



Data Center: Conectividad Crítica

Relator: Berfran Espinel
KAM Datacom Legrand



Aportando valor a tu profesión



legrand | bticino
academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

CICLO DE WEBINAR

WEBINAR

LUNES 03 AGO
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: PRINCIPIOS Y ARQUITECTURA ESENCIAL

Conoce los conceptos fundamentales que definen la arquitectura de un Data Center moderno, sus principales componentes, niveles de disponibilidad y criterios clave para un diseño eficiente, seguro y escalable.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

WEBINAR

LUNES 10 AGO
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: CONECTIVIDAD CRÍTICA

Explora las soluciones de cableado estructurado para Data Centers, abordando desempeño, redundancia y buenas prácticas que permiten asegurar conectividad confiable en entornos de misión crítica.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

WEBINAR

LUNES 17 AGO
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: GESTIÓN DEL CABLEADO

Revisa cómo una correcta gestión del cableado impacta en la operación del Data Center, mejorando el orden, la trazabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad de la infraestructura.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

WEBINAR

LUNES 24 AGO
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: CLIMATIZACIÓN EFICIENTE

Descubre las estrategias de gestión térmica y climatización que permiten optimizar el rendimiento energético, proteger los equipos críticos y garantizar la continuidad operativa del Data Center.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

WEBINAR

LUNES 31 AGO
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: CONTINUIDAD DE ENERGÍA

Aprende cómo los sistemas de respaldo de energía aseguran la disponibilidad del Data Center frente a interrupciones eléctricas, abordando criterios de selección, arquitectura y buenas prácticas.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

WEBINAR

LUNES 07 SEP
10 A 11:20 AM

DATA CENTER: DISTRIBUCIÓN Y MONITOREO INTELIGENTE DE ENERGÍA

Conoce las soluciones de distribución eléctrica y monitoreo que permiten una gestión energética avanzada, mejorando la eficiencia, la visibilidad operativa y la toma de decisiones en el Data Center.

legrand | bticino academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

#LegrandImprovingLives

INFRAESTRUCTURA PARA DATA CENTERS

Desde el 03 AGOSTOS al 07 SEPTIEMBRE.

Temas a tratar:

- 01 – DC: Principios y arquitectura esencial.
- 02 – DC: Conectividad crítica
- 03 – DC: Gestión del cableado
- 04 – DC: Climatización eficiente
- 05 – DC: Continuidad de energía
- 06 – DC: Distribución y monitoreo inteligente.



TABLA DE
CONTENIDO



01

¿POR QUÉ LA CONECTIVIDAD CRÍTICA ES TAN IMPORTANTE?

02

FUNDAMENTOS DE LA FIBRA ÓPTICA

03

PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRA ÓPTICA

04

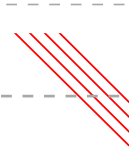
ARQUITECTURA PARA DATA CENTERS

05

MANTENIMIENTO Y BUENAS PRÁCTICAS

06

ERRORES REALES OBSERVADOS EN PROYECTOS





01 ¿POR QUÉ LA CONECTIVIDAD CRÍTICA ES TAN IMPORTANTE?



APLICACIONES ANTIGUAS Y SUS NECESIDADES EN VELOCIDAD E INFRAESTRUCTURA



Hace algunas décadas, las aplicaciones empresariales eran más simples y generaban menor demanda de ancho de banda.

La infraestructura de red era diseñada para entornos locales, con menor densidad y requisitos básicos de disponibilidad.

APLICACIÓN / TECNOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD TÍPICA REQUERIDA	INFRAESTRUCTURA TÍPICA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
 TERMINALES / MAINFRAME (Años 70s - 80s)	Acceso a sistemas centrales mediante terminales tontos.	9.6 Kbps – 64 Kbps	 Redes propietarias (Puerto serie, Token Ring)	- Comunicación basada en texto - Baja velocidad - Infraestructura centralizada
 CORREO ELECTRÓNICO (Años 80s - 90s)	Mensajería interna entre usuarios.	64 Kbps – 256 Kbps	 LAN 10 Mbps (Cableado UTP Cat 3/5)	- Mensajes de texto sin adjuntos grandes - Bajo consumo de ancho de banda - Redes LAN básicas
 TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (FTP) (Años 80s - 90s)	Intercambio de archivos entre servidores y usuarios.	256 Kbps – 2 Mbps	 LAN 10/100 Mbps Cobre Cat 5	- Archivos de tamaño limitado (KB – MB) - Transferencias no críticas - Ventanas de transferencia programadas
 NAVEGACIÓN WEB (INTERNET 1.0) (Años 90s)	Acceso a páginas web estáticas y lectura de información.	2 Mbps – 10 Mbps	 LAN 100 Mbps Cobre Cat 5e	- Páginas estáticas - Imágenes de baja resolución - Baja interacción con el usuario
 TELEFONÍA IP (1ra Generación) (Años 90s - 2000s)	Voz sobre IP con códecs básicos.	64 Kbps – 128 Kbps por llamada	 LAN 100 Mbps Priorización básica (QoS)	- Códecs G.711 - Llamadas punto a punto - Poca dependencia del ancho de banda
 CCTV ANALÓGICO (Años 90s - 2000s)	Vigilancia con cámaras analógicas por cable coaxial.	No aplica (señal analógica)	 Cable coaxial RG59/RG6 Sistemas locales	- Video analógico de baja resolución - Grabación local (DVR) - Sin uso de red IP



EN RESUMEN

Las aplicaciones antiguas requerían bajas velocidades y funcionaban en redes locales, con infraestructura simple y menos críticas de disponibilidad.



BAJO ANCHO DE BANDA



INFRAESTRUCTURA SIMPLE



MENOR COSTO DE IMPLEMENTACIÓN



DISPONIBILIDAD NO CRÍTICA



USUARIOS CONECTADOS LIMITADOS



APLICACIONES MODERNAS: VELOCIDADES REQUERIDAS

El crecimiento de los datos y las nuevas cargas de trabajo impulsan mayores velocidades y capacidades en la infraestructura de red.



CLOUD COMPUTING

Provisión de infraestructura, plataformas y aplicaciones desde Data Centers, permitiendo escalabilidad, disponibilidad y acceso bajo demanda.

VELOCIDADES TÍPICAS



10 G – 400 G

(Este-Oeste en Data Center)

CASOS DE USO

- Servicios SaaS / PaaS / IaaS
- Almacenamiento en la nube
- Recuperación ante desastres
- Aplicaciones empresariales



INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Procesamiento de grandes volúmenes de datos mediante modelos de aprendizaje automático que demandan alta capacidad de cómputo y redes de muy baja latencia.

VELOCIDADES TÍPICAS



25 G – 800 G

(Clusters de IA / GPU)

CASOS DE USO

- Entrenamiento de modelos (ML/DL)
- Inferencia en tiempo real
- Redes neuronales profundas
- Procesamiento de lenguaje natural



BIG DATA

Almacenamiento y análisis de enormes volúmenes de datos estructurados y no estructurados para obtener información valiosa para el negocio.

VELOCIDADES TÍPICAS



10 G – 200 G

(Backbone / Storage)

CASOS DE USO

- Análisis de datos masivos
- Data Lakes / Data Warehouses
- BI y analítica avanzada
- Procesamiento por lotes (Batch)



EDGE COMPUTING

Procesamiento de datos cerca del lugar donde se generan, reduciendo la latencia y el tráfico hacia los Data Centers centrales.

VELOCIDADES TÍPICAS



1 G – 25 G

(Acceso / Agregación)

CASOS DE USO

- IoT Industrial
- Videovigilancia inteligente
- Vehículos conectados
- Autooptimización y control en tiempo real



HIGH PERFORMANCE COMPUTING (HPC)

Infraestructura de alto rendimiento compuesta por miles de procesadores o GPU que trabajan en paralelo para resolver cálculos científicos, financieros y de IA.

