

# Redes

Infraestructura de Redes

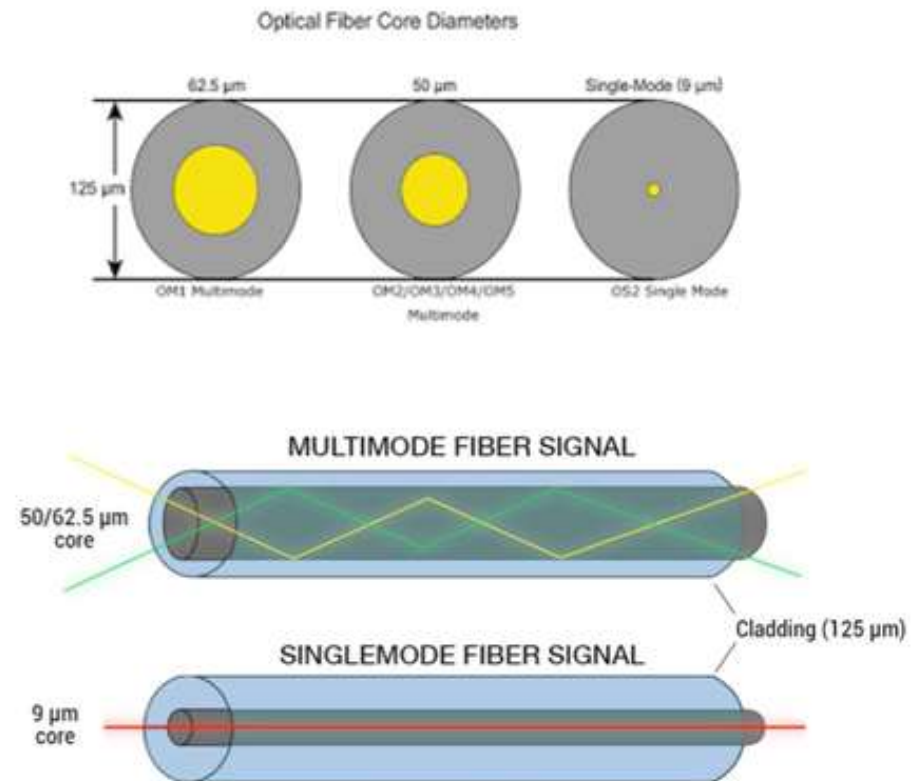
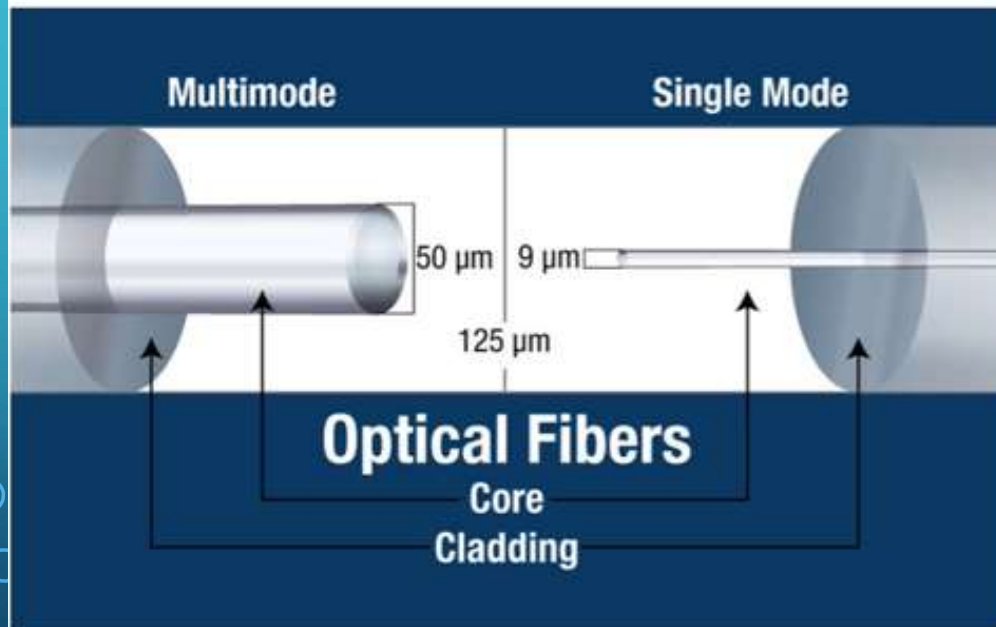
Tecnologías de Fibra óptica

Ing. Marcelo E. Volpi

Ing. Lucas Giorgi

Ing. Vanesa Llasat

# FIBRA OPTICA: SINGLE VS. MULTIMODE



# CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA DE ACUERDO A SU FLAMABILIDAD

Cuando se realiza la planeación de cableado hay que considerar en qué áreas serán instalados los cables.

Hay dos áreas donde usualmente van los cables: las áreas tipo “Riser” y las áreas tipo “Plenum”.

Las áreas tipo Riser son las que conocemos como “La vertical”. Es ese espacio donde los cables viajan en forma vertical de piso a piso.

Las áreas tipo **PLENUM** son las que se encuentran entre el plafón y la loza, en estas áreas conviven los sistemas de iluminación, aire acondicionado, entre otros.

Las áreas tipo **RISER** deben de ir con cables retardantes al fuego, mientras que en áreas plenum la norma es más rigurosa, ya que esta área es una constante entrada y salida de aire lo que con lleva a más oxígeno que alimente el fuego, por lo tanto, el cable instalado en estos espacios no debe propagar más las llamas.

Los diferentes tipos de cables los encontramos en el mercado como **Cables Plenum (CMP)** y **Cables Riser (CMR)**.

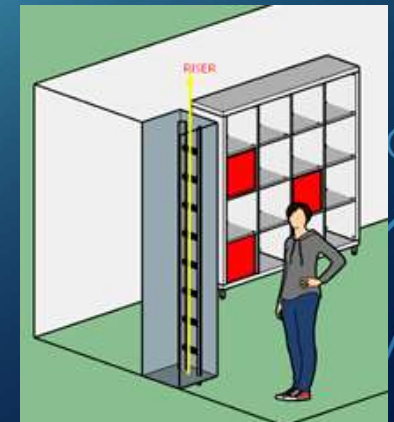
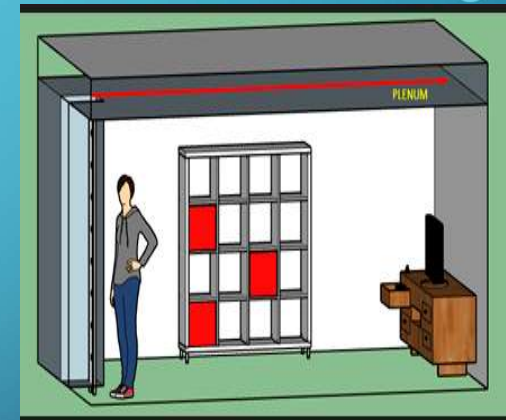
## Características de los cables

**Cables Plenum:** Estos cables al contacto con el fuego, no crean llamas, generan muy poco humo y el forro del cable se derrite a la presencia del fuego.

**Cables Riser:** El cable llega a crear flama, pero se apagan antes de llegar al metro y medio. La ventaja es que son más económicos, aunque crean un poco más humo que los cables Plenum.

## Cables libres de halógenos

Existe otra característica importante en los cables, tanto los cables Plenum como los cables Riser llegan a crear un poco de humo; este humo puede ser toxico ya que los materiales con lo cual está hecho el forro, ya sea flúor, cloro, bromo, yodo y astato, derivan de un grupo de materiales llamados halógenos. Existen cables que son libres de halógenos lo que conlleva a reducir la cantidad de humo tóxico.



