaciones/Notas
Multimodo	Índice gradual @850/1300 nm	50/125 micrones (OM2)	3/1 dB/km	500/500 MHz-km	Para láser en redes LAN GbE
		50/125 micrones (OM3)	3/1 dB/km	2000/500 MHz-km	Optimizada para VCSEL de 850 nm
		50/125 micrones (OM4)	3/1 dB/km	4700/500 MHz-km	Optimizada para VCSEL de 850 nm >10Gb/s
		62.5/125 micrones (OM1)	3/1 dB/km	160-200/500 MHz-km	Fibra para red LAN (FDDI)
	Índice escalonado @850 nm	200/240 micrones	4-6 dB/km	50 MHz-km	Núcleo de vidrio con revestimiento (cladding) de plástico
Monomodo	@1310/1550 nm	9/125 micrones (OS1, B1.1, o G.652)	0.4/0.25 dB/km	~100 THz-Km	Fibra estándar monomodo, telecomunicaciones /TV por cable, redes LAN de larga distancia y alta velocidad
		9/125 micrones (OS2, B1.3, o G.652)	0.4/0.25 dB/km	~100 THz-Km	Fibra de "pico de agua reducido" (LWP)
		9/125 micrones (B2, o G.653)	0.4/0.25 dB/km	~100 THz-Km	Fibra con dispersión desplazada (DSF)
		9/125 micrones (B1.2, o G.654)	0.4/0.25 dB/km	~100 THz-Km	Fibra con corte desplazado (CSF)
		9/125 micrones (B4, o G.654)	0.4/0.25 dB/km	~100 THz-Km	Fibra con dispersión desplazada no nula (NZ-DSF)
Redes LAN y enlaces de baja velocidad	Fibra óptica de plástico (POF) @ 650 nm	1 mm	~ 1 dB/m	~5 MHz-km	Enlaces de corta distancia y de baja velocidad & vehículos

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

En función del material de fabricación, se pueden clasificar en los siguientes tipos de fibra:

- Plástica: Fibra con núcleo de plástico y revestimiento de plástico.
- PCS (Plastic Clad Silica): Fibra con núcleo de vidrio y revestimiento de plástico.
- SCS (Silica Clad Silica): Fibra con núcleo de vidrio y revestimiento de vidrio.

Las fibras de plástico presentan algunas ventajas sobre las de vidrio, tales como:

- mayor flexibilidad
- mayor fortaleza
- mejor resistencia a la presión
- menor peso
- menor costo

- mayor facilidad para instalar.

Por la forma de construcción de las fibras, se clasifican en:

- Cable de estructura holgada
- Cable de estructura ajustada

(The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.14.1.- Cable de estructura holgada

Está construido con varios tubos de dos a tres milímetros de diámetro con gel y algunas fibras en su interior. Los tubos están formados alrededor de un soporte central y gel entre ellos. Todo el conjunto está cubierto por algunas capas de poliuretano, hilos de Aramida, una armadura metálica y sobre todos ellos una cubierta de poliuretano. La disposición de este cable tiene como propósito proteger las fibras de las acciones exteriores y facilitar su tracción. La figura 2.18 muestra una representación de este tipo de cable. (Tomasi, 2003)

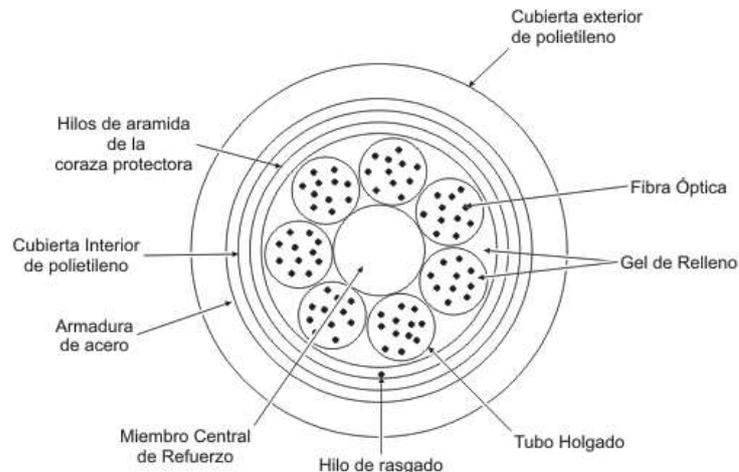


Figura 2.18 – Cable de estructura holgada

Fuente: (www.textoscientificos.com, 2010)

2.3.14.2.- Cable de estructura ajustada

Está conformado por un elemento central de refuerzo sobre el que se soportan varias fibras revestidas de una cubierta adicional y sobre todo el arreglo una cubierta protectora.. Al estar construida de esta forma, cada fibra puede conectarse directamente. El diseño de este cable, lo hace más sensible a la tracción e incrementa

el riesgo de pérdidas por micro-curvaturas. La figura 2.19 muestra una representación de este tipo de cable. (Tomasi, 2003)

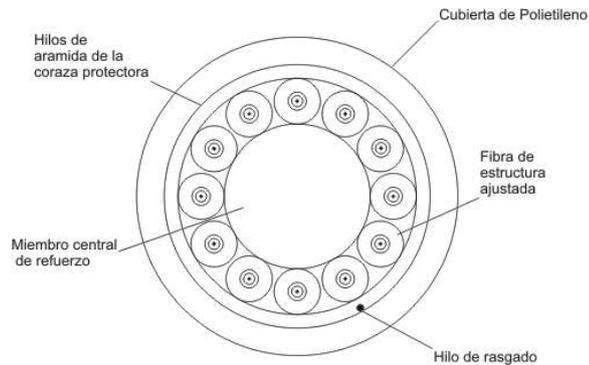


Figura 2.19 – Cable de estructura ajustada

Fuente: (www.textoscientificos.com, 2010)

Por la forma de propagación de la luz, las fibras se clasifican como Multimodo y Monomodo. Pueden ser subdivididas en escalonada o gradual según su índice de refracción.

2.3.14.3.- Fibra multimodo

La fibra Multimodo está construida para transmitir al mismo tiempo varios haces de luz con longitudes de onda diferentes. Son construidas para trabajar en la 1era (850nm) y 2da (1310nm) ventanas de transmisión.

Cada haz de luz transmitido por la fibra toma una trayectoria diferente por lo que llegan al final de la fibra en diferentes tiempos, esto hace que la fibra trabaje en un ancho de banda menor que el de la fibra monomodo. La figura 2.20 muestra una fibra de este tipo. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)



Figura 2.20 – Fibra Multimodo

Fuente: (www.apuntesdenetworking.blogspot.com, 2016)

2.3.14.3.1.- Fibra multimodo de índice escalonado

Esta fibra tiene índices de refracción muy diferentes entre el núcleo y el revestimiento, pero comparten la característica de uniformidad en los índices.

Al pasar la luz de un medio a otro se produce un salto considerable en la velocidad de propagación. Como fibra multimodo permite la transmisión de varios haces de luz al mismo tiempo, sin embargo, los haces de luz llegan al final de la fibra en tiempos diferentes. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.14.3.2.- Fibra multimodo de índice gradual

La característica principal de estas fibras, es que los índices de refracción no son uniforme, en tal forma que varía del centro al exterior del núcleo. En ellas los haces que se transmiten viajan a diferentes velocidades pero llegan casi al mismo tiempo al final de la fibra. Los haces que se encuentran a mayor distancia del núcleo tienen mayor velocidad y los haces que están cerca del núcleo son retardados. Esta condición permite que el pulso transmitido se disperse menos y tenga mayor velocidad que el obtenido en las fibras multimodo de índice escalonado (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.14.4.- Fibra monomodo de índice escalonado

Este tipo de fibra tiene la misma fabricación que las fibras multimodo de índice escalonado. La diferencia de estas fibras está en el tamaño del núcleo y el revestimiento. En estas fibras se transmiten longitudes de onda del mismo tamaño que el núcleo, por tanto solo tiene un modo de propagación.

Son fabricadas para trabajar en la 2da (1310nm), 3era (1550nm) y 4ta (1625nm) ventanas de transmisión y generalmente son utilizadas en enlaces de larga distancia. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.3.15.- Fuentes y detectores de luz

La fuente y el receptor óptico son partes fundamentales de un sistema de comunicaciones. Estos elementos convierten la señal a transmitir de su etapa eléctrica a su forma óptica y viceversa.

2.3.15.1.- Fuentes ópticas

Las fuentes utilizadas con la fibra óptica son fabricadas para que puedan transformar la energía eléctrica en energía óptica. Operan en las ventanas de transmisión:

- 1era Ventana: $\lambda = 850 \text{ nm}$.
- 2da Ventana: $\lambda = 1310 \text{ nm}$.
- 3era Ventana: $\lambda = 1550 \text{ nm}$.
- 4ta Ventana: $\lambda = 1625 \text{ nm}$.
- 5ta Ventana: $\lambda = 1470 \text{ nm}$

Debido a todas los puntos de atenuación que presenta el recorrido de los haces de luz desde la fuente hasta el receptor, es necesario proporcionar a la señal la potencia óptica suficiente para que complete el recorrido. La figura 2.21 muestra algunos tipos de fuentes ópticas. (SALTOS, Junio 2011)

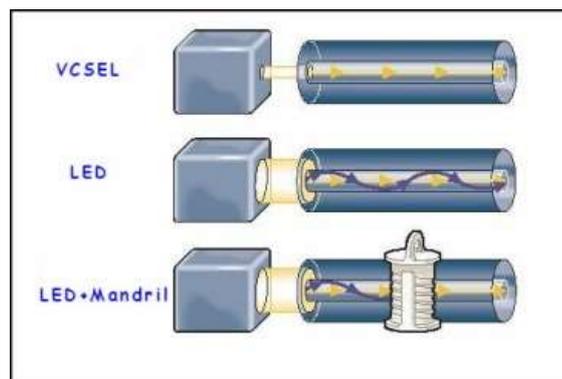


Figura 2.21 – Fuentes y detectores de luz

Fuente: (www.gonzalonazareno.org, 2017)

2.3.15.1.1.- Diodo LED

Los LED son diodos semiconductores que al polarizarse directamente emiten luz, y son conocidos como fuentes de emisión espontánea o natural.

La emisión de luz está en una región espectral amplia, lo cual provoca una gran dispersión. Por esta razón son usados para transmisiones de corta distancia, con poca potencia de salida.

La longitud de onda que pueden emitir se presenta desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, según el material con el que se construye el semiconductor.

La figura 2.22 muestra que el rango del diodo LED está en los 50nm.

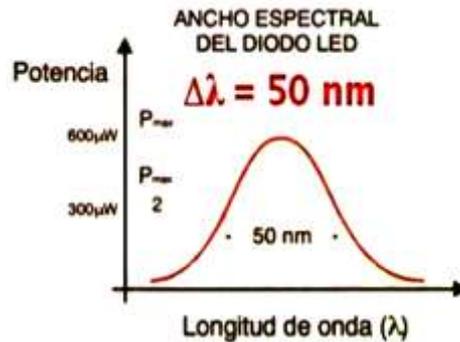


Figura 2.22 – Banda espectral del LED

Fuente: (www.actiweb2010.blogspot.com, 2016)

La Tabla 2.5 presenta algunos colores y longitudes de onda emitidos por los diodos LED, fabricados con diferentes materiales semiconductores inorgánicos.

Tabla 2.5 Compuestos empleados en la construcción de LED's.

MATERIAL	COLOR	λ
Fósforo de Galio (GaP)	Verde	560nm
Arseniuro de Fósforo de Galio (GaAsP)	Amarillo – Rojo	570 – 700nm
Arseniuro de Galio y Aluminio (AlGaAs)	Infrarrojo	800 – 900nm
Arseniuro de Galio (GaAs)	Infrarrojo	930nm
Arseniuro de Indio Galio Fósforo (InGaPAs)	Infrarrojo	1300 – 1500nm

Fuente: (SALTOS, Junio 2011)

2.3.15.1.2.- Diodo Láser (LD)

El diodo Láser, al igual que el diodo LED, también se fabrica con materiales semiconductores que al ser polarizado convierte la energía eléctrica en luz. La conversión de la energía no produce calor y genera un solo color, es decir, emite luz monocromática muy precisa. La Figura 2.23 muestra el ancho espectral de este tipo de diodo.

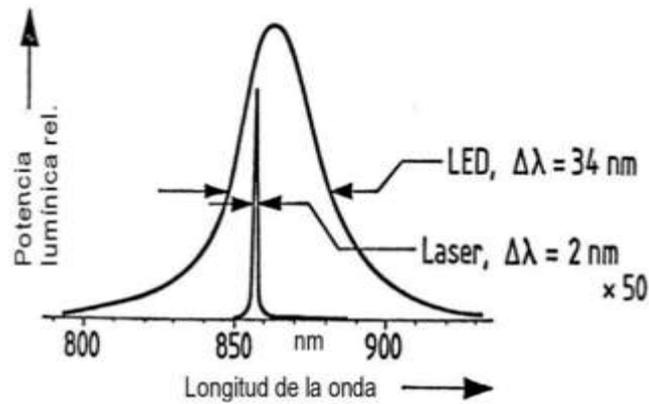


Figura 2.23 – Banda espectral del Diodo Led y el Diodo Laser

Fuente: (www.image.slidesharecdn.com, 2012)

El diodo Láser se acopla mejor a las fibras ópticas debido a sus mejores características de transmisión, reduce las pérdidas de acoplamiento y posibilita el empleo de fibras monomodo, con diámetros más pequeños. La tabla 2.6 muestra las algunas ventajas y desventajas de estas fuentes:

Tabla 2.6 Comparativo de ventajas y desventajas de las fuentes lumínicas.

	Emisor LED	Emisor Láser
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil extensa • Bajo consumo de energía • Composición simple • Precio económico 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta potencia de emisión • Emisión muy direccional • Tiempo de respuesta menor a 1 ns.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Baja potencia de emisión • Tiempo de respuesta lento, alrededor de 100ns • No recomendable para fibra monomodo 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy sensible a la temperatura • Precio no económico • Vida útil baja

Fuente: Autor

2.3.15.2.- Detectores ópticos

Este equipo es el encargado de recibir la señal en forma de luz y transformarla en una señal eléctrica. Luego la regenera y lleva a un equipo terminal o una repetidora.

Los detectores tienen como mínimo las siguientes características:

- Compatibilidad con el tamaño del núcleo de la fibra óptica tal que se reduzcan al máximo las pérdidas en el acople.

- Ancho de banda y capacidad de transmisión que puedan manejar sin problema la cantidad de datos transmitidos por el sistema.
- No debe afectarse ni tener cambios por las condiciones ambientales.
- Una adecuada relación señal a ruido (S/N) y Bit Error Rate (BER)
- Alta sensibilidad tal que pueda detectar la longitud de onda de señales ópticas muy débiles.

Los tipos de detectores más utilizados son:

- Fotodiodo PIN (Positive-Intrinsic-Negative)
- Fotodiodo APD (Avalanche Photodiodes).

2.3.15.2.1.- Fotodiodo PIN (Positive Intrinsic Negative)

Este tipo de diodo tiene muy poco ruido y mucha fiabilidad. Está conformado por zonas p y n altamente conductoras y una zona intrínseca poco conductiva. Requiere que se polarice inversamente para acelerar las cargas de la zona intrínseca, y dirigir las a los electrodos con el fin de generar corriente. La figura 2.23 muestra la composición de este tipo de diodo.

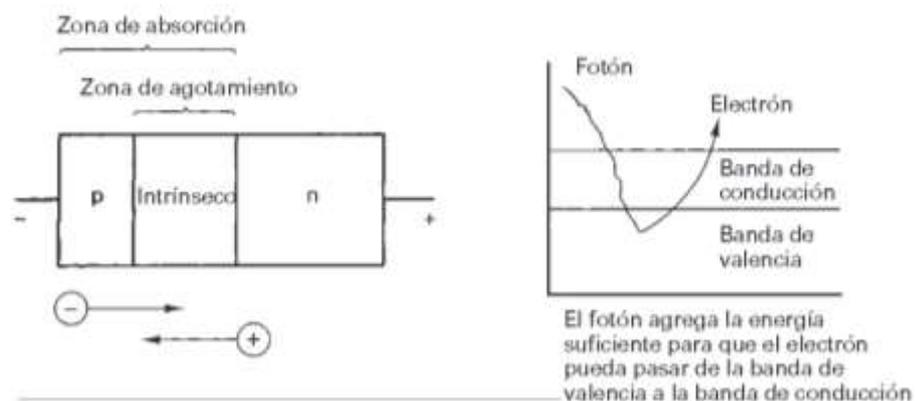


Figura 2.24 –Composición del Fotodiodo PIN

Fuente: (Tomasi, 2003, pág. 459)

2.3.15.2.2.- Diodo APD

El diodo APD también se polariza inversamente y está conformado por una estructura p-i-p-n. Al ingresar el haz de luz al diodo es absorbido por la capa n, en la unión i-p-n se genera una intensidad de campo eléctrico elevada, esto provoca el incremento de velocidad en los electrones y hace que se choquen con electrones

ionizándolos. Esta ionización se convierte en una reacción en cadena y producen un efecto de avalancha de corriente fotoeléctrica.

La sensibilidad de los diodos APD es aproximadamente 10 veces mayor que la de los diodos PIN, además la amplificación requerida es menor. Los tiempos de transición son más largos y su vida útil es muy corta.

Comparación de características entre diodos PIN y APD

- Costo: Los diodos APD requieren una compleja fabricación y su costo es elevado.
- Vida útil: Los diodos PIN se deterioran más lentamente, extienden su vida útil.
- Temperatura: Los Diodos APD por su fabricación son muy sensibles a los cambios de temperatura.
- Velocidad: Los diodos APD reaccionan más rápido y permiten un mayor flujo de información.
- Circuitos de Polarización: Los diodos PIN por su fabricación requieren circuitos más sencillos para su polarización con corrientes más pequeñas.
- Tiempo de transición: En el diodo PIN este tiempo es menor, debido a la igualdad entre la longitud de la región de vaciamiento y el ancho de la capa intrínseca

2.3.16.- Empalmes y conectores

Los empalmes y conectores se utilizan en las redes de fibra para incrementar la distancia de la fibra y unir los equipos, respectivamente.

Los empalmes se utilizan para unir las fibras de forma permanente con la ayuda de una máquina fusionadora. La función de los conectores es unir la fibra con los equipos de emisión o recepción de la señal.

Los empalmes y los conectores tienen el mismo propósito, unir el núcleo de una fibra con el de otra, reducen las pérdidas de luz y crean un sistema de comunicación uniforme y muy eficiente.

2.3.16.1.- Empalmes

El empalme es una unión de dos fibras con bajas pérdidas. Se realiza con la fusión de las puntas de cada fibra, manteniéndolas alineadas y de forma permanente.

Se utilizan dos métodos de empalmes:

- Empalme por Fusión.
- Empalme Mecánico.

2.3.16.1.1.- Empalme por fusión

Con el empleo de una máquina que calienta los extremos de cada fibra hasta el punto de fusión se consigue unir dos fibras entre sí. En el interior de la máquina se alinea las fibras con mucha precisión y mediante descargas eléctricas se suavizan los extremos hasta que se funden de forma simultánea, convirtiéndolas en una sola fibra continua.

Una máquina fusionadora puede llegar a ser muy costosa, pero es el equipo idóneo para este trabajo, puede producir empalmes con pérdidas de 0,01dB a 0,1dB.

La secuencia de la Figura 2.25 presenta gráficamente el proceso de fusión de dos fibras.

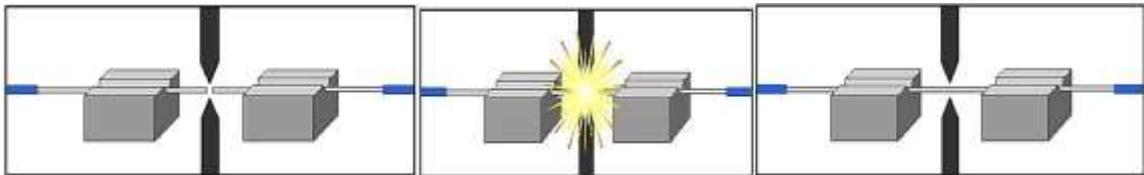


Figura 2.25 –Proceso de fusión de una fibra óptica

Fuente: (www.yio.com.ar, 2016)

2.3.16.1.2.- Empalme mecánico

Se refiere al uso de conectores para unir dos fibras y al uso de conectores para unir la fibra con el equipo. Los conectores son fabricados para unir los núcleos de las fibras de forma precisa y mantenerlos firmes. Se fabrican en tamaños aproximados de 6cm de largo por 1 cm de diámetro.

El empalme mecánico se utiliza generalmente para unir fibras donde se requiere la desconexión frecuente y unir las fibras a los equipos de forma permanente o temporal. En estos empalmes se producen pérdidas aproximadas de 1 dB. La figura 2.26 muestra varios tipos de estos empalmes.

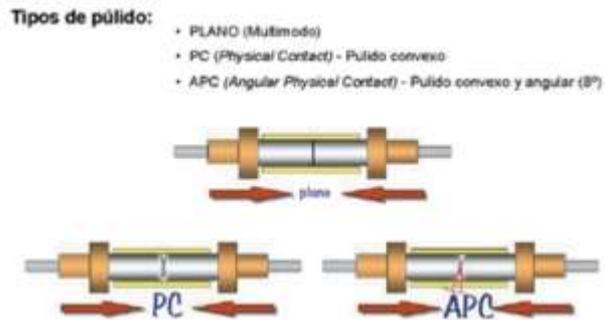


Figura 2.26 – Tipos de empalmes mecánicos de una fibra óptica

Fuente: (www.conelectronica.com, 2010)

2.3.16.2.- Conectores

Se instalan en las puntas de las fibras para conectarlas a los equipos de comunicación. Actualmente se fabrica muchos tipos, entre los cuales se detallan los siguientes:

2.3.16.2.1.- Conector ST

Por lo general se utilizan en redes LAN y sistemas de seguridad. Por su fácil manipulación se emplea con fibras multimodo y monomodo. Este conector tiene pérdidas entre 0.1 y 0.4 dB. La figura 2.27 muestra un conector de este tipo.

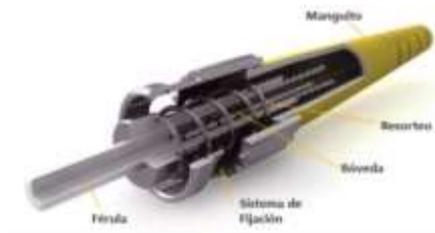


Figura 2.27 – Conector tipo ST

Fuente: (www.lightmax.es)

2.3.16.2.2.- Conector SC

Este conector presenta muy bajas pérdidas, menores a 0,5db, por lo que su uso es muy frecuente en redes de datos. Es más utilizado con fibras monomodo. Se fabrican en conectores dúplex o simples. La figura 2.28 muestra un conector de este tipo.



Figura 2.28 – Conector tipo SC simple y duplex para fibra óptica

Fuente: (www.img.directindustry.es, 2012)

2.3.16.2.3.- Conector FC

Se usa generalmente para transmisión de datos y telecomunicaciones, Tiene pérdidas aproximadas de 0,2 dB. La figura 2.29 muestra varios conectores de este tipo.

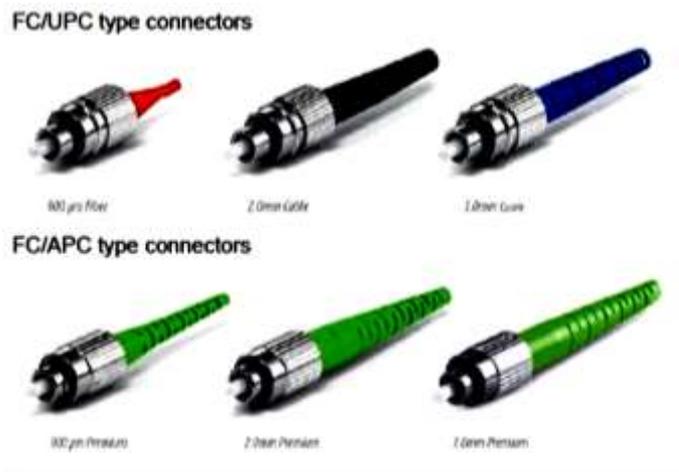


Figura 2.29 – Conector tipo FC para fibra óptica

Fuente: (www.i00.i.aliimg.com)

2.3.16.2.4.- Conector LC

El conector LC se utiliza en aplicaciones con alta densidad de datos. En fibras monomodo tienen pérdidas cercanas a 0.15 dB y en las fibras multimodo 0,10 dB. La figura 2.30 muestra un conector de este tipo.

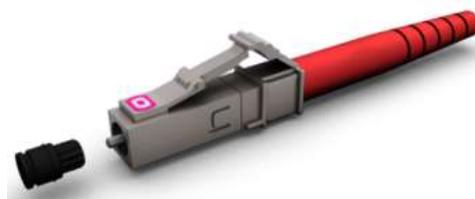


Figura 2.30 – Conector tipo LC para fibra óptica

Fuente: (www.telecable.com, 2017)

2.3.16.2.5.- FDDI

Este conector es tipo adaptador, utilizado en la conformación de los anillos FDDI con fibras multimodo. En fibras monomodo su pérdida es de 0,15 a 0,2 dB y en las fibras multimodo de 0,2 dB. La figura 2.31 muestra un conector de este tipo.



Figura 2.31 – Conector tipo FDDI para fibra óptica

Fuente: (www.51optic.com, 2008)

2.3.17.- Código de colores de la fibra óptica

Este código es utilizado en los cables de estructuras ajustadas y holgadas, ya que al interior de ellos se encuentran alojados varios hilos de fibra revestidas igualmente de cubiertas con diferentes colores.

La figura 2.32 muestra el código de colores propuesto por TIA/EIA-598 para los cables de fibra óptica.

Código de color de la fibra óptica para Tubo holgado, Tubo estrecho(TIA/EIA-598)	
Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 2.32 – Código de colores propuesto por TIA/EIA-598 para fibra óptica

Fuente: (www.marismas-emtt.blogspot.com, 2017)

Este código de colores es respetado por PIRELLI – ALCATEL, pero varía con otros fabricantes. En la figura 2.33 se puede observar el código de colores de SIECOR (Siemens / Corning Glasees)

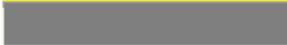
	1 = VERDE
	2 = ROJO
	3 = AZUL
	4 = AMARILLO
	5 = GRIS
	6 = VIOLETA
	7 = MARRON
	8 = NARANJA

Figura 2.33 – Código de colores para fibra óptica según SIECOR

Fuente: (www.es.scribd.com, 2017)

En caso de tener un cable con dos tubos buffer y 64 fibras en su interior se tendrá que considerar la identificación de las fibras según muestran la figura 2.34 siguiente:

BUFFER	FIBRA N°	Fibra							
	1 = VERDE								
	2 = ROJA	1	2	3	4	5	6	7	8
	3 = AZUL	9	10	11	12	13	14	15	16
	4 = AMARILLA	17	18	19	20	21	22	23	24
	5 = GRIS	25	26	27	28	29	30	31	32
	6 = VIOLETA	33	34	35	36	37	38	39	40
	7 = MARRON	41	42	43	44	45	46	47	48
	8 = NARANJA	49	50	51	52	53	54	55	56
	9 = VERDE	57	58	59	60	61	62	63	64
	10 = ROJA								
	11 = AZUL								
	12 = AMARILLA								
	13 = GRIS								
	14 = VIOLETA								
	15 = MARRON								
	16 = NARANJA								

Figura 2.34 – Código SIECOR para un cable con 2 tubos buffer y 64 fibras ópticas

Fuente: (www.es.scribd.com, 2017)

Los códigos anteriores se utilizan en los cables con estructura de tipo holgado y ajustado, para las fibras propiamente dichas se emplea otro código.

Las fibras multimodo MM 50/125 y 62.5/125 tienen la cubierta de color naranja, y las fibras OM3 y OM4 son de color celeste; las fibras monomodo tienen cubiertas de color amarillo y las fibras ópticas de exteriores tienen la cubierta de color negro.

En la figura 2.35 se observa el color de cable según su uso.

Código de color de la fibra óptica para Cubiertas (TIA/EIA-598)

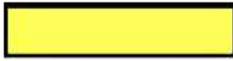
	MaxCap-BB-OM3/OM4 400, 800, LSZH, 525, 825, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	MMF - 62.5/50µm, OM1/OM2+ 400, 800, LSZH, 525, 825, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	Monomodo mejorado incluyendo BB-XS 400, 800, LSZH, 525, 825, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	Híbrido 400, 800, LSZH, 525, 825, LSZH25, todas las cables interiores-exteriores y cables de planta exterior independientemente del tipo de fibra

Figura 2.35 – Código de colores para cubiertas de fibras ópticas

Fuente: (www.marismas-emtt.blogspot.com, 2017)

2.3.18.- Áreas de aplicación

La fabricación de la fibra óptica se realiza para los siguientes usos:

- Submarino.- En aplicaciones submarinas se utiliza fibra SM NZDS a 1550nm. Las fibras ITU-T G.655 NZDS son optimizadas para aplicaciones DWDM
- Larga distancia (Long Haul).- Se utiliza fibra SM modo ITU-T G.655 NZDS operado a 1550nm.
- Corto alcance (Short Haul).- Se utiliza G.652 a 1310nm en compañías de telefonía, CATV, servicios públicos, para crecimientos futuros utilizará fibra NZDS.
- Subscriber (FTTx).- Trabaja con la fibra G.652 y así cumplir las recomendaciones FTTx en Edificios / Campus. Para la transmisión de datos, voz y video se utiliza fibras MM de Láser Optimizado 62,5/125 y 50/125.

2.3.19.- Ventajas de la fibra óptica

2.3.19.1.- Velocidad de transmisión y ancho de banda

Actualmente se registran velocidades de transmisión cercanas a 1,7Gbps en redes públicas. El ancho de banda está en el rango de los THz y la velocidad de propagación en los Tbps. En la fibra se puede transmitir datos, voz y video al mismo tiempo.

2.3.19.2.- Inmunidad a la interferencia electromagnética

Al ser fabricada con vidrio, plástico y otros materiales poliméricos, la fibra óptica no se afecta con la inducción magnética, por tanto son inmunes a la interferencia electromagnética. La fibra óptica no conduce electricidad y por tanto no existen campos magnéticos asociados.

2.3.19.3.- Inmunidad a la interferencia estática

Debido a que la fibra se construye con vidrio, plástico, es inmune a la interferencia estática o ruido eléctrico que producen equipos como motores eléctricos, lámparas fluorescentes e inclusive relámpagos. La fibra no es susceptible de captar otras frecuencias de su alrededor.

2.3.19.4.- Rango de temperatura de operación

Los cambios de temperatura del medio ambiente, que normalmente se producen, no afectan en absoluto las propiedades de la fibra óptica. El rango de operación que los fabricantes de fibra presentan esta entre -55°C a 85°C . Esta característica permite que se prolongue su vida útil.

2.3.19.5.- Atenuación

Tanto por los procesos de fabricación como de instalación de las fibras, se logra tener muy bajas pérdidas en la transmisión. Esto permite que la distancia utilizada con la fibra sea mayor. El incremento de la distancia permite utilizar menos equipos como repetidores, esto se traduce en la reducción del costo de operación y mantenimiento.

2.3.19.6.- Seguridad

Una intrusión en la fibra, es muy rápidamente detectable debido a la atenuación que presenta la señal ya que su forma de transmisión exige equipos que consumen potencia óptica.

2.3.19.7.- Resistencia a la corrosión

Tanto el vidrio como el plástico, son materiales mucho más resistentes a los elementos corrosivos como gases y líquidos, que los metales de los cuales son fabricados los cables comunes.

2.3.19.8.- Escalabilidad

La vida útil prolongada que tiene la fibra óptica permite que pueda ser utilizada por varios años, con las tecnologías del momento. En los sistemas con fibra óptica el alcance del sistema solo dependerá de los equipos electrónicos que se instalen.

2.3.19.9.- Peso y volumen

Los materiales con los que se fabrica la fibra óptica son mucho más livianos que los utilizados para los cables comunes, por lo cual su peso total es mucho menor del que tiene un cable de cobre con la misma longitud. En la instalación del sistema ocupa menos volumen que el requerido por los cables metálicos.

2.3.20.- Desventajas de la fibra óptica

2.3.20.1.- Conversión electro/óptica

El uso de fibra óptica en un sistema debe ser analizado detenidamente, debido a que el costo de la inversión para la conversión electro óptica requiere equipos electrónicos que pueden tener un costo muy elevado.

2.3.20.2.- Costos

Si bien el costo de una fibra óptica unifilar es bajo, el costo de los cables compuestos de varias fibras puede ser muy elevado. Igualmente los equipos de emisión, recepción, regeneración, amplificación e instalación tienen costos elevados en la inversión inicial.

2.3.20.3.- Fragilidad de la fibra

Los materiales con los que son fabricadas las fibras de óptima calidad, tal como el vidrio, presentan mucha fragilidad, por lo que esta característica se debe tener muy presente al momento de su manipulación. Durante la instalación se exige que los instaladores tengan mucha precaución y eviten cualquier tipo de maltrato.

2.4.- Fundamentos de diseño

Para realizar el diseño de una red de fibra óptica hay que considerar algunos factores como:

- tipo de cable de fibra

- equipos de emisión y recepción
- velocidad de transmisión
- empalmes y conectores ópticos
- topología con la que se implementará el sistema
- atenuación del enlace.

Para que el diseñador pueda optar por la mejor opción del sistema que esta por realizar, es necesario que disponga de la siguiente información del fabricante de cables de fibra y del equipo óptico, como mínimo.

- a. Atenuación de varios tipos de fibra óptica y del equipo óptico a emplear.
- b. Ancho de banda de varias fibras y la longitud de onda con que trabajará el sistema.
- c. Longitud máxima que pueda instalarse para algunos tipos de fibra óptica.
- d. Valor de la sensibilidad de equipos receptores, tal que puedan trabajar con varios tipos de fibra.
- e. La potencia óptica de salida que puedan ofrecer varios tipos de transmisores.

Para empezar con el diseño del sistema requerido, debe obtener los parámetros que le permitan plantear una opción válida, tal como:

- a. Longitud total máxima que tendrá el enlace de fibra óptica.
- b. El número de empalmes que serán necesarios para formar todo el enlace.
- c. Las pérdidas generadas por empalmes, conectores y otros componentes del enlace.

Para calcular las pérdidas del enlace, es necesario obtener los siguientes parámetros:

- a. El valor de la atenuación de la fibra por el total de la longitud a implementar.
- b. La cantidad en pérdidas en los empalmes empleados.
- c. Las pérdidas de la conexión.
- d. El valor de la atenuación total del enlace.
- e. La potencia de salida del Transmisor.
- f. La potencia de entrada en el Receptor.
- g. La sensibilidad que tiene el receptor.
- h. El margen de reserva en la atenuación

2.4.1.- Topologías de red

La topología de red se refiere a la forma de conexión y comunicación que tiene un sistema. Puede tomar varias formas según las características que se quiera proporcionar al sistema. Las formas de la topología se pueden clasificar como lógicas y físicas.

La topología lógica es la metodología con la cual se comunican los nodos de la red. La topología física es la forma con la cual se realiza el trazado físico o real del cableado para interconectar los nodos de la red. La figura 2.36 muestra la descripción de las topologías.

2.4.1.1.- Topologías lógicas

De forma general existen cuatro tipos de topologías lógicas y son:

- a. Topología “punto a punto” (Point to Point)
- b. Topología “en estrella” (Star)
- c. Topología “en enlace común” (Bus)
- d. Topología “en anillo” (Ring)

La figura 2.36 muestra las topologías lógicas y físicas

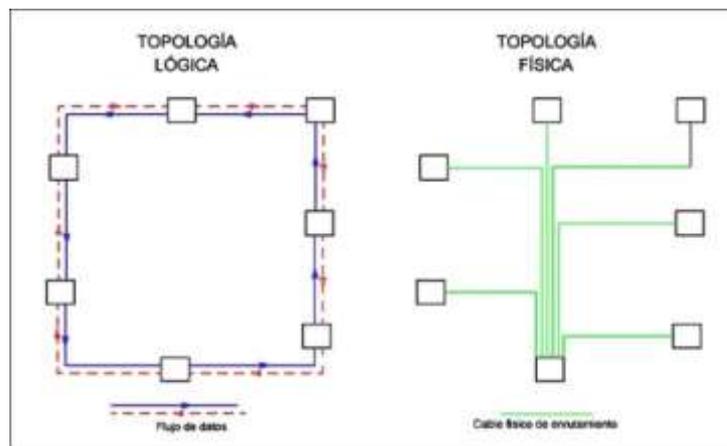


Figura 2.36 – Topologías lógica y física

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.4.1.1.1.- Topología lógica punto a punto.

Esta topología permite interconectar de forma directa dos dispositivos. La aplicación de esta topología se da en la conexión de un computador con un modem; en el enlace de multiplexado; en un enlace bidireccional de radio; en un enlace vía satélite y en los

protocolos comunes de comunicación de los computadores. La figura 2.37 muestra esta topología.

2.4.1.1.2.- Topología lógica en estrella.

La topología lógica en estrella considera un punto como nodo común y desde este punto se realizan los enlaces a cada uno de los equipos conectados. La aplicación más frecuente de esta topología se presenta en los sistemas telefónicos PBX y también en los sistemas multiestación para monitoreo de vídeo. La figura 2.37 muestra esta topología.

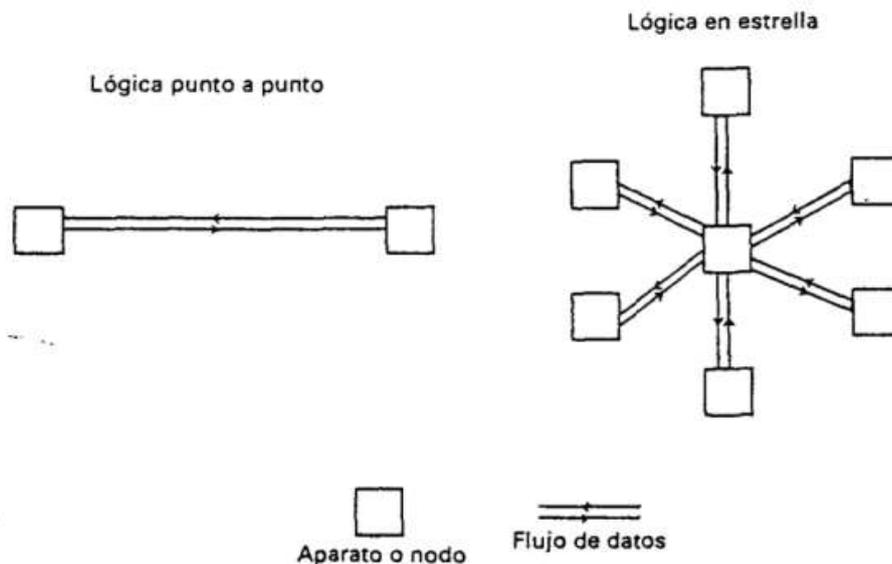


Figura 2.37 – Topologías lógicas punto a punto y estrella

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.4.1.1.3.- Topología lógica en enlace común.