VELOCIDADES TÍPICAS



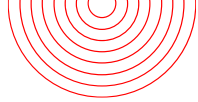
100 G – 800 G

(Interconexión HPC)

CASOS DE USO

- Simulaciones científicas
- Modelado y renderizado
- Investigación médica y genómica
- Análisis financiero y de riesgo

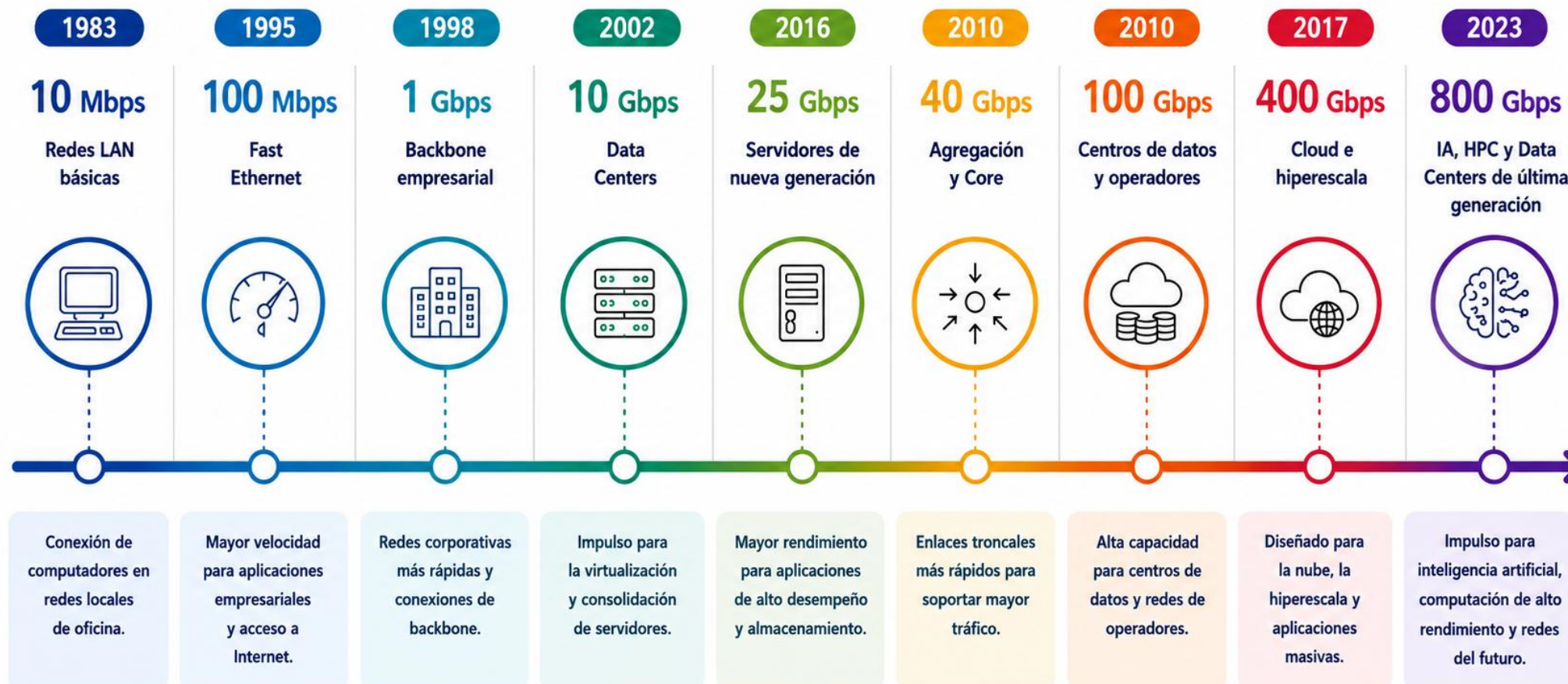




LA EVOLUCIÓN DE ETHERNET

LÍNEA DE TIEMPO

Cada salto de velocidad ha impulsado
la **transformación digital** del mundo.





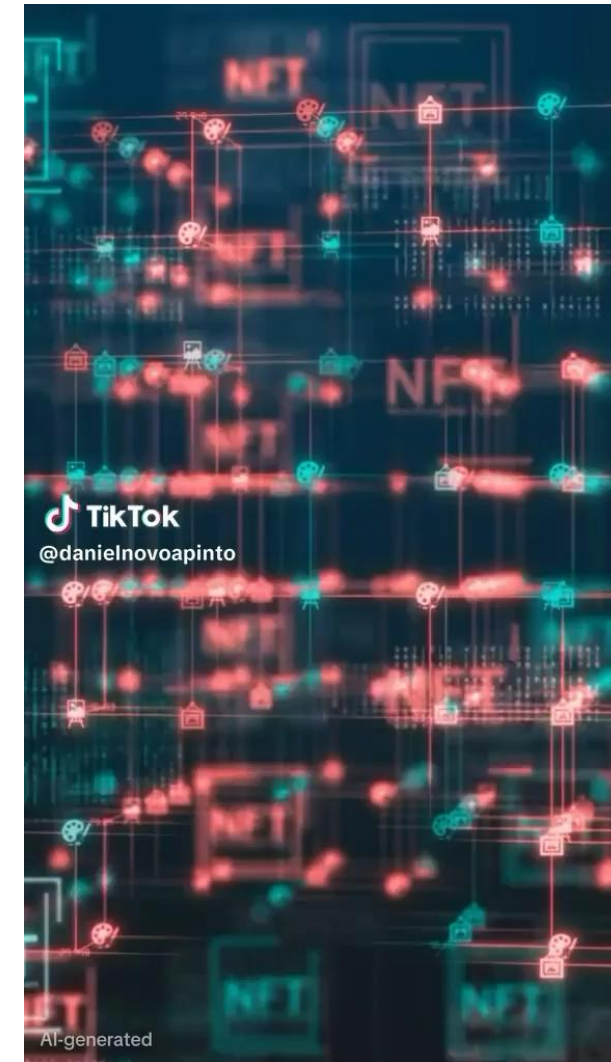
Japón rompe récord mundial de velocidad de internet



1,802 kilómetros en un segundo

Para ello, el equipo desarrolló un nuevo tipo de fibra óptica equivalente a 19 fibras ópticas estándar en cuanto a transmisión de datos, la cual es incluso tan delgada como los cables actuales, pero con capacidad para transportar más datos con menor pérdida y utilizando la infraestructura existente.

Para esta demostración de velocidad en transmisión de datos, la fibra óptica fue capaz de enviar los datos a tal velocidad a lo largo de 1,802 kilómetros, una distancia comparable a la que separa Nueva York de Florida. Esto permitiría, en teoría, descargar todo Netflix en un segundo o el Archivo de Internet completo en menos de cuatro minutos.