# EL MERCADO CRECIENTE DE LA F.O.

RESEARCH AND MARKETS

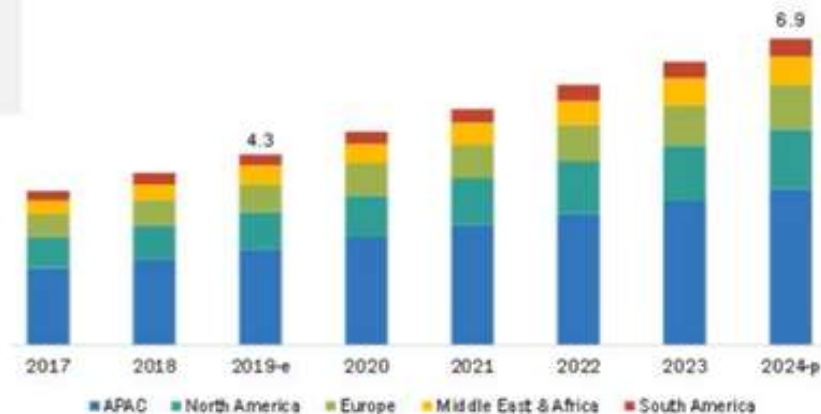
CAGR

10.0%

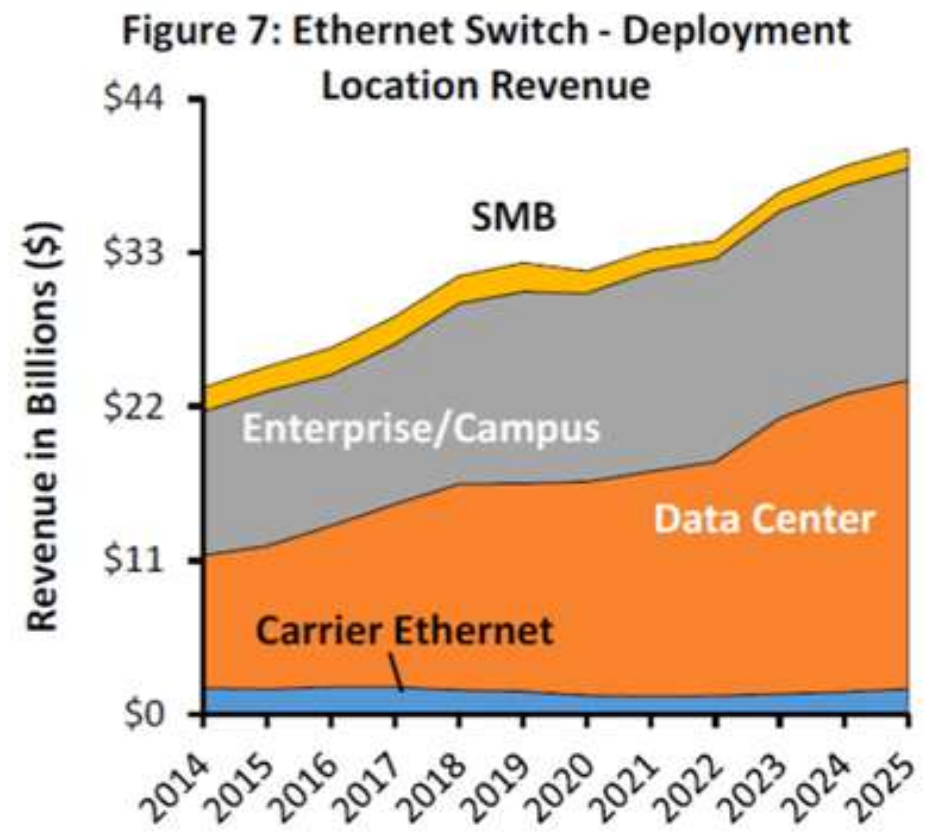
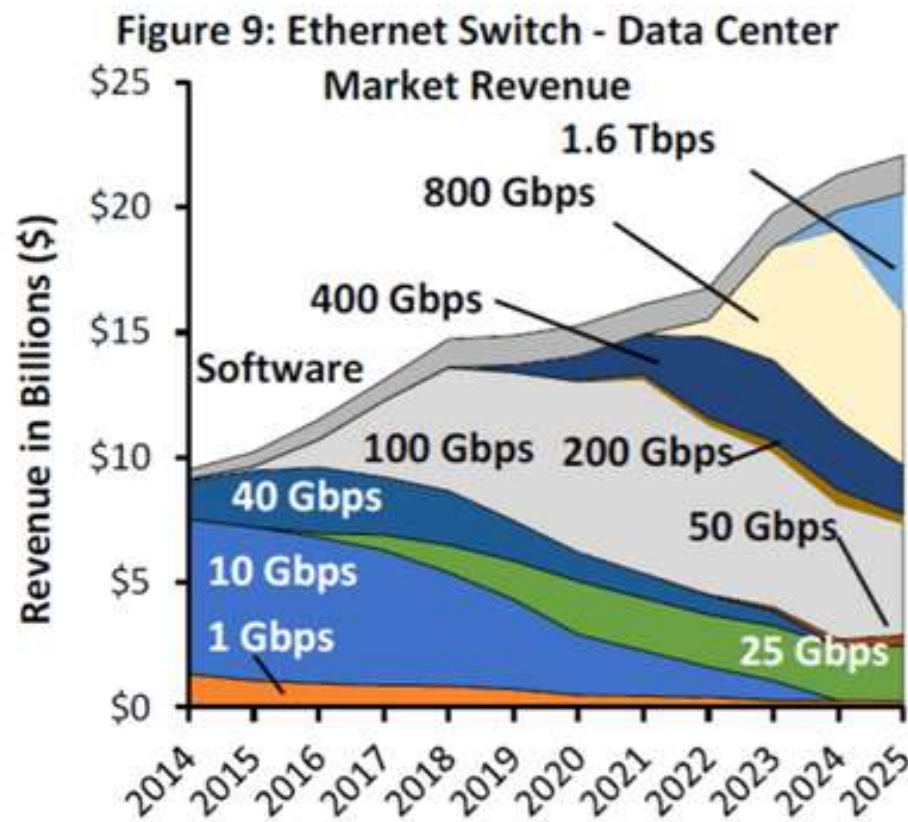


- The global market growth is attributed to the rising demand for internet in developed and developing economies.
- India, China, Australia, the UK, the US, and Brazil offer lucrative growth opportunities for the fiber optics market.
- APAC accounted for the largest share because of the rising industrialization in the region.

FIBER OPTICS MARKET, BY REGION, 2017-2024 (USD BILLION)



# EVOLUCIÓN DEL BW EN EL DC



# Conectores F.O.

Hay diferentes tipos de conectores, pero todos están integrados por estos tres mecanismos:

- ✓ **Férula:** Es el componente más importante de los conectores de fibra óptica ya que es la encargada de sujetar, proteger y alinear la fibra de vidrio. Las férulas usualmente son hechas con cerámica y plástico o metal de alta calidad.
- ✓ **Mecanismo de acoplamiento:** Mantiene el conector en su lugar cuando está conectado a otro dispositivo.
- ✓ **Cuerpo:** Es la estructura que sostiene la férula, el mecanismo de acoplamiento y la bota. Está hecho de plástico o metal.

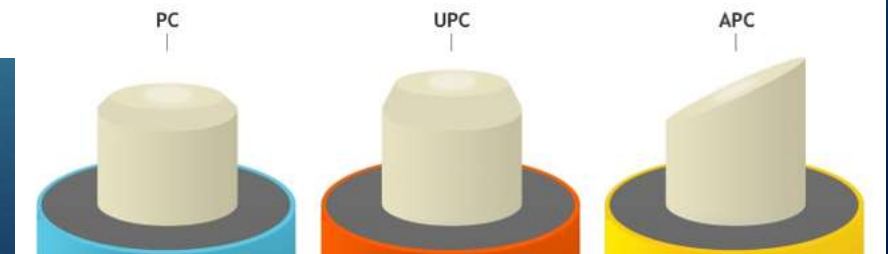
## Pulido de la férula

El pulido de la férula determina la pérdida de retorno de un cable de fibra óptica.