Esta topología lógica considera un medio común de transmisión al que se conectan todos los dispositivos del sistema tal que puedan tener una comunicación bidireccional, generalmente se utiliza cable coaxial. Esto permite que la información enviada por un dispositivo sea recibida al mismo tiempo por los otros dispositivos. La aplicación más conocida de esta topología es para Ethernet y Token Bus. La topología en enlace común es el estándar IEEE 802.3 y 802.4 La figura 2.37 muestra esta topología.

2.4.1.1.4.- Topología Lógica en anillo.

Una topología lógica en anillo se forma al conectar todos los dispositivos uno tras otro hasta conectar el último dispositivo al primero. La transmisión se realiza de forma unidireccional en el cable de conexión.

“Si se usan dos anillos de transmisión, la configuración se llama anillo lógico de rotación inversa, y las transmisiones tienen lugar en sentidos opuestos en cada uno de los anillos. Esta topología en anillo doble proporciona autoprotección a la red en el caso que fallen un cable o nodo. Las aplicaciones de esta topología incluyen Token Ring (IEEE 802.5) y FDDI (ANSI X3T9.5)” (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

La implementación de un anillo doble puede tener un costo más elevado pero minimiza la posibilidad de una falla total del sistema o facilita la reparación en caso de existir un problema. La figura 2.38 muestra esta topología.

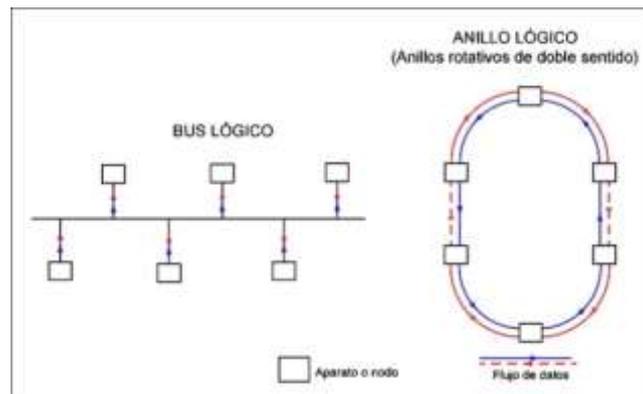


Figura 2.38 – Topologías lógicas de enlace común y anillo

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014).

2.4.1.2.- Topologías físicas

La topología física es la forma en que se implementa físicamente la red, esta puede ser construida igual o completamente diferente a la topología lógica con que se realiza la comunicación. Una topología física construida en estrella puede ser configurada con una distribución lógica en anillo o en estrella.

La topología física en estrella es la red más común y es recomendada por EIA 568. Las ventajas más representativas de esta topología son:

- Tiene la capacidad y flexibilidad para que en ella se configure cualquier topología lógica y se instalen muchos tipos de aplicaciones.
- El mantenimiento y administración son muy sencillos debido a la interconexión centralizada.
- Es recomendada por el estándar EIA 568 para redes en edificios comerciales
- Es más sencillo implementar la expansión del sistema

Las desventajas de esta topología son:

- Al cortarse o desconectarse un cable se produce una falla en el nodo o dispositivo conectado a él exclusivamente.
- Su implementación exige que se instale más fibra óptica en comparación con el usado para una topología física en anillo.

La topología física en estrella es comúnmente implementada para cualquier tipo de topología lógica, tal como Token Ring y FDDI, utilizadas en la construcción de las redes LAN o en enlace común empleada en las redes Ethernet 10BaseT o 10BaseF. La figura 2.39 muestra estas topologías.

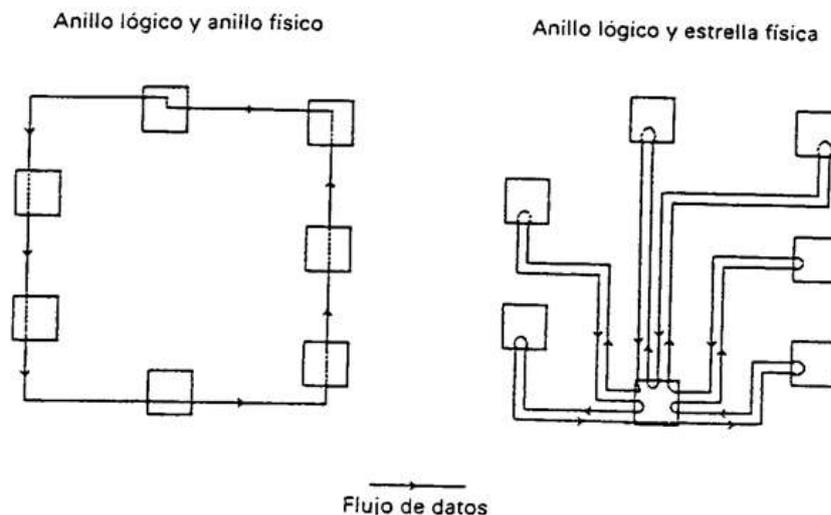


Figura 2.39 – Topologías físicas de anillo y estrella

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014).

“Los sistemas de fibra óptica se implementan normalmente como topologías físicas tipo punto a punto, estrella o anillo. El tipo punto a punto es común en las aplicaciones modernas. La estrella y el anillo son comunes en redes RAL. La topología física en anillo se emplea cuando se requiere protección de red contra la eventualidad de un

fallo en un nodo o cable.” (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

2.4.1.3.- Redes en planta interna (interior de edificaciones)

El diseño del cableado de una red al interior de un edificio, generalmente se hace con miras a interconectar computadores mediante la tecnología Ethernet a una velocidad en el rango de 10Mbps a 10Gbps; implementar una red de alarmas perimetrales; redes para control de accesos; sistemas de video vigilancias, sistemas de telefonía; configuradas como una red LAN con tecnología VoIP.

Las redes interiores por lo general se ajustan al estándar de cableado estructurado, menor a 100 m, tal que pueden implementarse con cable de par trenzado de cobre o con fibra óptica.

Los sistemas de alarmas, control de accesos, vigilancia, monitoreo son cada vez más frecuentes en los edificios, y forman parte del cableado estructurado conectado mediante cables UTP cat 6 o 6a, así como con cable coaxial en enlaces cortos. La fibra óptica ofrece una opción para ubicar equipos en cualquier lugar del edificio debido a su menor ocupación del espacio y mayor flexibilidad en la ubicación de recorridos apretados.

“Una red compuesta de fibra en su totalidad, puede llegar hasta el escritorio del usuario (FTTD), sin dejar de ser una solución muy rentable ya que evita el requisito de contar con cuartos de control con muchos Switches, disponer de energía eléctrica para la calidad de la transferencia de datos, una firme conexión a tierra y aire acondicionado durante todo el tiempo.” (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

El diseñador debe pensar que la implementación de una red completa con fibra óptica tiene una inversión inicial elevada pero tiene menor costo de mantenimiento y brinda la posibilidad de prestar más servicios de comunicación, por tanto encontrará un punto de equilibrio en su propuesta.

2.4.2.- Diseño del BACKBONE

Para el Backbone en un edificio se deben realizar las siguientes consideraciones:

Identificar o designar la sala de comunicaciones o cuarto de control, y se lo denominará como MDF, este será el lugar al que llegan los servicios del proveedor

externo. En esta sala se recibirán las conexiones de los otros pisos. Esto permite identificar la cantidad de cables que se llevará por los ductos comunes.

Se busca en lo posible que el trazado del Backbone sea vertical, tal que los cuartos de control se encuentren uno sobre otro. Esta particularidad permitirá que se implemente un ducto vertical, según el estándar EIA/TIA 569, para transportar todo el cableado vertical.

Si no fuese posible conseguir la verticalidad de los cuartos de control, se diseñará una ruta que permita su conexión sin que tenga más de dos curvas de 90° entre dos cajas de paso.

Si el Backbone requiere un solo punto de conexión se utiliza la topología lógica en estrella. Por el contrario, si es necesario más puntos de conexión centrales, se empleará las topologías de estrella extendida o estrella jerárquica.

El cableado horizontal de una red con topología en estrella termina en el IDF (Intermedial Distribution Frame). Todos los IDF se conectan a un solo punto central que es el MDF. Todo el cableado que va desde los IDF's hasta el MDF es el Backbone del sistema.

Si se debe implementar una distribución en estrella extendida se debe pensar en que: si el cableado horizontal termina en un IDF y éste se conecta a otro IDF, para desde este último conectarse al MDF, el "primer" IDF se denomina HCC (Horizontal Cross-Connect, conexión cruzada horizontal), el "segundo" IDF es denominado ICC (Intermediate Cross-Connect, conexión cruzada intermedia).

En este punto se determinará la fibra óptica a utilizar, sea multimodo o monomodo; se especificará el total de pares; el número de pares por cable y el total de cables.

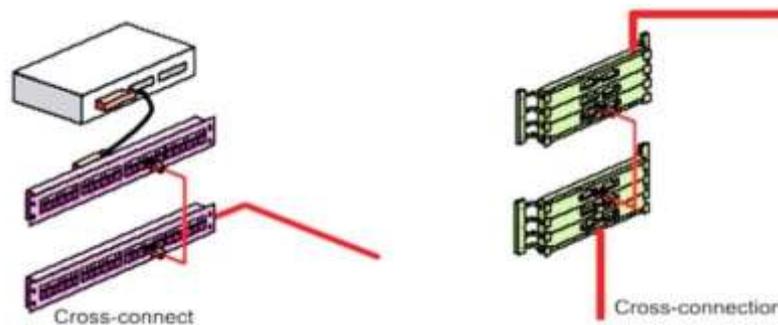
"Para conseguir mayor confiabilidad en el enlace es necesario considerar la redundancia del Backbone. Se debe establecer si los enlaces serán de iguales características o si alguno de ellos es solo emergente con menor capacidad y con una ruta diferente." (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

2.4.2.1.- Esquemas del cableado Backbone

2.4.2.1.1.- Conexiones Cruzadas

En la terminología de las conexiones del Backbone es necesario definir en primer lugar dos términos similares pero con diferente significado. Se debe definir “cross-connect” y “cross-connection”. El término “cross-connect” corresponde a los conectores y la interconexión mediante “pigtail”, que son los cables de parcheo, conocidos también como “jumpers”. El término “conexión cruzada” (cross-connection) corresponde a una forma de configuración para realizar la interconexión de campos de distribución separados, los cuales sirven al cableado horizontal, al Backbone y a los equipos de usuario. La figura 2.40 muestra gráficamente estas definiciones.

“Las conexiones cruzadas son generalmente utilizadas para realizar conexiones entre el cableado Horizontal y el Backbone; entre el Backbone de primer nivel y el de segundo nivel; y entre el Backbone y equipos con salidas de puertos múltiples.” (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)



.Figura 2.40 – Definición de términos cross-connect y cross-connection

Fuente: (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015, pág. 7)

2.4.2.1.2.- Interconexiones

Se refieren a la conexión directa entre el equipo del usuario y el Backbone, es decir, desde un puerto del equipo hasta un puerto del distribuidor (ODF), de forma exclusiva. La figura 2.41 muestra estas interconexiones.

“No se permiten interconexiones para unir directamente el cableado horizontal con el Backbone y con el cableado Backbone de primer y segundo nivel.” (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

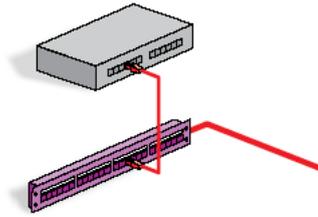


Figura 2.41 – Definición de interconexiones

Fuente: (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015, pág. 7)

2.4.2.2.- Ubicación de los Cross-Connects Principales (Backbone)

Si la topología de la red es configurada tipo estrella, la forma de optimizar su empleo es ubicar el Distribuidor principal de Campo (Cross connect principal) lo más cerca posible al centro de la disposición general de los distribuidores de segundo nivel o de los equipos instalados en el área a ser atendida. Esta ubicación no necesariamente tiene que ser el centro geográfico del área atendida.

“Aunque algunas veces es conveniente colocar un bloque de cross-connect en un techo falso, esta práctica limita la manejabilidad del sistema de cableado y puede infringir normas y reglamentos aplicables”. (Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M, 2015)

No es recomendable instalar equipos de conexión en lugares que no sean para uso de la red, ya que pueden infringir normativas y reglamentos.

2.4.2.3.- Equipos para Aplicaciones Específicas

Los equipos como: convertidores de medio, equipos de protección, adaptadores, divisores y otros que sean utilizados para aplicaciones específicas se instalarán fuera del Distribuidor de Campo principal (MDF) y a los Distribuidores de piso o intermedios (IDF). Esta disposición facilita el escalamiento de la red con cambios mínimos en el cableado.

2.4.2.4.- Derivaciones Puenteadas

Se refiere a la implementación de cables paralelos en una misma interconexión. Estas interconexiones paralelas no son permitidas en el Backbone, no corresponden a este tipo de topología y son nocivas para la transmisión.

2.4.2.5.- Empalmes

Los empalmes realizados en la fibra óptica deben ser accesibles y utilizados en lugares donde no se requiera cambios frecuentes del cableado.

En el Backbone el uso de los empalmes debe ser limitado al máximo, en lo posible no se los debe realizar. Su uso debe ser estudiado en función de la atenuación que pueden introducir al enlace.

2.4.2.6.- Elección del equipo de transmisión

La elección del equipamiento para la transmisión de la señal es parte del diseño de la red. La distancia que recorrerá la señal y el ancho de banda, permiten establecer el tipo de fibra óptica a emplear. Esta elección determina las interfaces ópticas que se acoplarán al sistema.

La mayoría de los equipos de comunicaciones se ajustan a las convenciones dictadas por la industria, por lo cual siempre es posible encontrar equipos para enlaces cortos, usados con fibras monomodo o cualquier otro tipo de fibra.

En los enlaces cortos generalmente se utilizan fuentes ópticas láser de 1310nm con fibras monomodo, conocidas con el estándar internacional "G.652". En distancias más largas se utilizan fuentes ópticas láser de 1500nm con fibras ópticas de dispersión desplazada.

Los sistemas de circuitos cerrados de televisión CCTV, no tienen una regulación que permita establecer con claridad un equipamiento específico debido a la variedad de aplicaciones, inclusive no es posible afirmar que exista un equipamiento de fibra óptica para una aplicación en especial. En estos sistemas es necesario considerar el empleo de Convertidores de medio, que permitan la interconexión de puertos de cable de cobre con puertos de fibra óptica.

Para las redes de computadores, el IEEE establece los estándares Ethernet creados por el Comité 802.3 de forma específica, tal que se pueden leer y determinar los niveles de transmisión en distintas clases de fibra para cada tipo de equipamiento. De esta forma se facilita la elección del equipo a emplear según la necesidad.

Los "Switchs" y "Routers" generalmente tienen disponibilidad para conectar interfaces ópticas, sin embargo, los computadores solo vienen con puertos para ser

conectados con cable UTP, por lo que se hace necesario el empleo de convertidores de medio para su interconexión.

“Si bien las instalaciones de las telecomunicaciones y de la CATV están bien definidas y las instalaciones de datos de Ethernet están reguladas por los estándares, no todos los fabricantes especifican los productos de manera exactamente igual. La única manera de asegurarse de elegir el equipamiento de transmisión adecuado es tomar todos los recaudos para que el cliente, el vendedor del equipamiento, y el diseñador, comuniquen con claridad lo que planean realizar”. (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

El diseñador de la red tiene la obligación de tomar todos los datos que requiera, para que el sistema diseñado se ajuste a los requerimientos del propietario y de ser posible supere sus expectativas.

2.4.3.- Planificar el trazado

Posterior a la elección de la fibra y el equipamiento, se determina la ubicación de los cables que conforman la red y los equipos en el interior de la edificación. La ubicación de los cables y equipos está sujeta a las normativas, códigos y regulaciones dictadas para el efecto por el organismo de control de la localidad.

Para realizar el diseño del cableado es necesario contar con los planos arquitectónicos de la edificación, esto facilita realizar cambios o ajustes al trazado original así como la redacción de informes de avance del proyecto.

2.4.4.- Visitas al área de instalación.

Para establecer el trazado de la red es necesario transitar detenidamente por el área de instalación, esto permite que se tomen decisiones acertadas sobre el recorrido que seguirá tanto la soportería como el cableado de fibra. Es necesario observar los obstáculos a superar y los lugares que pueden ser afectados.

“En las instalaciones realizadas dentro de edificios ya construidos, se debe inspeccionar cada área para tener la certeza absoluta de que conoce cómo es realmente el edificio y, luego, hacer anotaciones en los planos para reflejar la situación real, en especial, todos los obstáculos para el tendido de los cables, el hardware, y las paredes que requieren sistemas de protección contra incendios y no aparecen en los planos existentes” (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

Para el recorrido es necesario contar con los planos de la edificación para tomar notas sobre los lugares que deben ser intervenidos o elementos que fueron implementados durante la ocupación del inmueble y no se registraron.

2.4.5.- Elección de los componentes

Tanto la elección del equipamiento como el recorrido físico de cables y sus soportes permiten elegir los componentes del sistema.

Al diseñar una red LAN se incluye a los factores a tomar en cuenta el Backbone, las salas de comunicaciones en las que se instalan los Switches, los convertidores que pasan las conexiones de fibra a conexiones de cobre, las computadoras, los puntos de acceso inalámbrico a la red y los puestos de trabajo a los que llegará la fibra.

Para incorporar al diseño de la red los sistemas de alarmas, sistemas para control de accesos, cámaras para CCTV, se requiere cables o fibras adicionales, los cuales deberán cumplir también con los códigos normativas y reglamentos establecidos.

El avance en la fabricación de las fibras ópticas, permite utilizar fibras monomodo para el interior de la edificaciones. Estas fibras permiten una mayor ampliación del sistema. Las fibras OM3 de 50/125 micrones optimizada para láser, reemplazan a las fibras OM1 de 62.5/125 por su mayor ancho de banda y distancia de transmisión.

En el cableado vertical y horizontal se utilizará la fibra óptica, instalada en ductos y tuberías diferentes a los utilizados para los conductores de fuerza con la finalidad de impedir que se deterioren al ser presionadas por el peso de estos últimos. Cuando se instalen en ductos o canaletas metálicas pueden ser introducidas por ductos corrugados para instalarlas de forma rápida y sin temor a provocarles daño.

En lugares que se requiera utilizar tubería se tendrá el cuidado de no realizar curvaturas con radio menor al dictado por el fabricante, tal que no se deteriore y si es necesaria pueda ser retirada sin aplicar fuerza excesiva. Se dejará un amplio espacio tanto en los paneles como en las cajas metálicas de revisión tal que la fibra no presente curvaturas que lleguen a forzarla de alguna manera.

Al interior de una edificación, el diseño de las redes de fibra suelen ser punto a punto y busca que no existan empalmes en todo su recorrido.

2.4.6.- Análisis de la pérdida óptica estimada de la red de cables

El análisis de la pérdida óptica se realiza al inicio del proceso, con el objetivo de establecer las características del sistema y que cumpla con los requisitos establecidos.

En el cálculo y verificación de los parámetros del sistema, el ancho de banda y la atenuación son claves para realizar el análisis y se incluye además elementos como la ruta, el tipo de fibra, la longitud de onda, la electrónica, la longitud de los circuitos, es decir, los elementos pasivos y activos de la red.

En los elementos activos se debe tomar en cuenta la potencia del transmisor, la longitud de onda, el rango dinámico y la sensibilidad del transmisor. Todos estos valores se pueden tomar de las placas de información de los equipos o se puede utilizar los valores estándar de la industria.

El análisis de la pérdida óptica estimada se realiza para determinar el valor que garantice el trabajo óptimo de la conexión de fibra con la configuración de red propuesta, por tanto, los cálculos se debe realizar de forma conservadora y no utilizar los mejores valores de las pérdidas en los diferentes elementos, esto permite dejar un rango para el deterioro de los cables y de los equipos con el pasar del tiempo.

Previo a la puesta en marcha de la red, se realizarán pruebas de pérdida de inserción con un OTDR y un medidor de potencia óptica (POWER METER), con el propósito de confirmar que los valores obtenidos están acordes con los valores determinados en el diseño. La figura 2.42 muestra el esquema del diseño del enlace y las pérdidas que se presentan.

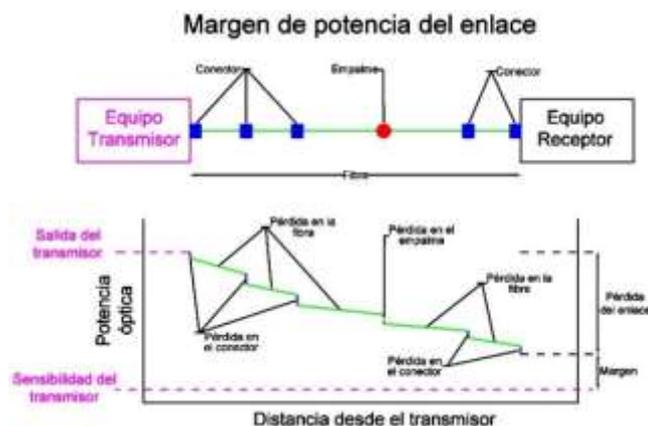


Figura 2.42 – Esquema de un enlace de fibra para el cálculo de pérdidas.

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

Los siguientes pasos son un ejemplo de cálculo del enlace mostrado en la figura 2,42

2.4.6.1.- Pérdida por componentes pasivos de la red de cables

- Paso 1.** Cálculo de la pérdida en la fibra con las longitudes de onda de trabajo. El cuadro siguiente presenta un ejemplo de cálculo. Los valores entre paréntesis corresponden a valores superiores que establece el estándar EIA/TIA 568. Para la fibra óptica monomodo se permite un valor más alto en la pérdida ya que se trata de instalaciones interiores. Al ejecutar instalaciones internas se permite pérdidas de 1 dB/Km mientras que en las instalaciones externas se permite pérdidas de 0,5dB/Km. La tabla 2.7 muestra los valores de estos cálculos.

Tabla 2.7 Cálculo de pérdidas en la fibra.

Tipo de fibra	Multimodo		Monomodo	
Longitud de onda (nm)	850	1310	1310	1550
Longitud del cable (km)	2.0	2.0	2.0	2.0
Atenuación de la fibra (dB/km)	3 (3.5)	1 (1.5)	0.4 (1 / 0.5)	0.3 (1 / 0.5)
Pérdida total de fibra (dB)	6.0 (7.0)	2.0 (3.0)	0.8 (2 / 1)	0.6 (2 / 1)

Fuente: Autor

- Paso 2.** Cálculo de la pérdida en los conectores. En los conectores de fibra multimodo se puede considerar pérdidas de 0,2 a 0,5 dB. Los conectores de fibra monomodo, construidos en fábrica y fusionados, se tiene pérdidas de 0,1 a 0,2 dB. Los conectores de fibra monomodo armados en campo tienen de 0,5 a 1.0 dB. La siguiente tabla es un ejemplo del cálculo con el uso de valores en un caso común y valores en un caso extremo. La tabla 2.8 muestra los valores de estos cálculos.

Tabla 2.8 Cálculo de pérdidas en los conectores.

Pérdida de conectores	0.3 dB (conector común pulido / con adhesivo)	0.75 dB (conector tipo prépulido y máximo aceptable según la norma TIA-568)
Cantidad total de conectores	5	5
Pérdida total por conectores	1.5 dB	3.75 dB

Fuente: Autor

Según el estándar EIA/TIA 568, cada conector puede tener una pérdida máxima de 0.75dB,

- **Paso 3. Pérdidas en los empalmes.** Para las fibras multimodo se utiliza con poca frecuencia los empalmes por fusión, con mayor frecuencia se emplean los empalmes mecánicos, esto debido a que el tamaño del núcleo influye en que el valor de pérdida en un empalme por fusión sea similar al valor en pérdida del empalme mecánico. La ventaja del empalme por fusión radica en su menor susceptibilidad a las condiciones del ambiente, a pesar de que estas sean extremas. Al realizar el cálculo de la pérdida óptica estimada, se puede usar un valor de pérdida promedio de 0,3dB, ya que este es el obtenido por un instalador experimentado, valores de 0,1 a 0,5dB son un rango aceptado.

Por las características de fabricación de las fibras monomodo se debe considerar un valor de pérdidas de 0,05dB, aunque generalmente se obtiene valores menores.

Según el estándar de la EIA/TIA 563, se debe utilizar un valor máximo de 0,3dB para el cálculo. La tabla 2.9 muestra los valores de estos cálculos.

Tabla 2.9 Cálculo de pérdidas en los empalmes.

Pérdida por empalmes	0.3 dB
Cantidad total por empalmes	1
Pérdida total por empalmes	0.3 dB

Fuente: Autor

- **Paso 4. Pérdida total de la red de cables.** Se la obtiene con la sumatoria de los valores obtenidos en los ítems anteriores.

La tabla 2.10 presenta un ejemplo del cálculo total de la pérdida óptica estimada, con el empleo de los valores máximos propuestos por el estándar EIA/TIA 568. El caso que se presenta es un enlace ideal, con fibras monomodo y multimodo, que trabajan con algunos valores de longitud de onda. La tabla 2.10 muestra los valores de estos cálculos

Tabla 2.10 Cálculo de pérdida total estimada del enlace.

Tipo de fibra	Caso ideal [Máx. según TIA 568]		Caso ideal [Máx. según TIA 568]	
	Multimodo		Monomodo	
Longitud de onda (nm)	850	1310	1310	1550
Pérdida total de fibra (dB)	6.0 [7.0]	2.0 [3.0]	0.8 [2/1]	0.6 [2/1]
Pérdida total por conexión (dB)	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]	1.5 [3.75]
Pérdida total de empalmes (dB)	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]	0.3 [0.3]
Otras (dB)	0	0	0	0
Pérdida total de enlace (dB)	7.8 [11.05]	3.8 [7.05]	2.6 [6.05/5.05]	2.4 [6.05/5.05]

Fuente: Autor

Los valores de pérdida obtenidos serán los utilizados como base de las pruebas en la red construida. Es recomendable dejar un margen de 0,2 a 0,5 dB por la incertidumbre que presenta una medición. Esta condición de cálculo permitirá que se tenga un valor para aprobación de la red.

2.4.6.2.- Cálculo de pérdida óptica estimada de enlace en los equipos

Se conoce como rango dinámico a la diferencia entre la sensibilidad del receptor y la potencia de salida de la fuente a la fibra. El cálculo de pérdida estimada del enlace debe considerar el rango dinámico.

Es necesario establecer un margen por a la degradación del sistema en el tiempo transcurrido o por causas naturales o ambientales. Por tal razón, se resta este margen (aproximadamente 3 dB) para llegar a tener la pérdida óptica aproximada del enlace.

- **Paso 5.** Datos de las especificaciones del fabricante sobre los componentes activos. Como ejemplo se muestra un enlace digital monomodo de 100 Mb/s con una fuente LED de 1310nm. La tabla 2.11 muestra los valores de estos cálculos

Tabla 2.11 Cálculo de pérdida estimada del enlace en los equipos.

Longitud de onda de trabajo (nm)	1310
Tipo de fibra	Monomodo
Sensibilidad del receptor (dBm para el BER requerido) (A)	-31
Salida promedio del transmisor (dBm) (B)	-16
Rango dinámico (dB) (A) - (B)	15
Margen de exceso recomendado (dB)	3

Fuente: Autor

Con el transcurso del tiempo, la fuente de LED del transmisor puede verse afectada por el desgaste o por la pérdida de potencia; durante un mantenimiento se pueden deteriorar los conectores o quedar semiabiertos; los cables pueden cortarse y tendrán que ser empalmados por fusión o mecánicamente, es entonces que el margen de exceso permitirá que la red continúe en operación sin afectar la comunicación requerida.

- **Paso 6.** Cálculo del margen total de pérdida. La tabla 2.12 muestra los valores de estos cálculos

Tabla 2.12 Cálculo del margen total de pérdida del enlace.

Rango dinámico (dB)	15	15
Pérdida de enlaces en la red de cables (dB en 1310 nm)	2.6 (típica)	6.05 (TIA)
Margen de pérdida de enlaces (dB)	11.2	7.95

Fuente: Autor

2.4.7.- Documentación del proyecto

En el transcurso del diseño y posteriormente en el proceso de implementación de una red de fibra óptica es obligatorio llevar la documentación paso a paso.

La documentación y su proceso empieza desde la concepción del sistema y concluye con la entrega de la implementación del mismo. Debe incluir la identificación de elementos, recorrido de la red de cables, ubicación de uniones fusionadas y conectores, ubicación y detalles de los equipos activos instalados, tal que permita ubicar y conocer cada uno de los elementos sea durante la fase de instalación o a futuro en la reparación de fallas. Al terminar la instalación del sistema se debe

completar la documentación con los valores de pérdidas obtenidos en las pruebas tal que se confirme que la red es la requerida por el usuario final.

Toda la documentación debe estar impresa y tendrá un respaldo en archivos digitales realizados en software comercial. Se realizará un archivo en el que se almacenen los datos iniciales de funcionamiento del sistema. Al realizar las pruebas con OTDR, los valores serán almacenados de forma impresa y si el equipo tiene capacidad se archivarán en un disco de computadora.

Tanto la documentación impresa como la que se mantenga en archivos digitales tendrán índices y listados de archivos, tal que a futuro sea posible encontrarlos con facilidad. Toda esta información será útil siempre y cuando se mantenga actualizada, por tanto, es necesario que se mantenga a una persona encargada de realizar este trabajo de forma constante.

3.- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.- Introducción

Durante el diseño del Backbone de fibra óptica del Edificio Matriz de la Universidad ISRAEL, se revisó muy detenidamente el trabajo de Titulación *“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON (RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT) PARA EL EDIFICIO MATRIZ DE LA "UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL" IMPLEMENTACIÓN EN UNA MAQUETA TÉCNICA DE MEDICIÓN Y PRUEBAS*, Guanotasig Molina, Bayardo Alejandro, noviembre 2014, del que se tomaron datos para determinar las condiciones necesarias para el desarrollo del presente proyecto.

El presente proyecto no considera la utilización del Estándar y la tecnología GPON, debido a las características técnicas y el presupuesto económico necesario para la implementación del sistema.

El presente proyecto considera la utilización de una red FTT(x) con topología física en estrella, y mantiene la ubicación del cuarto de comunicaciones en el tercer piso.

A continuación se detallan los pasos seguidos para realizar el diseño de la Red y Backbone de fibra óptica.

- Requisitos del cliente para su sistema de comunicaciones.
- Inspección de lugar en que se implementará el sistema de comunicación.
- Requisitos especiales encontrados en la inspección del lugar.
- Especificación de las características del equipo de comunicaciones
- Especificaciones de las características de los componentes activos
- Especificación de las características de los componentes del cableado de fibra
- Detalle de la Coordinación con el personal de las instalaciones, electricidad y otros
- Trazado de planos del sistema diseñado.
- Detalle de las especificaciones técnicas para implementación de la red.
- Listado de equipos y materiales para la implementación de la red.
- Cronograma para la implementación de la red.
- Detalle del plan de pruebas y certificaciones de la red construida.

3.2.- Análisis de las ventajas de la implementación de la Red en fibra óptica.

Al revisar el estudio de la necesidad de implementar una red de fibra óptica, para el Edificio Matriz de la Universidad Israel, realizado en Noviembre del 2014 por el Sr. Bayardo Guanotasig en su proyecto de titulación; confirmar de forma física que no existe alguna implementación sobre este tema, y que no se tiene pensado algún cambio en un futuro cercano, se concluye que la necesidad presentada sigue en vigencia.

La tabla 3.1 presenta el resultado obtenido por el Sr, Guanotasig y se toma como apoyo para el presente estudio.

Tabla 3.1 Cable de cobre vs Fibra óptica

Características	Cobre	Fibra Óptica
Inmunidad al Ruido	Se ven realmente afectados y vulnerables a problemas de interferencia y ruido	Gran inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, diafonía y atenuación
Ancho de Banda	Limitado por el tipo de cable de cobre que se utilice.	Desde 1Gb hasta 2.5 Gb según la tecnología que se utilice y el tipo de fibra óptica empleado
Distancia	100 metros	2 km a 40 km
Velocidad	100 Mbps	1.000 Mbps
Conexión	Una incidencia en su equipo telefónico, hará que su calidad de navegación descienda ya que utilizan el mismo medio	La conexión y disponibilidad de su navegación jamás se verá afectada por un fallo telefónico
Tamaño	Vienen en diferentes grosores y ocupan un tamaño superior a los cables de fibra óptica	Ocupa poco espacio gracias a su pequeño tamaño
Pérdidas	La atenuación en los cables de cobre depende de la frecuencia a la que es transmitida la señal. Y son mucho mayores que en los equivalentes en fibra óptica.	Las fibra ópticas monomodo tienen pérdidas localizadas en el rango de 0.2 a 0.5 dB por Km. La atenuación de las fibras multimodo varía entre 2 y 3.5 dB por Km.

Fuente: (GUANOTASIG, Agosto 2014)

3.3.- Diseño de la Red y Backbone de fibra óptica

El diseño de la Red y el Backbone, empezó con la premisa de que este sistema servirá de base para el desarrollo de nuevos proyectos de titulación, completamente independiente de la red existente, pero que en cualquier momento se pueda interconectar con ella y permitir utilizar los servicios que una red de fibra puede aportar.

3.3.1.- Requisitos Técnicos del cliente para su sistema de comunicaciones.

A la fecha de realización de este proyecto, no existen incrementos en la demanda de servicios y puestos de trabajos de implementación inmediata, de tal forma que el análisis de demanda realizado en el proyecto de titulación "ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON (RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT) PARA EL EDIFICIO MATRIZ DE LA "UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL" IMPLEMENTACIÓN EN UNA MAQUETA TÉCNICA DE MEDICIÓN Y PRUEBAS, Guanotasig Molina, Bayardo Alejandro, noviembre 2014, continúa vigente.

En el presente proyecto se plantea que la red pueda servir a todos los usuarios que se encuentren al interior de la Universidad o en sus alrededores, siempre que tengan los permisos necesarios, sea mediante fibra o por conexión inalámbrica.

Con el análisis del proyecto antes mencionado y las condiciones planteadas para su ejecución; se propone una demanda estimada, que sirve solo de base en el desarrollo futuro de la red.

La tabla 3.2 a continuación es solo una de tantas estimaciones de la cantidad de puestos de trabajo para técnicos, administradores y estudiantes, que se puede realizar, ésta simula la demanda de la red durante un periodo de tiempo, totalmente administrable desde el cuarto de comunicaciones.

Tabla 3.2 Demanda estima de usuarios.

Piso	Una salida de F.O. por cada Aula, Laboratorios, Talleres, Auditorio, Cine, S. de Reuniones, Aulas Virtuales		Mínimo un Switch o Access Point en cada salida de F.O. en uso	Puestos de Trabajo posibles en la red.
Subsuelo 2	9 salidas	5 Aulas 1 Sala de docentes 1 Secretaria Académica 1 Cine foro / Auditorio	1 (24puertos) 1 (24 puertos) 1 (12 puertos) 1 (12 puertos)	120 24 12 12
Subsuelo 1	3 salidas	1 Dpto. de Idiomas 1 Dpto. Médico 1 Cafetería	1 (12 puertos) 1 (6 puertos) 1 (48 puertos)	12 6 48
Planta Baja	9 salidas	1 Oficina de tesorería 1 Oficina de Admisiones 1 Dpto. Financiero 1 Dpto. Personal 1 Sala de reuniones 1 Sala de Profesores 2 Oficinas 2 Aulas Virtuales 1 Biblioteca	1 (6 puertos) 1 (24 puertos) 1 (6 puertos) 1 (24 puertos) 1 (24 puertos)	6 6 6 6 6 24 12 48 24
Primer Piso	11 Salidas	1 Oficina de Decanato 10 Aulas	1 (4 puertos) 1 (24 puertos)	4 240
Segundo Piso	11 Salidas	1 Oficina de Decanato 10 Aulas	1 (4 puertos) 1 (24 puertos)	4 240
Tercer Piso	11 Salidas	1 Oficina de Recursos Informáticos (Cuarto de comunicaciones) 1 Oficina de Decanato 5 Laboratorios 4 Aulas	1 (12 puertos) 1 (4 puertos) 1 (24 puertos) 1 (24 puertos)	12 4 120 96
Cuarto Piso	11 Salidas	1 Oficina de Decanato 4 Laboratorios 6 Aulas	1 (4 puertos) 1 (24 puertos) 1 (24 puertos)	4 240 144
Quinto Piso	4 Salidas	1 Salón de uso múltiple 1 Sala de reuniones 1 Oficina Rectorado 1 Oficina Cancillería	1 (48puertos) 1 (6 puertos)	48 6 1 1
Total de usuarios propuestos				1536

Fuente: Autor

3.3.2.- Levantamiento arquitectónico del edificio.

Con el objetivo de establecer la configuración física de la red a diseñar, fue necesario realizar un levantamiento arquitectónico del edificio. Con este levantamiento se pudo establecer las dimensiones físicas del proyecto, el recorrido de las fibras del

Backbone y de la red horizontal. Igualmente se pudo determinar la necesidad de realizar algunos trabajos de obra civil para optimizar el proyecto, tal como la perforación de las losas.

Una vez tomados los datos arquitectónicos de forma manual, se digitalizaron mediante el empleo del software AUTOCAD V14, y de esta forma se obtuvieron los planos arquitectónicos necesarios para el trazado de cables requerido.

3.3.3.- Determinación del tipo de fibra y elementos activos, pasivos a utilizar

Para determinar las fibras a utilizar, se consideró las ventajas que los diferentes tipos de fibra ofrecen y la disponibilidad de estas en el mercado nacional. Debido a que la fibra Monomodo presenta menores valores de pérdidas de la señal, es de bajo costo y se encuentra con facilidad en el mercado nacional, se confirmó su empleo.

Al diseñar este proyecto como una semilla en el desarrollo de otros proyectos de titulación, se tomó en cuenta el monto del presupuesto inicial y se determinó que una fibra Monomodo con dos hilos, deja una amplia posibilidad para los futuros proyectos.