Redes de Comunicaciones

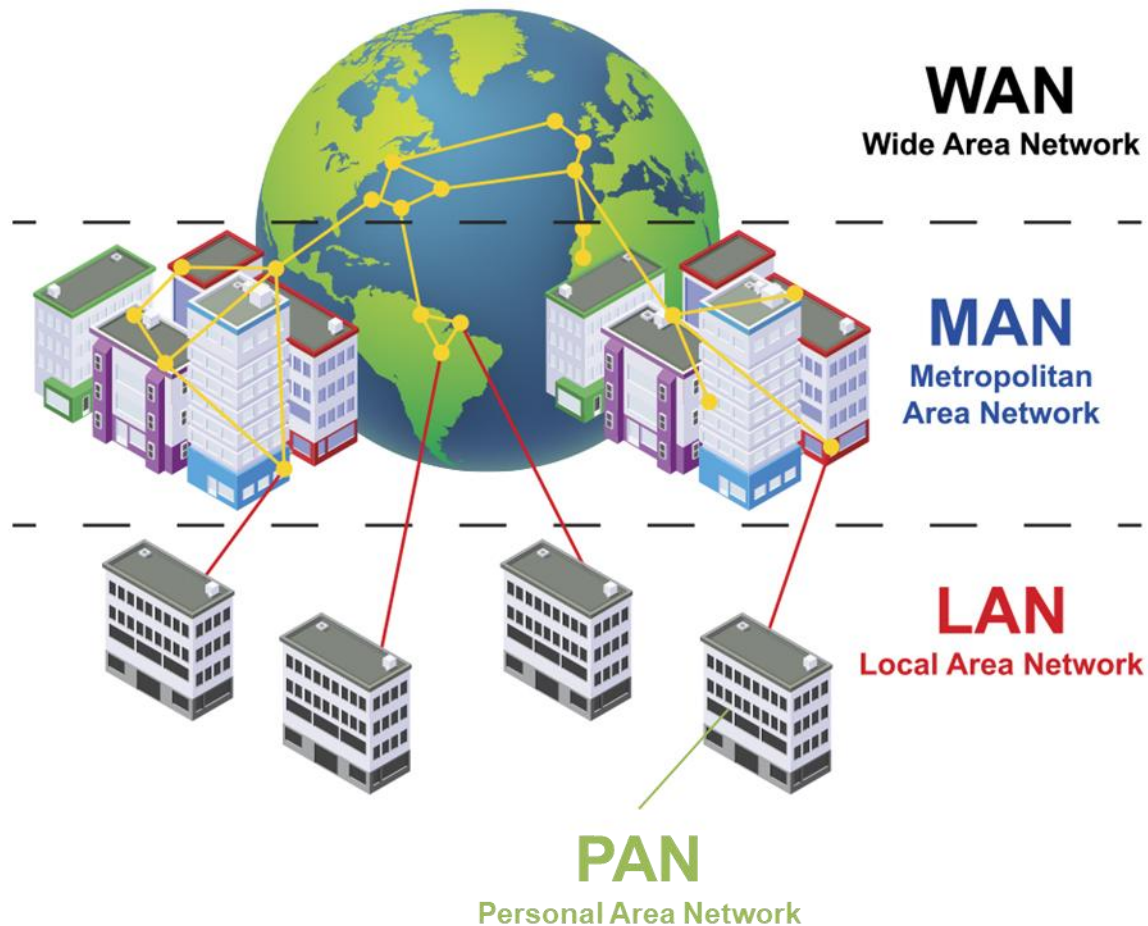


- **Conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos** (no jerárquica -master/slave-)
- Normalmente se trata de transmitir datos, audio y vídeo por ondas electromagnéticas a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, fibra óptica, etc.).
- La información se puede transmitir de forma analógica, digital o mixta, pero en cualquier caso las conversiones, si las hay, siempre se realizan de forma transparente al usuario.
- Las redes más habituales son las de computadores, las de teléfono, las de transmisión de audio y las de transmisión de vídeo (televisión o vídeo vigilancia).





Tipos de Redes de Comunicaciones



Wide Area Network

Red de Área Amplia - conexiones informáticas de mayor envergadura, aquellas de mayor velocidad que cubren una extensa porción geográfica del planeta.

Metropolitan Area Network

Conecta diversas LAN cercanas geográficamente (en un área de alrededor de cincuenta kilómetros) entre sí a alta velocidad

Local Area Network

Grupo de computadores (o equipos informáticos) ubicados en la misma habitación, en el mismo piso o en el mismo edificio que están conectados para formar una sola red.

Personal Area Network

La red de área personal son redes de corto alcance diseñadas para la comunicación entre dispositivos personales, como teléfonos móviles, computadoras portátiles y tabletas.



TIPOS DE RED Y SERVICIOS POR SEGMENTO

Cada segmento de red ofrece conectividad y servicios específicos según su alcance y propósito.

WAN

Wide Area Network

Conecta redes a nivel mundial, países o continentes.

MAN

Metropolitan Area Network

Conecta varias LAN dentro de una ciudad o área metropolitana.

LAN

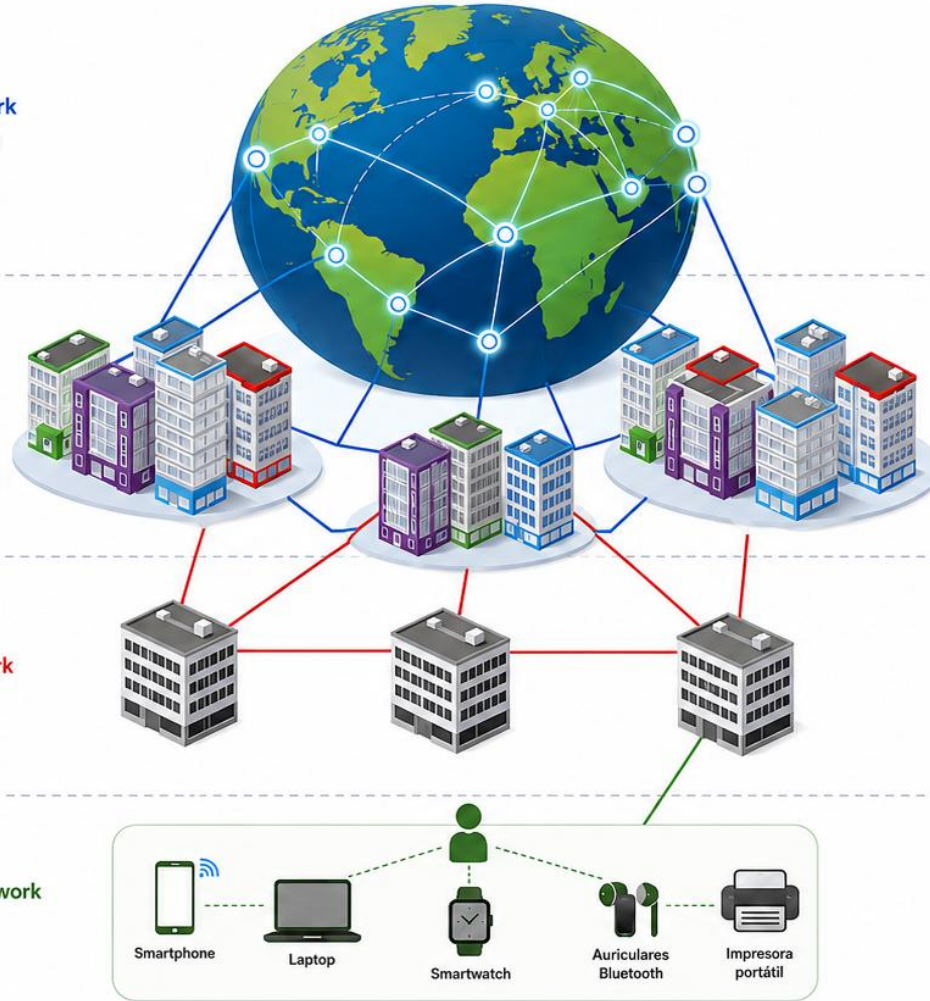
Local Area Network

Conecta dispositivos dentro de un edificio, oficina o campus.

PAN

Personal Area Network

Conecta dispositivos personales dentro de un alcance muy corto.



En resumen:



SERVICIOS EN WAN

 Acceso a Internet	 VPN (Sitios remotos)	 Interconexión entre sedes
 Servicios en la Nube (SaaS, IaaS, PaaS)	 Correo Electrónico	 Respaldo y Recuperación (DR)
 Video Conferencia Global	 Transferencia de archivos grandes	 Servicios IoT (Dispositivos remotos)

SERVICIOS EN MAN

 Interconexión de edificios	 Redes privadas metropolitanas	 Telefonía IP entre sedes
 Video vigilancia urbana	 Wi-Fi público metropolitano	 Servicios de Gobierno / Ciudad