La pérdida de retorno es la cantidad de energía perdida que ocurre cuando la luz se devuelve de la fibra a la fuente de luz debido a la discontinuidad o espacio entre una férula y la otra. Es medida en decibeles.

Las férulas son pulidas de diferentes maneras, lo que clasifica a los conectores como:

- ✓ **PC (Physical Contact):** Los conectores PC son pulidos con una ligera curvatura, lo que elimina el espacio de aire entre las férulas. La pérdida de retorno de estos conectores está entre -30 dB y -40 dB.
- ✓ **UPC (Ultra Physical Contact):** Los conectores UPC también tienen una curvatura, pero esta es mucho más pronunciada. Su pérdida de retorno va desde -40 dB to -55 dB, lo que los hace ideales para transmitir señales de TV y data.
- ✓ **APC (Angled Physical Contact):** Las férulas de los conectores APC tienen un ángulo de  $8^\circ$ , que hace que las conexiones sean mucho más unidas. Los estándares de la industria dictan que deben tener una pérdida de retorno de -60dB.





# Conectores F.O.



## Tipo de Conectores:

- ✓ **Conectores pre-pulidos:** Tienen un empalme de fibra pequeño pegado en su interior y ya vienen pulidos de fábrica. Se unen a la fibra con un empalme mecánico cubierto con un gel que tiene un índice de refracción parecido al de la fibra de vidrio encargado de reducir la pérdida. Son fáciles de instalar y su pérdida de inserción típica está entre **0.5dB y 0.7dB**.
- ✓ **Conectores monomodo y multimodo:** Los conectores de fibra óptica también pueden ser categorizados como mono modo y multimodo y hay unas cuantas diferencias entre ellos. Para empezar, los conectores mono modo son azules, mientras que los multimodo son beige y los APC verdes.

Fabricantes de conectores de fibra óptica: Los conectores que prevalecieron cumplen con los **estándares de la TIA Fiber Optic Connector Intermateability Standards (FOCIS)**, las especificaciones que los fabricantes necesitan seguir para asegurar que sus conectores son posibles de interconectar con los de otros fabricantes.

- **SC (Standard Connector)**

El SC fue creado a mediados de los 80 por la empresa de telecomunicaciones Nippon Telegraph and Telephone, pero no fue muy usado en sus inicios ya que se consideraba muy costoso. Los conectores SC tienen una pérdida de inserción promedio de 0.25dB y están calificados para soportar 1000 ciclos de conexión y desconexión.

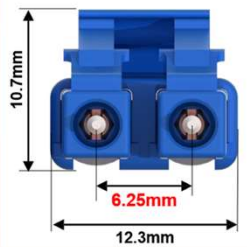
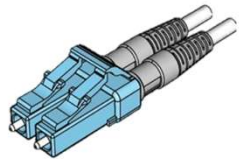
Los SC alinean las fibras con precisión debido a sus férulas de cerámica, que funcionan con un sistema push y pull. Fueron inicialmente utilizados en sistemas de Gigabit Ethernet, pero fueron reemplazados por conectores de menor tamaño. Actualmente son utilizados en versiones mono modo y multimodo en sistemas de TV por cable y telefonía.

# Conectores F.O.

LC DUPLEX

- **LC (Lucent Connector)**

El LC, también conocido como *Little Connector*, fue creado por Lucent Technologies es extensamente utilizado en aplicaciones mono modo ya que tiene un excelente rendimiento y puede ser terminado de manera sencilla. Los conectores LC tienen férulas de 1.25mm que utilizan un mecanismo de push y pull. Tienen una pérdida de inserción típica de 0.10dB. El tamaño pequeño de los conectores LC reduce la necesidad de espacio en un 50% en contraste con conectores SC y ST, por lo tanto, son utilizados en sistema de alta densidad como paneles y racks, FTTH, distribución en edificios, Redes de Área Local, redes de procesamiento de data y sistemas de TV por cable. Pueden ser utilizados con cables mono modo y multimodo. **FOCIS-10:** TIA-604-10.



- **ST (Straight Tip)**

El ST fue creado por AT&T y sigue siendo uno de los utilizados en sistemas de redes. Los conectores ST tienen una pérdida por inserción de 0.25dB y sostienen la fibra con una férula de 2.5mm que se mantiene con un sistema de anclaje por bayoneta. Los conectores ST son utilizados en aplicaciones de larga y corta distancia como campus o redes corporativas y en aplicaciones militares. Puede ser conectado y desconectado de manera fácil debido a su flexibilidad.

**FOCIS-2:** TIA-604-2





# Conectores F.O.

- **FC (Ferrule Connector)**

Diseñado por Nippon Telegraph and Telephone, el FC es un conector con una férula de cerámica de 2.5mm que se mantiene en su lugar con un sistema de rosca. Los conectores FC están disponibles para fibra multimodo y mono modo, pero son mayormente utilizados en aplicaciones mono modo y en redes de alta velocidad. Su principal uso es en entornos de alta vibración debido a su sistema de rosca. Tiene una pérdida por inserción de 0.3dB.



- **MTRJ (Mechanical Transfer-Registered Jack)**

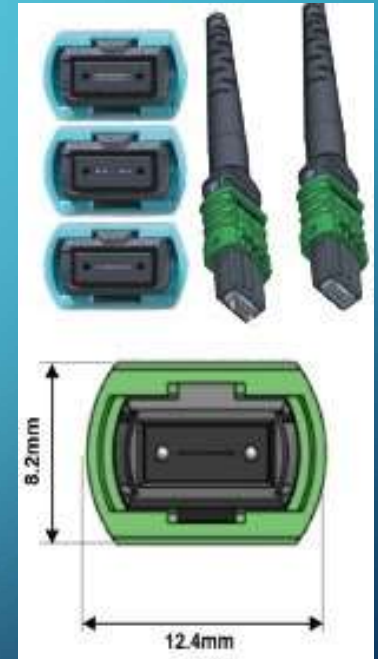
El MTRJ es un conector dúplex, lo que significa que sostiene dos fibras al mismo tiempo. Su cuerpo y férulas están hechos de POLÍMERO y tiene versiones para fibra multimodo.



- **MPO (Multi-fiber Push-on)**

Es un conector multi-fibra que puede sostener desde 12 hasta 24 fibras en una sola férula rectangular. Los MPO son utilizados para construir redes de Ethernet de transmisión paralela de 40G, 100G, 400G. Las férulas de los conectores MPO macho tienen dos pines, mientras que los conectores hembra tienen dos agujeros. La pérdida por inserción es de 0.25dB.