Revisada la normativa EIA/TIA 568 se estableció que el Backbone debe llevar fibras de respaldo o "Backup" con las mismas características para trabajar de la misma forma que las principales o si se presenta el caso servir como enlace principal de algún otro servicio de comunicación.

Los equipos activos a emplear se determinaron con la premisa de diseño y se decidió instalar un Switch con varios puertos de fibra óptica, tal que sirva para la interconexión de las fibras inicialmente instaladas y que además queden espacios para fibras futuras. Además, se pensó que este equipo tenga un costo moderado, tal que el presupuesto de instalación no sea elevado.

Una vez definido el Backbone a implementar, se determinó que el Switch a implementar sería de 24 puertos de fibra óptica.

Después de determinar las fibras y el equipo a instalar se estableció que para reducir las pérdidas en los conectores se utilizará conectores LC en el Switch y conectores SC en el resto de elementos, como son fibras y ODF.

Se estableció que este proyecto debe quedar en funcionamiento y prestar un servicio, por lo tanto se propuso dejar convertidores de medio en algunas salidas de

fibra, con los que se pueda enlazar la nueva red a la red existente y con ello realizar pruebas de funcionamiento.

3.3.4.- Determinación del tipo de topología a utilizar.

Debido a que se implementará una tecnología óptica de alto rendimiento, se utilizará la arquitectura FTTH (Fiber To The Home) y en conformidad a la recomendación de la EIA 568, la topología física adoptada para el Backbone y la red es la topología en estrella.

De igual forma, la topología lógica se realizó en estrella, con la finalidad de que al llegar con fibra óptica hasta el equipo final del usuario de los laboratorios y oficinas, se pueda brindar alta capacidad de ancho de banda a cada usuario.

3.3.5.- Cálculo de la pérdida óptica estimada.

En este punto la atenuación y el ancho de banda fueron los parámetros clave para el análisis de la pérdida óptica estimada. Además se observó detenidamente la electrónica, la ruta de los cables, la longitud de onda a emplear, la longitud del circuito y el tipo de fibra.

Los pasos a continuación son los que determinaron la pérdida óptica calculada.

3.3.5.1.- Cálculo de la pérdida por elementos pasivos.

Para calcular las pérdidas en elementos pasivos se utilizó la siguiente fórmula:

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c + a_r L \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

L = longitud del cable en Km .

a_L = coeficiente de atenuación en dB/Km

n_e = número de empalmes

a_e = atenuación por empalme

n_c = número de conectores

a_c = atenuación por conector

a_r = reserva de atenuación en dB/Km

En los cálculos realizados se utilizó los valores característicos recomendados por ITU-T G.657 (Octubre/2012) La tablas 3.2 muestra las características geométricas de la fibra monomodo.

Tabla 3.2.- Características geométricas y mecánicas generales de las fibras Monomodo.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS	VALOR	
	G.657.A	G.657.B
Diámetro del revestimiento	125 ± 0.7 μm	
Error concentricidad núcleo / revestimiento	≤ 0.5 μm	
No circularidad del revestimiento	≤ 0.7 μm	
Diámetro del recubrimiento primario	242 ± 0.7 μm	
Concentricidad del recubrimiento primario / revestimiento	≤ 12 μm	≤ 10 μm
No circularidad recubrimiento primario	≤ 5%	
Proof. Test	≥ 0.7GPa (100Kpsi); equivalente 1%	

Fuente: Autor

La tablas 3.3 y 3.4 muestra las características generales de las fibra monomodo y multimodo respectivamente.

Tabla 3.3.- Características ópticas generales de las fibras Monomodo.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	G.652.B	G.652.D
Diámetro Revestimiento	125 ± 1.0 μm	125 ± 0.7 μm
Concentricidad Núcleo /Revestimiento	≤ 0.5 μm	≤ 0.5 μm
No Circularidad Revestimiento	≤ 1.0 %	≤ 0.7 %
Diámetro Recubrimiento Primario	242 ± 7 μm	
No Circularidad Recubrimiento Primario	≤ 5 %	
Concentricidad Recubrimiento Primario / Revestimiento	≤ 12 μm	
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi	

PROPIEDADES ÓPTICAS	G.652.B	G.652.D
Diámetro Campo Modal (μm)	1310 nm	9.0 ± 0.4
	1550 nm	10.1 ± 0.5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	≤ 0.35
	1383 nm	≤ 1.0
	1460 nm	---
	1550 nm	≤ 0.23
	1625 nm	< 0.24
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1285 – 1330 nm	≤ β
	1550 nm	≤ 18
	1625 nm	≤ 22
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)	1300 - 1322	1300 - 1322
Pendiente Dispersión Cero (ps / nm ² Km)	≤ 0.092	≤ 0.090
Índice Refracción	1310 nm	1.467
	1550 nm	1.468
Longitud Onda Corte Cable (nm)	Cableado	≤ 1260
PMD (ps / (ps ² /km)	1550 nm	< 0.2

Fuente: (www.com-opticas.blogspot.com, 2017)

Tabla 3.4.- Características ópticas generales de las fibras ópticas multimodo.

FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 50/125



Fibras ópticas multimodo de 50/125 micras de índice gradual. Estas fibras están diseñadas para ser utilizadas en 850 y 1300 nm. Adecuadas para su uso en aplicaciones de cableado como las Redes de Área Local (LAN) con video, datos y voz, utilizando LED, VCSEL o Laser Fabry Perot.

Estas fibras cumplen o exceden los estándares IEC 60793-2-10 A1a.1, A1a.2 y A1a.3, TIA/EIA-492AAAB, TIA/EIA-492AAAC-A, TIA/EIA-492AAAD, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE, TIA/EIA 568C.

PROPIEDADES ÓPTICAS		OM1	OM2	OM2 XL	OM3 SL	OM3	OM4	Giga
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	850 nm	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5
	1300 nm	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7
Ancho de Banda (MHz x Km)	850 nm	≥ 200	≥ 500	≥ 600	≥ 700	≥ 1500	≥ 3500	≥ 600
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 1200	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 1200
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	275	550	550	800	900	1100	750
	1000Base-LX	550	550	550	550	550	550	2000
	10GBASE-SX	33	82	82	150	300	550	110
Apertura Numérica		0.200 ± 0.015						
Índice de Refracción	850 nm	1.482						
	1300 nm	1.477						

Fuente: (www.fibraoptica.blog.tartanga.net, 2013)

- **Paso 1.-** El valor de la atenuación en cada fibra se obtuvo al multiplicar la longitud del cable por la atenuación característica. El resultado se muestra en la tabla 3.5:

Tabla 3.5.- Cálculo de la pérdida en la fibra.

PLANTA	DISTANCIA (Km)	ATENUACION EN LA FIBRA (dB/Km)	ATENUACION (dB)
	A	B	AxB
5to. Piso	0.053	0.7	0.0371
4to. Piso	0.009	0.7	0.0063
3er. Piso	-	-	-
2do. Piso	0.009	0.7	0.0063
1er. Piso	0.012	0.7	0.0084
Planta Baja	0.015	0.7	0.0105
Subsuelo 1	0.018	0.7	0.0126
Subsuelo 2	0.021	0.7	0.0147

Fuente: Autor

- **Paso 2.-** El valor de la atenuación en los conectores se obtuvo al multiplicar la atenuación de cada conector dentro del enlace (por cada hilo). Se tuvo en cuenta que un par de conectores corresponde a un Acoplador. Un acoplador

tiene un valor de pérdida de 0.5dB. Los valores de estos cálculos se presentan en la tabla 3.6.

Tabla 3.6.- Cálculo de la pérdida en los conectores.

Piso	Conector SC por cada hilo	Atenuación por conector (dB)	Atenuación por conectores en cada piso (dB)
	A	B	AxB
5to. Piso	2	0.3	0.6
4to. Piso	2	0.3	0.6
3er. Piso	-	-	-
2do. Piso	2	0.3	0.6
1er. Piso	2	0.3	0.6
Planta Baja	2	0.3	0.6
Subsuelo 1	2	0.3	0.6
Subsuelo 2	2	0.3	0.6

Fuente: Autor

- **Paso 3.-** El valor de pérdida en los empalmes se debe obtener con la sumatoria de todos los empalmes mecánicos y de fusión multiplicados por el valor característico de cada uno. En este caso se consideró que todas las fibras serán de la longitud adecuada a la planta en la que se encuentran y vendrán conectorizados de fábrica. La atenuación en este paso es de 0dB.
- **Paso 4.-** Como margen para alguna reparación que exista a futuro, se agregó un valor de 0.3 dB, tal que el funcionamiento de la red no sea afectado. Los valores de estos cálculos se presentan en la tabla 3.7.

Tabla 3.7.- Cálculo de la pérdida para el margen de reparación.

Piso	Longitud (Km)	Atenuación de margen (dB/Km)	ATENUACION (dB)
	A	B	AxB
5to. Piso	0.053	0.3	0.0159
4to. Piso	0.009	0.3	0.0027
3er. Piso	-	-	-
2do. Piso	0.009	0.3	0.0027
1er. Piso	0.012	0.3	0.0036
Planta Baja	0.015	0.3	0.0045
Subsuelo 1	0.018	0.3	0.0054
Subsuelo 2	0.021	0.3	0.0063

Fuente: Autor

- **Paso 5.-** El valor de la atenuación total del enlace por pérdida en la red pasiva se obtuvo con la sumatoria de todos de los pasos anteriores. Se obtuvo la tabla 3.8 mostrada a continuación:

Tabla 3.8.- Cálculo de la pérdida total en el cableado.

PLANTA	Atenuación por la longitud (dB)	Atenuación en los conectores y empalmes (dB)	Atenuación por margen de deterioro (dB)	ATENUACION TOTAL (dB)
	A	B	C	A+B+C
5to. Piso	0.0371	0.6	0.0159	0.65
4to. Piso	0.0063	0.6	0.0027	0.61
3er. Piso	-	-	-	-
2do. Piso	0.0063	0.6	0.0027	0.61
1er. Piso	0.0084	0.6	0.0036	0.61
Planta Baja	0.0105	0.6	0.0045	0.62
Subsuelo 1	0.0126	0.6	0.0054	0.62
Subsuelo 2	0.0147	0.6	0.0063	0.62

Fuente: Autor

3.3.5.2.- Cálculo de la pérdida óptica estimada por el hardware.

El valor de la pérdida óptica estimada debido al hardware instalado en la red, se determinó con el incremento de un margen para el deterioro del sistema en el rango dinámico. Este incremento se lo realiza en consideración al paso del tiempo o por causa de condiciones ambientales extremas. En tal razón se restó el valor del margen por deterioro del valor del rango dinámico y se obtuvo el valor de la pérdida. Estos valores se presentan en la tabla 3.9.

Tabla 3.9.- Cálculo del rango dinámico.

Longitud de onda de trabajo (nm)	1310
Tipo de fibra	Monomodo
Sensibilidad del receptor (dBm para el BER requerido)	-20
Salida promedio del transmisor (dBm)	-9
Margen de deterioro recomendado (dB)	1
Rango dinámico (dB)	10

Fuente: Autor

Paso 6.- Cálculo del margen total de pérdida. Estos valores se presentan en la tabla 3.10.

Tabla 3.10.- Cálculo del margen de pérdida del enlace.

Piso	Atenuación total de los elementos pasivos(dB)	Rango dinámico (dB)	Margen total de la pérdida en el enlace (dB)
5to. Piso	0.65	10	10.65
4to. Piso	0.61	10	10.61
3er. Piso	-	-	-
2do. Piso	0.61	10	10.61
1er. Piso	0.61	10	10.61
Planta Baja	0.62	10	10.62
Subsuelo 1	0.62	10	10.62
Subsuelo 2	0.62	10	10.62

Fuente: Autor

3.3.5.3.- Cálculo de la dispersión de la fibra monomodo.

Debido a la forma de construcción de la fibra monomodo, el ancho de banda de estas fibras está en el rango de los GHz. Por esta razón no se realizó el cálculo de ancho de banda pero se determinó el valor de la dispersión en la fibra.

La dispersión en la fibra se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta T = M(\lambda) \cdot \Delta\lambda \cdot L \quad \text{Ec. 3.2}$$

Donde:

ΔT = ensanchamiento del pulso en ps

$M(\lambda)$ = dispersión cromática en ps/nm*Km

$\Delta\lambda$ = ancho espectral medio del emisor en nm

L = longitud de la fibra en Km

Para los cálculos se utilizó los valores característicos descritos por ANSI/ITU/TIA.:

$$\lambda = 1310 \text{ nm}$$

$$\Delta\lambda = 5 \text{ nm}$$

$$M(\lambda) = 3 \text{ ps/nm*Km.}$$

La tabla 3.11 muestra los valores de estos cálculos.

Tabla 3.11.- Cálculo de la dispersión en la fibra.

Piso	Distancia (L) (Km)	M(λ) (ps/nm*Km)	$\Delta\lambda$ (nm)	ΔT (ps)	AB = 0.441/ ΔT (GHz)
	A	B	C	D = AxBxC	E = 0.441/D
5to. Piso	0.053	3	5	0.795	0.5547
4to. Piso	0.009	3	5	0.135	3.2667
3er. Piso	-	-	-	-	-
2do. Piso	0.009	3	5	0.135	3.2667
1er. Piso	0.012	3	5	0.18	2.45
Planta Baja	0.015	3	5	0.225	1.96
Subsuelo 1	0.018	3	5	0.27	1.6333
Subsuelo 2	0.021	3	5	0.315	1.40

Fuente: Autor

3.4.- Trazado de planos

El trazado de planos se realizó en varias visitas al Edificio y se consiguió hacer el levantamiento arquitectónico luego de algunos contratiempos administrativos. En el levantamiento se determinó el recorrido o ruta de las tuberías y cables a implementar, así como la ubicación de los equipos en cada ambiente. Para el trazado o dibujo de planos se utilizó el software AUTOCAD V14.

3.4.1.- Visitas de inspección.

Se realizaron varias visitas durante los fines de semana en las que se ubicaron exactamente las vigas y columnas del edificio. Se obtuvieron las dimensiones principales entre vigas, paredes, columnas. Al terminar el levantamiento de forma manual, se recibió de la Administración de la Universidad un juego de planos impresos con la instrucción de no sacarlos del Edificio. De estos planos se obtuvieron los niveles correspondientes a cada piso.

Durante las visitas se identificó la falta de un ducto de instalaciones tal que permita la implementación vertical del Backbone y se propuso la creación de orificios en cada losa conectados verticalmente mediante una canaleta metálica.

Se estableció como Cuarto de control el área en la que se encuentra, a esta fecha, el Rack de distribución de toda la red de cobre del edificio. Verticalmente se utilizará el aérea entre la pared de los Decanatos y la columna más cercana para la instalación de la canaleta del Backbone. .

Se identificó las vigas que soportan las losas en cada piso y la ubicación aproximada en ellas que permita realizar las perforaciones que serán utilizadas por las tuberías metálicas con las fibras ópticas.

3.4.2.- Dibujo de planos.

Después de conseguir las dimensiones e identificar los ambientes de cada planta, se dibujó el plano arquitectónico de cada nivel. En el plano de cada nivel se establecieron ejes horizontales y verticales en los que se ubicaron las vigas y columnas. Se trazaron los ambientes de cada piso con su correspondiente identificación.

En los planos arquitectónicos se dibujó el trazado de la red de tuberías y se identificó en cada una de ellas la cantidad de fibras a conducir. Según la cantidad de fibras en la tuberías se determinó el diámetro necesario que permite su paso holgado.

Se dibujó el recorrido de la canaleta metálica para el Backbone y se realizó un detalle o corte vertical que muestra las tuberías y cajas conectadas a ella.

La identificación de las salidas de fibra óptica se dibujó en un diagrama vertical que muestra cómo se conectarán y la designación que llevarán.

Los planos fueron dibujados en el software AUTOCAD V14 y grabados en versión 2010 para que puedan ser editados con versiones anteriores del programa.

Estos planos servirán de base de los nuevos proyectos a realizar en la Universidad Tecnológica "ISRAEL".

Los planos a continuación se realizaron como parte del diseño del red de fibra óptica.



Figura 3.1 – Plano del tercer piso con la red de cableado horizontal.

Fuente: Autor

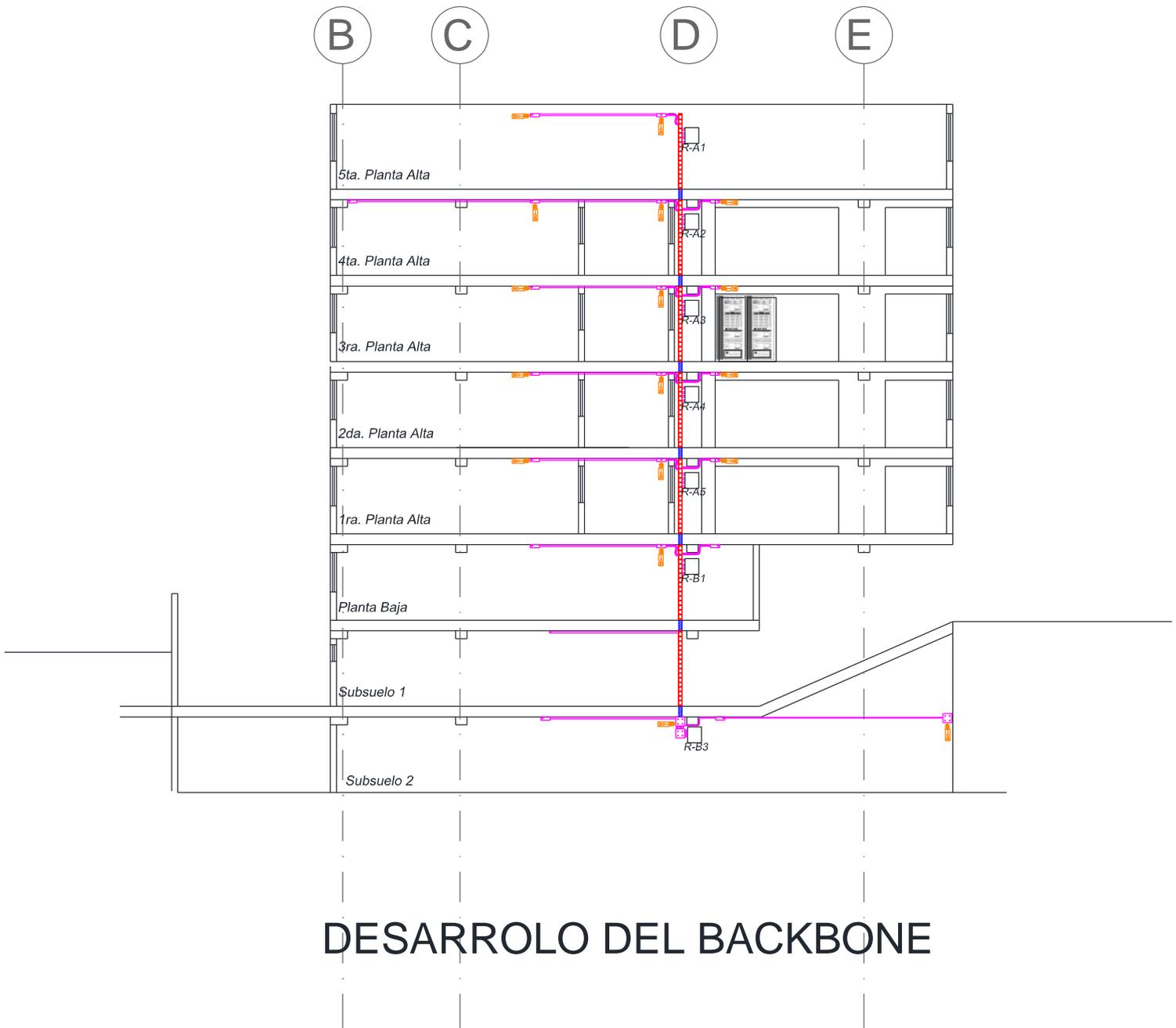


Figura 3.2 – Plano del desarrollo vertical - Backbone.

Fuente: Autor

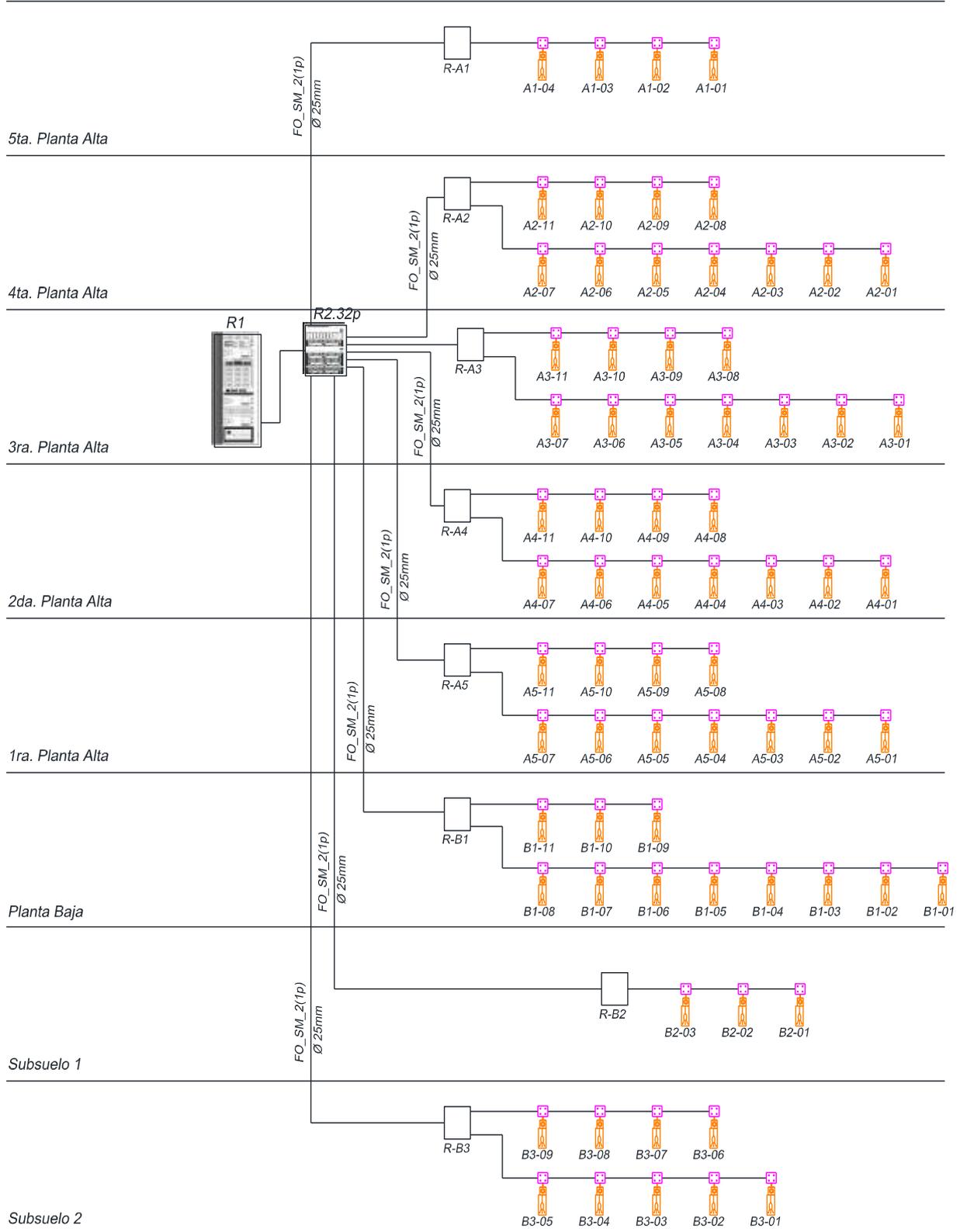


Figura 3.3 – Diagrama vertical – Distribución de pares.(FUTURO)

Fuente: Autor

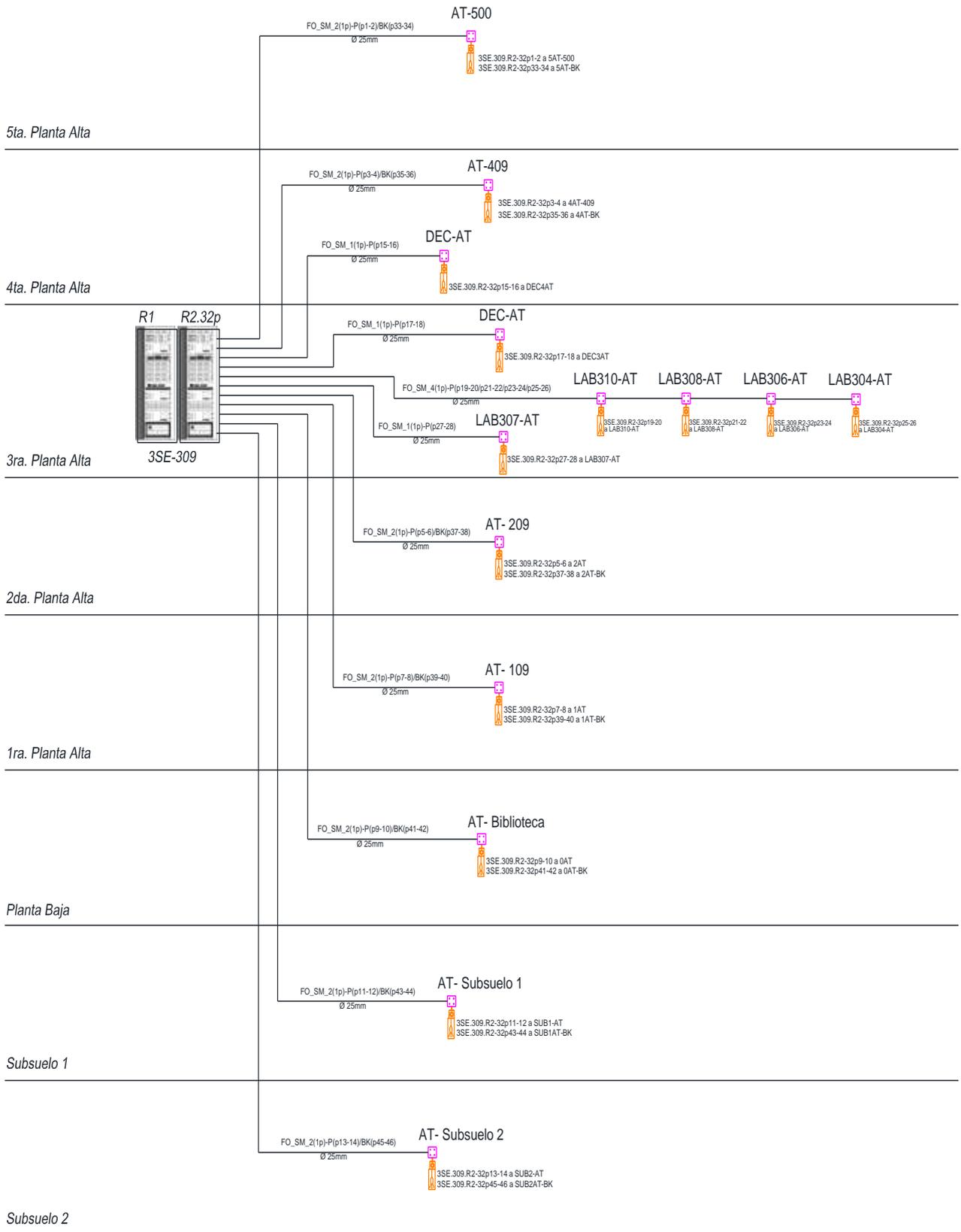


Figura 3.4 – Diagrama vertical – Distribución de pares.(SEPTIEMBRE 2016)

Fuente: Autor

3.4.3.- Análisis del costo del Proyecto

Una de las premisas para la realización de este proyecto, es el que sirva de semillero para futuros proyectos de titulación de los estudiantes, quienes serán los encargados de determinar el alcance que tendrá a futuro. Por tanto este proyecto puede ser construido como fue concebido o de alguna otra manera que no es posible establecer en este documento.

A continuación se presenta un presupuesto referencial, realizado para la implementación del proyecto como fue diseñado.

Los costos de material presentados son referenciales a Diciembre del 2015, tiempo en el que se confirmó su presentación.

Los valores presentados para el presupuesto se determinaron posterior a realizar cotizaciones con algunas Empresa dedicadas a la venta de materiales para la construcción de redes de fibra óptica y cableado estructurado. Se escogieron los precios que se reconocieron como los más económicos, sin que esto perjudique la calidad del material y los equipos.

El presupuesto realizado considera los costos de materiales, mano de obra, transporte, alquiler de equipos para pruebas del sistema. También presenta el costo de realizar perforaciones en todas las losas del edificio para conformar un ducto de instalaciones, exclusivo para el paso de la fibra óptica.

En los anexos de este documento se presenta el desarrollo completo del presupuesto referencial.

La tabla 3.12 presenta el resumen del presupuesto referencial. Una de las columnas presenta el costo para la posible implementación de la red diseñada para todo el Edificio y otra columna muestra el costo para la implementación del Backbone del Edificio y la red de cableado horizontal del Tercer piso.

Tabla 3.12 Resumen del presupuesto referencial.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE: “INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES” TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.		
PRESUPUESTO REFERENCIAL - RESUMEN		
	RED COMPLETA DEL EDIFICO	RED VERTICAL Y HORIZONTAL DEL TERCER PISO
CANALIZACIÓN Y TUBERÍAS	7,690.10	1,000.00
FIBRA ÓPTICA Y ACCESORIOS	52,550.00	6,974.00
OBRA CIVIL	580.00	580.00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	185.00	80.00
VARIOS	3,050.00	395.00
MANO DE OBRA	22924.80	5680.80
TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPOS	3,500.00	800.00
COSTO TOTAL	90,479.90	15,509.80

Fuente: Autor

3.4.4.- Cronograma de ejecución.

La construcción del sistema de fibra óptica para todo el edificio será en varias etapas y dependerá de lo que a futuro los estudiantes presenten para sus proyectos de titulación. Por tanto no se presenta un cronograma de la red total planteada en este documento. A continuación se presenta el cronograma para la implementación del Backbone del Edificio y la red de cableado horizontal del Tercer Piso.

Para realizar el cronograma se considera que será construido por una cuadrilla de seis personas, bajo la supervisión de un Ingeniero en Telecomunicaciones, equipados con todas las herramientas necesarias y los equipos de seguridad correspondientes.

Las actividades a realizar se proponen con la perspectiva de realizar una ejecución organizada, con respeto al proceso físico que debe seguir la instalación. De igual forma se considera seguir una ruta crítica, es decir, no se podrán realizar ciertas actividades mientras no se concluyan otras, tal es el caso del tendido de fibras ópticas que deben esperar que se concluya completamente la instalación de canaletas y tuberías.

La tabla 3.12 presenta el cronograma con las actividades propuesta para la construcción del Backbone y la red de cableado horizontal en el tercer piso.

Tabla 3.13 Cronograma de ejecución del Backbone y cableado horizontal del Tercer piso.

Actividad	Tiempo estimado de trabajo en semanas.					
	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta
Diseño proyecto	■					
Fiscalización diseño proyecto		■				
Construcción de ducto (perforaciones)			■			
Instalación de cajas de conexión			■	■		
Tendido de canaleta Backbone				■		
Tendido tubería horizontal				■	■	■
Cableado red vertical				■	■	■
Cableado red horizontal					■	■
Armado de FDB (Rack)					■	■
Rotulado y señalización de cajetines						■
Pruebas						■
Fiscalización Ejecución de actas						■
Otros						■

Fuente: Autor

3.4.5.- Documentación para implementación y pruebas.

3.4.3.1.- Documentación para implementación.

En el ANEXO PLANOS, adjunto a este documento se encuentran los planos correspondientes, en los que se detalla la ubicación y recorrido de la red.

Igualmente en el ANEXO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS se encuentran detalladas las especificaciones de los equipos y materiales a utilizar en la red de fibra óptica.

En el ANEXO PRESUPUESTO, se adjunta un presupuesto referencial del costo de la implementación de la red completa y el presupuesto de la implementación de una parte de la red.

En el ANEXO CRONOGRAMA, se adjunta un cronograma referencial con los tiempos para la implementación del Backbone y el presupuesto correspondiente.

Para cada elemento propuesto en la red de fibra, se adjuntan los respectivos catálogos, como referentes de la calidad del material que se plantea.

3.4.3.2.- Documentación para pruebas.

Una vez instalada la red de Fibra óptica se realizarán pruebas que garanticen que no existen fallas y que la atenuación sea igual o menor a la propuesta en el diseño.

3.4.3.2.1.- Inspecciones visuales

Se realizará una prueba de continuidad de cada fibra instalada con el empleo de un trazador emisor de luz. Se ubicará este equipo en uno de los extremos de la fibra y se verificará que la luz llegue al otro extremo. Esta prueba se realizará en varios momentos de la implementación. El primero será antes de abrir los rollos de fibra, el siguiente será después del tendido en las diferentes canalizaciones y el último se realizará antes de conectar a los equipos. Este procedimiento confirmará la ausencia de defectos físicos de fábrica y de instalación.

Con un trazador de mayor potencia lumínica se realizará una prueba para detectar imperfecciones en todo el trayecto de la fibra, así como roturas o lugares con pérdidas elevadas.

3.4.3.2.2.- Mediciones de potencia.

Con un medidor de potencia óptica se revisará que el nivel de ruido sea suficientemente bajo comparado con la potencia de la señal transmitida, sin que esta última llegue a saturar el receptor.

3.4.3.2.3.- Mediciones de pérdida de potencia.

Esta medición se realizará con la aplicación del estándar TIA/EIA 526-7. En esta prueba se medirá las pérdidas generadas en cables, conectores y empalmes. Para realizar esta prueba se empleará una fuente emisora de Led o láser, según la longitud de onda, y también varios tramos de fibra como referencia de medida.

Se puede realizar de dos formas. El primer método utiliza la fibra de referencia entre la fuente y la fibra a medir. En el otro extremo de la fibra se instalará el medidor de potencia. Con esto se logra medir las pérdidas por el conector. El segundo método se realiza mediante la conexión de la fibra a los dos equipos con una fibra de referencia. Se utilizará dos conectores, mismos que sumarán sus pérdidas a la medición realizada. La figura 3.5 muestra la forma de conexión de los equipos para realizar las pruebas.

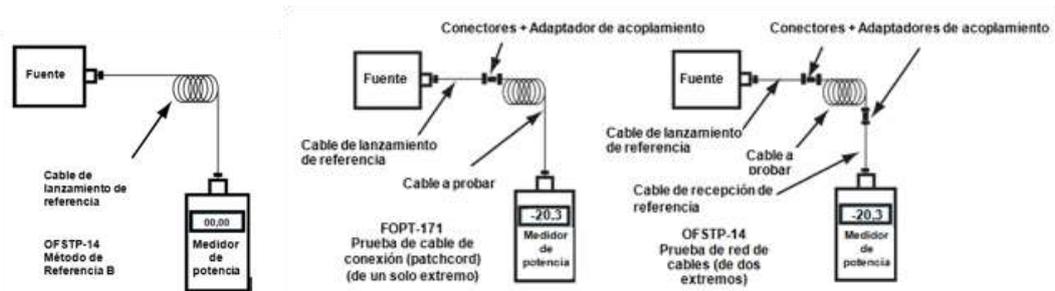


Figura 3.5 – Métodos para prueba de pérdida de potencia en la fibra óptica.

Fuente: (The Fiber Optic Association, Inc. [FOA], 2014)

3.4.3.2.3.- Pruebas con un equipo de Reflectometría óptica en el dominio del tiempo (OTDR)

El OTDR es un equipo que emplea tecnología utilizada en un radar y genera un dibujo en su pantalla. En ella se pueden observar las condiciones de la fibra instalada en una red. El dibujo en la pantalla muestra la longitud, las pérdidas en cada segmento, las pérdidas en los conectores, las pérdidas en los empalmes y las pérdidas por demasiada tensión durante la instalación.

Al utilizar un OTDR para realizar las mediciones en longitudes cortas de fibra, se tendrá precaución de observar detenidamente los valores mostrados, Esta medición puede contener datos no exactos mismos que son descartados o interpretados por el técnico.

El OTDR debe ser utilizado con un cable inicial bastante largo, por lo menos dos veces la longitud del cable que está bajo estudio, tal que el OTDR se estabilice después de enviar el primer pulso, convirtiéndose en la referencia de prueba del primer conector.

En cada medición realizada con el OTDR se debe configurar el equipo, se realiza un nuevo trazado inicial y se cambia los parámetros según se necesite. No es recomendable utilizar la opción automática para comprobación ya que puede presentar resultados no deseados.

Conclusiones:

- El diseño propuesto para la red de fibra óptica al interior del Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica ISRAEL, establece la posibilidad de implementar una red punto a punto con el estándar PON, tal que el servicio actual y los servicios que a futuro se puedan prestar lleguen a todos los usuarios conectados.
- Los resultados obtenidos en el diseño confirman que con el uso de la fibra óptica mejora el rendimiento de la red, tal que el sistema puede llegar un ancho de banda a 25 GHz, convirtiéndose así en un sistema de primera clase, totalmente compatible con los antiguos sistemas de categoría 5e y 6 instalados actualmente.
- La topología física planteada fue FTTH, que permite una escalabilidad no predecible, ya que con el transcurso del tiempo los equipos podrán seguir implementándose en ella. Esto depende del planteamiento de nuevos proyectos realizados por los estudiantes y docentes.
- Con la topología propuesta, y el Backbone establecido, los estudiantes y docentes podrán plantear nuevos diseños para redes en cada piso del Edificio, con topologías físicas y lógicas, que pueden ser innovadoras.
- El diseño de la red horizontal para la red de fibra óptica permite que todo el cableado propuesto se conecte con la red de cobre existente mediante convertidores de medio y proporcionen un mejor rendimiento.

Recomendaciones:

- El cableado vertical se recomienda realizarlo a través de canalizaciones prediseñadas en la obra civil del edificio. Si esto no es posible, se procederá a habilitar nuevas canalizaciones en ductos eléctricos con nuevas canaletas metálicas, aberturas existentes.
- En la instalación del cable de fibra óptica se debe tener mucho cuidado de no realizar torsiones y doblajes, no dejar longitudes de fibra sin cubierta en los conectores y paneles, no tirar de la fibra con demasiada fuerza, y revisar que los amarres queden ajustados pero no muy apretados.
- El espacio donde se encuentran los racks de distribución de la red y los equipos de comunicación debe ser convertido en un Cuarto de comunicaciones o Cuarto de control. Debe contar con un buen sistema de ventilación o aire acondicionado debido al calor que dispositivos como Switches, Routers, Servidores, generan en su funcionamiento, y permita incrementar su vida útil.
- El alcance de los trabajos parciales propuestos para la implementación de la red de fibra óptica debe ser puestos a consideración de los estudiantes tal que ellos definan su alcance según sus recursos económicos.
- Tanto los planos como las especificaciones técnicas de la red, entregadas en este proyecto, deben ser proporcionadas a los estudiantes que deseen plantear un alcance, en el menor tiempo posible, sin que deban esperar meses para iniciar sus trabajos.