SERVICIOS EN LAN

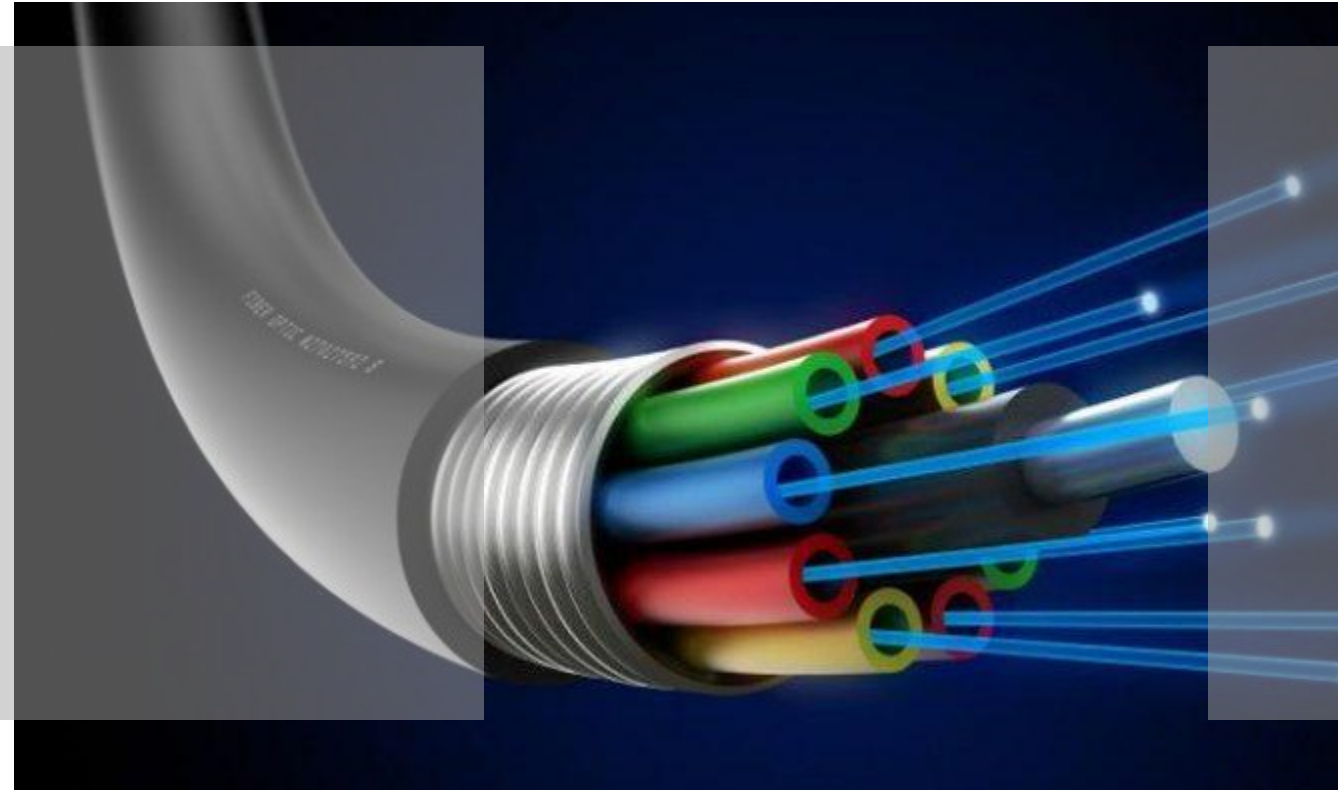
 Compartición de archivos e impresoras	 Aplicaciones corporativas	 Base de datos locales
 Control de acceso y seguridad	 Telefonía IP interna	 Video vigilancia interna

SERVICIOS EN PAN

 Sincronización de datos personales	 Compartir archivos inmediatos	 Conexión a accesorios (Bluetooth)
 Control de dispositivos personales	 Salud y bienestar (Monitoreo)	 Pagos móviles (NFC)



02 FUNDAMENTOS DE LA FIBRA ÓPTICA

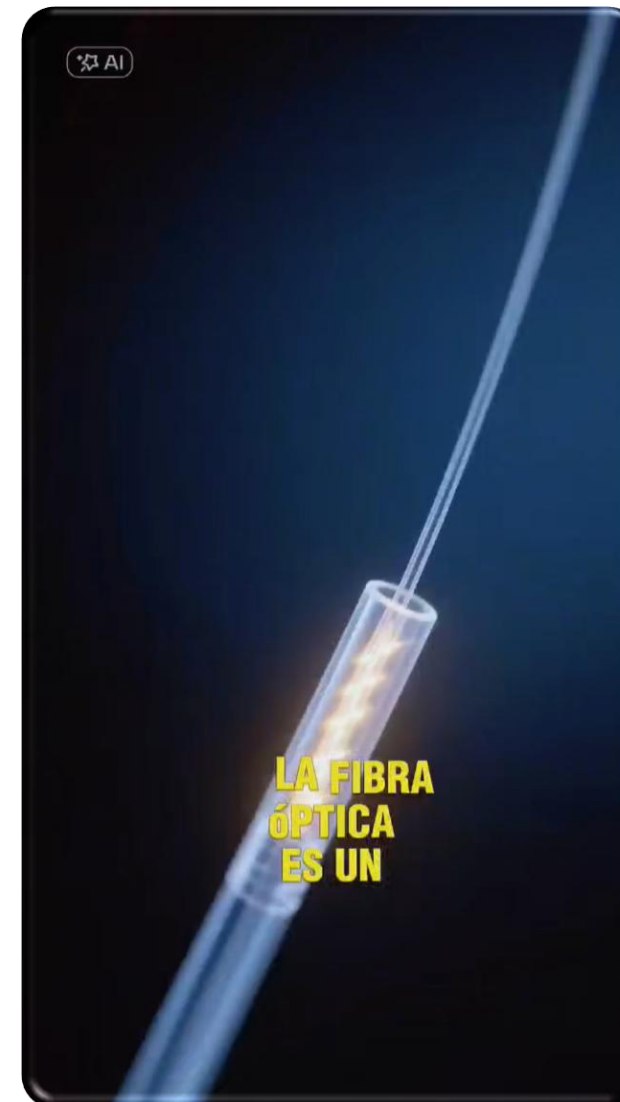




¿Qué es la fibra óptica?

Para la transmisión de datos en gigabits y más allá, la comunicación por fibra óptica es la opción ideal. Este medio se utiliza para transmitir voz, video, telemetría y datos a través de largas distancias, redes de área local o redes de computadoras.

Las fibras ópticas son hilos largos y delgados de vidrio muy puro del tamaño de un cabello humano, están dispuestos en paquetes llamados cables ópticos.