## MPO



## Conectores F.O.

### MPO-24



#### Future ready

Lowest cost duplex support for multimode applications

### MPO-12



#### Large installed base

Supports legacy multimode and singlemode preterm deployments

### MPO-8



#### Supports QSFPs

For 8f multimode and singlemode transceivers and breakouts

### MPO-16



#### Single Row Connector

For multimode and singlemode transceivers and breakouts; UPC and APC end face options; different key

# Conectores F.O.

## Waves of Speed Migrations

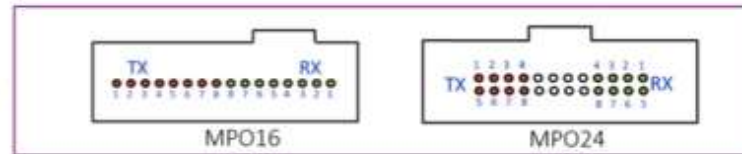
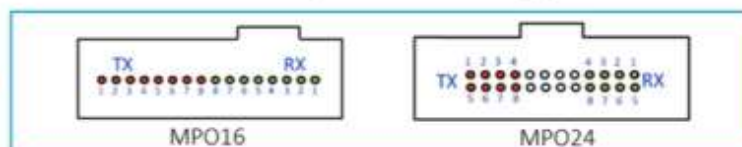
400G Port  
400GBase-SR8 (8x50G)

400G  
400GBase-DR4 (4x100G)  
400GBase-SR4.2 (4 x 2x50G)

800G Port = 8x100G Lanes  
800GBase-DR8  
800GBase-SR8

800G Port = 4x200G Lanes

## Connectivity Needs to Support



MPO-12



MPO-16



TIA-604-18 Revision A, September 20, 2018

Complete Document

FOCIS 18 Fiber Optic Connector Interchangeability Standard- Type MPO- 16

# OMX

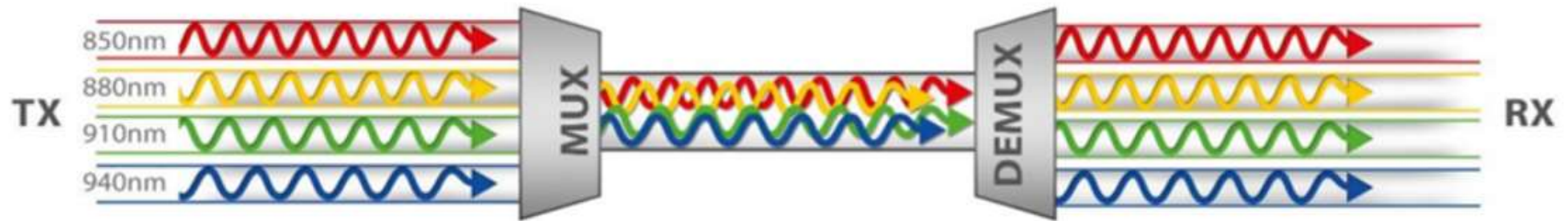
En ANSI/TIA-568.3-D, TIA adoptó la nomenclatura de la fibra de la norma internacional ISO/IEC 11801. La fibra multimodo tiene el prefijo “OM” y la monomodo “OS”.

La nueva designación en ANSI/TIA-568.3-D debería minimizar la confusión asociada con la asistencia que se brinda para los sitios remotos si hay errores con las aplicaciones. Cada “OM” tiene un requisito de ancho de banda modal (MBW) mínimo.

		Ancho de banda modal mínimo en MHz-km		
Longitud de onda		Ancho de banda de transmisión saturada		Ancho de banda de transmisión de láser efectiva
Tipo de fibra	Diámetro de núcleo	850 nm	1300 nm	850 nm
OM1	62,5 µm	<b>200</b>	<b>500</b>	No especificado
OM2	50 µm	<b>500</b>	<b>500</b>	No especificado
OM3	50 µm	1500	500	<b>2.000</b>
OM4	50 µm	3500	500	<b>4.700</b>
OM5	50 µm	3500	500	<b>4.700</b>



### SWDM4 over OM5 WBMMF



Basado en la multiplexación por Longitud de Onda SWDM, reduciendo la cantidad de fibras en paralelo permitiendo el escalamiento a 800G en el futuro.

Especificación TIA 4992 AAAE de la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones.

<https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/2610-fundamental-differences-between-om5-om4-fiber-wp-112278-en.pdf?r=1>

# OM5

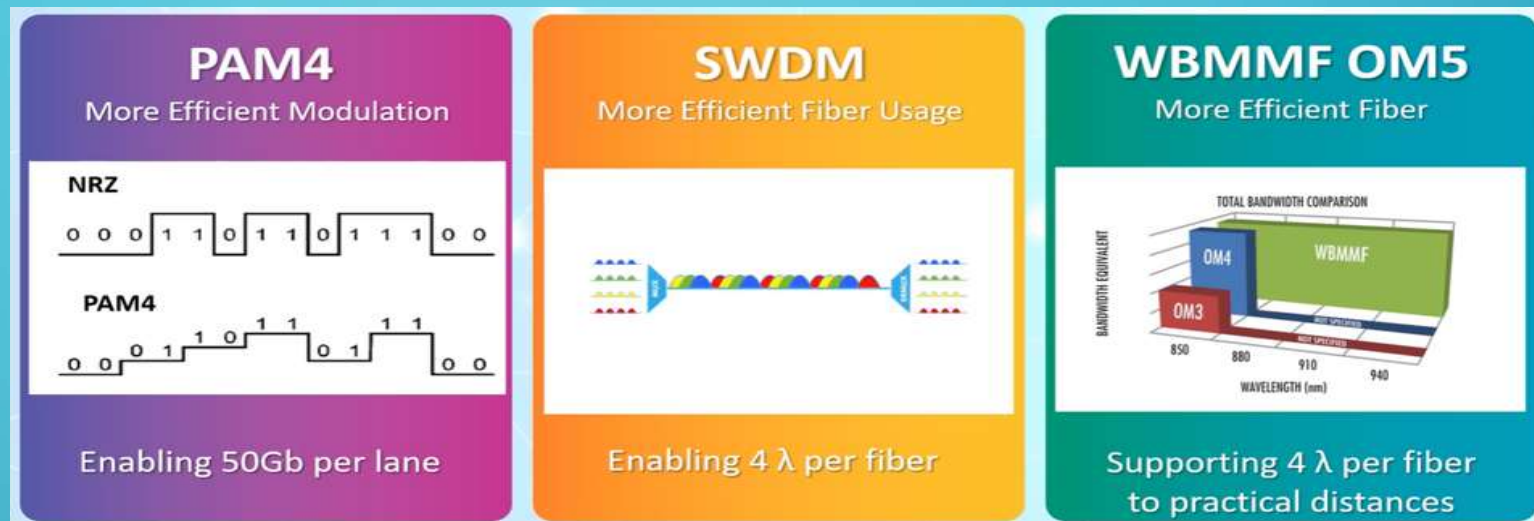
	OM3	OM4	OM5
TIA Standard	TIA-492AAAC-B	TIA-492AAAD	TIA-492AAAE
EMB @ 850nm	2000 MHz*km ✓	4700 MHz*km ✓	4700 MHz*km ✓
EMB @ 953nm	- ✗	- ✗	2470 MHz*km
100G SWDM4 Reach (850, 880, 910, 940nm)	70m	100m	150m
100G BiDi Reach (850 and 900nm)	70m	100m	150m

TABLE 1: COMPARISON OF KEY PERFORMANCE METRICS BETWEEN OM4 AND OM5

PARAMETER	OM4	OM5
Effective modal bandwidth at 850 nm, min (MHz*km)	4700	4700
Effective modal bandwidth at 953 nm, min (MHz*km)	Not Specified	2470
Chromatic dispersion at 840 nm, max (ps/nm*km)	108.4	103
Chromatic dispersion at 953 nm, max (ps/nm*km)	65	61.7
Cabled attenuation at 953 nm per 568.3-D, max (dB/km)	Not Specified	2.3



# OM5



**Legacy NRZ:** La modulación tradicional utilizada para la comunicación óptica es Non-Return-to-Zero (NRZ), que utiliza dos niveles que representan el 0 binario y el 1 binario. Si usamos 100G LR4 como ejemplo, opera a una velocidad de símbolo de 28 GBaud (número de estados cambios por segundo) que con 1 bit por símbolo de NRZ nos da una velocidad de datos de 28 Gbps. Utilizando la banda LAN-WDM a 1295 nm – 1310 nm podemos combinar 4 lambdas a 28 Gbps y el resultado es una velocidad de datos combinada de 100 Gbps.