Bibliografía:

- ANDRANGO, D. (Mayo 2014). *Estudio, Diseño e Implementación de una red de fibra óptica para repotenciar el laboratorio de redes y comunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel*. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad Tecnológica Israel, Facultad de Electrónica y Telecomunicaciones, Quito - Ecuador.
- AÑAZCO, C. I. (Mayo 2013). *Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON*. Tesis de Magister en Telecomunicaciones no publicada, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Sistema de Postgrado - Maestría en Telecomunicaciones, Guayaquil - Ecuador.
- GUANOTASIG, B. (Agosto 2014). *Estudio y Diseño de una red con tecnología GPON (red óptica pasiva con capacidad de gigabit) para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel implementada en una maqueta de medición y pruebas*. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad Tecnológica Israel, Facultad de Electrónica y Telecomunicaciones, Quito - Ecuador.
- Leiva L., A., Olivares V., R., & Tarifeño G., M. (2007). Efectos de la dispersión por modo de polarización (pmd) en la propagación de pulsos a través de fibras ópticas. *Revista Chilena de Ingeniería*, 15(3), 336-343.
- Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon IS-1821-01 Rev. M. (21 de julio de 2015). <http://www.siemon.com>. Obtenido de http://www.siemon.com/ally/recertification/pdf/spanish/05-Backbone_Rev_M.pdf
- MARCHUKOV, Y. (2011). *Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH*. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Gandia , Gandia - España.
- OCAMPO, A. (Octubre 2014). *Simulación de un enlace de fibra óptica basado en WDM (Wavelength Division Multiplexing) utilizando POFS (Polymer Optical Fiber) en el espectro de luz visible*. Tesis de Ingeniería no publicada, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito-Ecuador.
- SALTOS, A. (Junio 2011). *Diseño de una red troncal de fibra óptica que enlace los poblados que se encuentran a lo largo de la carretera Ibarra - San Lorenzo, teniendo como nodo central la población de Lita, para brindar servicios IP y TV por suscripción*. Tesis de Ingeniería no publicada, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, Ecuador.
- The Fiber Optic Association, Inc. [FOA]. (20 de febrero de 2014). www.thefoa.org. Obtenido de <http://www.thefoa.org/>: http://www.thefoa.org/ESP/Fibra_optica.htm
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (Cuarta ed.). Phoenix, México: Pearson Educación.

VALLEJO, R. (Febrero 2013). *Diseño de una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito*. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad Internacional SEK, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, Quito - Ecuador.

www.51optic.com. (9 de Marzo de 2008). *www.51optic.com*. Obtenido de <http://www.51optic.com/English/EP1/image/FDDI.jpg>

www.actiweb2010.blogspot.com. (15 de Septiembre de 2016). http://actiweb2010.blogspot.com/2013_12_01_archive.html. Obtenido de <http://3.bp.blogspot.com/-uv0TfjnXkNw/Uq0ZInf9-EI/AAAAAAAAAwg/YAnd79ApKDY/s1600/laser.jpg>

www.apuntesdenetworking.blogspot.com. (6 de Diciembre de 2016). *www.apuntesdenetworking.blogspot.com*. Obtenido de <http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2012/01/la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>

www.com-opticas.blogspot.com. (1 de enero de 2017). *www.com-opticas.blogspot.com*. Obtenido de <http://2.bp.blogspot.com/-D5-S6lyd2Fs/UZMDJHnnVnl/AAAAAAAAASQ/seOKaYAWv40/s400/2.png>

www.conelectronica.com. (11 de Agosto de 2010). *www.conelectronica.com*. Obtenido de <http://www.conelectronica.com/images/stories/CursoFibraOptica/graficopulidos.jpg>

www.es.scribd.com. (17 de enero de 2017). *es.scribd.com*. Obtenido de <https://html1-f.scribdassets.com/61wx5ho7k01x9o8v/images/1-2249fa14fa.jpg>

www.es.slideshare.net. (s.f.). *www.slideshare.net/arturcrist*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/82-transmision-de-datos-por-fibra-ptica>

www.fibraoptica.blog.tartanga.net. (21 de Abril de 2013). *www.fibraoptica.blog.tartanga.net*. Obtenido de http://fibraoptica.blog.tartanga.net/files/2012/01/fundamentos-de-fibras-opticas_342.jpg

www.gonzalonazareno.org. (3 de Enero de 2017). *www.gonzalonazareno.org*. Obtenido de <http://www.gonzalonazareno.org/certired/p16f/imagenes/P16I03.JPG>

www.i00.i.aliimg.com. (s.f.). *www.i00.i.aliimg.com*. Obtenido de http://i00.i.aliimg.com/img/pb/689/355/491/491355689_855.jpg

www.image.slidesharecdn.com. (25 de Julio de 2012). <http://es.slideshare.net/iramirezg0701/presentacin-fibra-ptica>. Obtenido de <https://image.slidesharecdn.com/2presentacinfibraptica22feb2011-110226151604-phpapp01/95/presentacin-fibra-ptica-15-728.jpg?cb=1298734812>

www.img.directindustry.es. (28 de julio de 2012). *www.img.directindustry.es*. Obtenido de http://img.directindustry.es/images_di/photo-mg/39229-2503159.jpg

www.lightmax.es. (s.f.). *www.lightmax.es*. Obtenido de
<http://lightmax.es/index.php?mod=eCommerce&ext=group&id=59>:
http://lightmax.es/incspt/jscripsts/tiny_mce/plugins/ibrowser//pictures/conector_536_01.jpg

www.marismas-emtt.blogspot.com. (20 de enero de 2017). *www.marismas-emtt.blogspot.com*. Obtenido de http://2.bp.blogspot.com/-cbYRuZ0Sx0w/T58Yu425VLI/AAAAAAAAAB5w/j4zCqH0uF_Q/s1600/Codigo+de+colores+TIA+598.JPG

www.perso.wanadoo.es. (s.f.). *www.perso.wanadoo.es*. Obtenido de
<http://perso.wanadoo.es/aldomartin1/Image10.jpg>

www.s1180.photobucket.com. (s.f.). *www.s1180.photobucket.com*. Obtenido de
<http://s1180.photobucket.com/user/XxKionidxX/media/post/ilnUGxudcm7KN.jpg.html>

www.seas.es. (s.f.). *www.seas.es*. Obtenido de
www.seas.es/blog/automatizacion/reflexion-y-refraccion-de-la-luz-en-transmisiones-de-fibra-optica: [https://www.seas.es/blog/wp-content/uploads/ScreenShot036\(2\).png](https://www.seas.es/blog/wp-content/uploads/ScreenShot036(2).png)

www.simon.com. (18 de Marzo de 2014). *www.simon.com*. Obtenido de
https://www.simon.com/la/white_papers/images/08-03-03-light-it-up3.jpg

www.telecOable © 2014. (2014). *telecable*. Obtenido de telecable:
[https://www.telecable.com/public/archivos/imagen/categorias/31CABLE_%20FIBRA_OPTICA%20OS1%20\(9125\).jpg](https://www.telecable.com/public/archivos/imagen/categorias/31CABLE_%20FIBRA_OPTICA%20OS1%20(9125).jpg)

www.telecable.com. (17 de enero de 2017). *www.telecable.com*. Obtenido de
<https://www.telecable.com/public/archivos/imagen/107TCONECMMLC-1.jpg>

www.televes.es. (26 de Abril de 2012). *televes*. Obtenido de
<http://www.televes.es/sites/default/files/notasaplicacion/2011-012-04.jpg>

www.textoscientificos.com. (5 de Mayo de 2010). *www.textoscientificos.com*. Obtenido de
<https://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>:
<https://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>

www.yio.com.ar. (14 de Septiembre de 2016). *www.yio.com.ar*. Obtenido de
<http://www.yio.com.ar/fo/empalmes.html>: http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/imagenes/arco_electrico-empalmadora-fibras-opticas.gif

ANEXOS

ANEXO A: PLANOS, se adjuntan los planos correspondientes, en los que se detalla la ubicación y recorrido de la red.

ANEXO B: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, se adjunta las especificaciones de los equipos y materiales a utilizar en la red de fibra óptica.

ANEXO C: PRESUPUESTO, se adjunta un presupuesto referencial del costo de la implementación de la red completa y el presupuesto de la implementación de una parte de la red.

ANEXO D: CRONOGRAMA, se adjunta un cronograma referencial con los tiempos para la implementación del Backbone y el cableado horizontal del tercer piso.

ANEXO E: PROTOCOLO Y ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO FÍSICO, se adjuntan el protocolo presentado de las pruebas realizadas y el acta de recepción de la implementación del proyecto.

ANEXO F: CATÁLOGOS, se adjunta catálogos y hojas de datos de los equipos propuestos.

ANEXO A

PLANOS

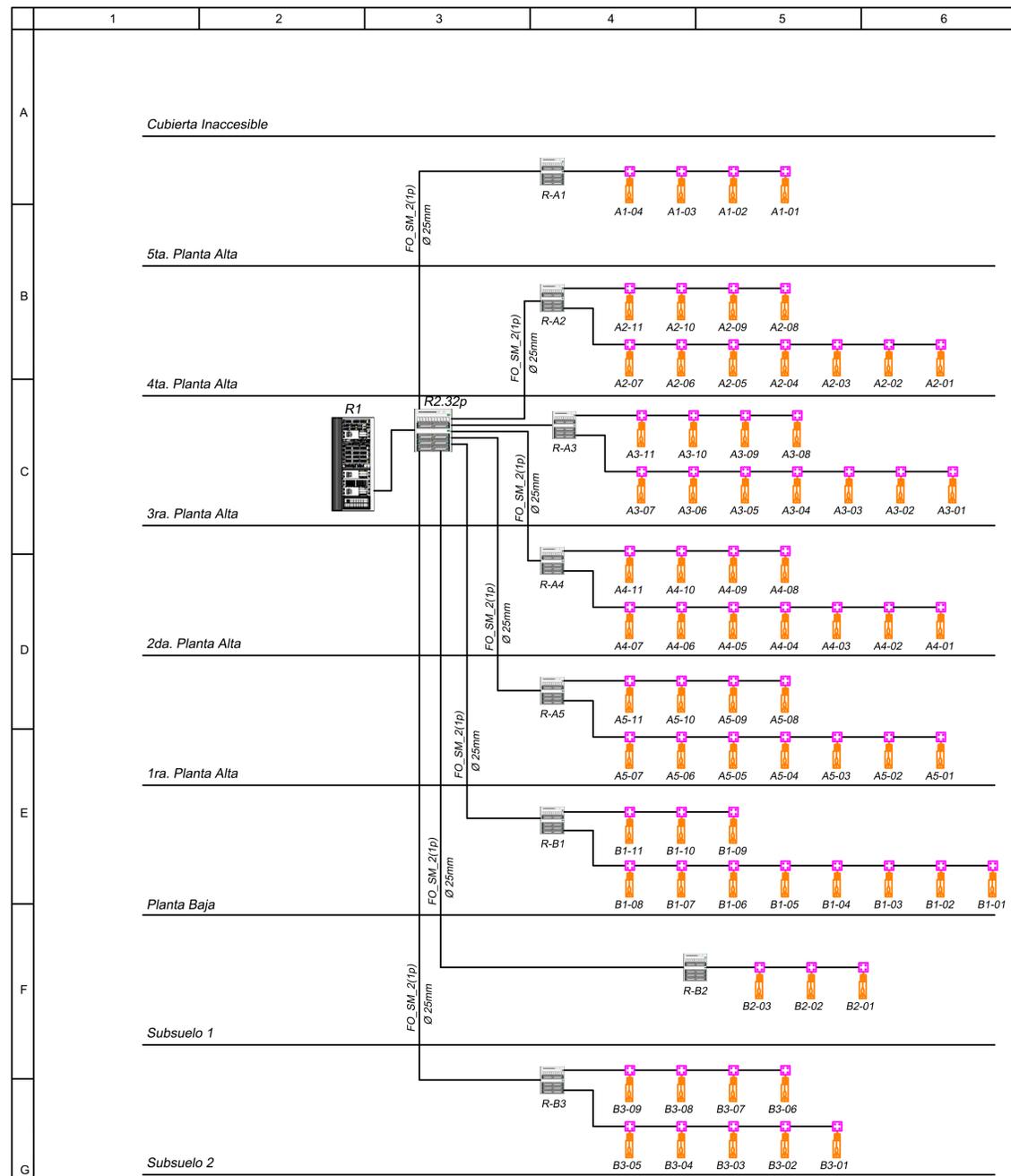


DIAGRAMA VERTICAL
FUTURO

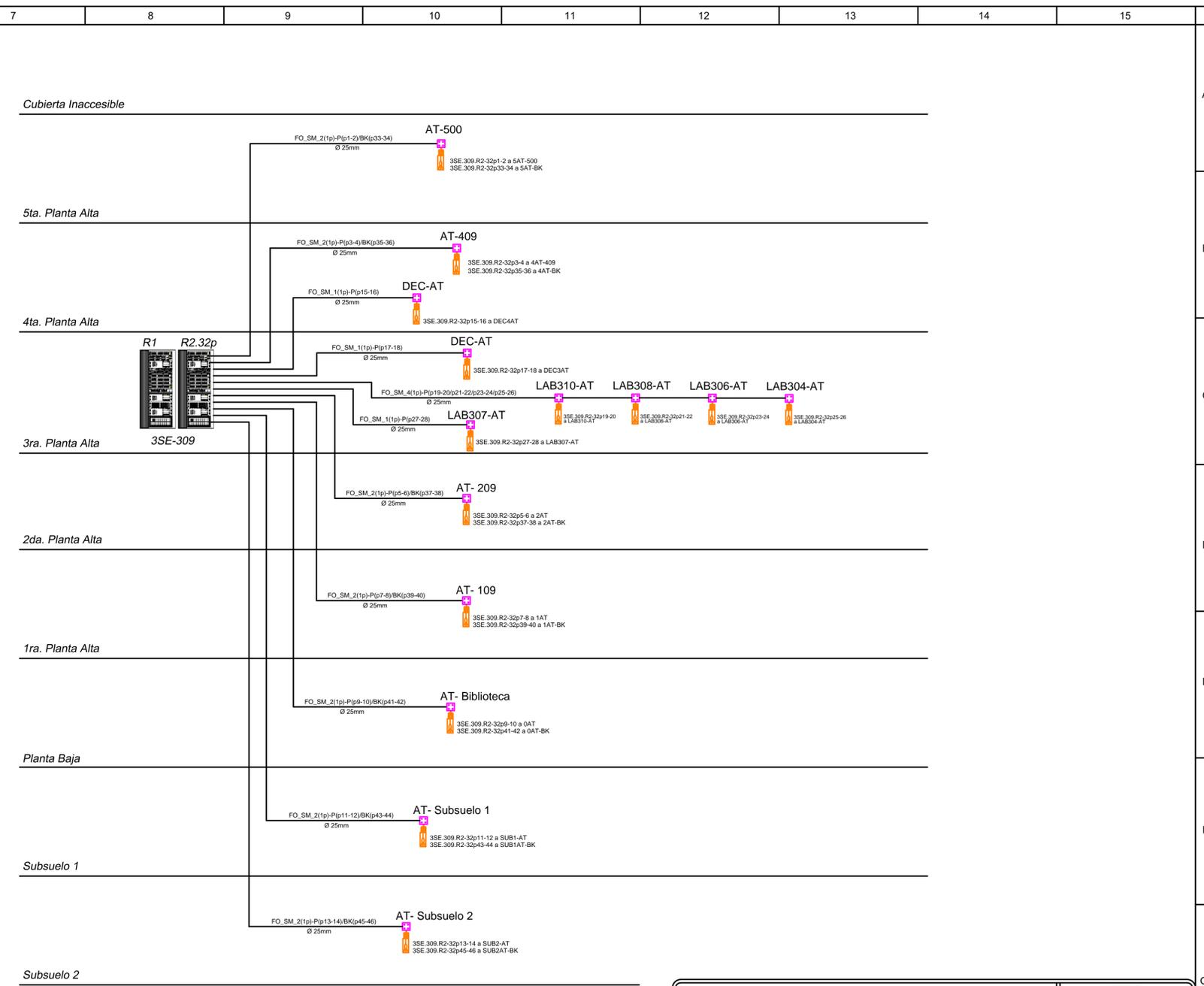


DIAGRAMA VERTICAL
AGOSTO 2016

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA ÓPTICA				
UBICACION:				
CONTIENE:				
RECEPCION CLIENTE:	DISENO:	LAMINA: IE - 01/06		
FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:		
Reemplazado por:	Reemplazo de:			
Cliente:		Dibujado	FECHA:	GERENCIA
NOMBRE:		Diseñado	FECHA:	INGENIERIA
NOMBRE:		Revisado	FECHA:	QUIRO ECUADOR
TIPO				

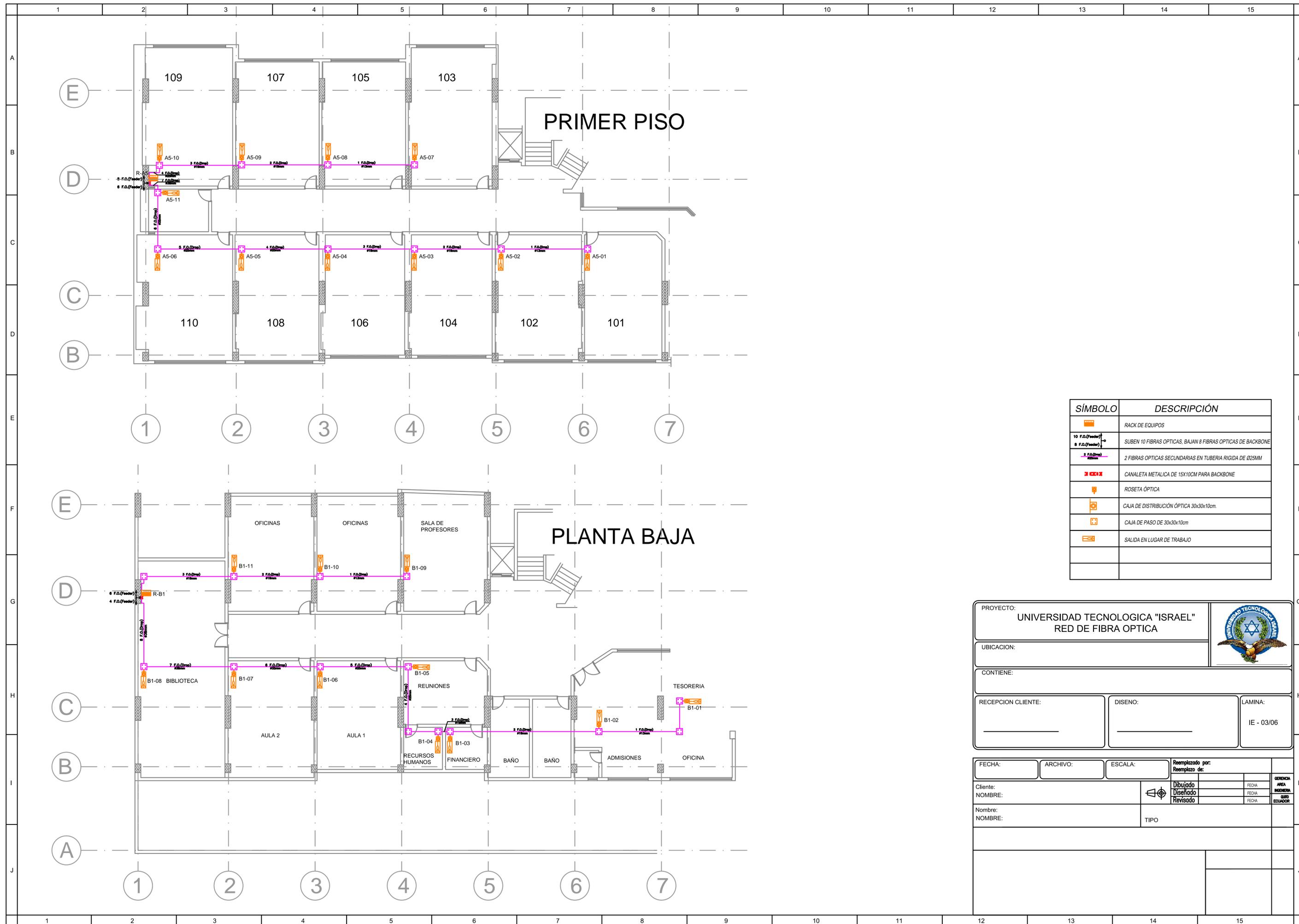


SUBSUELO 2

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RACK DE EQUIPOS
	SUBEN 10 F.O.(Fiber), BAJAN 8 FIBRAS OPTICAS DE BACKBONE
	2 FIBRAS OPTICAS SECUNDARIAS EN TUBERIA RIGIDA DE Ø25MM
	CANALETA METALICA DE 15X10CM PARA BACKBONE
	ROSETA OPTICA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN OPTICA 30x30x10cm.
	CAJA DE PASO DE 30x30x10cm
	SALIDA EN LUGAR DE TRABAJO

SUBSUELO 1

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA OPTICA		
UBICACION:		
CONTIENE:		
RECEPCION CLIENTE:	DISENO:	LAMINA: IE - 02/06
FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:
Reemplazado por: Reemplazo de:		GERENCIA AREA INGENIERIA QURO ECUADOR
Cliente: NOMBRE:	Dibuja Diseñado Revisado	FECHA FECHA FECHA
Nombre: NOMBRE:	TIPO	



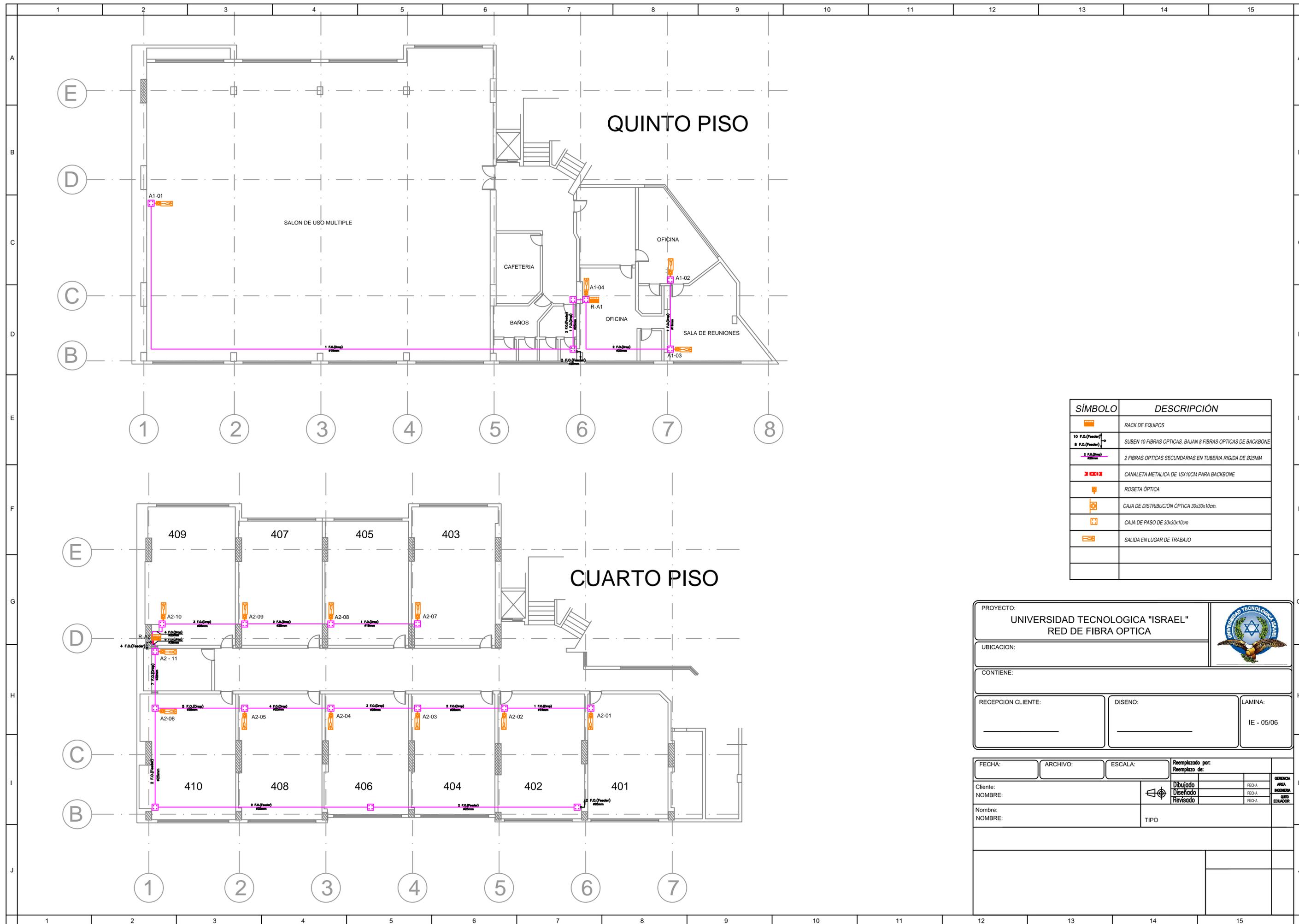
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RACK DE EQUIPOS
	SUBEN 10 FIBRAS OPTICAS, BAJAN 8 FIBRAS OPTICAS DE BACKBONE
	2 FIBRAS OPTICAS SECUNDARIAS EN TUBERIA RIGIDA DE Ø25MM
	CANALETA METALICA DE 15X10CM PARA BACKBONE
	ROSETA ÓPTICA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA 30x30x10cm.
	CAJA DE PASO DE 30x30x10cm
	SALIDA EN LUGAR DE TRABAJO

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA ÓPTICA				
UBICACION:				
CONTIENE:				
RECEPCION CLIENTE:	DISENO:	LAMINA: IE - 03/06		
FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:		
Reemplazado por:	Reemplazo de:			
Cliente:		Dibujado	FECHA:	GERENCIA
NOMBRE:		Diseñado	FECHA:	INGENIERIA
Nombre:	TIPO	Revisado	FECHA:	QUIRO ECUADOR
NOMBRE:				



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RACK DE EQUIPOS
	SUBEN 10 FIBRAS OPTICAS, BAJAN 8 FIBRAS OPTICAS DE BACKBONE
	2 FIBRAS OPTICAS SECUNDARIAS EN TUBERIA RIGIDA DE Ø25MM
	CANALETA METALICA DE 15X10CM PARA BACKBONE
	ROSETA ÓPTICA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA 30x30x10cm.
	CAJA DE PASO DE 30x30x10cm
	SALIDA EN LUGAR DE TRABAJO

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA ÓPTICA				
UBICACION:				
CONTIENE:				
RECEPCION CLIENTE:	DISENO:	LAMINA: IE - 04/06		
FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:		
Reemplazado por:	Reemplazo de:			
Cliente:		Dibujado	FECHA	GERENCIA
NOMBRE:		Diseñado	FECHA	
Nombre:	TIPO	Revisado	FECHA	QUIRO
NOMBRE:		ECUADOR		



QUINTO PISO

SALON DE USO MULTIPLE

OFICINA

CAFETERIA

BAÑOS

OFICINA

SALA DE REUNIONES

CUARTO PISO

409

407

405

403

410

408

406

404

402

401

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RACK DE EQUIPOS
	SUBEN 10 FIBRAS OPTICAS, BAJAN 8 FIBRAS OPTICAS DE BACKBONE
	2 FIBRAS OPTICAS SECUNDARIAS EN TUBERIA RIGIDA DE Ø25MM
	CANALETA METALICA DE 15X10CM PARA BACKBONE
	ROSETA ÓPTICA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA 30x30x10cm.
	CAJA DE PASO DE 30x30x10cm
	SALIDA EN LUGAR DE TRABAJO

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA OPTICA

UBICACION:

CONTIENE:



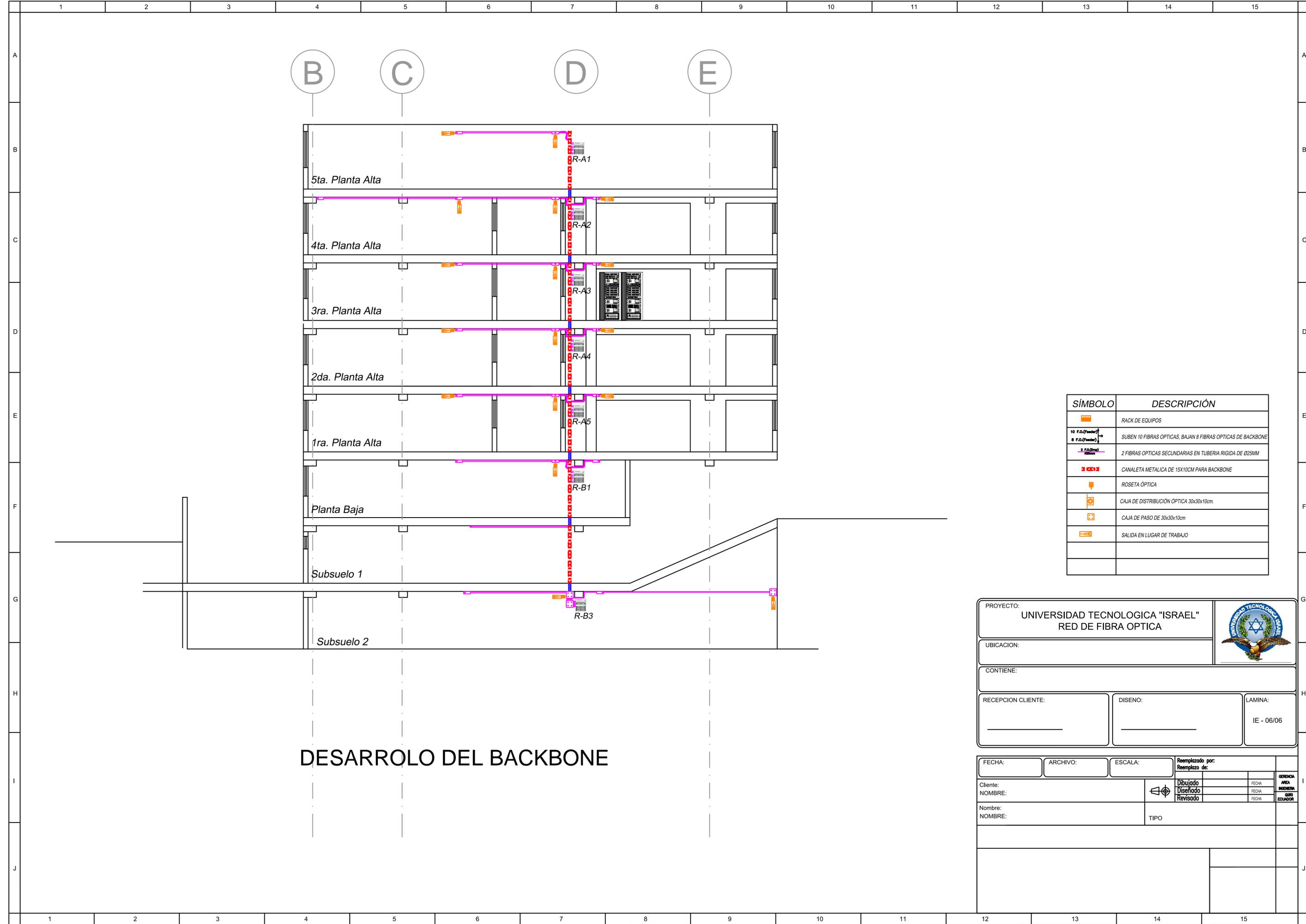
RECEPCION CLIENTE: _____

DISENO: _____

LAMINA: IE - 05/06

FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:	Reemplazado por:	REVISION
			Reemplazo de:	FECHA
Cliente:			Dibujado	FECHA
NOMBRE:			Diseñado	FECHA
			Revisado	FECHA
Nombre:				FECHA
NOMBRE:				
			TIPO	

GERENCIA
AREA
INGENIERIA
QUIRO
EQUIVADOR



DESARROLO DEL BACKBONE

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RACK DE EQUIPOS
	SUBEN 10 FIBRAS OPTICAS, BAJAN 8 FIBRAS OPTICAS DE BACKBONE
	2 FIBRAS OPTICAS SECUNDARIAS EN TUBERIA RIGIDA DE Ø25MM
	CAÑALETA METALICA DE 15X10CM PARA BACKBONE
	ROSETA ÓPTICA
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA 30x30x10cm.
	CAJA DE PASO DE 30x30x10cm
	SALIDA EN LUGAR DE TRABAJO

PROYECTO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL" RED DE FIBRA ÓPTICA

UBICACION:

CONTIENE:

RECEPCION CLIENTE: DISEÑO: LAMINA: IE - 06/06



FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:	Reemplazado por:	GERENCIA
			Reemplazo de:	AREA
Cliente:		Dibujado	FECHA	INGENIERIA
NOMBRE:		Diseñado	FECHA	QUIRO
		Revisado	FECHA	ECUADOR
Nombre:		TIPO		
NOMBRE:				

ANEXO B

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

“INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

AUTOR/ A: Jorge Fernando Ortiz Samaniego

TUTOR/ A: Ing. David Cando, Mg

ANEXO B: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

AÑO: 2017

ESPECIFICACIONES GENERALES A OBSERVARSE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA.

El alcance de este anexo, en forma general, presenta las condiciones y especificaciones técnicas para la instalación de la red pasiva de fibra óptica al interior del Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica "ISRAEL", en Quito, Ecuador.

1.- De forma general

En ningún caso se iniciarán los trabajos de instalación sin la autorización otorgada por la autoridades de la Universidad.

Los planos a los que se refieren estas especificaciones tratan de definir la ubicación de cada elemento de una forma muy cercana a la realidad, sin embargo, se consultarán los planos arquitectónicos y de otras ingenierías, para determinar el lugar exacto de los elementos a instalar.

En las especificaciones se detalla determinado material, equipo, aparato u otro elemento, a través de números de catálogos con la finalidad de establecer las normas de calidad y estilo deseados por el diseñador, los cuales deberán ser respetados para conseguir los efectos perseguidos por éste.

Antes de empezar a construir red de fibra óptica en el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica "ISRAEL", se realizará una observación del lugar de trabajo y se identificará en los planos cada uno de los detalles físicos tal que permitan poner hitos de referencia durante todo el tiempo que dure el proyecto.

El constructor se sujetará a las normas nacionales establecidas por el MEER, la CNT, el INEN, el Código Ecuatoriano de la Construcción y en general a todas las normas nacionales e internacionales que demanda la práctica de la Ingeniería en Telecomunicaciones. El desconocimiento de las especificaciones dictadas por las normativas vigentes no releva al instalador de la responsabilidad de su implementación.

El constructor deberá definir después de la visita al sitio de trabajo los siguientes puntos:

- Metodología para el tendido de tuberías y cables de fibra.
- Cantidades y ubicación de tuberías y cajas de paso.
- Boninas o tramos de cable a utilizar

- Materiales para tendido del cable
- Personal que utilizara en la instalación
- Medidas de seguridad, señalización y seguridad ocupacional a emplear.
- Método para la supervisión de la instalación.
- Medidas medioambientales para la mitigación del impacto.

2.- De la Fiscalización.

Para que los objetivos puedan cumplirse dentro de los plazos acordados y con los costos programados, a la fiscalización se le asignará, entre otras, las siguientes funciones:

- a. Revisión de los parámetros fundamentales utilizados para los diseños contratados y elaboración o aprobación de "planos para construcción", de ser necesarios.
- b. Evaluación periódica del grado de cumplimiento de los programas de trabajo.
- c. Revisión y actualización de los programas y cronogramas presentados por el constructor.
- d. Sugerir durante el proceso constructivo la adopción de las medidas correctivas y/o soluciones técnicas que estime necesarias en el diseño y construcción de las obras, inclusive aquellas referidas a métodos constructivos.
- e. Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas elaborar, verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago.
- f. Resolver las dudas que surgieren en la interpretación de los planos, especificaciones, detalles constructivos y sobre cualquier asunto técnico relativo al proyecto
- g. Examinar cuidadosamente los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio si son necesarios, mismos que deberá ejecutarse directamente o bajo la supervisión de su personal a costo del constructor.
- h. Preparar a pedido del Administrador del proyecto, los informes de fiscalización dirigidos al contratante, los que contendrán por lo menos la siguiente información:
 - h.1 Análisis del estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos económicos, financieros y de avance de obra.
 - h.2 Cálculo de cantidades de obra y determinación de volúmenes acumulados.
 - h.3 Informes de los resultados de los ensayos, y comentarios al respecto, de ser aplicable.
 - h.4 Análisis y opinión sobre la calidad y cantidad del equipo dispuesto en obra.
 - h.5 Análisis del personal técnico del contratante.
 - h.6 Referencia de las comunicaciones cursadas con el constructor.

- i. Otros aspectos importantes del proyecto en que la fiscalización pondrá atención para que se cumplan a cabalidad.
 - i.1 Calificar al personal técnico del constructor y recomendar reemplazo del personal que no satisfaga los requerimientos necesarios.
 - i.2 Comprobar periódicamente que los equipos sean los mínimos requeridos contractualmente y se encuentren en buenas condiciones de uso.
 - i.3 Anotar en el libro de obra las observaciones, instrucciones o comentarios que a su criterio deben ser considerados por el constructor para el mejor desarrollo de la obra. Aquellos que tengan especial importancia se consignarán adicionalmente por oficio regular.
 - i.4 Verificar que el constructor disponga de todos los diseños, especificaciones, programas, licencias y demás documentos contractuales.
 - i.5 Coordinar con el constructor, en representación del contratante, las actividades más importantes del proceso constructivo.
 - i.6 Participación como observador en las recepciones provisional y definitiva informando sobre la calidad y cantidad de los trabajos ejecutados, la legalidad y exactitud de los pagos realizados.
 - i.7 Revisar las técnicas y métodos constructivos propuestos por el constructor y sugerir las modificaciones que estime pertinentes, de ser el caso.
 - i.8 Exigir al Constructor el registro en los planos de construcción, todos los cambios introducidos durante la ejecución de los trabajos, para obtener los planos finales de la obra ejecutada, tal como fue construida.
 - i.9 Expedir certificados de aceptabilidad de equipos, materiales y obras o parte de ellas.
 - i.10 Exigir al constructor el cumplimiento de las leyes laborales y reglamentos de seguridad laboral.