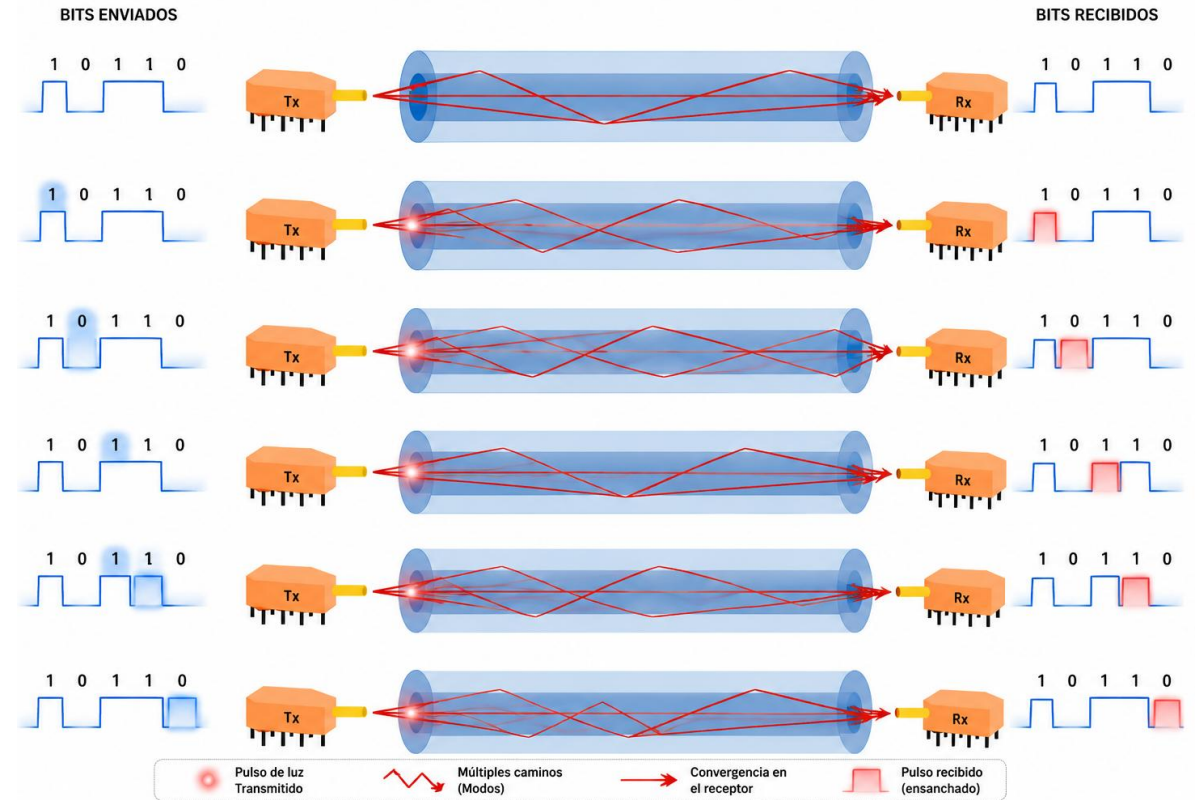




Fibra Multimodo

- El transmisor (Tx) emite un pulso rojo.
- Los rayos se propagan simultáneamente.
- Se ven los rebotes dentro del núcleo.
- El rayo central llega primero al Rx.
- Los otros llegan unos milisegundos después.
- Al final Todos esos pulsos se superponen y forman uno más ancho.

A mayor distancia, mayor dispersión modal, es por ello que la fibra multimodo se recomienda para enlaces de corto alcance, como centros de datos, edificios y campus.“



Dispersión modal: ocurre en la fibra multimodo cuando un mismo pulso de luz viaja por diferentes caminos dentro del núcleo. Como cada trayectoria tiene una longitud distinta, los rayos llegan al receptor en momentos ligeramente diferentes, ensanchando el pulso y limitando la distancia y el ancho de banda de la



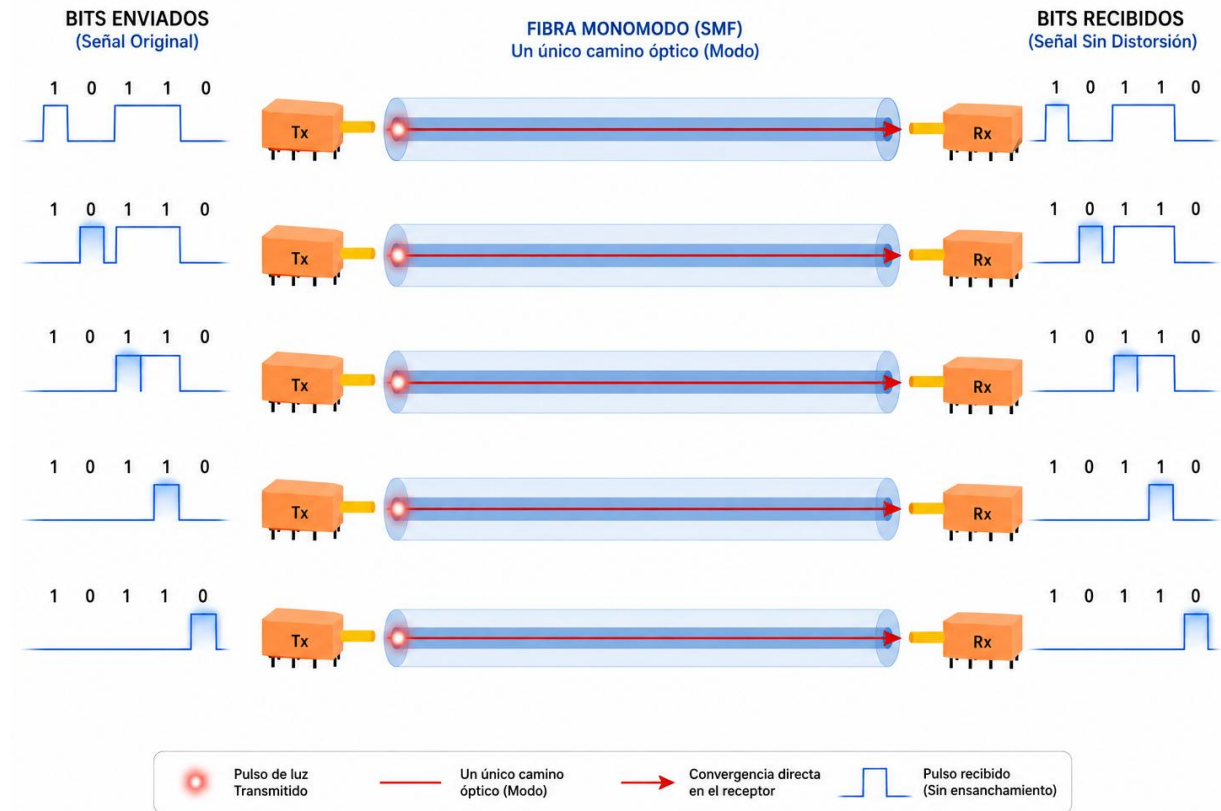


Fibra Monomodo

- El transmisor (Tx) genera un pulso de luz.
- El pulso ingresa al núcleo de la fibra monomodo.
- La luz se propaga por un único modo.
- Todos los pulsos recorren prácticamente la misma trayectoria.
- El receptor (Rx) recibe el pulso prácticamente igual al enviado.

La fibra monomodo se utiliza para largas distancias porque elimina la dispersión modal, permitiendo que los pulsos de luz mantengan su forma original durante kilómetros de transmisión.

Esto posibilita mayores velocidades, menor atenuación y un ancho de banda significativamente superior al de la fibra multimodo.



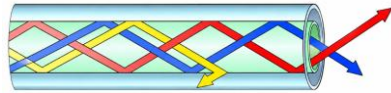
Dispersión modal: La fibra monomodo no presenta dispersión modal porque la luz se propaga por un único modo dentro del núcleo. Al seguir una única trayectoria, el pulso de luz llega al receptor prácticamente sin deformarse, manteniendo su integridad y permitiendo transmisiones de muy alta velocidad y largas distancias.





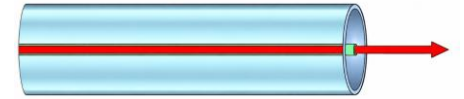
Fibra Multimodo (MM)

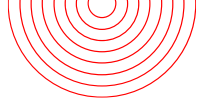
- Múltiples modos de propagación.
- Presenta dispersión modal.
- Menor distancia de transmisión.
- Ideal para edificios y centros de datos.
- Menor costo de los transceptores ópticos.
- Instalación sencilla para enlaces cortos.
- El ancho de banda disminuye conforme aumenta la longitud del enlace.



Fibra Monomodo (SM)

- Un único modo de propagación.
- No presenta dispersión modal.
- Muy largas distancias.
- Ideal para redes troncales, campus, ISP y telecomunicaciones.
- Mayor costo inicial de los transceptores ópticos
- Es la solución preferida para redes backbone y enlaces de larga distancia





ALCANCE SOPORTADO POR TIPO DE FIBRA ÓPTICA

Distancia máxima típica según velocidad y tipo de fibra

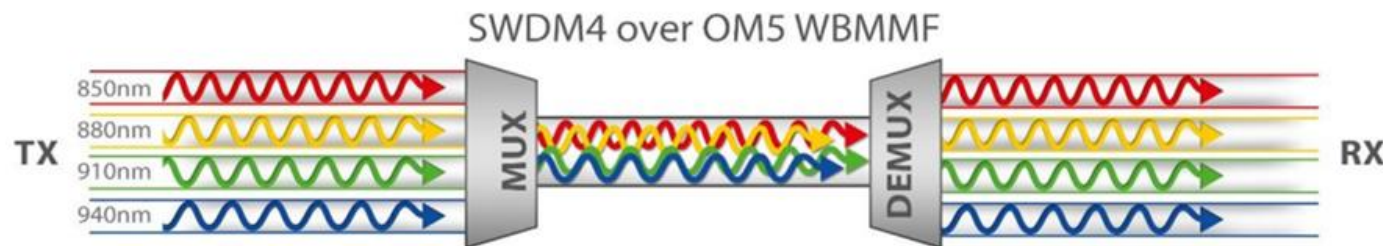
TIPO DE FIBRA	 10GbE 10GBASE-SR	 40GbE 40GBASE-SR4	 100GbE 100GBASE-SR4	 40G-SWDM4 (SWDM)	 100G-SWDM4 (SWDM)
OM3 Multimodo (50/125 µm) 	300 m	100 m	70 – 100 m	No soportado	No soportado
OM4 Multimodo (50/125 µm) 	400 m	150 m	150 m	400 m	100 m
OM5 Multimodo (50/125 µm) 	400 m	150 m	150 m	500 m	150 m
OS2 Monomodo (9/125 µm) 	10 km o más	10 km o más	10 km o más	N/A	N/A