**Nueva Modulación PAM4:** Al modular la amplitud de la señal a un total de cuatro estados en lugar de los dos de NRZ, ahora podemos representar los valores binarios de 00, 01, 10 y 11. Al mismo tiempo, los láseres más nuevos y avanzados que están ingresando al mercado también nos permiten duplicar la tasa de símbolos a 50 GBaud. El uso conjunto de estas dos tecnologías puede permitir una transmisión lambda única de 100 Gbps y, junto con SWDM, velocidades de datos combinadas de hasta 400G.

# OM5

	Standard	# Fibers	Maximum Distance
40G	40GBASE-SR4	(8)	OM3 100 m OM4/OM5 150 m
	40G-BiDi	(2)	OM3 100 m OM4 150 m OM5 200m
	40GBASE-eSR4	(8)	OM3 300 m OM4/OM5 400m
	40G-SWDM4	(2)	OM3 240m OM4 350m OM5 440 m
100G	100GBASE-SR4	(8)	OM3 70 m OM4/OM5 100 m
	100GBASE-SR10	(20)	OM3 100 m OM4/OM5 150 m
	100GBASE-eSR4	(8)	OM3 200m OM4/OM5 300 m
	100G-SWDM4	(2)	OM3 75 m* OM4 100 m* OM5 150 m
400G	400GBASE-SR16	(32)	OM3 70 m OM4 /OM5 100 m
	400GBASE-SR8	(16)	
	400GBASE-SR4.2	(8)	OM4 100 m* OM5 150 m

\*OM3/OM4 effective modal bandwidth only specified at 850 nm



# APLICACIÓN OM5

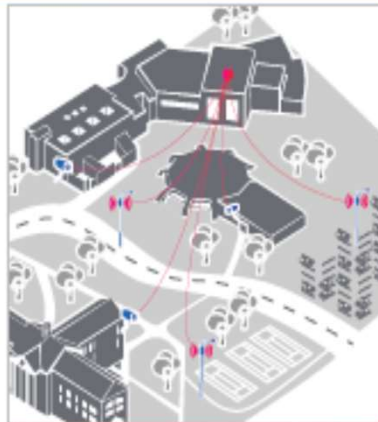
Migrating to a higher bandwidth on an existing OM5 cable infrastructure



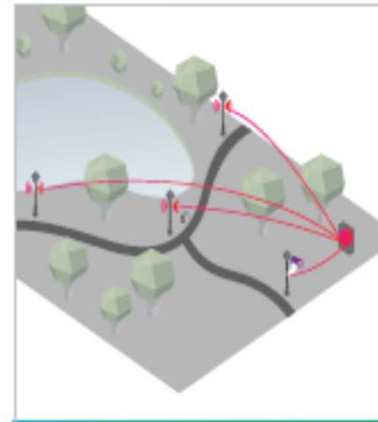
# Fibra energizada: PFCS – Powered Fiber Cable System

## Powered fiber cable system applications

- Optical LAN
- PoE or PoE+ extension
- HD surveillance cameras
- Digital signage
- Wi-Fi access points
- Small cells



Entornos de Campus



Ciudades Inteligentes



Aeropuertos



### PRACTICAL

#### Practical solution

Hybrid cables deliver reliable fiber optic signals to and from devices along with low voltage DC



### EASY

#### Easy to deploy

High-performance, bend-tolerant fiber to make our cabling pliable and effortless to pull



### SIMPLE

#### Simple installation

Uncomplicated electrical designs save on labor and material costs.

# PFCS

## Power Supplies

PFP-PX-S1 :

Power Express Distribution shelf with Controller

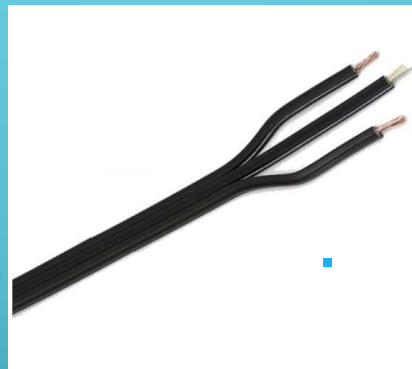


PFP-SPS-S1 :