3.- De los trabajos previos a la instalación de la red de fibra óptica.

Como primer paso para la instalación de la red, se realizarán perforaciones de 7,62 cm de diámetro (3") en cada losa, desde el Subsuelo 2 hasta el cuarto piso. En el quinto piso se realizará una perforación de 7,62 cm de diámetro (3") en la esquina norte del baño de mujeres. La ubicación de estas perforaciones se encuentra indicada en los planos. Este trabajo se realizará con un taladro fijo especial para este trabajo.

En el caso de la losa del subsuelo 2, el orificio realizado en ella se taponará con guaipe y parafina, tal que se consiga sellarlo para evitar posibles goteras.

En el tercer piso, en el área del rack existente, se reubicará el tablero de protecciones existente para dar espacio a la instalación de la canaleta del Backbone.

Para la instalación de la tubería horizontal será necesario perforar orificios de 2,54cm de diámetro (1"). Este trabajo se realizará con taladros de mano dotados de mandril para brocas de 1" de diámetro.

3.- De la canalización.

Como soporte físico para el cable de fibra óptica que se implementará de forma vertical y horizontal en cada piso, se instalará canaletas y tuberías metálicas, según las dimensiones indicadas en planos. Se empleará para estas canalizaciones, todos los accesorios correspondientes y los soportes para fijación que se requieran, tal que se garantice la conducción eléctrica y mecánica.

3.1.- Canaletas

Se instalará una canaleta de 15x7cm, fabricada en tol de 2mm de espesor, con tapa, de forma vertical, tal que comunique los orificios realizados en cada piso. Se montará sobre soportes de 5cm de alto por 17cm de ancho, metálicos, fabricados en platinas de 0,63mm (1/4") de espesor. Tanto las canaletas como los soportes serán pintados al horno en color gris. La canaleta dispondrá en su interior de 5 travesaños por cada tramo, fabricados con varilla roscada de 0,63mm (1/4") de diámetro, con tuercas y arandelas en las dos puntas.

3.2.- Tubería

La tubería a utilizarse será metálica tipo EMT liviana, para instalaciones eléctricas. Esta tubería será de los diámetros detallado en planos y se instalará con todos los accesorios como grapas tipo canal, tornillos, conectores, uniones rígidas roscadas y otros, necesarios para su ajuste, tal que garantice su continuidad eléctrica y mecánica.

La tubería metálica flexible a utilizar será tipo BX y se instalará utilizando todos los elementos como conectores rectos, uniones rígidas roscadas, grapas canal, tornillos y otros, necesarios para su montaje, asegurando la continuidad y fortaleza de la instalación.

3.2- Cajas

Tanto para las salidas de la fibra óptica como para la salida a equipos se emplearán cajas de paso metálicas con tapa de 30x30x15cm, Estas cajas también serán empleadas

para conectar las tuberías que requieran curvas a 90 grados. Se montaran en las paredes y losas con tacos y tornillos.

4.- Del tendido de cables de fibra óptica.

Una vez concluida la instalación de la canalización en su totalidad, se procederá con el tendido de los cables de fibra óptica a cada uno de los pisos, tanto para el Backbone como para el cableado horizontal.

Previo a la instalación del cable de fibra se revisaran los siguientes puntos:

- La fibra debe manejarse con cuidado para no deteriorar sus propiedades. No se torcerá en ningún punto ni se deformara con el uso de abrazaderas o amarras. Para sujetar la fibra se utilizará amarras plásticas sin que presione la cubierta del cable.
- Si es necesario dejar el cable de fibra desenrollado, se tomará la precaución de que tenga la forma de un ocho, con diámetros mayores al mínimo especificado por el fabricante.
- Al ingreso y salida de las tuberías por donde se pasa el cable de fibra se instalarán protectores para evitar el roce con los bordes y precautelar la integridad de la cubierta de la fibra. En ningún caso se permitirá que la fibra tenga una curvatura menor a la especificada por el fabricante.
- La tracción del cable se hará en la dirección del tendido del cable, en ningún momento se lo doblará para tirar de él.
- En ningún caso se instalaran fibras fuera de las tuberías o cajas de paso.
- Todas las estructuras metálicas, equipos y otros elementos metálicos instalados en la red se conectarán a tierra por seguridad.
- En las cajas de paso o salida a equipos se dejarán algunas vueltas de la fibra, siempre respetando el radio de curvatura mínimo, para futuros movimientos.
- Las fibras instaladas al interior de la canaleta se llevará en mangueras plásticas corrugadas de color amarillas, sujetas a los travesaños mediante amarras plásticas.
- En las cajas de paso o tracción de las fibras, se procederá según la figura No.1, para la tracción o envoltura de la fibra.

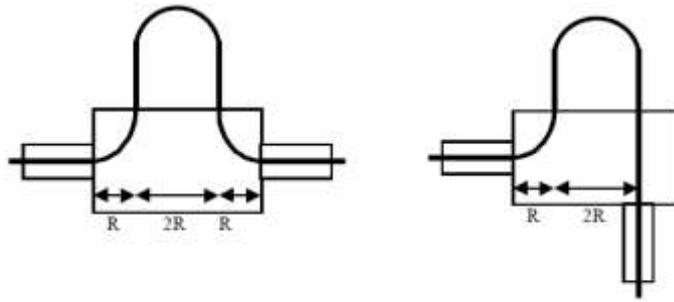


Figura No.1 Caja de tracción con los radios de curvatura mínimos.

Fuente:http://www.euskadi.eus/gobiernovasco/contenidos/contratacion/s_002_2008/es_s_002_08/adjuntos/Com001-Anexo%20-%20ET%20Instalacion%20cable%20FO.pdf

- Se utilizara al menos una caja de tracción tras la segunda curva a 90 grados.
- Los dos tipos de cajas que pueden implementarse se observan en la figura No.1, donde R representa el radio de curvatura mínimo de la fibra óptica.

5.- De los trabajos posteriores al tendido de cables de fibra óptica.

Una vez concluido el tendido de la fibra óptica en su totalidad, se procederá a interconectar los equipos que conforman la red y a realizar otras acciones para concluir la implementación.

- Se procederá con una limpieza total de todos los lugares en los que se intervino para la implementación del red.
- Al ser los cables de fibra óptica o Parch Cord, conectorizados en fábrica, no será necesario realizar empalmes de la fibra óptica, pero si será indispensable realizar la limpieza de los conectores antes de ser insertados en los equipos.
- Se realizará una identificación exhaustiva de todos los terminales o conectores instalados en cada punta de las fibras, tanto de las principales como las de backup en el caso del Backbone
- Igualmente se procederá con los conectores de cada una de las salidas de trabajo ubicados en la red de cableado horizontal, es decir, se limpiarán e identificarán con mucha prolijidad.
- Se procederá con las pruebas en internet para confirmar la velocidad de subida y bajada de información, pruebas para determinar los niveles de pérdidas de inserción, niveles de pérdidas de retorno. Pruebas del Ber en Loop a 155Mbps.
- Se realizará una prueba comparativa de la velocidad de descarga de información entre la red de cobre y la red de fibra óptica.

6.- De las especificaciones de los equipos y materiales.

6.1.- SWITCH ADMINISTRABLE PARA FIBRA OPTICA (L2)

Código: FO-01

Rubro: SWITCH ADMINISTRABLE PARA FIBRA OPTICA (L2) 24 puertos

Definición:

SWITCH MODELO GSW-3420FM fabricado por CTC Union, es un SNMP (Single Network Management Protocol) switch administrable con capacidad para Gigabit en Ethernet para ser implementado en redes FTTx o agregar fibras de tipo Gigabit Ethernet . Equipado con 24 puertos SFP 100 / 1000Base-X de doble velocidad y puertos combinados de 4 Gigabits (10/100 / 1000Base-T o 1000Base-X). Con avanzadas características de la capa 2 y QoS, este conmutador está dirigido a operadores multiservicio (MSO) con el deseo de desplegar Triple play a través de las infraestructuras de red Ethernet FTTx activas. Las infraestructuras de red basadas en fibra ofrecen las velocidades de datos requerido por los servicios triple play tales como acceso a Internet de alta velocidad, VoIP y HD IPTV. El conmutador de acceso Ethernet GSW-3420FM proporciona configuraciones de VLAN, QoS e IGMP L2, así como una sólida gestión de seguridad para facilitar la creación de una red de acceso FTTx manejable y segura.



Figura 2.- Switch GSW-3420FM

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por CTC Union.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• 24x SFP ports, support 100Base-FX or 1000Base-X• 4x RJ45/SFP(100/1G) ports, auto-detect RJ45/SFP connection• IPv6 management• 8 priority queues are supported on each port for QoS application• Port-based VLAN, 802.1Q VLAN, Voice VLAN and Q-in-Q(doubled tagging) function• Protected Port and LoopBack Detection function• IEEE 802.1x security function, and VLAN assignment, Guest VLAN functions• Static Mac address access limit and Dynamic Mac address number on port• IEEE802.1d & 802.1w & 802.1s• DHCP Client / DHCP Option 82 Relay / DHCP Snooping function• DHCP Snooping Database agent to upload DHCP Snooping table to
------------------	---

	<p>external TFTP Server.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ACL function for L2 ~ L4 packet control, Ingress/Egress rate control on port • IP Multicast with IGMP snooping / query / fast leave / filtering / group limited /MVR • Broadcast/Multicast/Unicast storm control • ARP inspection / IP source guard • RMON 1,2,3,9 • SFP Transceiver DDMI function • Remote port configuration setting and statistics monitoring • Text configuration download and upload • IEEE 802.3az power management / Green Ethernet
Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • 100/1G SFP Port 24u • UTP/SFP Combo Uplink Port 4u • Memory Flash : SPI 16MB /RAM:DDRII 128MB • Packet buffer 16M bits • MAC Table size 16K • Max Packet Size 10K • Switching capability: • 14880pps at 10Mbps, 148810pps at 100Mbps, • 1488095pps at 1Gbps with 64bytes packets • Switch capacity 48Gbps • Forwarding Rate 35.7Mpps • FAN Design Yes • Console port RJ-45 • 19" Rack-Mount Yes, with kits • SFP DDMI Yes • Dimension 250x 440x 43.5mm (DxWxH) • Environmental Temperature Operating: • 0 ~ 50°C Storage : -25 ~ 70°C • Humidity 10% ~ 90% (non-condensing) • LED Display Per Port : Link/Act (Green: Gigabit, Yellow:10/100M) • Per Device : Power and System • Power Consumption <60W Max. • Power Input AC Power input (100V~240V); -36~60VDC
Software	
Port Control	<ul style="list-style-type: none"> • Port speed, duplex mode, and flow control • Port Auto MDI/MDI-X • Port frame size (jumbo frames), Maximum ingress frame size (10056 bytes) • Port state (administrative status) • Port status (link monitoring) • Port statistics (MIB counters) • Port VeriPHY (cable diagnostics)
L2 Switching	<ul style="list-style-type: none"> • Auto MAC address learning/aging and MAC addresses (static) • IEEE 802.1Q static VLAN(4096 entries Max.), Voice VLAN, Port isolation, Private VLAN, MAC based VLAN protocol based VLAN IP subnet based VLAN • IEEE 802.1D STP/802.1w RSTP/802.1s MSTP • IEEE 802.3ad Link Aggregation, static and LACP

	<ul style="list-style-type: none"> • BPDU guard and restricted role, Error Disable Recovery • DHCP client, DHCP snooping, DHCP option 82 relay • ARP inspection(256 entries Max.) • Port mirroring
L2 Multicast	<ul style="list-style-type: none"> • IGMP snooping v1,v2, v3 snooping, (1024 groups) • IGMP snooping Fast and Immediate leave • IGMP throttling, filtering, and leave proxy • MVR and MVR profile • IPv6 MLD v1 snooping
QoS	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Priority Queues per Port • Port Based priority • Scheduler priority • QoS Control List(256 entries Max.) • Storm control for UC, MC, and BC • Policing and shaping per port and per queue • Ingress Policing • Egress Shaping • DiffServ (RFC 2474) remarking • Tag remarking
Security	<ul style="list-style-type: none"> • Port-based 802.1X, Single 802.1X, Multiple 802.1X • MAC-based authentication, VLAN assignment, QoS assignment, • Guest VLAN • RADIUS accounting • MAC address limit • TACACS+ • Web and CLI authentication and authorization • Authorization • ACLs for filtering, policing, and port copy • IP source guard
Synchronization	<ul style="list-style-type: none"> • NTPv4 Client
SFP DDMI	<ul style="list-style-type: none"> • Yes
Management	<ul style="list-style-type: none"> • HTTP server • CLI console port • Telnet • Management access filtering • SSHv2 and HTTPS • IPv6 Management • Syslog • Software upload through Web and TFTP • SNMPv1/v2c/v3 Agent • RMON Group 1, 2, 3, and 9 • IEEE 802.1AB-2005 Link Layer Discovery, LLDP • Text Configuration download or upload • sFlow • Daylight Saving

Procedimiento:

Se instalará cuando la energía eléctrica regulada entre en operación definitiva y cuando todos los elementos de conectividad del sistema de cableado horizontal estén instalados y probados.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) una vez que el equipo y todos los accesorios entre en operación y se compruebe su correcto funcionamiento con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Switch administrable para fibra optica (L2)

Equipo mínimo: Herramienta menor

Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)

Electricista (D2)

Ayudante en general (E2).

6.2.- MÓDULO SFP PARA SWITCH 1G

Código: FO-02

RUBRO: MÓDULO SFP PARA SWITCH 1G

Definición:

Los módulos SFP son de alto rendimiento y rentables para aplicaciones de comunicaciones de datos ópticas en serie especificadas para un único modo a 1,25 / 2,5 Gbps. Funcionan con fuentes de alimentación de + 3.3V / 5V y están diseñados para una fibra monomodo o multimodo, operando a una longitud de onda nominal de 1310 (850) nm. Cada módulo SFP consta de un subconjunto óptico transmisor, un subconjunto óptico receptor y un subconjunto eléctrico. Los Transceptores SFP son SC / LC dúplex, diseñados para uso en Gigabit Ethernet y para proporcionar un enlace compatible con IEEE-802.3z para aplicaciones de corto o largo alcance de 1.25 / 2.5Gbps.



Figura 3.- Módulo SFP para switch 1G.

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por CTC Union.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• SFP & SFP+ Multi-Source Agreement compliant• Single 3.3V power supply• Duplex or Simplex LC receptacle connector• Up to 10Gb/s bi-directional data links• Class 1 laser safety standard IEC825 compliant• Hot Pluggable• Lower power dissipation
Especificaciones:	<ul style="list-style-type: none">• Model: SFS-7030-L31-DD• Wavelength(nm): 1380• Media: SMF• Optical power (dBm): -7 a -1• Sensitivity (dBm): -24• Power Budget (dBm): 17• Distance: 30Km

Procedimiento:

Se instalará cuando la energía eléctrica regulada entre en operación definitiva y cuando todos los elementos de conectividad del sistema de cableado estructurado estén instalados y probados.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) una vez que el equipo y todos los accesorios entre en operación y se compruebe su correcto funcionamiento con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Módulo SFP para switch 1G

Equipo mínimo: Herramienta menor
 Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)
Electricista (D2)
Ayudante en general (E2).

6.3.- ODF de 48 puertos

Código: FO-03

Rubro: ODF DE 48 PUERTOS

Definición:

Elemento destinado a organizar las fibras ópticas que llegan al Switch. Recibe las fibras que llegan del cableado horizontal y permite un arreglo en la parte inferior del Switch tal que lleguen a este último en forma ordenada. El ODF debe ser asegurado al rack y debe proporcionar una facilidad de instalación, la bandeja de fibra óptica (ODF) deben tener unas medidas aproximadas de 0.5 metros (19") y recubrimiento secundario de 900 micras. Con un alto de 2U de rack. Deberá ser compatible 100% con el tipo de fibra monomodo, cumpliendo todos los estándares de calidad. Se utilizara un ODF estándar de 48 puertos.



Figura 4.- ODF para 48 puertos.

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por FURUKAWA.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• Deben ser bandejas fabricadas en Acero, deslizables hacia adelante con 150mm de acceso libre, modulares y tanto las bandejas como sus diferentes accesorios, módulos y conectores deben ser de la misma marca del fabricante de la conectividad, deben estar en capacidad de alojar 48 conectores de fibra óptica.• Todas las bandejas de Fibra óptica deben traer sus respectivos accesorios para administrar tanto los dos metros de cada hilo de fibra, como para prever el manejo de una pulgada mínima en el radio de curvatura de la fibra.• Debe tener 19 pulgadas de ancho para ser instalados en los racks existentes con el estándar ANS/TIA/EIA 568-C.3 para montaje en rack.• Deben permitir la conexión total de las salidas de FIBRA ÓPTICA, perfectamente identificados en el panel, y con todos los requerimientos para facilitar la administración y manejo de la red, de acuerdo con la norma ANS/TIA/EIA 568-C.3• Deben tener capacidad mínima para 4 módulos con 6 salidas duplex cada uno, con conectores, total 48 salidas
------------------	--

Procedimiento:

Se instalará cuando el Switch y los módulos SFP se encuentren instalados así como todos los elementos de conectividad del sistema de cableado horizontal estén instalados y probados.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) cuando el elemento esté totalmente instalado, y confirmado con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Bandeja de Fibra óptica (ODF) 48 puertos.

Equipo mínimo: Herramienta menor
 Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)
Electricista (D2)
Ayudante en general (E2).

6.4.- Rack de 19'

Código: FO-04

Rubro: Rack de 19', 36Ur

Definición:

Estos elementos son armario que se utiliza en entornos interiores y su principal función es contener el equipamiento activo o los módulos de 19" de fibra óptica ODF, para la terminación de las fibras en los nodos primarios. Llevan instalados dos regletas de para distribución lateral. Las dimensiones del armario permiten una gestión ordenada de los latiguillos de interconexión entre equipos o equipos y paneles de fibra óptica. La profundidad del elemento permite instalar la mayoría de equipamiento activo. Si se utiliza armarios con una profundidad menor a 800 mm se puede encontrar al final de la implementación que los latiguillos de conexión frontal de los equipos queden totalmente aprisionados con el cierre de la puerta, provocando curvaturas nada aconsejables.



Figura 5.- Rack Jupiter 19'.

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por Beacoup.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• Completamente desarmable, su estructura se compone de perfiles de acero multiplegados en 2 mm. de espesor y acopladores angulares de aluminio o poliamida inyectados que permiten armar en pocos minutos.• Se soporta sobre 4 garruchas (ruedas) móviles, 2 de ellas con freno y 4 niveladores ajustables que permiten ubicar el rack en superficies irregulares.• Columnas soportantes o parantes fabricados en lámina de 2mm. son regulables en profundidad y están dispuestas en plano de 19".• Puerta frontal en lámina de 1.2 mm. puede tener a elección visor de vidrio o malla metálica (lámina de acero perforada). Modo reversible (apertura izquierda o derecha), con cerradura de 1 punto, alargada, manija embutida y llave de tipo Yale.• Puerta Posterior en lámina de 1.2mm. de espesor, con ranuras de ventilación y cerradura de poliamida de montaje rápido tipo universal.• Tapas laterales en lámina de 1.0mm. de espesor con tornillos de cabeza avellanadas.
-------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • El techo y la base disponen de aberturas con bordes protegidos para el ingreso de cables. • Colores estándar para este producto son: <ul style="list-style-type: none"> * RAL 7032 gris claro * RAL 9011 negro grafito * Otros colores a petición del cliente. • NORMAS DE FABRICACIÓN: CEA-310-E / EIA-310-D / INEN 2568
Especificaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Marca: Beacoup • Código: I-1004-N • Referencia: JPT-18080100/V-N • Alto (mm/plg): 1800 / 70.87 • Ancho (mm/plg): 800 / 31.50 • Profundidad (mm/plg): 1000 / 39.37 • No. Ur: 36 • Peso (Kg): 128 • Cap. Carga estática (Kg): 300

Procedimiento:

Se instalará cuando todos los elementos de conectividad del sistema de cableado horizontal estén instalados y probados.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) cuando el elemento esté totalmente instalado, y confirmado con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Rack de 19', capacidad para 36Ur

Equipo mínimo: Herramienta menor
Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)
Electricista (D2)
Ayudante en general (E2).

6.5.- PATCH CORD DE FIBRA OPTICA MONOMODO INTERIORES

Código: FO-05

Rubro: Patch cord de fibra óptica monomodo, dúplex, varias longitudes

Definición:

Los patch cord de fibra óptica se proporcionarán para realizar los enlaces de fibra desde la bandeja ODF a los equipos activos, especial para uso de interiores, permite la interconexión de dos equipos directamente; un equipo activo y el ODF o conectar dos cajas de conexión pasivas.

Este tipo de cable a de estar diseñado para ser tendido canalizado, por fachada o aéreo o en interior de edificios. El número de fibras ópticas de este tipo de cables puede habitualmente y dependiendo de los fabricantes puede ir de 2 a 12 fibras ópticas.

Las fibras ópticas cumplen con el estándar G.657 (fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso), siendo totalmente compatibles con el estándar G.652D. La cubierta exterior será termoplástica LSZH y no propagadora de la llama. La composición del cable es enteramente dieléctrica y dispone de protección anti-roedores.



Figura 6.- Patch cord de fibra óptica.

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por Milestone.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• Las fibras ópticas serán de tipo monomodo conforme a la recomendación UIT-T G.657.A, dúplex. Totalmente compatibles con las de tipo G.652D. Tienen las mismas propiedades de transmisión e interconexión, pero la principal diferencia estriba en que permiten radio de curvaturas menores.• Todos los patch cord serán conectorizados en fábrica. Se emplearán conectores SC en cada extremo de las fibras• Los coeficiente máximos de atenuación conforme a la recomendación UIT-T G.657.A es de 0.4 db/km en 2ª ventana y de 0.3 db/km en 3ª ventana.• Los cables de fibra óptica serán de tipo dieléctrico y la cubierta de tipo LSZH y no propagadora de la llama. (obligado cumplimiento).• Si requieren de protección antirroedores se utilizarán cubiertas adicionales de fibra de vidrio.
Especificaciones:	GENERALES: <ul style="list-style-type: none">• Diámetro [mm]: 2,4 a 3,0

	<ul style="list-style-type: none"> • Radio de curvatura [mm]: $\leq 30,0$ • Tracción máxima [N] : ≥ 70 <p>ÓPTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del campo modal [μm] con $\lambda = 1.310 \text{ nm}$: $9,1 \pm 0,5$ • Coeficiente de atenuación [dB/Km] con $\lambda = 1.310 \text{ nm}$: $\leq 0,40$ • Variación de la atenuación a 1.310 al enrollar en bobina [dB] 75 vueltas, 75 mm de diámetro: $\leq 0,10$ <p>GEOMÉTRICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del revestimiento [μm]: $125 \pm 1,0$ • Diámetro del recubrimiento primario [μm]: $242 \pm 7,0$ <p>MECÁNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensión de carga de prueba [kpsi]: ≥ 100 ($0,7 \text{ GN/m}^2$) • Resistencia a la fatiga: ≥ 20
--	--

Procedimiento:

La instalación de los patch cord va desde bandeja de fibra hasta los equipos activos usando organizadores horizontales y cinta velcro de tal forma de mantener un orden en los racks de distribución. Se deberá y tener especial cuidado en respetar los ángulos y curvaturas para el cable de fibra óptica. Se deberán identificar los patch cord en ambos extremos. Su instalación se realizará cuando esté completa la instalación de tuberías del cableado horizontal y vertical. En la canaleta vertical que comunica todos los pisos se instalarán dentro de mangueras plásticas corrugadas y llegarán en ella hasta los organizadores horizontales del rack.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) cuando el elemento esté totalmente instalado, y confirmado con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Patch cord dúplex de fibra óptica monomodo, varias longitudes

Equipo mínimo: Herramienta menor
 Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)

Electricista (D2)

Ayudante en general (E2).

6.6.- TRANSCEIVER DE FIBRA ÓPTICA

Código: FO-06

Rubro: Transceiver de fibra óptica

Definición:

El transceiver trabaja con distancias de fibra óptica de hasta 10 km de fibra monomodo. Posible de notar los indicadores LED, para facilitar el control de la red.

Este equipo está destinado a convertir las señales que entrega el de cable de cobre a señales que recibe la fibra óptica o viceversa. Puede trabajar a 10G Ethernet basado en IEEE802.3an y IEEE802.3ae. Con el SNMP y la gestión basada en Web. En este equipo el administrador de la red puede supervisar, configurar y controlar la actividad de cada tarjeta en el chasis. Este convertidor utiliza cable de par trenzado Cat.6a / Cat 7 como medio de transmisión de cobre con solución óptica RJ-45 y 10G con conector SFP + LC. El flujo de datos puede convertirse bidireccionalmente de 10G Base-T a 10G Base-R y viceversa. Con la capacidad de reenvío de velocidad de hilo dúplex entre estos dos medios.



Figura 7.- Transceiver de fibra óptica.

Fuente: Catálogo de equipo fabricado por CTC Union.

Características:	<ul style="list-style-type: none">• Marca: CTC Union• Modelo: FRM220-1000MS Gigabit Ethernet OAM/IP Web Smart Media Converter• Auto-Cross over for MDI/MDIX at UTP port• Auto-Negotiation or Forced Manual mode for UTP port• Supports Dual Rate (100/1000) SFP for selectable Fast or Gigabit speed on fiber• Supports 802.3X flow control Enable or Disable• Supports Jumbo Frames up to 9K bytes• Supports 16 Tag VLAN Groups• Supports 802.1Q tagging and 802.1ad double VLAN tag (Q-in-Q)
------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Ingress/Egress Bandwidth control with 64K granularity • Supports 802.3ah-OAM loop back and dying gasp (remote power failure detection) • Supports firmware upgrade via Web • Supports Digital Diagnostics (DOM) for supported SFP • Provides product information for management • Includes RMON counters (stand-alone only) • Supports password setting for authentication • Supports Link Fault Pass Through (LFP) Function • Supports Auto Laser Shutdown (ALS) Function • Supports DHCP client for automatic TCP/IP configuration • Supports local and in-band remote management from FRM220 rack management.
Especificaciones:	<p>Optical Interface</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connector SFP cage (1000MS) or Duplex SC, ST, FC (1000M) • Data rate 100/1000Base-FX (125Mbps/1.25Gbps optical rate) Dual Rate Support • Duplex mode Full duplex on fiber • Fiber Depends on SFP • Distance Depends on SFP • Wavelength Depends on SFP <p>Electrical Interface</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connector RJ-45, shielded • Data rate auto, 10Mbps (10Base), 100Mbps (100Base), or 1000Mbps (1000Base) • Duplex mode auto, Full or Half • Cable Cat 5e or better • Distance 100Meters maximum <p>Indications</p> <ul style="list-style-type: none"> • LED (PWR, FX Link, LAN Link, LAN Speed) <p>Power</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Card supports hot-swapping) • Input Card : 12VDC, Standalone : AC, DC options • Consumption <5W <p>Dimensions: 155 x 88 x 23mm (D x W x H)</p> <p>Weight: 110g</p> <p>Temperature: 0 ~ 60°C (Operating), -10 ~ 70°C (Storage)</p> <p>Humidity: 10 ~ 90% non-condensing</p> <p>Certification: CE (EMI/LVD), FCC, RoHS Compliant</p> <p>MTBF: 75000 hrs</p>

Procedimiento:

La instalación del transceiver se realizará una vez que todos los elementos de la fibra óptica sean instalados y probados. Se ubicarán en los lugares destinados en los planos y se procederá con su configuración y prueba de funcionamiento.

Medición y pago:

El rubro a pagar se lo determina con el costo unitario del elemento en el contrato. Este valor constituirá el valor total por la ejecución de este rubro, por tanto incluye: material, mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución del rubro. Se pagará por unidad (U) cuando el elemento esté totalmente instalado, y confirmado con fiscalización.

Unidad: Unidad (U).

Materiales mínimos:

- Transceiver de fibra óptica.

Equipo mínimo: Herramienta menor
 Herramienta especializada.

Mano de obra mínima calificada:

Inspector de obra (B3)
Electricista (D2)
Ayudante en general (E2).

ANEXO C

PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL"
TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
“INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
Material	Tipo	Cantidad para toda la red	Cantidad para el Tercer Piso	Precio uniatrío		Precio red completa	Precion 3er. Piso
CANALIZACIÓN Y TUBERÍAS							
Canaletas metálicas	15 x 8 cm	56	7	320.00		2,560.00	320.00
Varilla roscada peldaños canaleta	1/4 "	40.00	5	10.00		80.00	10.00
Soportes canaleta	platina 1/4 " x 1/4"	96	12	20.00		160.00	20.00
Cajas de conexión metálicas	20 x 20 x 10	140	19	150.00		1,105.26	150.00
Tubos EMT	Diametro 1 "	240	30	180.00		1,440.00	180.00
Accesorios EMT y tornillería de instalación	1 "	8	1	200.00		1,600.00	200.00
Tubería BX	Sellada	60	8 m	30.00		225.00	30.00
Manguera plástica	Corrugada amarilla 3/4 "	550	70 m	40.00		314.29	40.00
Cajas Dexon	10 x 5 cm	74	18	50.00		205.56	50.00
						7,690.10	1,000.00
FIBRA ÓPTICA Y ACCESORIOS							
Switch óptico	10/100/1000 Base T	8	1	1240.00		9,920.00	1240.00
Módulos SFP	Single Mode 1.25 Gbps	112	14	530.00		4,240.00	530.00
Módulos SFP	Single Mode 1.25 Gbps	64	8	420.00		3,360.00	420.00
Organizador de fibra	Horizontal	8	1	240.00		1,920.00	240.00
ODF	48 Puertos equipado	8	1	680.00		5,440.00	680.00
Patch Cord	LC-SC G657	112x 1.5 m	14 x 1.5 m	160.00		1,280.00	160.00
Trancisiones	SC-SC	224	28	100.00		800.00	100.00
Convertor	Óptico- eléctrico 1000 base X	8	1	280.00		2,240.00	280.00
Convertor de medio	Óptico- eléctrico 1000 base X	48	6	1200.00		9,600.00	1200.00
Regleta	Tomas AC	8	1	45.00		360.00	45.00
Rack	36 UR	8	1	1100.00		8,800.00	1100.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	32x 16 m	4 x 16 m	80.00		640.00	80.00

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL"
TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
“INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
Material	Tipo	Cantidad para toda la red	Cantidad para el Tercer Piso	Precio uniatrío		Precio red completa	Precion 3er. Piso
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	16 x 22 m	2 x 22 m	60.00		480.00	60.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	16 x 10 m	2 x 10 m	35.00		280.00	35.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	8 x 28 m	1 x 28 m	30.00		240.00	30.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	8 x 33 m	1 x 33 m	30.00		240.00	30.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	8 x 38 m	1 x 38 m	30.00		240.00	30.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	24 x 4 m	3 x 4 m	35.00		280.00	35.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	32 x 5 m	4 x 5 m	50.00		400.00	50.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	32x 8 m	4 x 8 m	60.00		480.00	60.00
Patch Cord Fibra óptica	SC-SC G657	32 x 11 m	4 x 11 m	70.00		560.00	70.00
Patch Cord Fibra óptica	LC-SC G657	8 x 2 m	1 x 2 m	15.00		120.00	15.00
Cintas de etiquetado	Brady	30	4	84.00		630.00	84.00
Patch cord Fibra óptica	SC-SC G657		2 x 60 m	150.00			150.00
Patch cord Fibra óptica	SC-LC G657		8 x 2 m	130.00			130.00
Patch cord Fibra óptica	SC-SC G657		4 x 10 m	100.00			100.00
Transiciones duplex	SC-SC		5	20.00			20.00
						52,550.00	6,974.00
OBRA CIVIL							
Perforaciones en Losa	orificios de 3" x 35cm	1	1	580.00		580.00	580.00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS							
Tomacorriente doble	Polarizado 120 V	16	2	15.00		120.00	15.00
Suelda exotérmica	Cadweld	2	2	20.00		20.00	20.00
Cable de tierra	# 8	10	10 m	15.00		15.00	15.00

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL"
TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
“INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
Material	Tipo	Cantidad para toda la red	Cantidad para el Tercer Piso	Precio uniatrío		Precio red completa	Precion 3er. Piso
Terminales	# 8	25	25	30.00		30.00	30.00
						185.00	80.00
VARIOS							
Pintura	Para canaletas	8	1 gl	45.00		360.00	45.00
Broca pasamuros	1" x 50 cm pasapared	10	1	120.00		1,200.00	120.00
Parafina		25	3	35.00		291.67	35.00
Waípe		10	3	40.00		133.33	40.00
Plástico negro		10m	2m	5.00		25.00	5.00
Material menudo	Cinta, tacos feshes, tornillos, etc	1040	130	150.00		1,040.00	150.00
						3,050.00	395.00
TOTAL MATERIALES						64,055.10	9,029.00
MANO DE OBRA							
Albañil				100.80		604.8	100.80
Estudiantes	Fines de semana por 4 meses		840 h/h	5580.00		22320	5580.00
TOTAL MANO DE OBRA						22924.80	5680.80
TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPOS							
Alquiler	OTDR y Power Meter	30 días	30 días			3,000.00	600.00
Alquiler	Camioneta	10 días	4 días			500.00	200.00
TOTAL MANO DE OBRA						3,500.00	800.00

TOTAL GENERAL	90,479.90	15,509.80
----------------------	------------------	------------------

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL"

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

“INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Diseño de la red interior de comunicación en fibra óptica monomodo de 2 hilos para el Edificio Matriz de la Universidad Tecnológica “ISRAEL”.

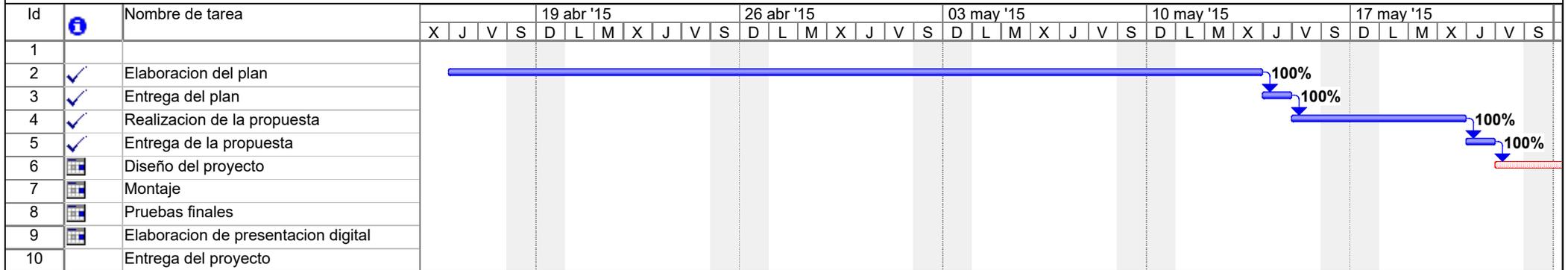
PRESUPUESTO REFERENCIAL - RESUMEN

	RED COMPLETA	BACKBONE Y TERCER PISO
CANALIZACIÓN Y TUBERÍAS	7,690.10	1,000.00
FIBRA ÓPTICA Y ACCESORIOS	52,550.00	6,974.00
OBRA CIVIL	580.00	580.00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	185.00	80.00
VARIOS	3,050.00	395.00
MANO DE OBRA	22924.80	5680.80
TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPOS	3,500.00	800.00
COSTO TOTAL	90,479.90	15,509.80

ANEXO D

CRONOGRAMA

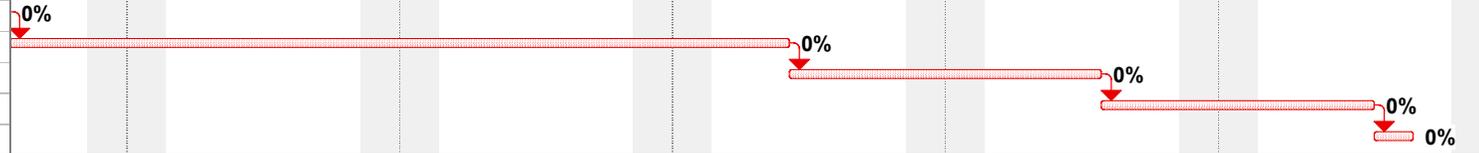
**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA RED DE FIBRA OPTICA
EDIFICIO MATRIZ UNIVERSIDAD TECNOLOGICA ISRAEL**



Proyecto: Cronograma TT Fecha: mié 08/03/17	Tareas críticas		Línea de base		Resumen del proyecto	
	División crítica		División de la línea de base		Tareas externas	
	Progreso de tarea crítica		Hito de línea de base		Hito externo	
	Tarea		Hito		Fecha límite	
	División		Progreso del resumen			
	Progreso de tarea		Resumen			

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA RED DE FIBRA OPTICA
EDIFICIO MATRIZ UNIVERSIDAD TECNOLOGICA ISRAEL**

Id	Nombre de tarea	05 jul '15			12 jul '15			19 jul '15			26 jul '15			02 ago '15			09 a		
		J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
1																			
2	✓ Elaboracion del plan																		
3	✓ Entrega del plan																		
4	✓ Realizacion de la propuesta																		
5	✓ Entrega de la propuesta																		
6	Diseño del proyecto																		
7	Montaje																		
8	Pruebas finales																		
9	Elaboracion de presentacion digital																		
10	Entrega del proyecto																		



Proyecto: Cronograma TT
Fecha: mié 08/03/17

Tareas críticas		Línea de base		Resumen del proyecto	
División crítica		División de la línea de base		Tareas externas	
Progreso de tarea crítica		Hito de línea de base		Hito externo	
Tarea		Hito		Fecha límite	
División		Progreso del resumen			
Progreso de tarea		Resumen			

ANEXO E

ACTA Y PROTOCOLO

DE ENTREGA

ACTA ENTREGA-RECEPCION DEFINITIVA DE UNA RED CON FIBRA ÓPTICA COMPUESTA POR UN CABLEADO BACKBONE A LOS 7 PISOS Y UNA DISTRIBUCIÓN A LOS 5 LABORATORIOS DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL EN QUITO

COMPARECIENTES:

Comparecen a la celebración de la presente Acta Entrega Recepción Definitiva, por una parte el ingeniero Edwin Lagos con CI. 0201148228, en su calidad de Jefe de la Dirección de Recursos Tecnológicos de la Universidad Israel, y por otra parte los Sres. Verónica Jiménez, Hernán Felicita, Cesar Huaraca, Vicente Cazco, Jorge Ortiz y Gabriel Álvarez que conforman el Grupo de Fibra, en su calidad de estudiantes, para la firma de la presente Acta Entrega Recepción Definitiva.