SWDM4 EN OM5

Multimodo

Diseñado para admitir al menos cuatro longitudes de onda de bajo costo en el rango de 850–950 nm, OM5 brinda el mejor soporte para aplicaciones emergentes de multiplexación por división de longitud de onda corta (SWDM), reduciendo el número de fibras paralelas al menos cuatro veces para continuar usando solo dos fibras (en lugar de ocho) para transmitir 40 Gb/s y 100 Gb/s, y reducir el número de fibras para velocidades más altas.



En general, las conexiones de centro de datos de onda corta son alimentadas por VCSEL (Láser de emisión superficial con cavidad vertical) que opera cerca de una longitud de onda de 850 nm.

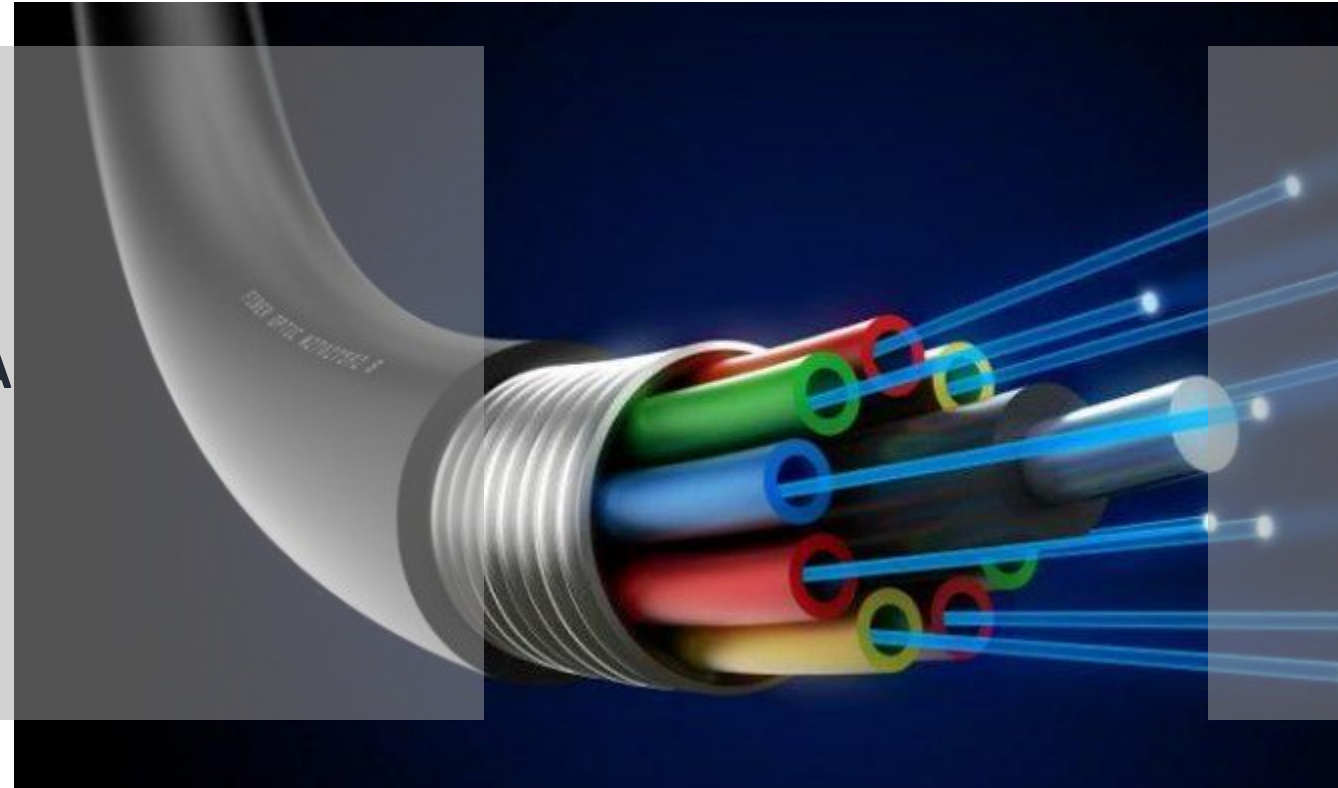
La multiplexación por división de longitud de onda corta (SWDM) es una tecnología en que se utilizan cuatro longitudes de onda en el rango de 850 a 950 nm.

Los transceivers SWDM están diseñados para utilizar conectividad de 2 fibras en el módulo transceptor con fibra multimodo OM5.



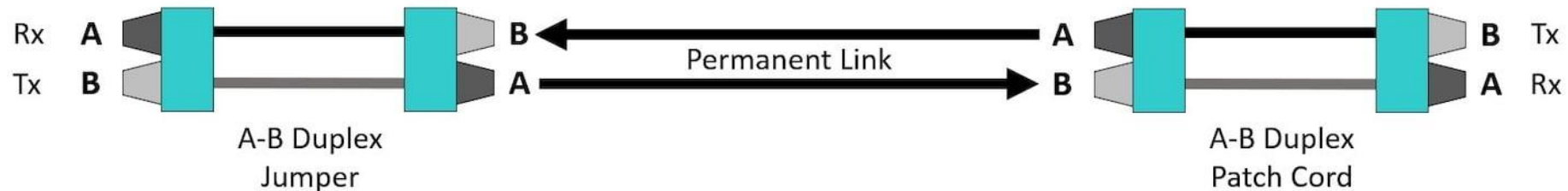


03 PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRA ÓPTICA



PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRE ÓPTICA

Transceiver Ópticos

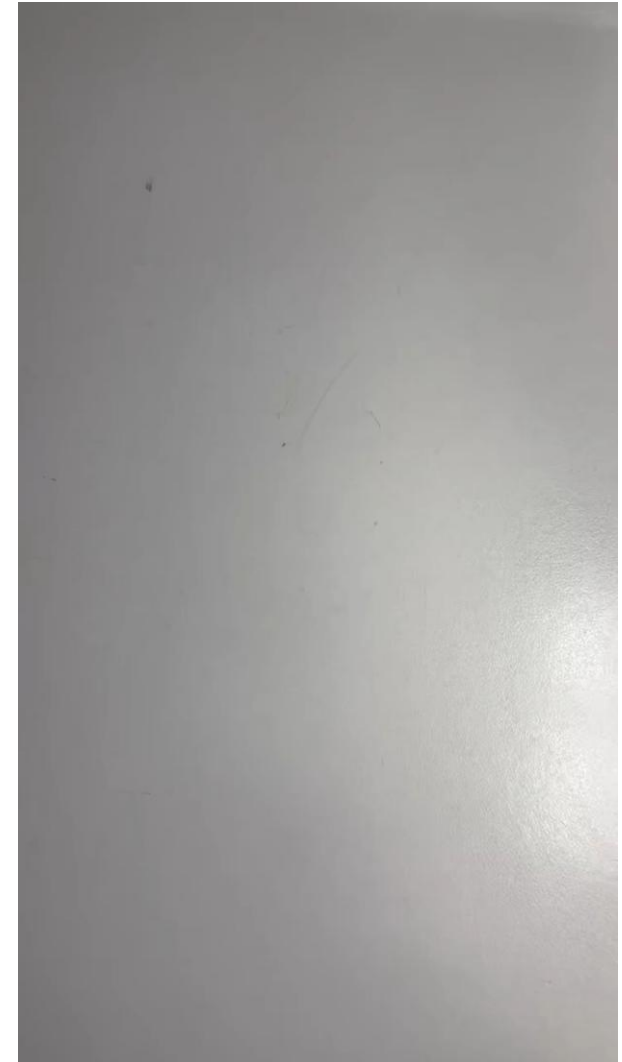




PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRE ÓPTICA



DDM (Digital Diagnostic Monitoring) es una función integrada en los transceptores ópticos SFP, SFP+, QSFP y QSFP-DD que permite monitorear en tiempo real el estado del módulo y del enlace de fibra óptica. Proporciona información como la potencia óptica transmitida (Tx), potencia recibida (Rx), temperatura, voltaje de alimentación y corriente del láser, facilitando el diagnóstico preventivo y la detección temprana de fallas.