SPS Rectifier Power Distribution Shelf



## Powered Cable



## PoE Extender



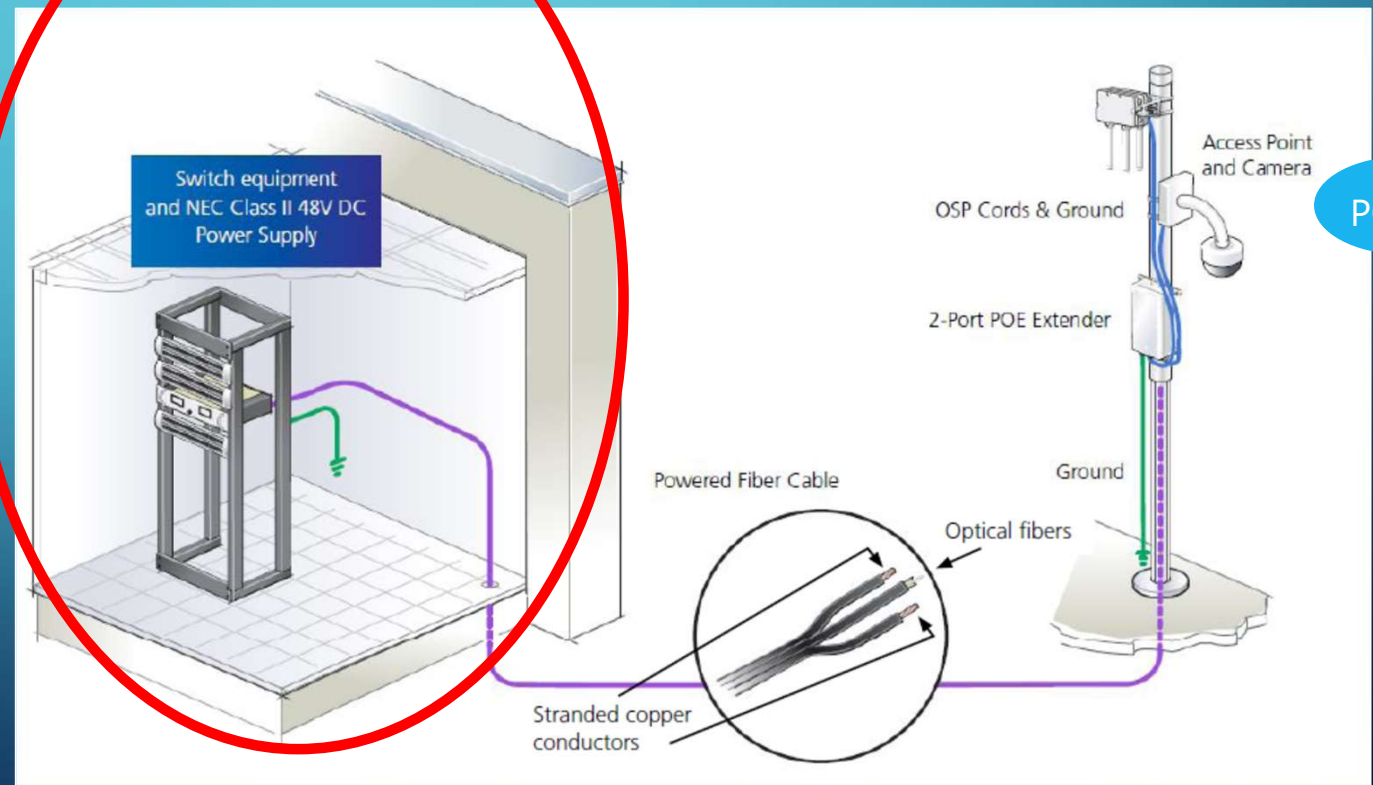
## Outdoor Patch Cords



# PFCS – Powered Fiber Cable System

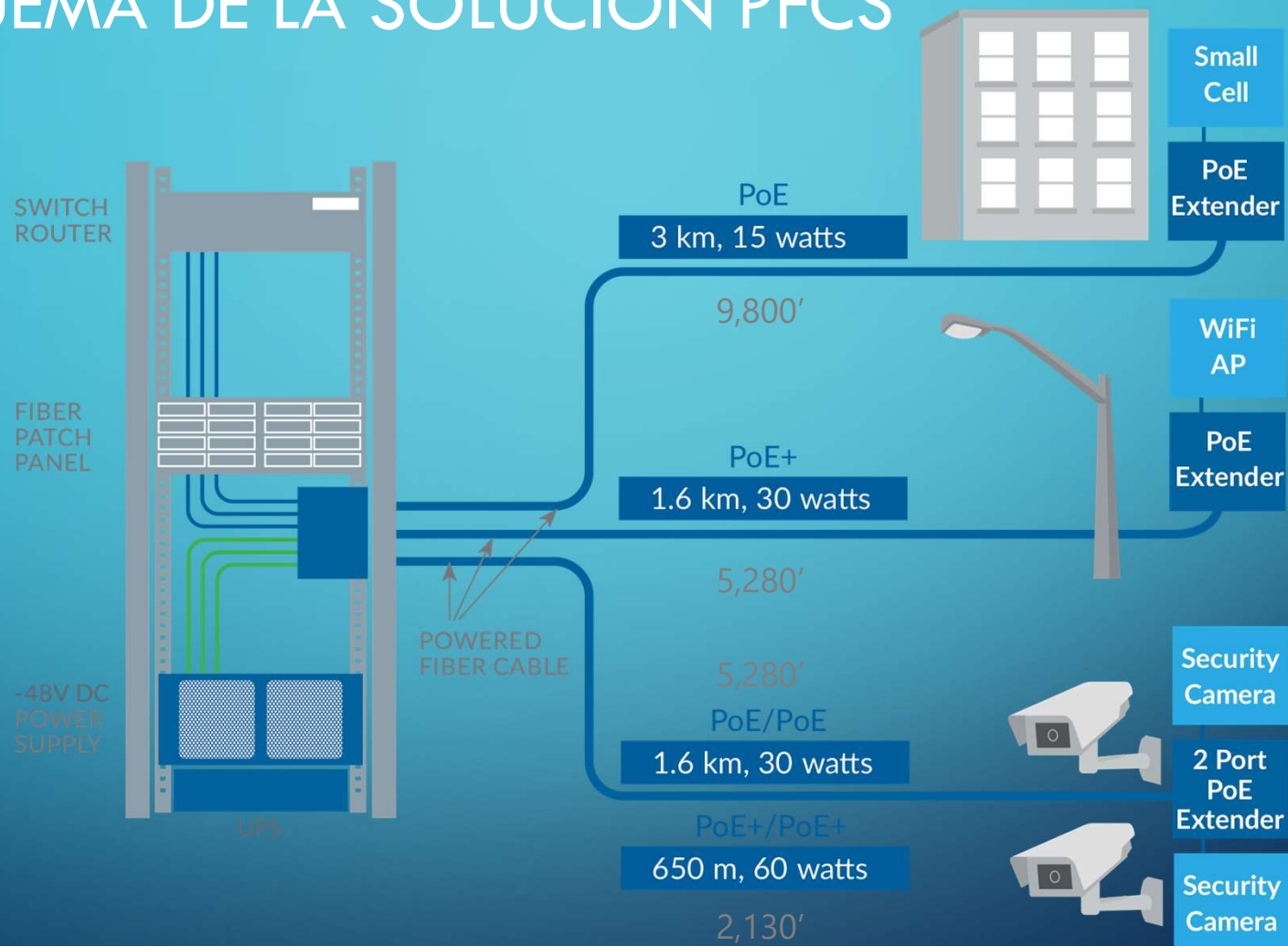
## Ventajas Competitivas

- ✓ **Solución Completa Energía & Datos para dispositivos IP**
- ✓ **Solución de bajo voltaje, provisto por fuente centralizada con posibilidad de gestión y backup UPS**
- ✓ **Posibilidad de administrar 32 dispositivos en forma simultanea**
- ✓ **Alcance PoE mayor a 3km**
- ✓ **Bajo costo de implementación**





# ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN PFCS



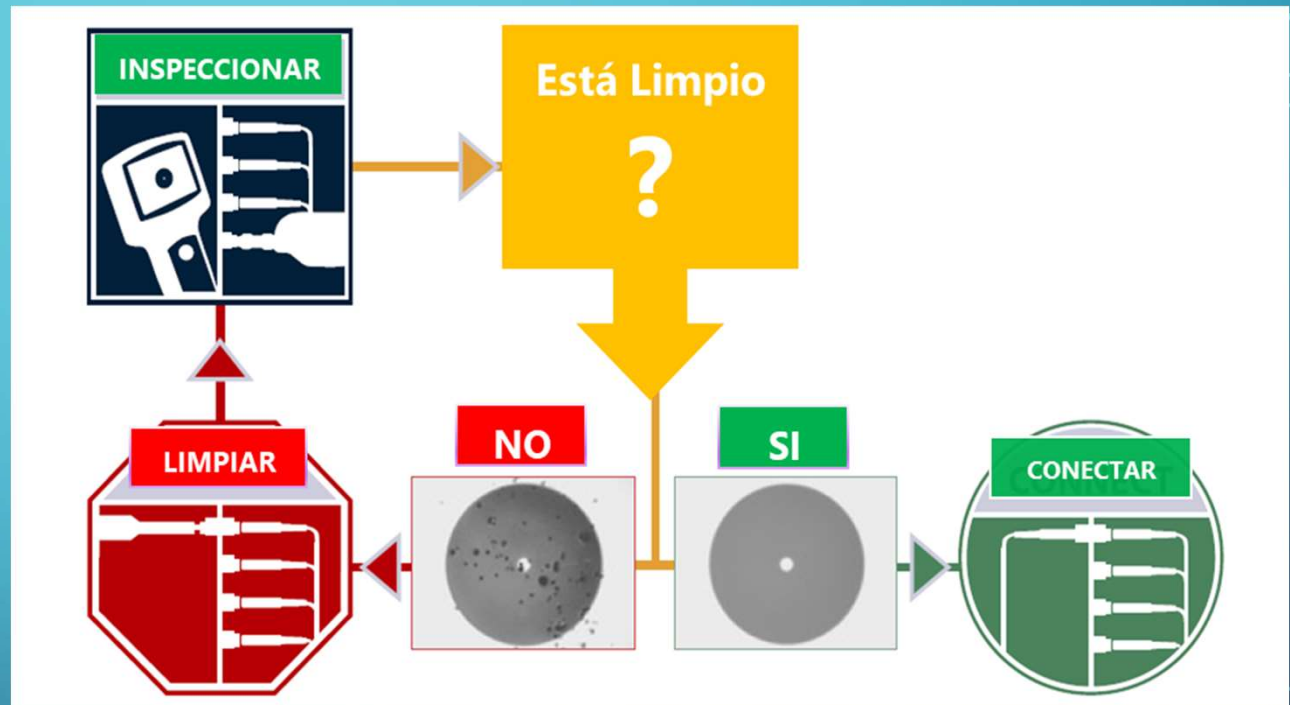
# Tendido de los cables de fibra óptica por montante