PRIMERA: ANTECEDENTES

1. El Lunes 15 de agosto de 2016, se procede a entregar al Ingeniero Edwin Lagos en su calidad de Jefe de la Dirección de Recursos Tecnológicos de la Universidad Israel, los dispositivos detallados en el Protocolo de Entrega, donde consta toda la información pertinente sobre la red instalada y su funcionamiento.
2. El Jueves 11 de Agosto del 2016, en las instalaciones del edificio matriz de la Universidad Israel en el Área Tecnológica, se realiza las pruebas de conectividad y de funcionamiento de la red de fibra, así como también se realiza una revisión de conexiones físicas en el ODF y Switch.

SEGUNDA: ENTREGA RECEPCION

Una vez que se ha entregado los dispositivos en funcionamiento, el día Jueves 11 de Agosto de 2016.

Por medio de la presente Acta se procede a recibir, en forma definitiva, los bienes provistos a la institución por parte del Grupo de Fibra.

TERCERA: OBJETO DE LA ENTREGA

Los estudiantes que integran el Grupo de Fibra entrega a la Universidad Israel como parte del proyecto de titulación, el "diseño e implementación de una red de fibra óptica compuesta de un cableado Backbone a las siete plantas y horizontal en el tercer piso del Edificio matriz de la Universidad Israel en Quito", los equipos y accesorios se detallan en el "Protocolo de entrega", anexo a este documento.

CUARTA: CONSTANCIA DE LA RECEPCIÓN DEL BIEN

Los estudiantes del Grupo de Fibra, estudiantes de la Universidad Israel, conjuntamente con el Ingeniero Edwin Lagos, el día 11 de Agosto del 2016, proceden a inspeccionar que los equipos estén funcionando y en completa operatividad, verificando así la conectividad desde el switch a todos los convertidores de medio instalados en los laboratorios, lo que determina que se encuentra implementado y funcionando a satisfacción, a más se cumplieron con las especificaciones técnicas requeridas para este proyecto, por lo que se procede a la recepción del objeto del proyecto de titulación.

Para constancia, estando de acuerdo con el contenido de este documento, las partes firman en original y dos copias del mismo contenido y valor, en la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de Agosto del 2016.

Verónica Jiménez.
ESTUDIANTE U.ISRAEL
CI. 1719058420

Ing. Edwin Lagos
JEFE DPTO. TECNOLOGÍA
C.I. 0201148228

Hernan Felicita
ESTUDIANTE U.ISRAEL
C.I. 1706550009



Cesar Huaraca
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I 1714732268

Vicente Cazco
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I 0601985500

Jorge Ortiz
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I 1708563091

Gabriel Alvarez
ESTUDIANTE U. ISRAEL
C.I. 1714256417



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS			
MARCA	MODELO	SERIE	ESTACIÓN
CTC	GSW-3420FM	P0318V1008421162G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL

HOJA	MEDIDAS DE CAMPO	REFERENCIA
PRESENTACIÓN	ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA	1
INFORMACIÓN	DISTRIBUCIÓN DE MODULOS SPF EN EL SWITCH	2
	CONFIGURACIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN ODF	3
	INVENTARIO GENERAL	4
MEDICIONES DE LA FIBRA	INFORMACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS	5
	PRUEBAS DE INTERNET	6
	NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN	7
	NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO	8
	PRUEBAS DE BER EN LOOP 155 MHZ	9
	PRUEBAS DE VELOCIDAD	10
PANTALLAS	PANTALLAS DEL OTDR	11
FOTOGRAFÍAS	RESUMEN FOTOGRÁFICO	12

1 ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA			
INSTITUCIÓN	PARTICIPANTES	FIRMA	OBSERVACIONES
POR UNIV. TECN. ISRAEL	ING. EDWIN LAGOS		
POR EL GRUPO DE FIBRA	VERÓNICA JIMENEZ		
	GABRIEL ALVAREZ		
	CESAR HUARACA		
	VICENTE CAZCO		
	JORGE ORTIZ		
	HERNAN-FELICITA		
CIUDAD:	QUITO	FECHA DE PRUEBAS DE TRÁFICO:	11/08/2016
CIUDAD:	QUITO	FECHA DE ENTREGA DE INFORME:	15/08/2016



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS			
MARCA	MODELO	SERIE	ESTACIÓN
CTC	GSW-3420FM	P0318V1008421162G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL

HOJA	MEDIDAS DE CAMPO	REFERENCIA
PRESENTACIÓN	ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA	1
INFORMACIÓN	DISTRIBUCIÓN DE MODULOS SPF EN EL SWITCH	2
	CONFIGURACIÓN DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN ODF	3
	INVENTARIO GENERAL	4
MEDICIONES DE LA FIBRA	INFORMACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS	5
	PRUEBAS DE INTERNET	6
	NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN	7
	NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO	8
	PRUEBAS DE BER EN LOOP 155 MHZ	9
	PRUEBAS DE VELOCIDAD	10
PANTALLAS	PANTALLAS DEL OTDR	11
FOTOGRAFÍAS	RESUMEN FOTOGRÁFICO	12

1	ACEPTACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA		
INSTITUCIÓN	PARTICIPANTES	FIRMA	OBSERVACIONES
POR UNIV. TECN. ISRAEL	ING. EDWIN LAGOS		
POR EL GRUPO DE FIBRA	VERÓNICA JIMENEZ		
	GABRIEL ALVAREZ		
	CESAR HUARACA		
	VICENTE CAZCO		
	JORGE ORTIZ		
	HERNAN FELICITA		
		FECHA DE PRUEBAS DE TRÁFICO:	23/07/2016
CIUDAD:	QUITO	FECHA DE ENTREGA DE INFORME:	



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS					
MARCA	CÓDIGO	SERIE	ESTACIÓN		
CTC	GSW-3420FM	P0318V1008421162G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL		
DIRECCIÓN IP	192.168.5.2	USUARIO	admin	PASSWORD	admin

2 DISTRIBUCIÓN DE MODULOS SFP EN EL SWITCH																								
SWITCH																								
Puerto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Estado	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	W
TIPO	SPF-7010-L31-DD(Q)	SPF-7010-L31(I)	SPF-7010-L31-DD(Q)	SPF-7010-L31(I)	SPF-7010-L31-DD(Q)	SPF-7010-L31(I)	SPF-7010-L31-DD(Q)	SPF-7010-L31-DD(Q)	SPF-7010-L31(I)	RJ 45														
Hacia ODF	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	26-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36	37-38	39-40	41-42	43-44	IN	

3 CONFIGURACIÓN DEL DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA (ODF)																								
Puerto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Estado	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Función	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX
ID	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Destino	PISO 5		PISO 4 (409)		PISO 2		PISO 1		PISO 0		SUB 1		SUB 2		DECANO 4		DECANO 3		LAB 310		LAB 308		LAB 306	
Puerto	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Estado	W	W	W	W	CP	CP	CP	CP	CP	CP	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	CP	CP
Función	RX	TX	RX	TX					RX	TX	RX	TX	RX	TX										
ID	A	B	A	B					A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Destino	LAB 304		LAB 307						Piso 5 BK		PISO 4 BK		PISO 2 BK		PISO 1 BK		PISO 0 BK		SUB 1 BK		SUB 2 BK			

4 INVENTARIO GENERAL							
INVENTARIO DE EQUIPOS						STATUS	
MODELO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	SERIE	DIRECCION IP	SI	NO	
GSW-3420FM	RACK	GIGABIT L2 MANAGED SWITCH	P0318V1008421162G0001	192.168.5.2			
ODF	RACK	DISTRIBUIDOR DE FIBRA 48 PUERTOS	16020021				
ORGANIZADOR HORIZONTAL	RACK	ORGANIZADOR HORIZONTAL	18020075				
FRM220-1000MS-CH01	LAB 307	OAM/IP MANAGED CONVERTER	H1001V0000000162G0021	192.168.5.3			
FMC-1000M-SC020	LAB 310	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER	DC004V1102120163G0013	192.168.5.4			
FMC-1000M-SC020	LAB 308	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER	DC004V1102120163G0019	192.168.5.5			
FMC-1000M-SC020	LAB 306	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER	DC004V1102120163G0018	192.168.5.6			
FMC-1000M-SC020	LAB 304	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER	DC004V1102120163G0023	192.168.5.7			
FMC-1000M-SC020	LAB 409	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER	DC004V1102120163G0041	192.168.5.8			
FMC-1000M-SC020	RECTORADO	WEB SMART FIBER MEDIA CONVERTER		192.168.5.9			



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



INVENTARIO MODULOS SPF					STATUS	
MODELO	PUERTO	DESCRIPCIÓN	SERIE	SI	NO	
SPF-7010-L31-DD(Q)	1	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040441			
SPF-7010-L31-DD(Q)	2	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040445			
SPF-7010-L31-DD(Q)	3	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040444			
SPF-7010-L31-DD(Q)	4	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040443			
SPF-7010-L31-DD(Q)	5	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040446			
SPF-7010-L31-DD(Q)	6	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040449			
SPF-7010-L31-DD(Q)	7	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040448			
SPF-7010-L31-DD(Q)	8	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040440			
SPF-7010-L31-DD(Q)	9	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040447			
SPF-7010-L31-DD(Q)	10	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040442			
SPF-7010-L31-DD(Q)	11	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1506081158			
SPF-7010-L31-DD(Q)	12	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040450			
SPF-7010-L31-DD(Q)	13	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1506081157			
SPF-7010-L31-DD(Q)	14	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1506081145			
SPF-7010-L31(I)	15	1.25 G SM/LX 1310 nm	AX02132503566			
SPF-7010-L31-DD(Q)	16	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1509040451			
SPF-7010-L31(I)	17	1.25 G SM/LX 1310 nm	AX02132503522			
SPF-7010-L31-DD(Q)	18	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1601040758			
SPF-7010-L31(I)	19	1.25 G SM/LX 1310 nm	AX03133200232			
SPF-7010-L31-DD(Q)	20	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1601040759			
SPF-7010-L31-DD(Q)	21	1.25 G SM/LX 1310 nm	FC1506081139			
SPF-7010-L31(I)	22	1.25 G SM/LX 1310 nm	AX02131600700			

INVENTARIO DE FIBRA ÓPTICA					STATUS	
CANTIDAD	LONGITUD	DESCRIPCIÓN	INICIO	DESTINO	SI	NO
2	60 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CONVERTIDOR RECTORADO		
2	8 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA PISO 4		
2	8 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA PISO 2		
2	10 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA PISO 1		
2	16 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA PISO 0		
2	16 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA SUBSUELO 1		
2	22 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA SUBSUELO 2		
1	11 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA DECANO 4		
1	5 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA DECANO 3		
1	11 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA LAB 307		
1	11 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CAJA LAB 310		
1	28 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CONVERTIDOR LAB 308		
1	33 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CONVERTIDOR LAB 306		
1	38 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	ODF	CONVERTIDOR LAB 304		
1	5 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	CAJA LAB 310	CONVERTIDOR LAB 310		
1	11 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	CAJA LAB 409	CONVERTIDOR LAB 409		
1	5 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-SC	CAJA LAB 307	UNIÓN SC-SC		
1	1.5 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-LC	UNION SC-SC	CONVERTIDOR LAB 307		
22	1.5 m	PATCH CORD DE FIBRA DUPLEX G657 SC-LC	SWITCH ÓPTICO	ODF		



**PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL**



INVENTARIO CANALIZACIÓN

CANTIDAD	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	UTILIZACIÓN/ UBICACIÓN	SI	NO
1	40 U	RACK CERRADO CON VENTILACIÓN	RACK DE EQUIPOS DE FIBRA		
6	2.48 X 0.15 m	CANALETAS METÁLICAS CERRADAS	CANALIZACION BACK BONE		
30	2.4 m	TUBOS EMT DE 1 PG.	SOPORTE DE CABLEADO HORIZONTAL		
19	20 X 20 cm	CAJAS METALICAS CON TAPA	FUNTOS DE REVISIÓN Y TERMINALES		
13		CAJAS DEXON	TERMINALES CON CONECTOR		
8 m	1 pg	TUBERIA FLEXIBLE BX	CAJAS METÁLICAS		



**PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL**



SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS			
MARCA	CÓDIGO	SERIE	ESTACIÓN
CTC	GSW-3420FM	P0318V1008421162G0001	UNIVERSIDAD ISRAEL

5	INFORMACIÓN DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS			
EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	AÑO FABRICACIÓN/CALIBRACIÓN
OTDR	AQ7270	YOKOGAWA	91G252583	2007
POWER METER	WT-1IC	WAVE TESTER	WT60023	2007
ANALIZADOR DE BER	SUNSET SDH	SUNRISE TELECOM	SSSDH16J0736201468	

6	PRUEBAS DE INTERNET			
SITIO	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	TIEMPO DE PING	
LAB 310	51.07 Mbps	48.90 Mbps	1 ms	
LAB 308	49.69 Mbps	48.15 Mbps	1 ms	
LAB 306	57.67 Mbps	57.50 Mbps	1 ms	
LAB 304	58.86 Mbps	58.78 Mbps	2 ms	
LAB 307	56.32 Mbps	58.53 Mbps	1 ms	
LAB 409	58.61 Mbps	56.68 Mbps	2 ms	
RECTORADO	58.53 Mbps	58.73 Mbps	1 ms	

7	NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN						STATUS	
LONGITUD (m)	INICIO	FINAL	ESTADO	REF MAX (dB)	ID FIBRA	INSERCIÓN (dB)	SI	NO
60	ODF	RECTORADO	W	0.79	A	0.33		
60	ODF	RECTORADO	W	0.79	B	0.11		
8	ODF	PISO 4	W	0.7532	A	0.35		
8	ODF	PISO 4	W	0.7532	B	0.19		
8	ODF	PISO 4	CP	0.7532	A	0.13		
8	ODF	PISO 4	CP	0.7532	B	0.22		
8	ODF	PISO 2	W	0.7532	A	0.19		
8	ODF	PISO 2	W	0.7532	B	0.24		
8	ODF	PISO 2	CP	0.7532	A	0.43		
8	ODF	PISO 2	CP	0.7532	B	0.44		
11	ODF	PISO 1	W	0.7544	A	0.42		
11	ODF	PISO 1	W	0.7544	B	0.56		
11	ODF	PISO 1	CP	0.7544	A	0.5		
11	ODF	PISO 1	CP	0.7544	B	0.6		
16	ODF	PISO 0	W	0.7564	A	0.4		
16	ODF	PISO 0	W	0.7564	B	0.23		
16	ODF	PISO 0	CP	0.7564	A	0.24		
16	ODF	PISO 0	CP	0.7564	B	0.24		
16	ODF	SUBSUELO 1	W	0.7564	A	0.26		
16	ODF	SUBSUELO 1	W	0.7564	B	0.18		
16	ODF	SUBSUELO 1	CP	0.7564	A	0.28		
16	ODF	SUBSUELO 1	CP	0.7564	B	0.22		
22	ODF	SUBSUELO 2	W	0.7588	A	0.24		
22	ODF	SUBSUELO 2	W	0.7588	B	0.29		
22	ODF	SUBSUELO 2	CP	0.7588	A	0.41		
22	ODF	SUBSUELO 2	CP	0.7588	B	0.35		



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL



LONGITUD (m)	INICIO	FINAL	ESTADO	REF MAX (dB)	ID FIBRA	PÉRDIDA (dB)	SI	NO
11	ODF	307	W	0.7544	A	0.27		
11	ODF	307	W	0.7544	B	0.06		
11+5	ODF	310	W	1.5064	A	0.48		
11+5	ODF	310	W	1.5064	B	0.66		
28	ODF	308	W	0.7612	A	0.4		
28	ODF	308	W	0.7612	B	0.5		
33	ODF	306	W	0.7632	A	0.09		
33	ODF	306	W	0.7632	B	0.5		
38	ODF	304	W	0.7652	A	0.32		
38	ODF	304	W	0.7652	B	0.3		
5	ODF	DECANO 3	W	0.752	A	0.24		
5	ODF	DECANO 3	W	0.752	B	0.47		
11	ODF	DECANO 4	W	0.7544	A	0.73		
11	ODF	DECANO 4	W	0.7544	B	0.72		

8	NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO						STATUS	
LONGITUD	INICIO	FINAL	ESTADO	REF MIN (dB)	ID FIBRA	RETORNO (dB)	SI	NO
60	ODF	RECTORADO	W	26	A	77.8		
60	ODF	RECTORADO	W	26	B	48.7		
8	ODF	PISO 4	W	26	A	55.5		
8	ODF	PISO 4	W	26	B	54.9		
8	ODF	PISO 4	CP	26	A	58.5		
8	ODF	PISO 4	CP	26	B	51.4		
8	ODF	PISO 2	W	26	A	56.7		
8	ODF	PISO 2	W	26	B	57.1		
8	ODF	PISO 2	CP	26	A	55.8		
8	ODF	PISO 2	CP	26	B	54.8		
11	ODF	PISO 1	W	26	A	56.3		
11	ODF	PISO 1	W	26	B	57.5		
11	ODF	PISO 1	CP	26	A	53.2		
11	ODF	PISO 1	CP	26	B	54.8		
16	ODF	PISO 0	W	26	A	55.5		
16	ODF	PISO 0	W	26	B	59.0		
16	ODF	PISO 0	CP	26	A	57.1		
16	ODF	PISO 0	CP	26	B	52.5		
16	ODF	SUBSUELO 1	W	26	A	54.9		
16	ODF	SUBSUELO 1	W	26	B	56.8		
16	ODF	SUBSUELO 1	CP	26	A	57.0		
16	ODF	SUBSUELO 1	CP	26	B	54.3		
22	ODF	SUBSUELO 2	W	26	A	58.8		
22	ODF	SUBSUELO 2	W	26	B	53.9		
22	ODF	SUBSUELO 2	CP	26	A	55.9		
22	ODF	SUBSUELO 2	CP	26	B	57.1		



**PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL**



LONGITUD	INICIO	FINAL	ESTADO	REF MIN (dB)	ID FIBRA	RETORNO (dB)	SI	NO
11	ODF	307	W	26	A	55.6		
11	ODF	307	W	26	B	53.8		
11	ODF	310	W	26	A	56.8		
11	ODF	310	W	26	B	56.8		
28	ODF	308	W	26	A	44.7		
28	ODF	308	W	26	B	49.0		
33	ODF	306	W	26	A	56.24		
33	ODF	306	W	26	B	52.8		
38	ODF	304	W	26	A	55.2		
38	ODF	304	W	26	B	53.2		
5	ODF	DECANO 3	W	26	A	60.6		
5	ODF	DECANO 3	W	26	B	52.8		
11	ODF	DECANO 4	W	26	A	54.4		
11	ODF	DECANO 4	W	26	B	50.7		

9	PRUEBAS DE BER EN LOOP 155 Mbps						STATUS	
LONGITUD	INICIO	FINAL	ESTADO	POTENCIA (dBm)	ID FIBRA	ERRORES	SI	NO
8+8	ODF	PISO 4	W	-26.3	A+B	0.00e ⁰⁰		
8+8	ODF	PISO 2	W	-10.3	A+B	0.00e ⁰⁰		
11+11	ODF	PISO 1	W	-26.3	A+B	0.00e ⁰⁰		
16+16	ODF	PISO 0	W	-25.1	A+B	0.00e ⁰⁰		
16+16	ODF	SUBSUELO 1	W	-24.4	A+B	0.00e ⁰⁰		
22+22	ODF	SUBSUELO 2	W	-26.1	A+B	0.00e ⁰⁰		
11+11	ODF	LAB 307	W	-21.6	A+B	0.00e ⁰⁰		
11+11	ODF	LAB 310	W	-22.3	A+B	0.00e ⁰⁰		
28+28	ODF	LAB 308	W	-22	A+B	0.00e ⁰⁰		
33+33	ODF	LAB 306	W	-22.2	A+B	0.00e ⁰⁰		
38+38	ODF	LAB 304	W	-22.6	A+B	0.00e ⁰⁰		
38+38	ODF	DECANO 4	W	-24.3	A+B	0.00e ⁰⁰		
38+38	ODF	DECANO 3	W	-26.6	A+B	0.00e ⁰⁰		

10	PRUEBA COMPARATIVA DE VELOCIDAD DE DESCARGA					STATUS	
PRUEBA	PUNTO DE DESCARGA	MEDIO	TAMAÑO ARCHIVO	TIEMPO PROMEDIO	NUMERO DE MUESTRAS	SI	NO
DESCARGA	CONVERTER AULA 304	FIBRA	271 Mb	2.8 s	14		
DESCARGA	SWITCH AULA 304	CABLE UTP	271 Mb	2.95 s	14		
CONFERENCIA	CONVERTER AULA 304	FIBRA	VIDEO Y AUDIO	0.93 s	23		
CONFERENCIA	SWITCH AULA 304	CABLE UTP	VIDEO Y AUDIO	1.1 s	23		





FRM220-1000MS

System Information

Local Setting

- IP Configuration
- Password Setting
- Converter Configuration
- Port Configuration
- MIB Counter
- VLAN
- Double VLAN
- Management VLAN

802.3ah Functions

Tools

- System Reboot
- Save and Restore
- Firmware Upgrade

[logout](#)

Port Configuration

Port	Link	Port Active	Mode	Flow Control	Ingress Rate Limit (bps)		Egress Rate Limit (bps)			
TP	1000F	Enable	Auto Speed	Enable	Not Limit	0	* 64k	Not Limit	0	* 64k
FX	Down	Enable	1000 Full	Enable	Not Limit	0	* 64k	Not Limit	0	* 64k

Rate limit is 64kbps as a minimal step

FIGURA 1.- ESTADO DE CONFIGURACIÓN DEL SWITCH



FRM220-1000MS

System Information

- Network Information
- DD Information

Local Setting

- IP Configuration
- Password Setting
- Converter Configuration
- Port Configuration
- MIB Counter
- VLAN
- Double VLAN
- Management VLAN

802.3ah Functions

Tools

- System Reboot
- Save and Restore
- Firmware Upgrade

[logout](#)

IP Configuration

DHCP Client	Disable	
IP Address	192.168.1.2	
Subnet Mask	255.255.255.0	
Gateway	192.168.1.1	
Description	FRM220-1000MS	Max. 16 chars

FIGURA 2.- CONFIRACIÓN IP DEL SWITCH



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

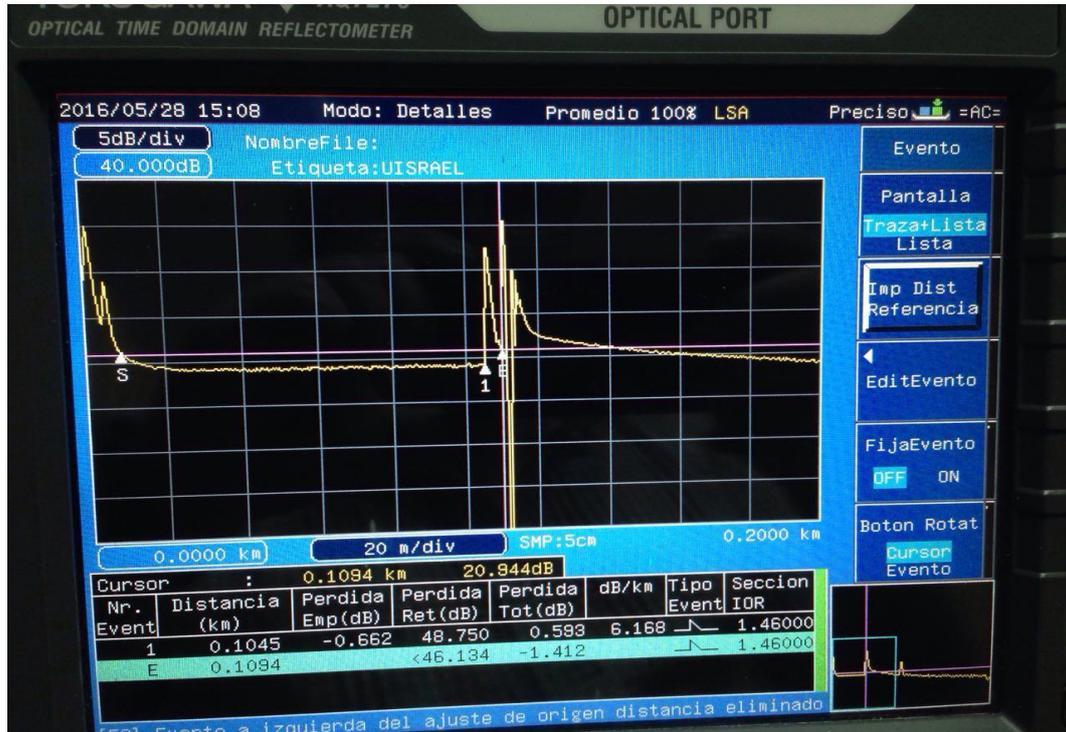


FIGURA 3.- PERDIDA DE RETORNO RECTORADO (Evento 1)

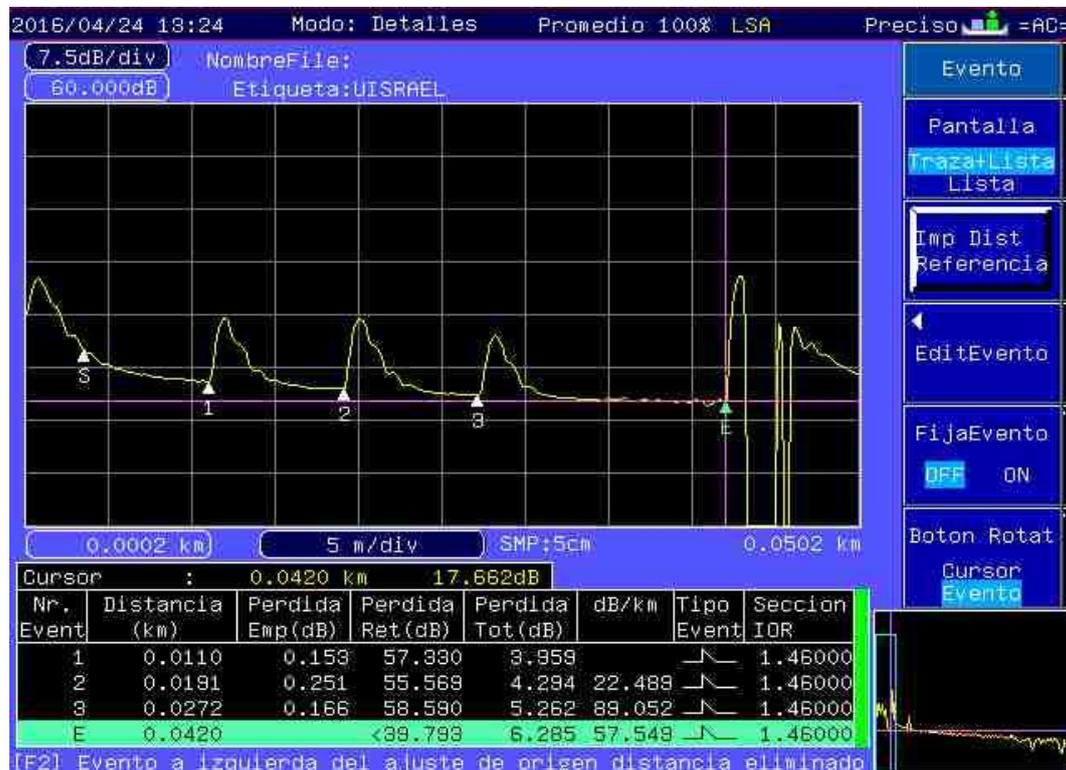


FIGURA 4.- PERDIDA DE RETORNO PISO 4 (Fibra A-P Evento 2- Fibra A-BK Evento 3)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

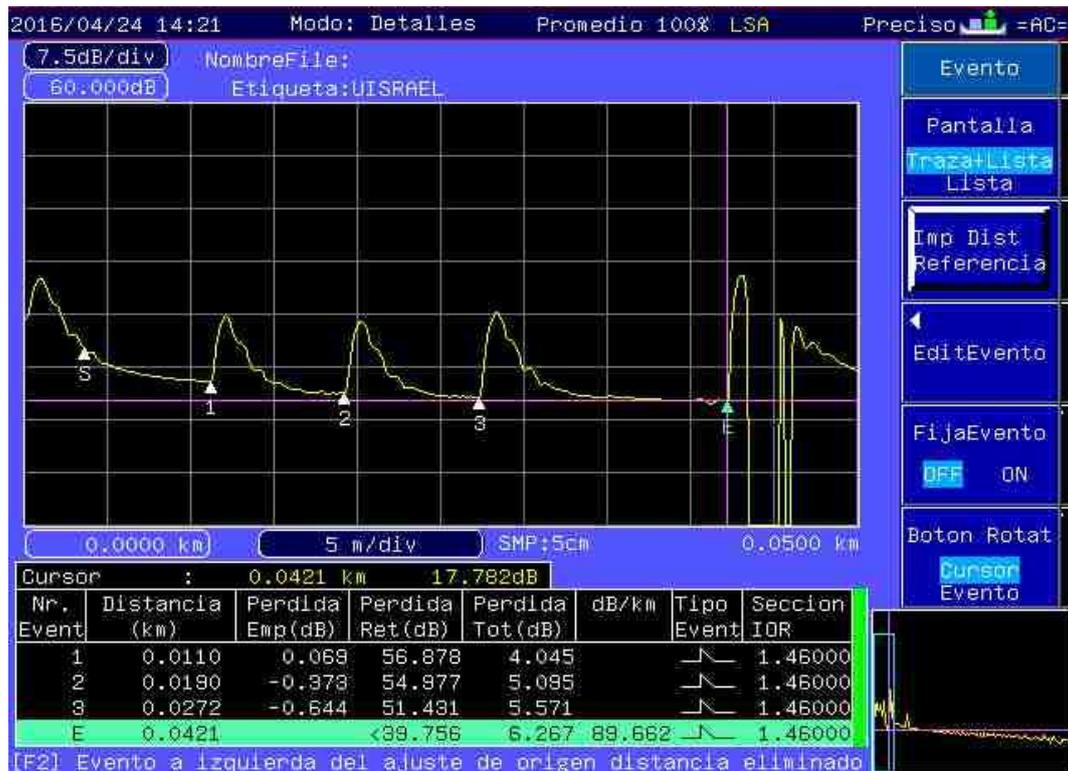


FIGURA 5.- PERDIDA DE RETORNO PISO 4 (Fibra B-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 3)



FIGURA 6.- PERDIDA DE RETORNO PISO 2 (Fibra A-P Evento 2- Fibra A-BK Evento 3)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL



FIGURA 7.- PERDIDA DE RETORNO PISO 2 (Fibra B-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 3)



FIGURA 8.- PERDIDA DE RETORNO PISO 1 (Fibra A-P Evento 3- Fibra A-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

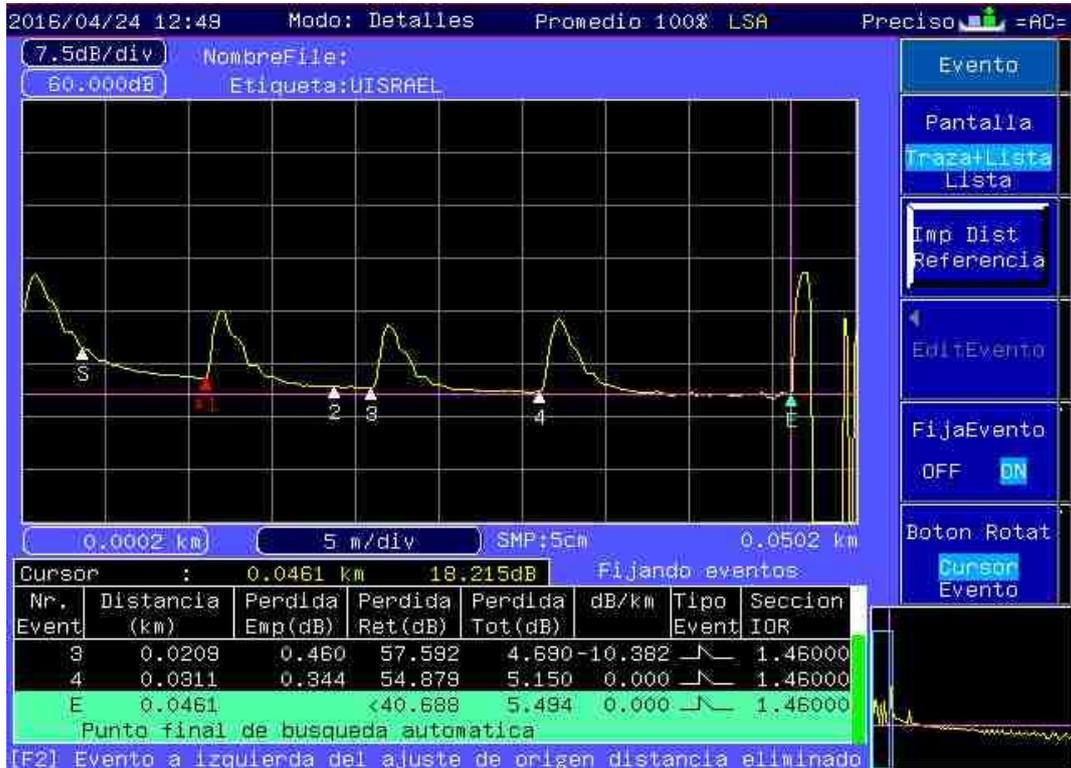


FIGURA 9.- PERDIDA DE RETORNO PISO 1 (Fibra B-P Evento 3- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 10.- PERDIDA DE RETORNO PISO 0 (Fibra A-P Evento 3- Fibra A-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL

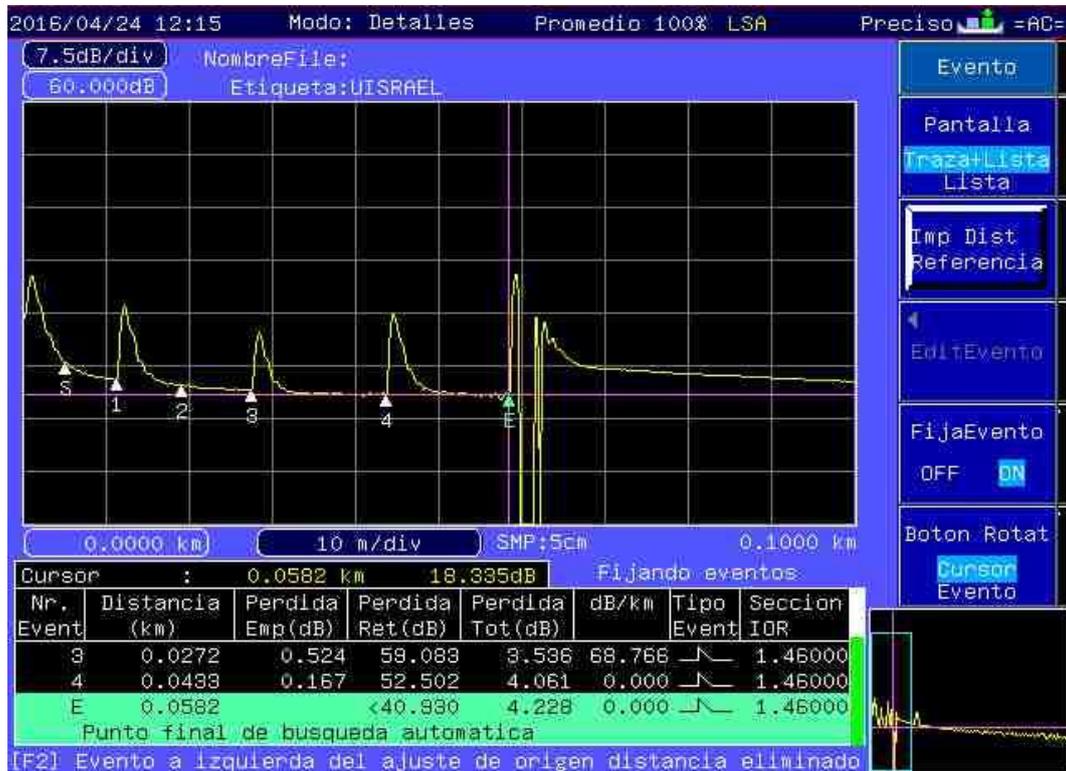


FIGURA 11.- PERDIDA DE RETORNO PISO 0 (Fibra B-P Evento 3- Fibra B-BK Evento 4)

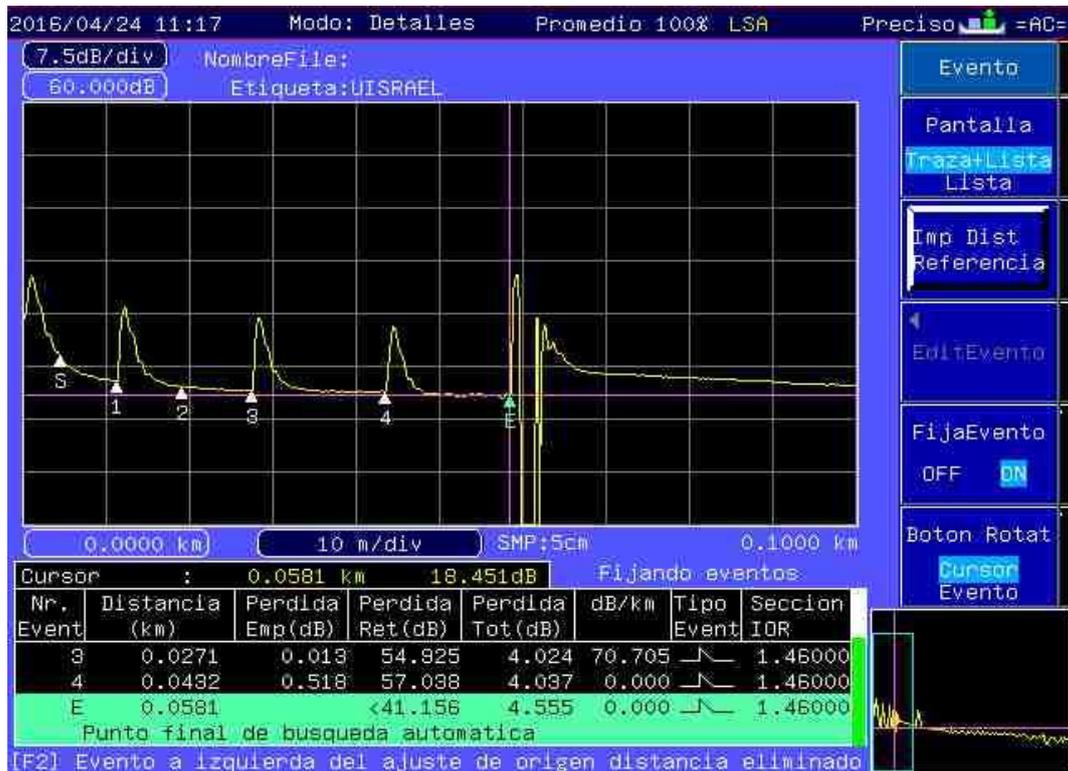


FIGURA 12.- PERDIDA DE RETORNO PISO SUB 1 (Fibra A-P Evento 3- Fibra A-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL



FIGURA 13.- PERDIDA DE RETORNO PISO SUB 1 (Fibra B-P Evento 3- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 14.- PERDIDA DE RETORNO PISO SUB 2 (Fibra A-P Evento 3- Fibra A-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

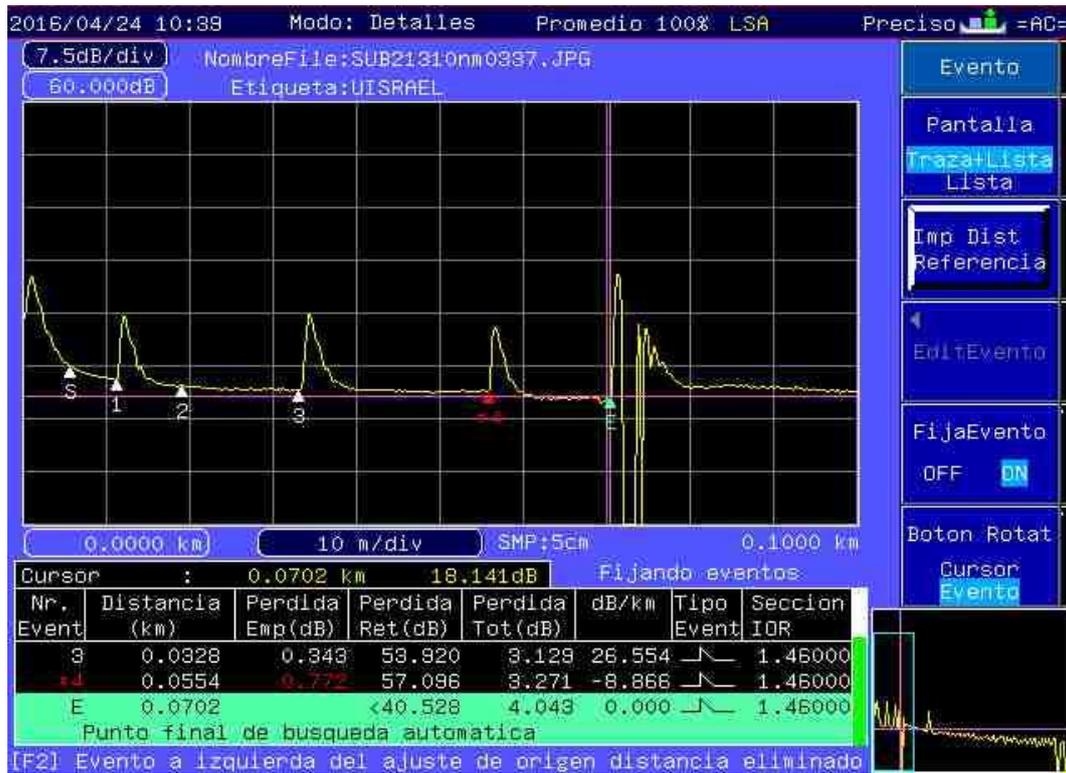


FIGURA 15.- PERDIDA DE RETORNO PISO SUB 2 (Fibra B-P Evento 3- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 16.- PERDIDA DE RETORNO LAB 307 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

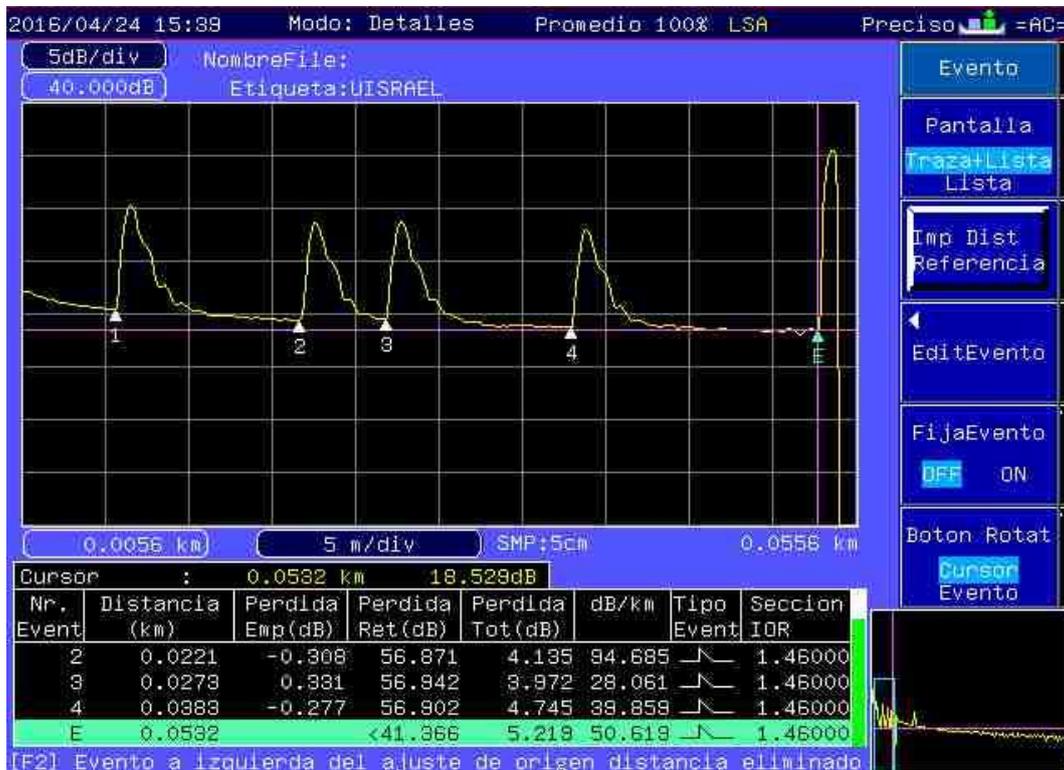


FIGURA 17.- PERDIDA DE RETORNO LAB 310 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 18.- PERDIDA DE RETORNO LAB 308 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 3)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



FIGURA 19.- PERDIDA DE RETORNO LAB 306 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 20.- PERDIDA DE RETORNO LAB 304 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

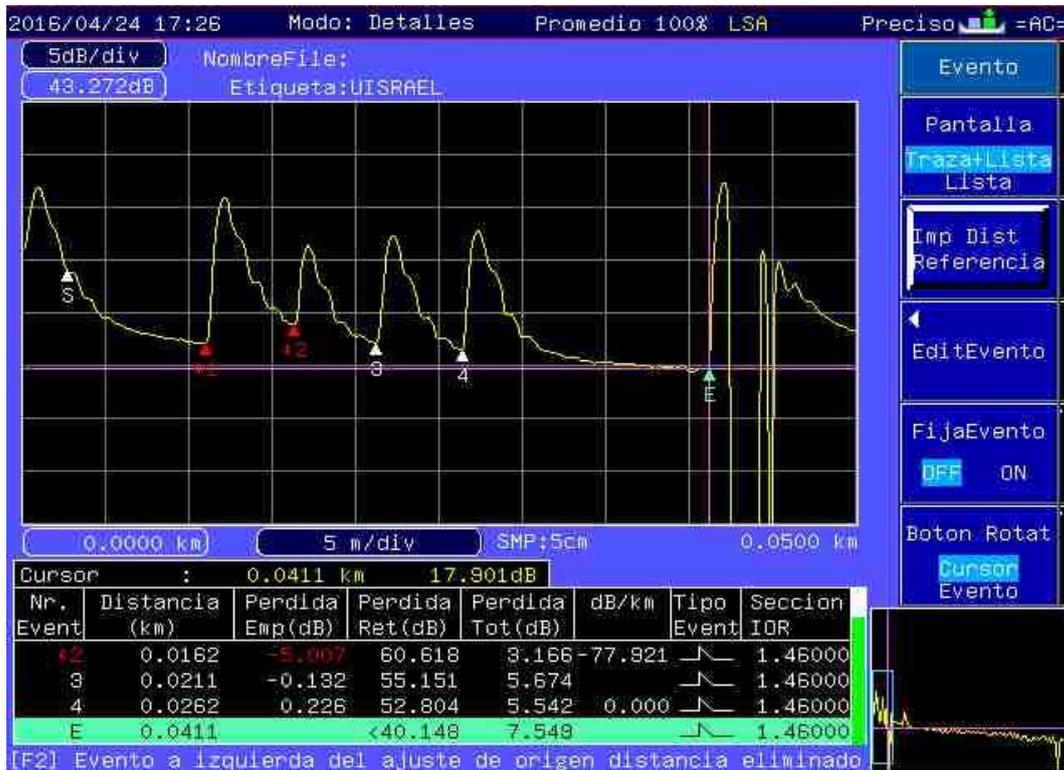


FIGURA 21.- PERDIDA DE RETORNO DECANO 3 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



FIGURA 22.- PERDIDA DE RETORNO DECANO 4 (Fibra A-P Evento 2- Fibra B-BK Evento 4)



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL

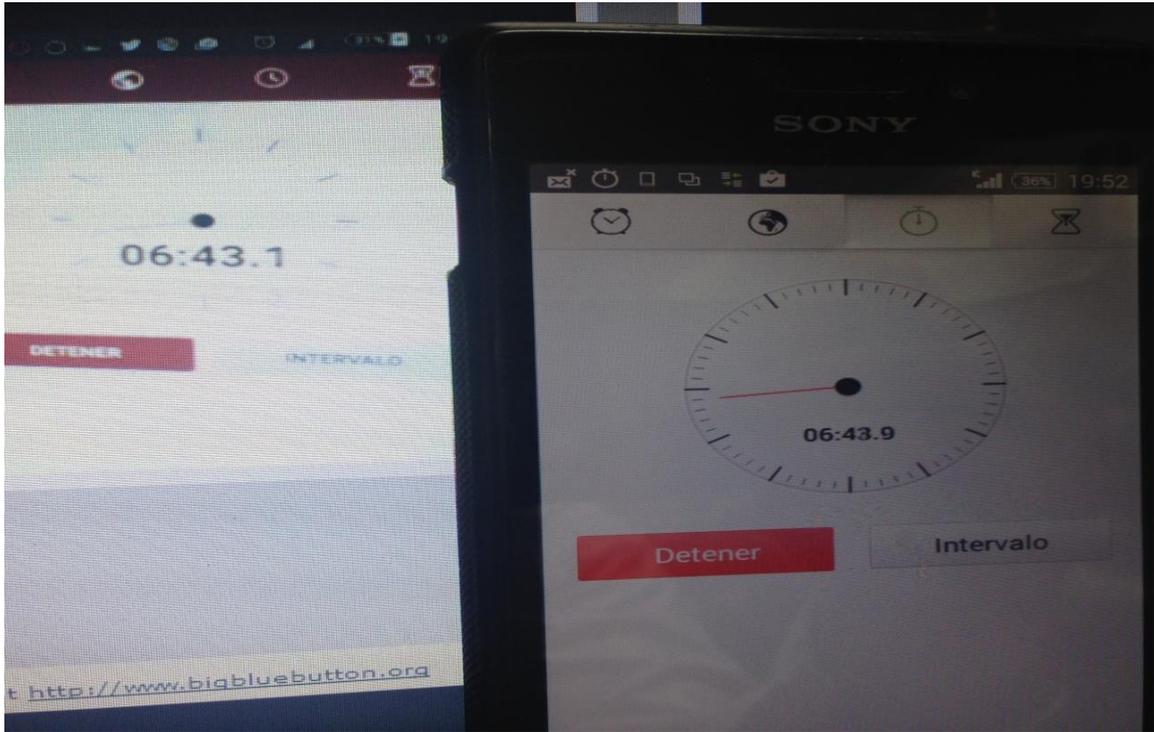


FIGURA 23: RETARDO DE TIEMPO CON FIBRA ÓPTICA

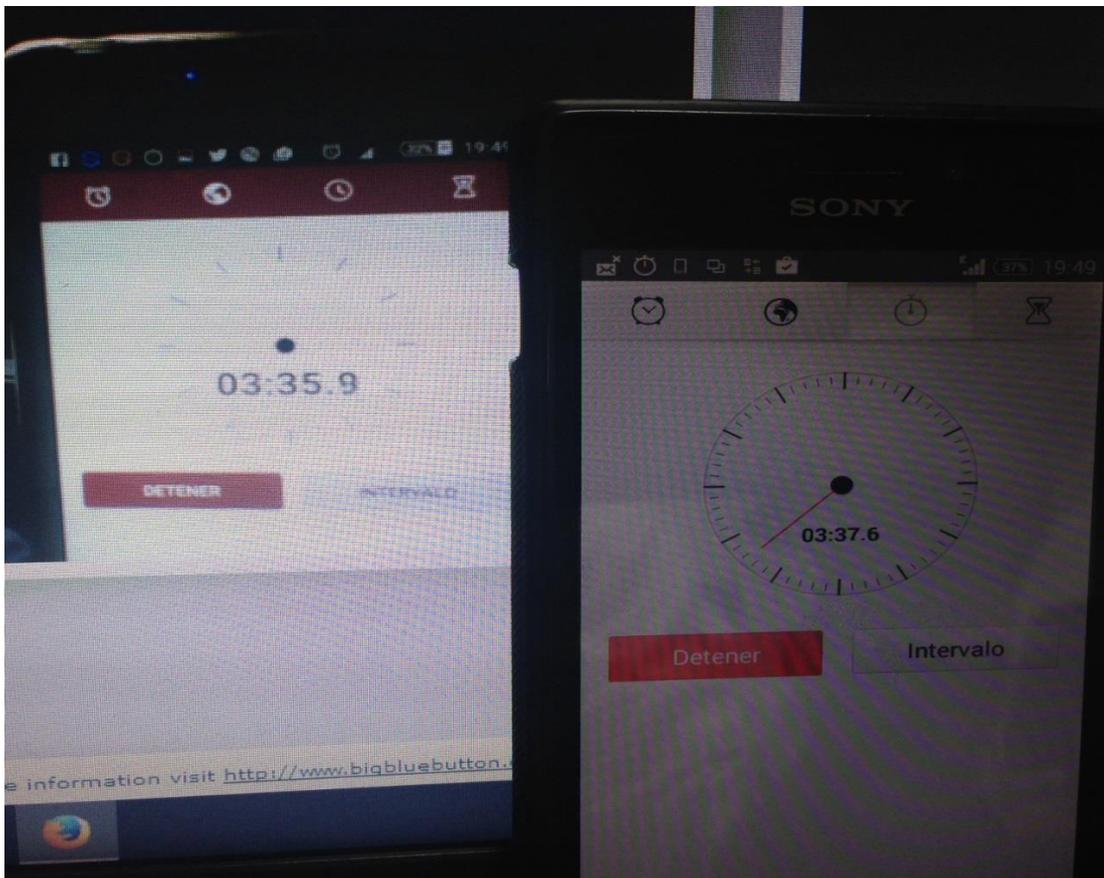


FIGURA 24: RETARDO DE VIDEO CON CABLE UTP



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL



FOTOGRAFÍAS



IMAGEN 1.- CABLEADO ENTRE EL SWITCH Y ODF



IMAGEN 2.- SALA DE EQUIPOS

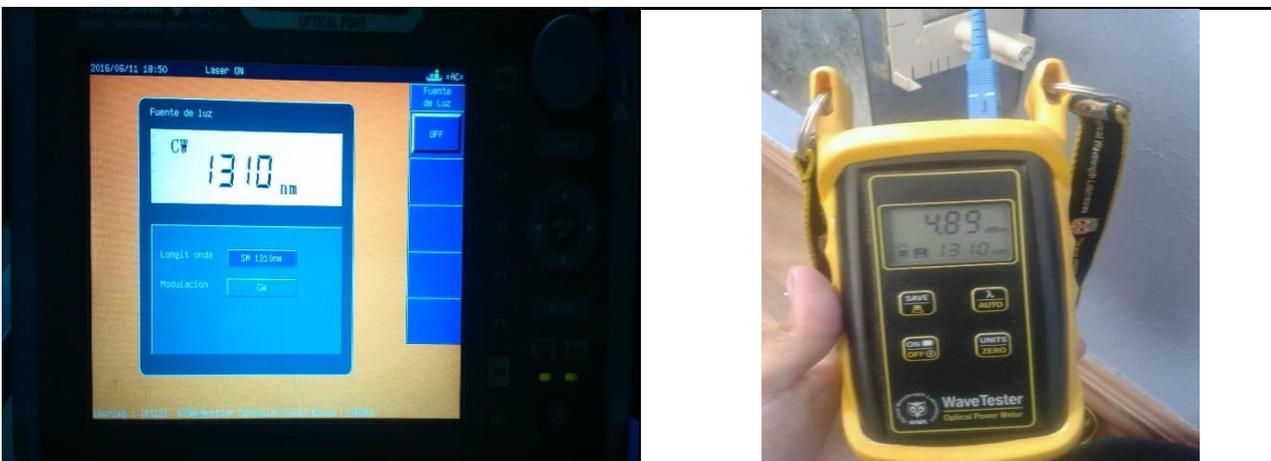


IMAGEN 3.- INSTRUMENTOS DE MEDIDA



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



IMAGEN 4.- FIBRA EN LAS CAJAS

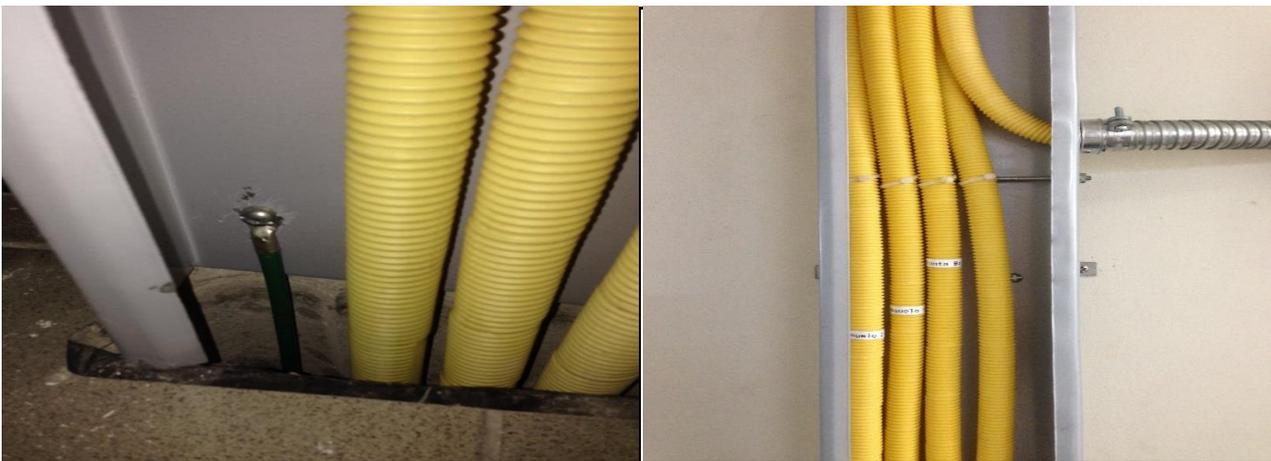


IMAGEN 5.- TIERRA Y MANGUERAS PARA FIBRA EN EL BACKBONE



IMAGEN 6.- TERMINACIONES DE FIBRA EN LABORATORIOS Y RECTORADO



PROTOCOLO DE ENTREGA DE
UNA RED ÓPTICA EN LA
UNIVERSIDAD ISRAEL



IMAGEN 7.- ETIQUETADO



IMAGEN 8.- PERFORACIÓN DE LA LOZA



IMAGEN 9.- INSTALACION CANALIZACION BACKBONE



PROTOCOLO DE ENTREGA DE UNA RED ÓPTICA EN LA UNIVERSIDAD ISRAEL

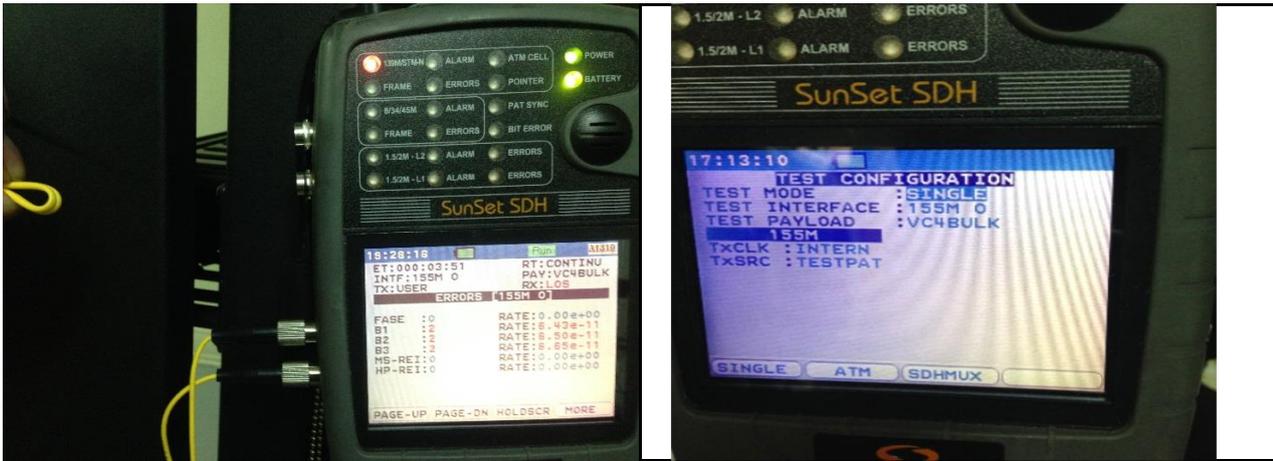


IMAGEN 10.- PRUEBAS DE VER

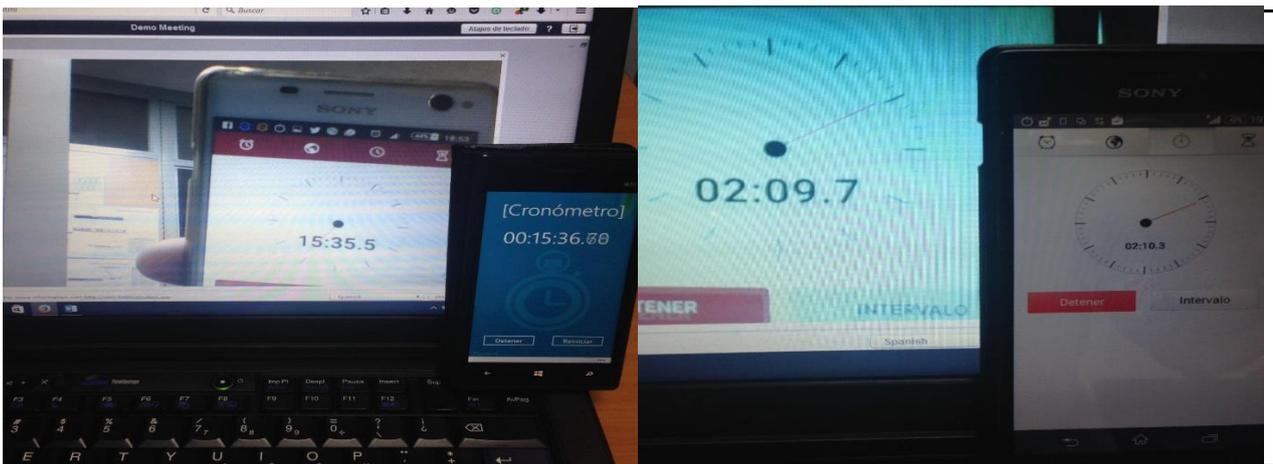


IMAGEN 11.- RETARDOS DE TIEMPO EN UNA VIDEO CONFERENCIA (UTP VS FIBRA)

ANEXO F

CATÁLOGOS

NEW



GSW-3424FM

**24x GbE, SFP + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10G, SFP+
L2+ Managed Ethernet Switch**

GSW-3424FM is an SNMP manageable Gigabit Ethernet switch for FTTx deployment or Gigabit Ethernet fiber aggregation that is equipped with 24 dual rate 100/1000Base-X SFP ports, 4 10/100/1000Base-T RJ45 ports and 4 1G/10Gbps dual rate SFP+ slots. With advanced layer 2 and QoS features, this switch is targeted at multi-service operators (MSO) with a desire to deploy provisioned triple play services via active Ethernet FTTx network infrastructures. Fiber based network infrastructures offer the data rates required by triple play services such as high speed internet access, VoIP and HD IPTV. The GSW-3424FM Ethernet access switch provides VLAN, QoS and IGMP L2 feature sets as well as robust security management to facilitate service provider's build out of a manageable and secure FTTx access network.

Feature

- IPv6 management
- 8 priority queues are supported on each port for QoS application
- Port-based VLAN, 802.1Q VLAN, Voice VLAN and Q-in-Q(double tagging) function
- Protected Port and Loop Detection function
- IEEE 802.1x security function, and VLAN assignment, Guest VLAN functions
- Static Mac address access limit and Dynamic Mac address number on port
- IEEE802.1d & 802.1w & 802.1s
- DHCP Client / DHCP Option 82 Relay / DHCP Snooping function
- DHCP Snooping Database agent to upload DHCP Snooping table to external TFTP Server.
- ACL function for L2 ~ L4 packet control, Ingress/Egress rate control on port
- IP Multicast with IGMP snooping / query / fast leave / filtering / group limited /MVR
- Broadcast/Multicast/Unknown Unicast storm control
- ARP inspection / IP source guard
- RMON 1,2,3,9
- SFP Transceiver DDMI function
- Remote port configuration setting and statistics monitoring
- Text based CLI configuration download and upload
- IEEE 802.3az power management / Green Ethernet

Specifications

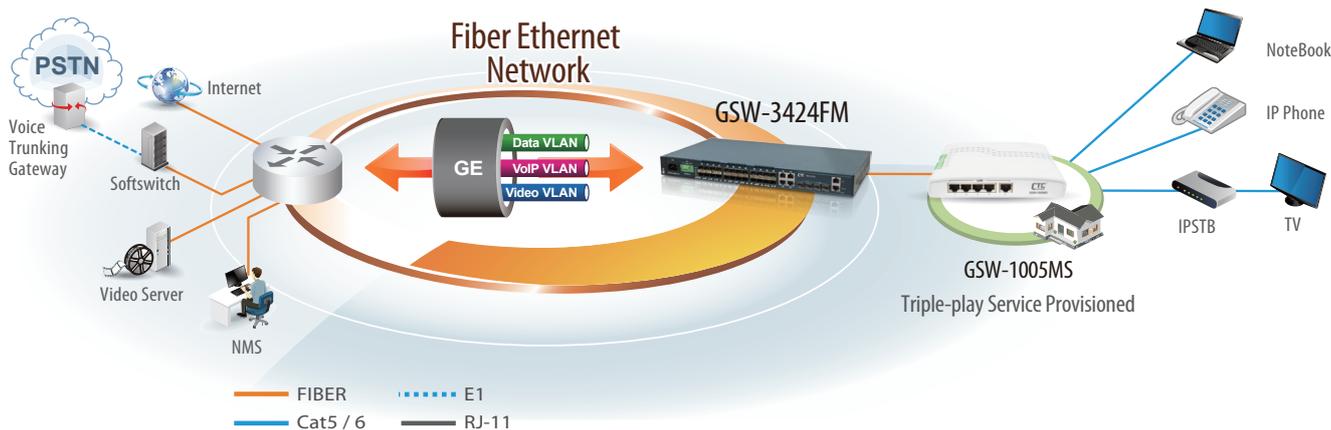
System	
100/1G SFP Port	24
10/100/1000 Base-T RJ45	4
1G/10G Uplink Port	4
Memory	Flash : 16MB / RAM: 128MB
Packet buffer	32M bits
MAC Table size	32K
Max Packet Size	14K
Filter & Forward rate	14880pps at 10Mbps, 148800pps at 100Mbps, 1488000pps at 1Gbps, 14880000pps at 10Gbps
Switching Fabric capacity	136Gbps
Packet Forwarding capacity	101.18Mpps
FAN Design	Yes
Console port	RJ-45
19" Rack-Mount	Yes, with kits
SFP DDMI	Yes
Dimension	250x 440x 43.5mm (DxWxH)
Operating Temperature	0 ~ 50°C
Storage Temperature	-25 ~ 70°C
Humidity	10% ~ 90% (non-condensing)
LED Display	Per Port : Link/Act (Green: Gigabit, Yellow:10/100M) Per Device : Power and System
Power Consumption	<60W Max.
Power Input	AC Power input (100V~240V); -36~-60VDC
LED	
Power	Lights(Green) System is receiving power
System	Lights(Green) System is ready

Link / Act	Lights	Link is ready 1000Mbps : Green 100Mbps : Amber
	Flashing	Data packets being received or sent
Software		
Port Control	Port speed, duplex mode, and flow control Port Auto MDI/MDI-X Port frame size (jumbo frames), Maximum ingress frame size (10056 bytes) Port state (administrative status) Port status (link monitoring) Port statistics (MIB counters) Port VeriPHY (cable diagnostics)	
L2 Switching	Auto MAC address learning/aging and MAC addresses (static) IEEE 802.1Q static VLAN(4096 entries Max.), Voice VLAN, Port isolation, Private VLAN, MAC based VLAN protocol based VLAN IP subnet based VLAN IEEE 802.1D STP/802.1w RSTP/802.1s MSTP IEEE 802.3ad Link Aggregation, static and LACP BPDU guard and restricted role, Error Disable Recovery DHCP client, DHCP snooping, DHCP option 82 relay ARP inspection(256 entries Max.) Port mirroring	
Layer 2 Multicast	IGMP snooping v1,v2, v3 snooping, (1024 groups) IGMP snooping Fast and Immediate leave IGMP throttling, filtering, and leave proxy MVR and MVR profile IPv6 MLD v1 snooping	
QoS	8 Priority Queues per Port Port Based priority Scheduler priority QoS Control List(256 entries Max.) Storm control for UC, MC, and BC Policing and shaping per port and per queue Ingress Policing Egress Shaping DiffServ (RFC 2474) remarking Tag remarking	

Security	Port-based 802.1X, Single 802.1X, Multiple 802.1X MAC-based authentication, VLAN assignment, QoS assignment, Guest VLAN RADIUS accounting MAC address limit TACACS+ Web and CLI authentication and authorization Authorization ACLs for filtering, policing, and port copy IP source guard
Synchronization	NTPv4 Client
SFP DDMI	Yes

Management	HTTP server CLI console port Telnet Management access filtering SSHv2 and HTTPS IPv6 Management Syslog Software upload through Web and TFTP SNMPv1/v2c/v3 Agent RMON Group 1, 2, 3, and 9 IEEE 802.1AB-2005 Link Layer Discovery, LLDP Text Configuration download or upload sFlow Daylight Saving
-------------------	---

Application



Ordering Information

Model Name	Description
GSW-3424FM-AC	24x GbE SFP slots + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10Gbps SFP+ slots uplink with single AC power supply
GSW-3424FM-DC	24x GbE SFP slots + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10Gbps SFP+ slots uplink with single DC power supply (-48V)
GSW-3424FM-AA	24x GbE SFP slots + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10Gbps SFP+ slots uplink Dual AC power supply
GSW-3424FM-DD	24x GbE SFP slots + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10Gbps SFP+ slots uplink Dual DC power supply (-48V)
GSW-3424FM-AD	24x GbE SFP slots + 4x GbE RJ45 + 4x 1G/10Gbps SFP+ slots uplink AC & DC (-48V) power supply

Power Type
GSW – 3424FM – □□
 Example: GSW – 3424FM – AD

Accessories

10G SFP+ Transceiver Module

SFM-1000-SR85	10G SFP+ SR/SW MMF 300m, 850nm VCSEL, 10G Ethernet/FC/SDH/SONET
SFS-1010-LR31	10G SFP+ LR/LW SMF 10km, 1310nm DFB DML, 10G Ethernet/FC/SDH/SONET
SFS-1040-ER55	10G SFP+ ER/EW SMF 40km, 1550nm DFB EML, 10G Ethernet/FC/SDH/SONET
SFS-1080-ZR55	10G SFP+ ZR/EW SMF 80km, 1550nm DFB EML, 10G Ethernet/FC/SDH/SONET

Preliminary



GSW-3424FM

24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo ports (10/100/1000Base-T or 1000Base-X) L2 Managed Ethernet Switch

GSW-3424FM is an SNMP manageable Gigabit Ethernet switch for FTTx deployment or Gigabit Ethernet fiber aggregation that equipped 24 dual rate 100/1000Base-X SFP ports and 4 Gigabit Ethernet combo (10/100/1000Base-T or 1000Base-X) ports. With advanced layer 2 and QoS features, this switch is targeted at multi-service operators (MSO) with a desire to deploy provisioned triple play services via active Ethernet FTTx network infrastructures. Fiber based network infrastructures offer the data rates required by triple play services such as high speed internet access, VoIP and HD IPTV. The GSW-3424FM Ethernet access switch provides VLAN, QoS and IGMP L2 feature sets as well as robust security management to facilitate service provider's build up of a manageable and secure FTTx access network.

Features

- 24x SFP ports, support 100Base-FX or 1000Base-X
- 4x RJ45/SFP(100/1G) ports, auto-detect RJ45/SFP connection
- IPv6 management
- 8 priority queues are supported on each port for QoS application
- Port-based VLAN, 802.1Q VLAN, Voice VLAN and Q-in-Q(double tagging) function
- Protected Port and LoopBack Detection function
- IEEE 802.1x security function, and VLAN assignment, Guest VLAN functions
- Static Mac address access limit and Dynamic Mac address number on port
- IEEE802.1d & 802.1w & 802.1s
- DHCP Client / DHCP Option 82 Relay / DHCP Snooping function
- DHCP Snooping Database agent to upload DHCP Snooping table to external TFTP Server.
- ACL function for L2 ~ L4 packet control, Ingress/Egress rate control on port
- IP Multicast with IGMP snooping / query / fast leave / filtering / group limited /MVR
- Broadcast/Multicast/Unicast storm control
- ARP inspection / IP source guard
- RMON 1,2,3,9
- SFP Transceiver DDMI function
- Remote port configuration setting and statistics monitoring
- Text configuration download and upload
- IEEE 802.3az power management / Green Ethernet

Specifications

System	
100/1G SFP Port	24
UTP/SFP Combo Uplink Port	4
Memory	Flash : SPI 16MB / RAM:DDRII 128MB
Packet buffer	16M bits
MAC Table size	16K
Max Packet Size	10K
Switching capability	14880pps at 10Mbps, 148810pps at 100Mbps, 1488095pps at 1Gbps with 64bytes packets
Switch capacity	48Gbps
Forwarding Rate	35.7Mpps
FAN Design	Yes
Console port	RJ-45
19" Rack-Mount	Yes, with kits
SFP DDMI	Yes
Dimension	250x 440x 43.5mm (DxWxH)
Environmental Temperature	Operating : 0 ~ 50°C Storage : -25 ~ 70°C
Humidity	10% ~ 90% (non-condensing)
LED Display	Per Port : Link/Act (Green: Gigabit, Yellow:10/100M) Per Device : Power and System
Power Consumption	<60W Max.
Power Input	AC Power input (100V~240V); -36~60VDC
LED	
Power	Lights(Green) System is receiving power
System	Lights(Green) System is ready
Link / Act	Lights Link is ready 1000Mbps : Green 100Mbps : Amber Flashing Data packets being received or sent

Software	
Port Control	Port speed, duplex mode, and flow control Port Auto MDI/MDI-X Port frame size (jumbo frames), Maximum ingress frame size (10056 bytes) Port state (administrative status) Port status (link monitoring) Port statistics (MIB counters) Port VeriPHY (cable diagnostics)
L2 Switching	Auto MAC address learning/aging and MAC addresses (static) IEEE 802.1Q static VLAN(4096 entries Max.), Voice VLAN Port isolation, Private VLAN, static, MAC based VLAN protocol based VLAN IP subnet based VLAN IEEE 802.1D STP/802.1w RSTP/802.1s MSTP IEEE 802.3ad Link Aggregation, static and LACP BPDU guard and restricted role, Error Disable Recovery DHCP client, DHCP snooping, DHCP option 82 relay ARP inspection(256 entries Max.) Port mirroring
Layer 2 Multicast	IGMP snooping v1,v2, v3 snooping, (1024 groups) IGMP snooping Fast and Immediate leave IGMP throttling, filtering, and leave proxy MVR and MVR profile IPv6 MLD v1 snooping
QoS	8 Priority Queues per Port Port Based priority Scheduler priority QoS Control List(256 entries Max.) Storm control for UC, MC, and BC Policing and shaping per port and per queue Ingress Policing Egress Shaping DiffServ (RFC 2474) remarking Tag remarking

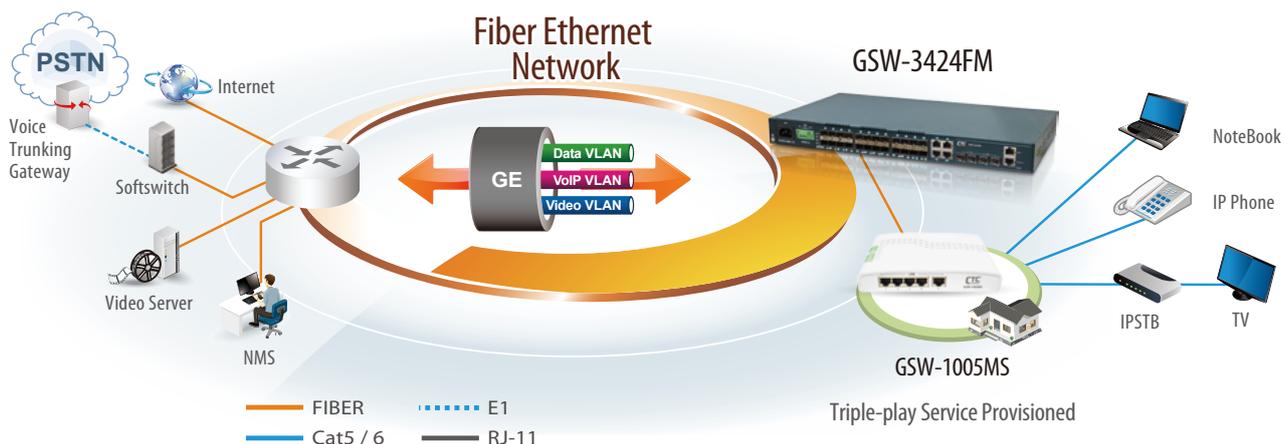
4

L2 Managed
Ethernet Switch

Security	Port-based 802.1X, Single 802.1X, Multiple 802.1X MAC-based authentication, VLAN assignment, QoS assignment, Guest VLAN RADIUS accounting MAC address limit TACACS+ Web and CLI authentication and authorization Authorization ACLs for filtering, policing, and port copy IP source guard
Synchronization	NTPv4 Client
SFP DDMI	Yes

Management	HTTP server CLI console port Telnet Management access filtering SSHv2 and HTTPS IPv6 Management System Syslog Software upload through Web and TFTP SNMPv1/v2c/v3 Agent RMON Group 1, 2, 3, and 9 IEEE 802.1AB-2005 Link Layer Discovery, LLDP Text Configuration download or upload sFlow Daylight Saving
-------------------	--

Application



Ordering Information

Model Name	Description
GSW-3424FM-AC	24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo (1000Base-X or 10/100/1000Base-T) uplink with single AC power supply
GSW-3424FM-DC	24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo (1000Base-X or 10/100/1000Base-T) uplink with single DC power supply (-48V)
GSW-3424FM-AA	24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo (1000Base-X or 10/100/1000Base-T) uplink Dual AC power supply
GSW-3424FM-DD	24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo (1000Base-X or 10/100/1000Base-T) uplink Dual DC power supply (-48V)
GSW-3424FM-AD	24x 100/1000Base-X SFP slots + 4x GbE combo (1000Base-X or 10/100/1000Base-T) uplink AC & DC (-48V) power supply

Remark: SFP Transceiver not included

Power Type
MSW - 3424FM -
 Example: MSW - 3424FM - AD

SFP Transceivers are high performance, cost effective modules for serial optical data communications applications specified for a single mode at 1.25/2.5Gbps. They operate with +3.3V/5V power supplies and are intended for single mode or multi-mode fiber, operating at a nominal wavelength of 1310(850) nm. Each SFP Transceiver consists of a transmitter optical subassembly, a receiver optical subassembly and an electrical subassembly. SFP Transceivers are duplex SC/ LC transceiver designed for use in Gigabit Ethernet and to provide an IEEE-802.3z compliant link for 1.25/2.5Gbps short or long reach applications.