FIBRA ÓPTICA: CÓMO IDENTIFICAR EL TIPO DE FIBRA EN BASE A LA LONGITUD DE ONDA

La longitud de onda (nm) utilizada en el sistema permite identificar el tipo de fibra óptica.

FIBRA MULTIMODO (MMF)		
Utiliza longitudes de onda más cortas (850 nm a 950 nm y 1300 nm). Ideal para distancias cortas (hasta 550 m).		
LONGITUD DE ONDA (nm)	USO TÍPICO	TIPO DE FIBRA TÍPICAMENTE UTILIZADO*
850 nm (±20 nm)	Redes LAN, Data Centers (10G/25G/40G/100G)	FIBRA MULTIMODO (MMF)
880 - 950 nm (rango)	Aplicaciones SWDM en OM5 (850/880/910/940 nm)	FIBRA MULTIMODO (MMF - OM5)
1300 nm (±30 nm)	Redes LAN antiguas (1G) y otras tecnologías históricas	FIBRA MULTIMODO (MMF)

FIBRA MONOMODO (SMF)		
Utiliza longitudes de onda más largas (1310 nm y 1550 nm). Ideal para largas distancias (hasta cientos de km).		
LONGITUD DE ONDA (nm)	USO TÍPICO	TIPO DE FIBRA TÍPICAMENTE UTILIZADO*
1310 nm (±20 nm)	Telecomunicaciones, Redes Metro, Ethernet, DWDM	FIBRA MONOMODO (SMF - OS2)
1550 nm (±20 nm)	Largas distancias, DWDM, 40G/100G+ de largo alcance	FIBRA MONOMODO (SMF - OS2)

*La longitud de onda por sí sola NO identifica de manera infalible el tipo de fibra. Siempre confirmar en la ficha técnica del transceptor y del enlace.

GUÍA RÁPIDA DE IDENTIFICACIÓN (REFERENCIAL)

SI LA LONGITUD DE ONDA ES:

- | | | |
|--------------------|---|---|
| ● 850 nm (±20 nm) | → | ENTONCES EL TIPO DE FIBRA TÍPICAMENTE UTILIZADO ES: |
| ● 880 - 950 nm | → | FIBRA MULTIMODO (MMF) |
| ● 1300 nm (±30 nm) | → | FIBRA MULTIMODO OM5 (SWDM) |
| ● 1310 nm (±20 nm) | → | FIBRA MULTIMODO (MMF) |
| ● 1550 nm (±20 nm) | → | FIBRA MONOMODO (SMF - OS2) |
| | → | FIBRA MONOMODO (SMF - OS2) |



NOTA IMPORTANTE

Para identificar correctamente el tipo de fibra se debe considerar:

- Especificaciones del transceptor óptico (SFP, QSFP, QSFP28, OSFP, etc.)
- Estándar de la aplicación (Ethernet, FC, DWDM, etc.)
- Ficha técnica del equipo y del enlace
- Instalación y pruebas realizadas



CLAVE: La selección correcta de la longitud de onda, el transceptor y la fibra garantiza el desempeño, la distancia y la confiabilidad de la red en aplicaciones críticas.





PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRE ÓPTICA

SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS EN ETHERNET ÓPTICO

Guía rápida de las siglas más utilizadas en fibra óptica para redes Ethernet.

SIGLA	NOMBRE	TIPO DE FIBRA	DISTANCIA TÍPICA	USO PRINCIPAL	IDEAL PARA
SR	Short Reach	 Multimodo (OM3/OM4/OM5)	Hasta 150 m (OM3/OM4/OM5)	Enlaces de corta distancia con VCSEL a 850 nm.	 Centros de datos conexiones dentro del rack o entre racks cercanos.
LR	Long Reach	 Monomodo (OS2)	Hasta 10 km	Enlaces de larga distancia con láser a 1310 nm.	 Redes empresariales, edificios y campus.
ER	Extended Reach	 Monomodo (OS2)	Hasta 40 km	Mayor alcance que LR con láser a 1550 nm.	 Metropolitanas y backbone.
ZR	Zero Reach / Ultra Long Reach	 Monomodo (OS2)	Hasta 80 km+	Ultra largo alcance con láser coherente.	 Operadores y redes WAN de larga distancia.
DR	Data Center Reach	 Monomodo (OS2)	Hasta 500 m	Optimizado para distancias cortas en data centers.	 Conexiones dentro del data center.
FR	Fiber Reach	 Monomodo (OS2)	Hasta 2 km	Enlaces medianos con láser a 1310 nm.	 Distribución dentro de campus.
PSM4	Parallel Single Mode 4	 Monomodo (OS2)	Hasta 500 m	Transmisión paralela 4 canales (4x25G o 4x50G).	 Conexiones de alta velocidad en racks.
CWDM4	Coarse Wavelength Division Multiplexing 4	 Monomodo (OS2)	Hasta 2 km	Multiplexa 4 longitudes de onda (CWDM).	 Enlaces troncales cortos y eficientes.
SWDM	Short Wavelength Division Multiplexing	 Multimodo (OM5)	Hasta 150 m	Multiplexa 4 longitudes de onda sobre fibra OM5.	 Data centers con fibra OM5 para 100G/400G.



¿QUÉ SIGNIFICAN LOS NÚMEROS?

Indican la cantidad de canales o longitudes de onda que trabajan en paralelo o multiplexadas para alcanzar la velocidad total del enlace.

- **SR / LR / ER / ZR / DR / FR:** 1 canal (longitud de onda única)
- **PSM4:** 4 canales paralelos
- **CWDM4 / SWDM:** 4 longitudes de onda multiplexadas

ABREVIATURAS

VCSEL: Láser de cavidad vertical (850 nm)
SMF: Single Mode Fiber (Monomodo)
MMF: Multimode Fiber (Multimodo)
WDM: Wavelength Division Multiplexing



CONECTORES ÓPTICOS

DIFERENCIAS, VENTAJAS Y USOS



LC	SC	ST	FC	MPO / MTP
 VENTAJAS - Tamaño compacto - Fácil liberación (push-pull) - Alta densidad USOS TÍPICOS - Data Centers - Redes LAN / WAN	 VENTAJAS - Bloqueo seguro (push-pull) - Fácil instalación - Alta confiabilidad USOS TÍPICOS - Redes LAN / WAN - Telecomunicaciones	 VENTAJAS - Bayoneta de giro - Robusto y confiable - Fácil de mantener USOS TÍPICOS - Industria - Redes de campus	 VENTAJAS - Rosca metálica - Alta estabilidad - Baja pérdida de retorno USOS TÍPICOS - Equipos de medición - Redes de telecomunicaciones	 VENTAJAS - Conexión múltiple (12 a 144 fibras) - Ultra alta densidad - Ahorro de espacio USOS TÍPICOS - Data Centers - Backbone de alta densidad