**Se debe mantener los cable tendidos en bundles uniformes a lo largo de todas las canastas, asegurados con velcro, sin cruces entre cables y tampoco entre grupos de cables como se ve en la imagen.**



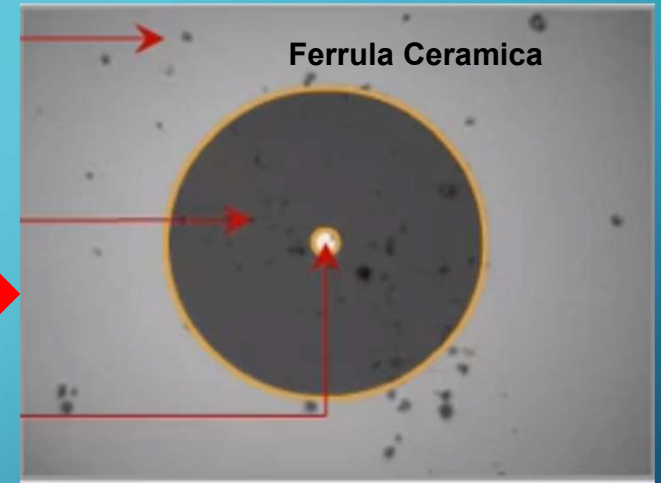
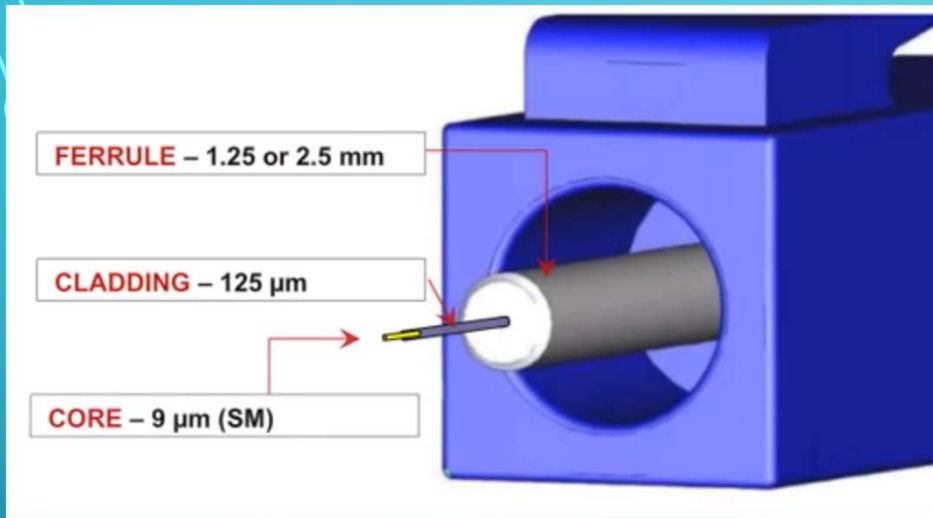
## Porque es importante la inspección de las fibras antes de conectarlas ?

- La contaminación en las caras de los conectores de fibra afectan la performance de la red de manera significativa.
- Las partículas de polvo o algún otro sólido pueden dañar los conectores
- Los conectores de fibra contaminados es uno de los problemas mas relevantes de las redes de Fibra Óptica
- Cumplimiento de Estandares y buenas practicas de instalación IEC61300-3-35

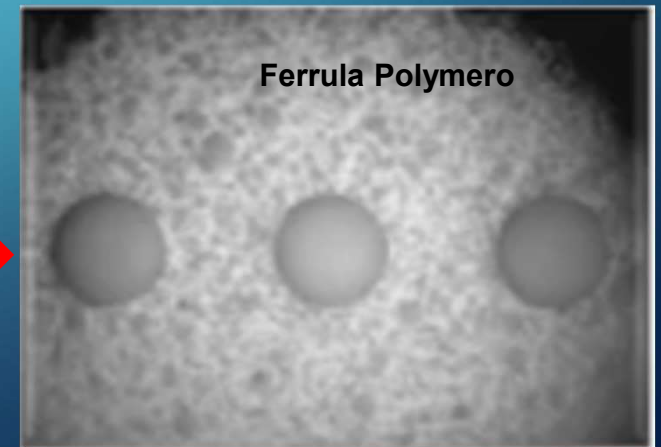


# Conociendo en detalle la anatomía de los conectores

## Single Fiber Conector (LC-SC-ST-FC)



## Multi Fiber Conector MTP o MPO 8,12,24,48 o 72





# Consideraciones de Seguridad al momento de Inspeccionar Fibra

- La radiación emitida por las fibras monomodo pueden ocasionar daños en la retina del ojo.
- No se persive dolor físico a este efecto
- El iris del ojo no se contraerá automáticamente como cuando se ve una luz brillante
- El daño puede ser permanente o temporario dependiendo la potencia de salida del laser y la distancia del extremo de la fibra al ojo.
- Los sistema de sonda de video como el que utilizaremos cuentan con protección de daño de retina

## Instrumental que detecta señal en las fibras opticas



Power meter



OTDR



Live fibre detector



IR indicator card

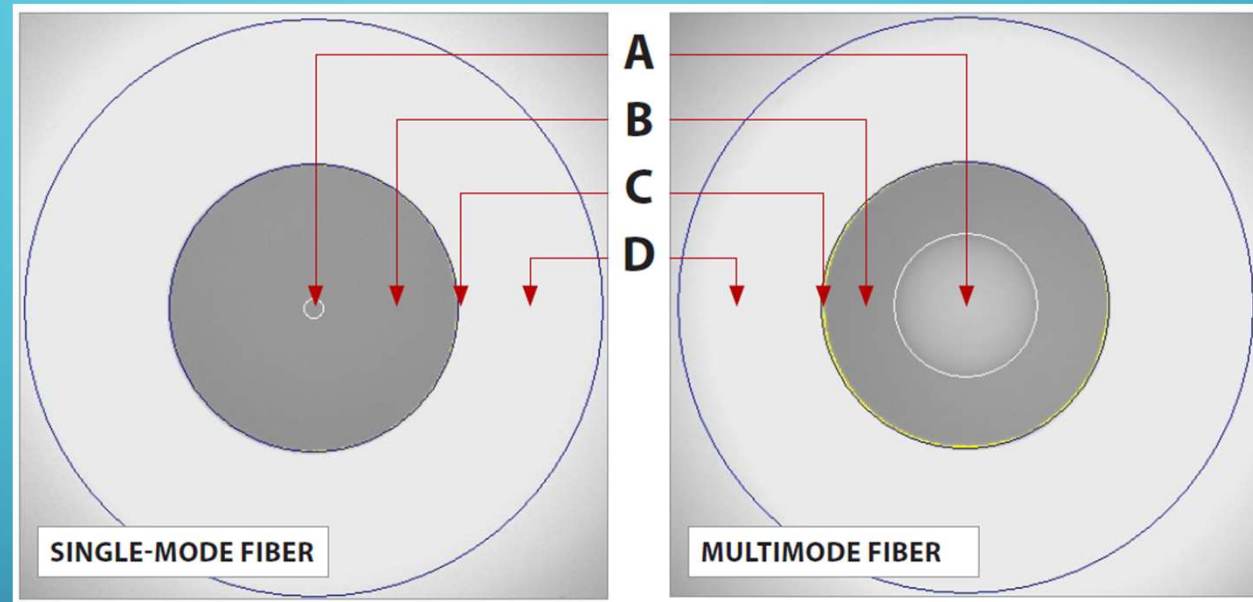
# Inspección Estándar de la cara de un conector de Fibra