Features

- SFP & SFP+ Multi-Source Agreement compliant
- Single 3.3V power supply
- Duplex or Simplex LC receptacle connector
- Up to 10Gb/s bi-directional data links
- Class 1 laser safety standard IEC825 compliant
- Hot Pluggable
- Lower power dissipation



155Mbps 100Base-X Dual fiber SFP

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
SFM-5000-L31	1310	MMF	-20~-14	-32	12	2km	✓
SFM-5000-L31-DD	1310	MMF	-20~-14	-32	12	2km	✓
SFS-5030-L31	1310	SMF	-15~-8	-34	19	30km	✓
SFS-5030-L31-DD	1310	SMF	-15~-8	-34	19	30km	✓
SFS-5050-L31	1310	SMF	-5~0	-35	30	50km	✓
SFS-5050-L31-DD	1310	SMF	-5~0	-35	30	50km	✓

155Mbps 100Base-BX, Single fiber Bi-Directional SFP

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
SFS-5020-WA	T1310/R1550	SMF	-14~-8	-32	18	20km	
SFS-5020-WA-DD	T1310/R1550	SMF	-14~-8	-32	18	20km	✓
SFS-5020-WB	T1550/R1310	SMF	-14~-8	-32	18	20km	
SFS-5020-WB-DD	T1550/R1310	SMF	-14~-8	-32	18	20km	✓

1.25Gbps (1000Base-X, Fiber Channel) SFP

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
SFM-7000-S85	850	MMF	-9.5~-4	-17	7.5	550m	
SFM-7000-S85-DD	850	MMF	-9.5~-4	-17	7.5	550m	✓
SFM-7000-L31	1310	MMF	-9~-1	-19	10	2km	
SFM-7000-L31-DD	1310	MMF	-9~-1	-19	10	2km	✓
SFS-7010-L31	1310	SMF	-9.5~-3	-20	10.5	10km	
SFS-7010-L31-DD	1310	SMF	-9.5~-3	-20	10.5	10km	✓
SFS-7020-L31	1310	SMF	-8~-2	-23	15	20km	
SFS-7020-L31-DD	1310	SMF	-8~-2	-23	15	20km	✓
SFS-7030-L31	1310	SMF	-7~-1	-24	17	30km	
SFS-7030-L31-DD	1310	SMF	-7~-1	-24	17	30km	✓
SFS-7040-L31	1310	SMF	-2~-3	-23	21	40km	
SFS-7040-L31-DD	1310	SMF	-2~-3	-23	21	40km	✓

1.25Gbps (1000Base-X, Single Fiber Bi-Directional) SFP

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
SFS-7020-WA	T1310/R1550	SMF	-7~-2	-22	15	20km	
SFS-7020-WA-DD	T1310/R1550	SMF	-7~-2	-22	15	20km	✓
SFS-7020-WB	T1310/R1550	SMF	-7~-2	-22	15	20km	
SFS-7020-WB-DD	T1310/R1550	SMF	-7~-2	-22	15	20km	✓
SFS-7040-WA	T1310/R1550	SMF	-3~-2	-23	20	40km	
SFS-7040-WA-DD	T1310/R1550	SMF	-3~-2	-23	20	40km	✓
SFS-7040-WB	T1310/R1550	SMF	-3~-2	-23	20	40km	
SFS-7040-WB-DD	T1310/R1550	SMF	-3~-2	-23	20	40km	✓

10Gbps SFP+

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
SFM-1000-SR85	850	MMF	-6.5~-1	-11.1	4.6	300m	✓
SFS-1010-LR31	1310	SMF	-8.2~-0.5	-14.4	6.2	10km	✓
SFS-1040-LR31	1550	SMF	-3~-3	-15.8	12.8	40km	✓

10Gbps XFP

Model Name	Wavelength(nm)	Media	Optical Power(dBm)	Sensitivity(dBm)	Power Budget(dB)	Distance	Operating Temperature
XFM-1000-SR85	850	MMF	-6.5~-1	-11.1	4.6	300m	✓
XFS-1010-LR31	1310	SMF	-8~-0	-14.4	4.6	10km	✓
XFS-1040-ER55	1550	SMF	-3~-3	-15.8	11.1	40km	✓

SFP naming rule

SF **M**-**5** **000**-**L31**-**DD**

Fiber Mode	Data Rate	Distance	Wavelength	DDMI
M: MM	5: 155M	002: 2km		
S: SM	7: 1.25G	030: 30km		
T: UTP	1: 10G	040: 40km		

• The specification and pictures are subject to change without notice.



CTC UNION TECHNOLOGIES CO., LTD.

8F, No.60, Zhouzi St. Neihu, Taipei 114, Taiwan TEL: +886 2 2659-1021 FAX: +886 2 2659-0237 sales@ctcu.com

www.ctcu.com

© Copyright 2014 CTC UNION TECHNOLOGIES CO., LTD.
CTC UNION and the CTC UNION logo are trademarks of CTC UNION TECHNOLOGIES CO., LTD. All rights reserved. All other trademarks are the property of their respective owners.
Specifications & design are subject to change without prior notice. Please visit CTC UNION website for more details.

Printed 01/2015 V1.0

RACK CERRADO AUTOSOPORTADO MODELO JÚPITER 19"

Es apropiado para usarse en sistemas de telefonía, transmisión de datos e imágenes, aplicaciones industriales, etc.

Es completamente desarmable, su estructura se compone de perfiles de acero multiplegados en 2 mm. de espesor y acopladores angulares de aluminio o poliamida inyectados que permiten armar en pocos minutos. Esto facilita el transporte y ahorra espacio de almacenaje. Se soporta sobre 4 garruchas (ruedas) móviles, 2 de ellas con freno y 4 niveladores ajustables que permiten ubicar el rack en superficies irregulares. Las columnas soportantes o parantes fabricados en lámina de 2mm. son regulables en profundidad y están dispuestas en plano de 19". Puerta frontal en lámina de 1.2 mm. puede tener a elección visor de vidrio o malla metálica (lámina de acero perforada). Modo reversible (apertura izquierda o derecha), con cerradura de 1 punto, alargada, manija embutida y llave de tipo Yale. Puerta Posterior en lámina de 1.2mm. de espesor, con ranuras de ventilación y cerradura de poliamida de montaje rápido tipo universal. Tapas laterales en lámina de 1.0mm. de espesor con tornillos de cabeza avellanadas. Por la gran cantidad de ranuras de ventilación este rack es autoventilado, sin embargo tiene en su techo 4 espacios ranurados para montaje de ventiladores. El techo y la base disponen de aberturas con bordes protegidos para el ingreso de cables.

Colores estándar para este producto son:

- * RAL 7032 gris claro
- * RAL 9011 negro grafito
- * Otros colores a petición del cliente.



RACK JÚPITER 19" - PUERTA DE ACERO Y VIDRIO

ESTRUCTURA. Desarmable, con perfil multiplegado en acero de 2mm y acopladores de aluminio o poliamida.

PUERTA FRONTAL REVERSIBLE. Lámina de acero de 1.2 mm con vidrio y cerradura con llave tipo Yale.

PUERTA POSTERIOR REVERSIBLE. Lámina de acero de 1.2 mm con 2 cerraduras de montaje rápido tipo universal.

CUBIERTAS LATERALES. Lámina de acero de 1.0 mm fijadas con tornillos de cabeza avellanada.

PARANTES PORTANTES. Regulables en profundidad y 2.0 mm de espesor

PINTURA ELECTROSTÁTICA EN POLVO POLIÉSTER, EN DOS COLORES ESTANDAR:

- Color RAL 7032
- Color RAL 9011

NORMAS DE FABRICACIÓN.

CEA STANDARD CEA-310-E / EIA-310-D
INEN 2568



CÓDIGO	REFERENCIA	MEDIDAS EXTERNAS			No. Ur.	Peso Kg.	CAP. CARGA ESTÁTICA Kg.
		ALTO A mm (Pulg.)	ANCHO B mm (Pulg.)	PROF. C mm (Pulg.)			
I-1001-B	JPT-1206080/V-B	1200	600	800	24	67	300
I-1001-N	JPT-1206080/V-N	(47.24)	(23.62)	(31.50)			
I-1002-B	JPT-1806080/V-B	1800	600	800	36	90	300
I-1002-N	JPT-1806080/V-N	(70.87)	(23.62)	(31.50)			
I-1003-B	JPT-18060100/V-B	1800	600	1000	36	109	300
I-1003-N	JPT-18060100/V-N	(70.87)	(23.62)	(39.37)			
I-1004-B	JPT-18080100/V-B	1800	800	1000	36	128	300
I-1004-N	JPT-18080100/V-N	(70.87)	(31.50)	(39.37)			
I-1005-B	JPT-2006080/V-B	2000	600	800	42	97	300
I-1005-N	JPT-2006080/V-N	(78.74)	(23.62)	(31.50)			
I-1006-B	JPT-20060100/V-B	2000	600	1000	42	116	300
I-1006-N	JPT-20060100/V-N	(78.74)	(23.62)	(39.37)			
I-1007-B	JPT-20080100/V-B	2000	800	1000	42	137	300
I-1007-N	JPT-20080100/V-N	(78.74)	(31.50)	(39.37)			
I-1008-B	JPT-12060100/V-B	1200	600	1000	24	80	300
I-1008-N	JPT-12060100/V-N	(47.24)	(23.62)	(39.37)			
I-1009-B	JPT-2206080/V-B	2200	600	800	45	105	300
I-1009-N	JPT-2206080/V-N	(86.61)	(23.62)	(31.50)			
I-1010-B	JPT-22060100/V-B	2200	600	1000	45	127	300
I-1010-N	JPT-22060100/V-N	(86.61)	(23.62)	(39.37)			
I-1011-B	JPT-22080100/V-B	2200	800	1000	45	147	300
I-1011-N	JPT-22080100/V-N	(86.61)	(31.50)	(39.37)			

CÓDIGO Y REFERENCIA CON B ES COLOR RAL 7032 – GRIS CLARO
CÓDIGO Y REFERENCIA CON N ES COLOR RAL 9011 – NEGRO GRAFITO

RACK JÚPITER 19" - PUERTA DE MALLA METÁLICA

ESTRUCTURA. Desarmable, con perfil multiplegado en acero de 2mm y acopladores de aluminio o poliamida.

PUERTA FRONTAL. Lámina de acero de 1.2 mm con malla metálica y cerradura con llave tipo Yale.

PUERTA POSTERIOR. Lámina de acero de 1.2 mm con 2 cerraduras de montaje rápido tipo universal.

CUBIERTAS LATERALES. Lámina de acero de 1.0 mm fijadas con tornillos de cabeza avellanada.

PARANTES PORTANTES. Regulables en profundidad y 2.0 mm de espesor

PINTURA ELECTROSTÁTICA EN POLVO POLIÉSTER, EN DOS COLORES ESTANDAR:

- Color RAL 7032
- Color RAL 9011

NORMAS DE FABRICACIÓN.

CEA STANDARD CEA-310-E / EIA-310-D
INEN 2568



CÓDIGO	REFERENCIA	MEDIDAS EXTERNAS			No. Ur.	Peso Kg.	CAP. CARGA ESTÁTICA Kg.
		ALTO A mm (Pulg.)	ANCHO B mm (Pulg.)	PROF. C mm (Pulg.)			
I-1211-B	JPT-1206080/M-B	1200	600	800	24	67	300
I-1211-N	JPT-1206080/M-N	(47.24)	(23.62)	(31.50)			
I-1212-B	JPT-1806080/M-B	1800	600	800	36	90	300
I-1212-N	JPT-1806080/M-N	(70.87)	(23.62)	(31.50)			
I-1213-B	JPT-18060100/M-B	1800	600	1000	36	108	300
I-1213-N	JPT-18060100/M-N	(70.87)	(23.62)	(39.37)			
I-1214-B	JPT-18080100/M-B	1800	800	1000	36	129	300
I-1214-N	JPT-18080100/M-N	(70.87)	(31.50)	(39.37)			
I-1215-B	JPT-2006080/M-B	2000	600	800	42	98	300
I-1215-N	JPT-2006080/M-N	(78.74)	(23.62)	(31.50)			
I-1216-B	JPT-20060100/M-B	2000	600	1000	42	118	300
I-1216-N	JPT-20060100/M-N	(78.74)	(23.62)	(39.37)			
I-1217-B	JPT-20080100/M-B	2000	800	1000	42	138	300
I-1217-N	JPT-20080100/M-N	(78.74)	(31.50)	(39.37)			
I-1218-B	JPT-12060100/M-B	1200	600	1000	24	80	300
I-1218-N	JPT-12060100/M-N	(47.24)	(23.62)	(39.37)			
I-1219-B	JPT-2206080/M-B	2200	600	800	45	105	300
I-1219-N	JPT-2206080/M-N	(86.61)	(23.62)	(31.50)			
I-1220-B	JPT-22060100/M-B	2200	600	1000	45	127	300
I-1220-N	JPT-22060100/M-N	(86.61)	(23.62)	(39.37)			
I-1221-B	JPT-22080100/M-B	2200	800	1000	45	147	300
I-1221-N	JPT-22080100/M-B	(86.61)	(31.50)	(39.37)			

CÓDIGO Y REFERENCIA CON B ES COLOR RAL 7032 – GRIS CLARO
CÓDIGO Y REFERENCIA CON N ES COLOR RAL 9011 – NEGRO GRAFITO

Cableado horizontal FTTH



Cable TrueNet® híbrido, ajustado,
interior/exterior, conducto, LSZH 5.06

Cableado horizontal
Fibra hasta el puesto de trabajo

Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cable TrueNet® ajustado, interior/exterior, conducto LSZH

Características

- Cubierta exterior
 - Negro, libre de halógenos de baja emisión de humo (LSZH)
 - Estabilización UV para aplicaciones en el exterior
 - Grosor de la cubierta 1,1 mm
- Retardante de llama
 - De 2 a 12 fibras IEC 60332-1 y 60332-3c
 - De 16 a 24 fibras IEC 60332-1
- Hilo de arámda: para una protección adicional contra aplastamiento de las fibras ópticas
- Disponible con vidrio de clase OM1, OM2, OM3, OM3e y OS1
- Opciones MM y SM híbridas
- Cubierto por la garantía del sistema TrueNet



Información para pedidos

Descripción	Código de catálogo*
Cable de fibra óptica, ajustado, OM1 (62,5/125 μm) LSZH, negro	70xxLZHIOC062
Cable de fibra óptica, ajustado, OM2 (50/125 μm) LSZH, negro	00xxLZHIOC050
Cable de fibra óptica, ajustado, OM3 (50/125 μm) LSZH, negro	7023 3 229-xx
Cable de fibra óptica, ajustado, OM3e (50/125 μm) LSZH, negro	7023 3 243-xx
Cable de fibra óptica, ajustado, OS1 (9/125 μm) LSZH, negro	7023 3 228-xx

*Sustituya xx por el número de fibras

Cable TrueNet® híbrido, ajustado, interior/exterior, conducto LSZH

Información para pedidos

Descripción	Código de catálogo
Cable de fibra óptica, ajustado, 8F OM2, 4F OS1, LSZH, negro	7023 4 242-12
Cable de fibra óptica, ajustado, 8F OM2, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 243-14
Cable de fibra óptica, ajustado, 6F OM2, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 233-12
Cable de fibra óptica, ajustado, 12F OM2, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 263-18
Cable de fibra óptica, ajustado, 8F OM3, 4F OS1, LSZH, negro	7023 4 342-12
Cable de fibra óptica, ajustado, 8F OM3, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 343-14
Cable de fibra óptica, ajustado, 6F OM3, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 333-12
Cable de fibra óptica, ajustado, 12F OM3, 6F OS1, LSZH, negro	7023 4 363-18

7/07 • 102588ES Cableado Estructurado TrueNet®

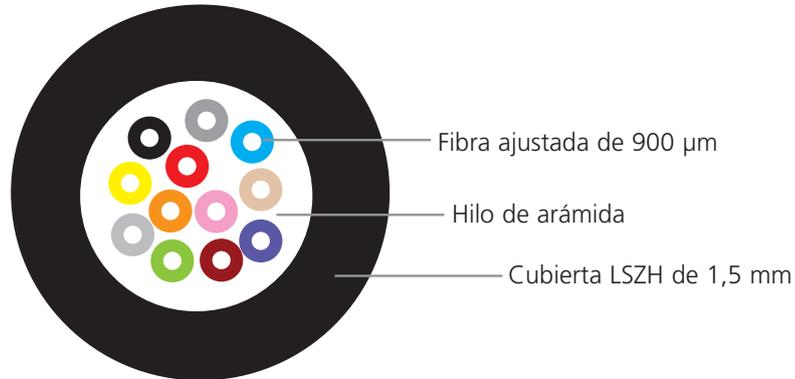
Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cable TrueNet® ajustado, interior/exterior, conducto LSZH



Conforme a

- Canales ISO 11801 OM1, OM2, OM3 u OS1
- IEC 60332-1 de 2 a 24 fibras
- IEC 60332-3c de 2 a 12 fibras
- DIN/VDE: I-V (ZN) H 224
- Cenelec: HD 624.7 s1
- DIN/VDE 819 parte 107
- RoHS

Aplicaciones

- Entre las conexiones cruzadas principales y las salas de telecomunicaciones
- Trayectorias de cable horizontal desde conexiones cruzadas a salas de telecomunicaciones
- Zonas que requieren retardante de llama y LSZH
- Trayectorias de cable horizontal y vertical desde salas de comunicaciones a puntos de consolidación
- Conductos en el exterior

Rendimiento óptico

	Tamaño del núcleo de fibra	Atenuación máxima (dB/km)	Atenuación típica (dB/km)	Ancho de banda mínimo garantizado (MHz-km)
Canal		850 nm/1.300 nm	850 nm/1.300 nm	850 nm/1.300 nm
OM1	62,5/125	3,5/1,5	3,2/1,0	200 ¹ /600 ¹
OM2	50/125	3,5/1,5	2,7/0,8	500 ¹ /800 ¹
OM3 ³	50/125	3,5/1,5	2,7/0,8	2000 ² /500 ¹
OM3e ³	50/125	3,5/1,5	2,7/0,8	4700 ² /500 ¹
		1.310 nm/1.550 nm	1.310 nm/1.550 nm	1.310 nm/1.550 nm
Monomodo⁴	9/125	1,0/1,0	0,4/0,3	No procede

¹ Ancho de banda (Overfilled launch)

² Ancho de banda (Laser Banwidth)

³ DMD conforme con TIA/EIA-492aaac

⁴ Conforme con G652D

Núcleo del cable

Cada una de las fibras se guarda en una cubierta ajustada de 900 µm. Estas fibras se envuelven con hilos de arámida para formar un núcleo.

Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cable TrueNet® ajustado, interior/exterior, conducto, LSZH

Rendimiento de transmisión: longitudes de enlace mínimas garantizadas

	Tamaño del núcleo de fibra	Fast Ethernet a 1.000 Mbps	GigE a 1 Gbps	10GigE a 10 Gbps
Canal		850 nm/1.300 nm	850 nm/1.300 nm	850 nm/1.300 nm
OM1	62,5/125	300 m/2 km	330 m/550 m	35 m/300 m ¹
OM2	50/125	300 m/2 km	550 m/550 m	86 m/300 m ¹
OM3	50/125	300 m/2 km	900 m/550 m	300 m/300 m ¹
OM3e	50/125	300 m/2 km	1040 m/550 m	550 m/300 m ¹
		1.310 nm/1.550 nm	1.310 nm/1.550 nm	1.310 nm/1.550 nm
Monomodo	9/125	2 km/No procede	5 km/No procede	10 km/40 km

¹ Las garantías de distancia de Ethernet de 110 gigabits a 1.300 nm se consiguen a través de cuatro canales de 3,125 Gbps multiplexados con tecnología WDM (multiplexación por división de longitud de onda ancha) (10G BASE-LX4)

Marcado de cable

La inscripción del cable se marca en la cubierta de la siguiente forma: ADC TRUENET – XX – YY/125 – mmmm – ZZZZ – ZZZZ

Donde

XX = número de fibras de fibra óptica

YY = tipo de vidrio (p. ej. 50/125)

mmmm = metraje

ZZZZ – ZZZZ = datos de lote de fabricación

7 / 0 7 • 1 0 2 5 8 8 E S Cableado Estructurado TrueNet®

Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cableado horizontal

Fibra hasta el puesto de trabajo

Cable TrueNet® ajustado, interior/exterior, conducto, LSZH

Especificaciones mecánicas

	Unidades	2	4	6	8	12	16	24
Número de fibras								
Diámetro nominal del cable	mm	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8,5
Peso nominal del cable	Kg/km	25	30	30	40	45	50	80
Radio de curvatura mínimo instalado	mm	50	50	50	50	75	75	115
Radio de curvatura mínimo durante la instalación	mm	100	100	100	100	100	130	230
Carga extensible mínima (instalada)	N	280	280	280	340	340	340	340
Carga de instalación máxima	N	1.000	1.000	1.000	1.200	1.200	1.200	1.200
Impacto	J (Nm)	20	20	20	20	20	20	20
Fuerza de compresión (aplastamiento)	N/100 mm	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Torsión	Ciclos +/- 1 giro	5	5	5	5	5	5	5
Intervalo de temperatura (funcionamiento e instalación)	°C	-20 a +70						
Almacenamiento	°C	-40 a +70						



FRM220-10GC-TS

10G Base-T to 10G Base-R SFP+ Media Converter

The FRM220-10GC-TS is a copper to fiber 10G Ethernet media converter based on IEEE802.3an and IEEE802.3ae. With SNMP and Web-based management in the FRM220, the Network administrator can monitor, configure and control the activity of each card in the chassis. This converter uses Cat.6a/Cat 7 twisted pair cable as copper transmission media with RJ-45 and 10G optical solution with SFP+ LC connector. The data stream can be converted bi-directionally from 10G Base-T to 10G Base-R and vice versa. With full duplex wire speed forwarding capability between these two media, the FRM220-10GC-TS brings you the best and simplest solution for the 10G Ethernet conversion between copper wire and fiber.

Features

- Network Management via FRM220 Chassis
- Complies with IEEE802.3an 10GBase-T and IEEE802.3ae 10GBase-R
- Real-Time conversion between 10GBase-T and 10GBase-R
- Common used SFP+ fiber interface and RJ45 connector
- Full duplex wire speed forwarding
- Forwarding 18k bytes jumbo packet
- Loopback Test
- Link Fault Pass Through
- Fiber Fault Alert
- IEEE 802.1q VLAN pass through
- Supports manual Dip Switch for quick set up

Specifications

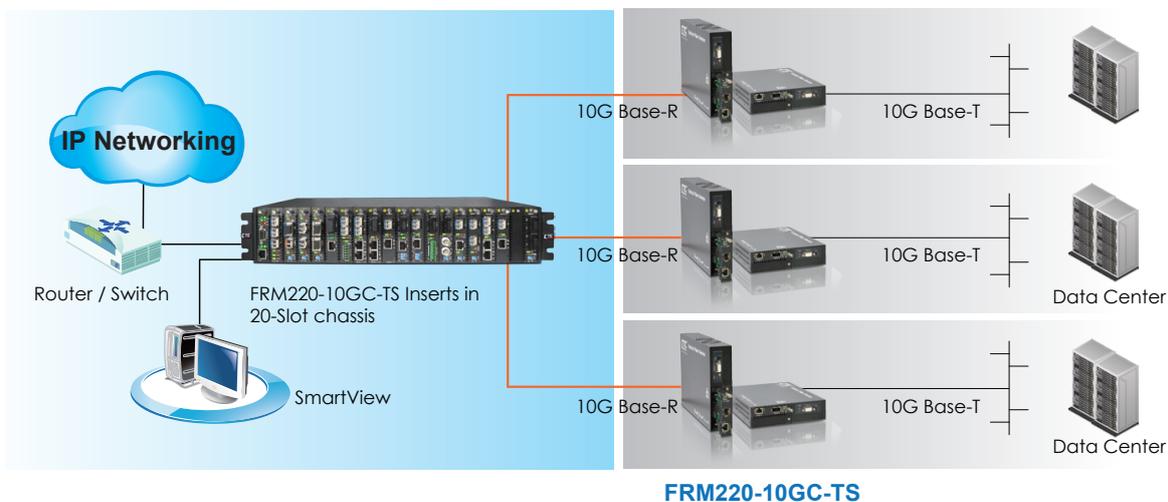
Optical Interface	Connector	SFP+ LC	LEDs	SFP+, LR, Link/Act, LBK A/B, SYS	
	Data rate	10.3125Gbps		Power	12VDC
	Distance	300m, 10km, 40km, 80km			Power Consumption
	Wavelength	1550nm, 1310nm, 850nm, WDM		Dimensions	
Electrical Interface	Connector	RJ45	Weight		130g
	Data rate	10Gbps		Temperature	0 ~ 50°C (Operating), -10 ~ 70°C (Storage)
	Cable type	Cat.6a, 7	Humidity		0 ~ 85% non-condensing
Distance	95 meters (Cat.7)	Certification		CE, FCC	
Management	Console port		RS-232 via CH01M, DIP Switch with CH01	MTBF	57,000 hrs
	Standards	IEEE 802.3an, IEEE 802.3ae			

Application

10G Media Conversion application

Central Office (CO)

Customer Premise Equipment (CPE)



Ordering Information

Model Name	Description
FRM220-10GC-TS	10G Base-T RJ45 to 10G Base-R SFP+, with DIP switch (optional SFP+)

Note: This Card MUST be placed in CH02M chassis. For standalone SNMP management, place this card in CH02/NMC or CH04A chassis.

* Todas las fuentes 94 Fuentes de internet 13

- [0] documents.mx/documents/foa-guia-de-fibra-optica.html
6.2% 122 resultados
- [1] myslide.es/documents/foa-guia-de-fibra-optica.html
5.8% 120 resultados
- [2] docslide.us/documents/telecomunicaciones-por-sistemas-opticos.html
2.5% 60 resultados
- [3] <https://hellsingge.files.wordpress.com/2...i-4ta-edicic3b3n.pdf>
2.5% 51 resultados
- [4] www.thefoa.org/ESP/Diseno.htm
1.5% 38 resultados
- [5] docslide.us/documents/cd-0016.html
1.6% 39 resultados
- [6] "PIC Cesar Huaraca domingo 2016 09 18.docx" fechado del 2016-09-19
0.0% 38 resultados
- [7] "TT_VC62-Vicente Cazco.docx" fechado del 2016-09-19
0.0% 34 resultados
- [8] www.thefoa.org/ESP/Fibra_optica.htm
1.2% 19 resultados
- [9] www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronic...ntroduFOcalculos.pdf
0.6% 27 resultados
- [10] es.slideshare.net/jtorresrafael/com-opticas-v2014-03-28-pdf
1.1% 31 resultados
- [11] docslide.us/documents/fibra-56d623f92f477.html
0.4% 22 resultados
- [12] docplayer.es/4142607-Fundamentos-de-diseno-de-f-o.html
0.4% 21 resultados
- [13] "PIC - GABRIEL CHAFUEL.docx" fechado del 2016-09-20
0.0% 20 resultados
- [14] documents.mx/documents/conceptos-basicos-fibra-optica.html
0.8% 25 resultados
- [15] docplayer.es/2343701-Universidad-politecnica-salesiana-sede-cuenca.html
0.0% 22 resultados
- [16] biblioteca.cio.mx/tesis/10380.pdf
0.0% 18 resultados
- [17] www.simon.com/ally/recertification/pdf/spanish/05-Backbone_Rev_M.pdf
0.0% 10 resultados
⊕ 1 documento con coincidencias exactas
- [19] documents.mx/documents/composicion-de-las-fibras-opticas.html
0.7% 22 resultados
⊕ 1 documento con coincidencias exactas
- [21] docslide.us/documents/cd-2043pdf.html
0.0% 16 resultados
- [22] docplayer.es/11583811-Escuela-superior-p...na-de-seminario.html
0.0% 15 resultados
- [23] <https://es.scribd.com/doc/310300929/Taller-de-Comunicaciones-Opticas>
0.0% 14 resultados
- [24] docplayer.es/4685831-Facultad-de-ingenie...de-fibra-optica.html
0.0% 19 resultados
- [25] docplayer.es/5981810-La-version-digital-...tor-del-ecuador.html
0.0% 17 resultados

- Γ [26]  <https://es.scribd.com/doc/225547746/FOA-Guia-de-Fibra-Optica>
 7 resultados
- Γ [27]  https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_optica
 17 resultados
- Γ [28]  es.slideshare.net/kikemat/material-de-apoyo-para-fo
 10 resultados
- Γ [29]  docslide.us/documents/formato-articulos-ieee-fibra-optica.html
 14 resultados
- Γ [30]  "TESIS DE GRADO 05_09_2016 Julio Otero.docx" fechado del 2016-09-13
 11 resultados
- Γ [31]  <https://www.scribd.com/doc/310300929/Taller-de-Comunicaciones-Opticas>
 11 resultados
- Γ [32]  documents.mx/documents/trabajo-fibra-optica-grupo-8.html
 10 resultados
- Γ [33]  www.academia.edu/7996808/Introdu_FOcalculos
 6 resultados
- Γ [34]  "TRABAJO DE TITULACION XAVIER VELA 25-01-2015.docx" fechado del 2016-09-19
 10 resultados
- Γ [35]  www.slideshare.net/electronicamatutino/fibra-optica-monomodo-y-multimodo?smtNoRedir=1
 13 resultados
- Γ [36]  www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml
 12 resultados
- Γ [37]  es.slideshare.net/shelynamoralesespinoza/redes-de-datos-53092117
 8 resultados
- Γ [38]  docplayer.es/3757329-Sistemas-por-fibras-opticas.html
 7 resultados
- Γ [39]  "Informe Final V2.docx" fechado del 2016-08-19
 8 resultados
- Γ [40]  documents.mx/documents/capitulo-1-tecnologias-de-la-red-de-transporte-sdh-y-dwdm.html
 9 resultados
- Γ [41]  "Proyecto de titulación - Correccio...chado del 2016-09-17
 8 resultados
- Γ [42]  documents.mx/documents/leccion-4-558dd573b2a57.html
 10 resultados
- Γ [43]  "PROYECTO TITULACIÓN AGOSTO 2016Jua...chado del 2016-08-18
 7 resultados
- Γ [44]  "Informe Final V3.1-fernando.pdf" fechado del 2016-09-14
 7 resultados
- Γ [45]  "INFORME FINAL PIC Javier Martinez.docx" fechado del 2016-09-13
 7 resultados
- Γ [46]  "PIC - Ma. Jose Chavez.doc" fechado del 2016-09-20
 7 resultados
- Γ [47]  "PIC - Patricio Nuñez.docx" fechado del 2016-09-20
 6 resultados
- Γ [48]  "Tesis Corregida.docx" fechado del 2016-08-16
 5 resultados
- Γ [49]  www.thefoa.org/ESP/Definiciones.htm
 7 resultados
- Γ [50]  www.berkelly.org/impact-crusher/fabrica...de-o-soluciones.html
 7 resultados
- Γ [51]  www.drobilkamining.top/es/welardnal/9595.html
 7 resultados
- Γ [52]  documents.mx/documents/trabajo-diseno-lan.html
 4 resultados



- [53]  "marco teorico avance david puertt...chado del 2016-09-07
 6 resultados
- [54]  docplayer.es/3380362-Redes-de-datos-fuen...-tudela-2004-05.html
 7 resultados
- [55]  www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra
 9 resultados
- [56]  "Informe_Final_PIC_EBV_vs4.docx" fechado del 2016-08-18
 6 resultados
- [57]  www.rankia.cl/blog/adsl/1994689-diferencias-adsl-fibra-optica
 2 resultados
- [58]  "TRABAJO TESIS CONDO V12.docx" fechado del 2016-06-08
 5 resultados
- [59]  bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3708/1/2010AJIEE-31.pdf
 7 resultados
- [60]  "TESIS MIERCOLES 21-9-2016.docx" fechado del 2016-09-21
 5 resultados
- [61]  "Proyecto Jose Del Castillo Final.docx" fechado del 2016-09-21
 5 resultados
- [62]  www.buenastareas.com/ensayos/Bokbone-De-Cableado-Estructurado-Siemon/2503777.html
 3 resultados
- [63]  "tesis_preliminar1 (3).docx" fechado del 2016-08-11
 4 resultados
 2 documentos con coincidencias exactas
- [66]  www.thefoa.org/ESP/index.htm
 4 resultados
- [67]  https://www.linkedin.com/in/váleri-lizeth-contreras-muñoz-4ab0a696
 4 resultados
- [68]  "PLAN DE INVESTIGACIÓN DEL TT MYépez 3 (2).docx" fechado del 2016-09-08
 5 resultados
- [69]  "DOCUMENTO_TESIS.docx" fechado del 2016-08-10
 4 resultados
- [70]  alexxatorres.blogspot.com/
 7 resultados
- [71]  www.torreblancainversiones.com.pe/fibralancenters.php
 1 resultados
- [72]  setelquetzaltenango.blogspot.com/p/diferencias-entre-adsl-y-fibra-optica.html
 2 resultados
- [73]  www.torreblancainversiones.com.pe/fibraempresas.php
 1 resultados
- [74]  https://prezi.com/g37xqq27jtc1/fibra-optica/
 5 resultados
- [75]  docplayer.es/4034396-Seminario-de-fibras...ugo-ulloa-duque.html
 4 resultados
- [76]  documents.mx/documents/0171-capitulo-7.html
 6 resultados
- [77]  www.tarifainternet.com/adsl-vs-fibra-optica/
 1 resultados
- [78]  www.metacom.cl/noticias-detalle/39/redes...onal-en-fibra-optica
 3 resultados
- [79]  "Metodologia para el desarrollo rap...chado del 2016-08-29
 4 resultados
- [80]  html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html
 3 resultados
- [81]  www.larevista.ec/actualidad/doctor-tecnico/cambio-de-conexion
 1 resultados



- ☐ [82]  "ProyectoIntegradorEstebanEstrellaFinal.doc" fechado del 2016-09-21
0.0% 3 resultados
- ☐ [83]  "Romel Cedeño Proyecto de Grado Vir...chado del 2016-08-31
0.0% 3 resultados
- ☐ [84]  "Tesis Carmen.docx" fechado del 2016-07-30
0.0% 4 resultados
⊕ 1 documento con coincidencias exactas
- ☐ [86]  "RomelCedeñoProyecto de Grado Virtu...chado del 2016-07-26
0.0% 3 resultados
- ☐ [87]  www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Tesis_Maestria/TESIS_MES.pdf
0.0% 5 resultados
- ☐ [88]  "INFORME PIC 16-09-2016.docx" fechado del 2016-09-16
0.0% 3 resultados
- ☐ [89]  documents.mx/documents/parametros-de-transmision-en-la-fibra-optica.html
0.0% 4 resultados
- ☐ [90]  https://pt.scribd.com/doc/225547746/FOA-Guia-de-Fibra-Optica
0.0% 4 resultados
- ☐ [91]  fundamentosderedes.jimdo.com/3-nivel-fisico/medios-de-transmision-guiados/
0.0% 3 resultados
- ☐ [92]  https://johamoreira20.wordpress.com/
0.0% 5 resultados
- ☐ [93]  fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=3&t=3&st=36
0.0% 5 resultados
- ☐ [94]  "ProyectoIntegradorEstebanEstrella.doc" fechado del 2016-09-20
0.0% 3 resultados
- ☐ [95]  "TESIS DANIEL 26 JULIO.docx" fechado del 2016-07-30
0.0% 4 resultados
⊕ 1 documento con coincidencias exactas
- ☐ [97]  "PIC Diego Placencia 15-09-2016.docx" fechado del 2016-09-21
0.0% 3 resultados
- ☐ [98]  https://www.clubensayos.com/Tecnología/E...ma-de-la/743944.html
0.0% 3 resultados
- ☐ [99]  www.estec.cl/productos/public/files/producto/00607_pdf07.pdf
0.0% 4 resultados

92 páginas, 19901 palabras

Nivel del plagio: **seleccionado / en total**

293 resultados de 100 fuentes, de ellos 66 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios, Compartir con mi organización*

Sensibilidad: *Media*

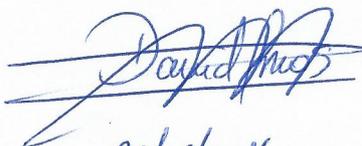
Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

Resultado de Antiplagio 9.9%

Aprobado



22/09/2016