**Zona A: Core**

**Zona B: Cladding**

**Zona C: Adhesivo**

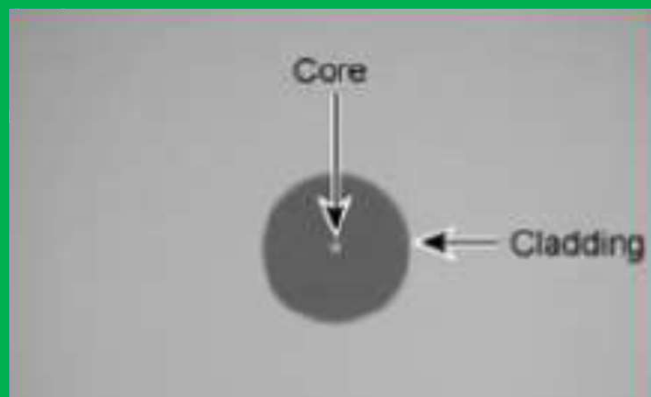
**Zona D: Contacto**



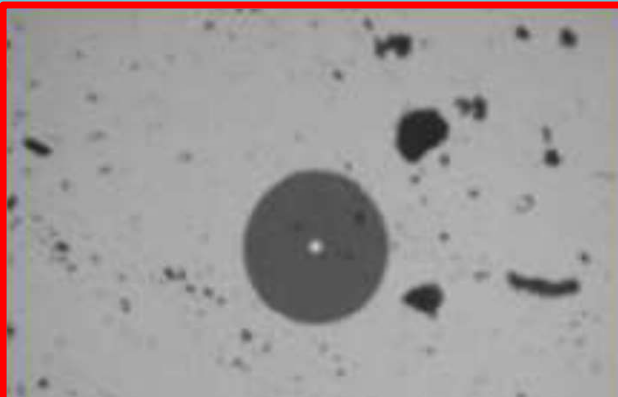
**Existen diferentes criterios de falla por defectos y rayones específicos para cada zona**



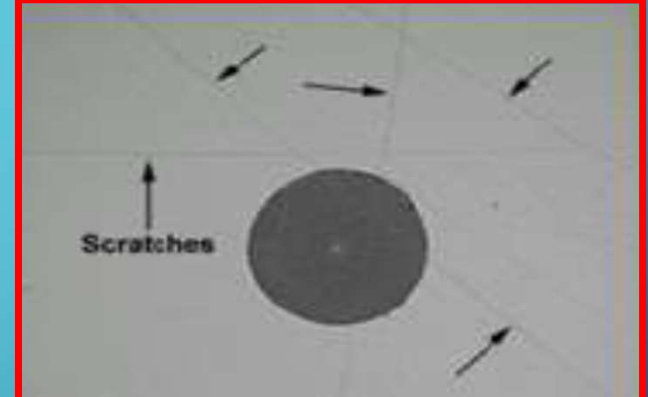
# Tipos de Contaminación en Conectores de Fibra Óptica



Conector Limpio



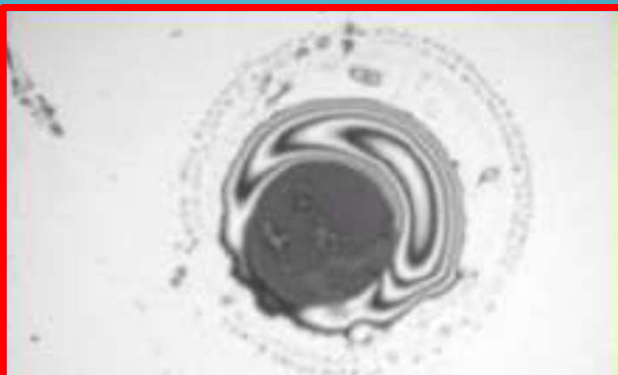
Conector con partículas de polvo



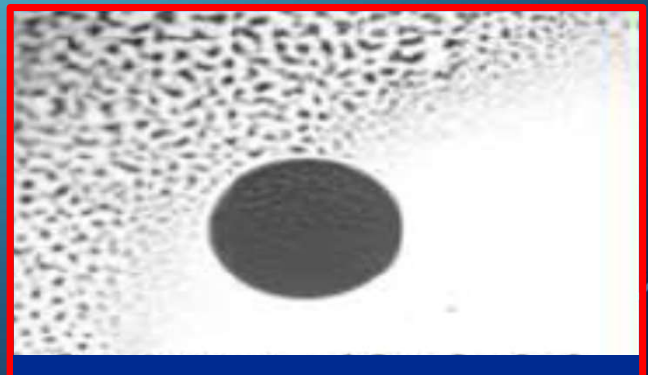
Conector raspado



Conector con grasitud



Conector con liquido o mojado



Conector con residuos producto de una limpieza con alcohol isopropílico

# Inspección y Limpieza de la cara del extremo de conectores de Fibra Óptica

## Instrumental a que se utilizará en las pruebas



Fluke Networks VERTIV



Fluke Networks FI-1000  
FI1000 FiberInspector USB  
Video Probe for OptiFiber Pro

## Puntas de Adaptación



**FIPT-400-ADAPTER**  
Adapter tip



**FIPT-400-FC-SC-APC**  
FC and SC tip for APC bulkheads



**FIPT-400-U25M**  
Universal patchcord tip for 2.5 mm ferrules



**FIPT-400-ST**  
ST tip for bulkhead adapters



**FIPT-400-U25MA**  
Universal patchcord tip for 2.5 mm APC ferrules



**FIPT-400-FC-SC**  
FC and SC PC tip for bulkhead adapters



**FIPT-400-E2000**  
E-2000 tip for bulkhead adapters



**FIPT-400-LC**  
LC tip for bulkhead adapters



**FIPT-400-U12M**  
Universal patchcord tip for 1.25 mm ferrules



**FIPT-400-LC-APC**  
LC/APC tip for bulkhead adapters



**FIPT-400-U12MA**  
Universal patchcord tip for 1.25 mm APC ferrules



**FIPT-400-MTP**  
MTP tip for PC bulkheads



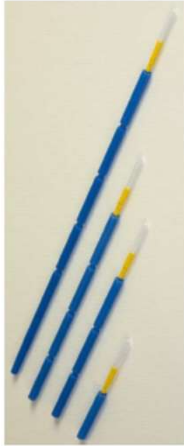
**FIPT-400-MTPA**  
MTP tip for APC bulkheads

## Elementos de Limpieza de Conectores & Consideraciones Importantes

### KIT LIMPIA CONECTORES LC



IBC LC cleaner  
(w/ cap off)



1.25mm  
stick  
cleaner

### KIT LIMPIA CONECTORES MPO



IBC MPO cleaner  
(w/ or w/o pins)

**NO SE  
RECOMIENDA  
USAR ALCOHOL,  
DEJA PARTICULAS  
DE SUCIEDAD.**



**NO SE DEBEN REMOVER LOS  
PROTECTORES DE POLVO O DUST  
CAPS DE ADAPTADORES, CASSETTE O  
CUALQUIER MODULO QUE TENGA  
CONECTORES DE FIBRA Y NO SE VAYA  
A CONECTAR**



## Protocolo de aceptación de pérdidas de fibra óptica (ejemplo)

### ELEMENTOS DE FIBRA OPTICA

	Component	OS2 (Single Mode) Loss dB	OM4 (Multi-Mode) Loss dB	OM1 (Multi-Mode) Loss dB
LC/SC/ST Connector		.5	.5	.5
MTP® Connector		.75	.35	NA
MTP®-LC Cassette		1.3	.5	NA
Splice		.1	.1	.1

### CABLES DE FIBRA OPTICA

Wavelength	OS2 (Single Mode) Loss dB/km	Wavelength	OM4 (Multi-Mode) Loss dB/km	Wavelength	OM1 (Multi-Mode) Loss dB/km
1310 nm	.4	850 nm	2.8	850 nm	3.5
1550 nm	.3	1300 nm	1.0	1300 nm	1.0