COMPARATIVO RÁPIDO	LC	SC	ST	FC	MPO / MTP
 TIPO DE CONECTOR	Dúplex (2 fibras)	Dúplex (2 fibras)	Simplex (1 fibra)	Simplex (1 fibra)	Multifibra (8 a 144 fibras)
 DIÁMETRO DE FÉRULA	1.25 mm	2.5 mm	2.5 mm	2.5 mm	12 fibras (1.25 mm)
 MECANISMO DE CONEXIÓN	Clip (push-pull)	Push-pull con bloqueo	Bayoneta (giro ¼ vuelta)	Rosca	Alineación por guía
 DENSIDAD	Muy alta	Media	Baja	Media	Muy alta
 APLICACIONES PRINCIPALES	Data Centers, equipos SFP/QSFP	Redes LAN/WAN, CATV	Industria, campus (legado)	Equipos de medición, telecom	Backbone de Data Centers, 40G/100G/400G y más



JUMPER FIBRA ÓPTICA

Dúplex



Simplex





JUMPER FIBRA ÓPTICA



OM3: Agua Marina
OM4: Agua Marina o Violeta
OM5: Verde Lima
Conectores: Beige, Agua Marina o Verde Lima

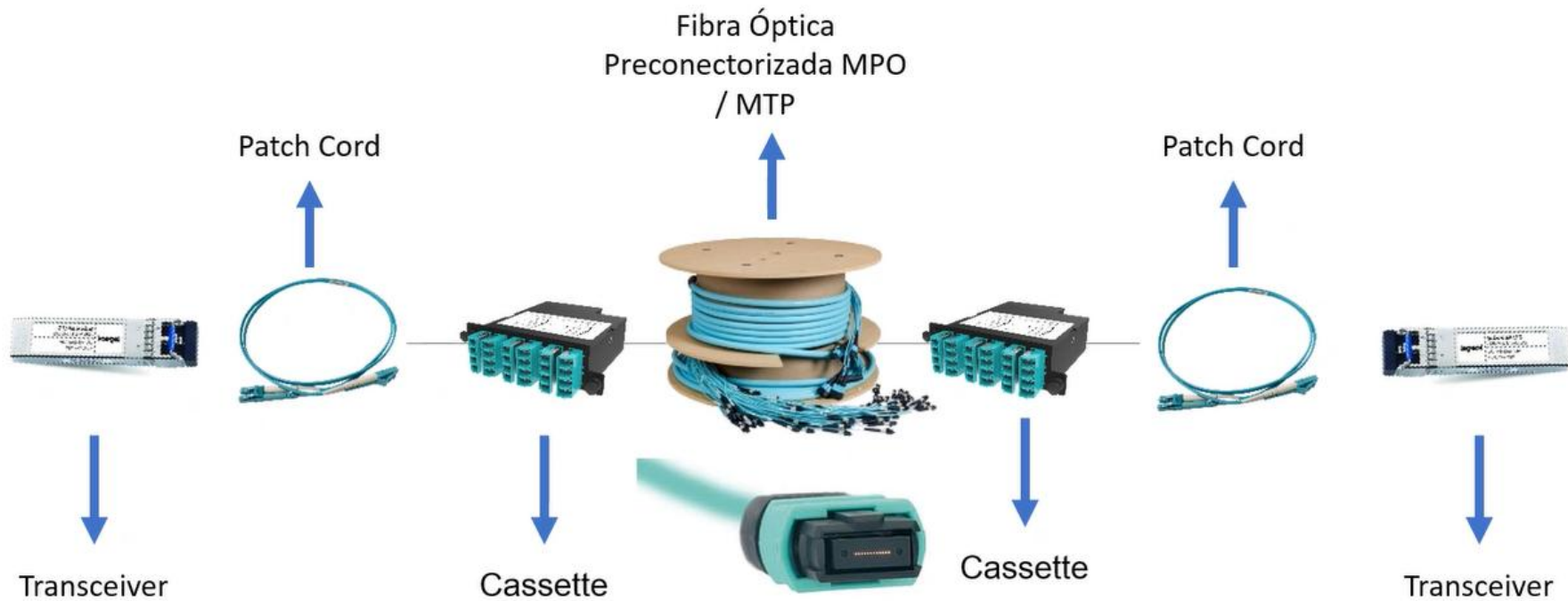


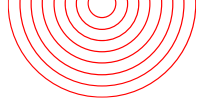
OS2: Amarillo
Conectores: Azul Oscuro





FIBRA ÓPTICA PRECONECTORIZADA





CONECTOR MPO/MTP – CONFIGURACIONES DE FIBRAS

La cantidad de fibras del conector determina la capacidad física disponible;
la velocidad del enlace dependerá del transceiver y del estándar Ethernet utilizado.

MPO/MTP-8

8 FIBRAS



MPO/MTP-12

12 FIBRAS



MPO/MTP-16

16 FIBRAS



MPO/MTP-24

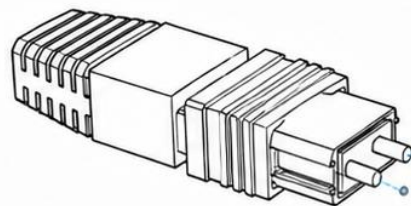
24 FIBRAS



MPO/MTP

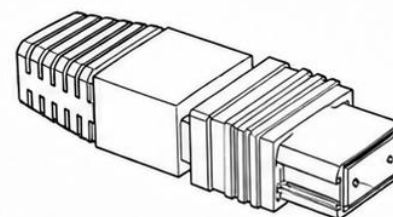
- ✓ Conector multifibra de alta densidad
- ✓ Alineación con pines de precisión
- ✓ Conexión macho ↔ hembra
- ✓ Ideal para Data Centers y redes de alta velocidad

MACHO (MALE)



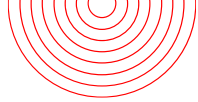
Con pines guía
(se conectan a la hembra)

HEMBRA (FEMALE)



Sin pines guía
(recibe los pines del macho)





MPO

Con pines guía
planos



Pines guía
planos



Vista frontal
(con pines guía)



Conexión
MPO (macho) ↔ MTP (hembra)

MTP

Con pines guía
elípticos



Pines guía
elípticos



Vista frontal
(sin pines guía planos)



Conexión
MTP (hembra) ↔ MPO (macho)



La diferencia está en la forma de los pines guía: **MPO** usa pines planos que sobresalen. | **MTP** usa pines elípticos (redondeados).



Pin Clamp

MPO

Sujeción con
Pin Clamp plástico



Pin Clamp plástico

Ligero y no conductor
Ideal para la mayoría de
aplicaciones



VENTAJAS

- No conductor eléctrico
- Menor peso



USO TÍPICO

Data centers, redes
LAN/WAN, aplicaciones
de alta densidad

MTP

Sujeción con
Pin Clamp metálico



Pin Clamp metálico

Mayor resistencia mecánica
y sujeción más robusta



VENTAJAS

- Alta resistencia mecánica
- Mayor durabilidad



USO TÍPICO

Ambientes exigentes,
vibración, troncales,
aplicaciones industriales
y militares

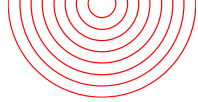


EN RESUMEN

La diferencia está en el material del Pin Clamp que asegura el cable al conector.

MPO usa Pin Clamp plástico.

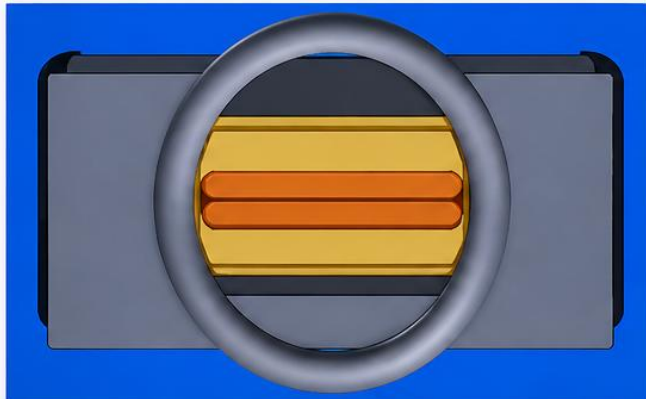
MTP usa Pin Clamp metálico.



OVAL SPRING

El diseño del resorte oval marca la diferencia en la presión y alineación de los pines.

MPO



Resorte oval simple

Proporciona presión básica sobre los pines guía.



Menor control de presión

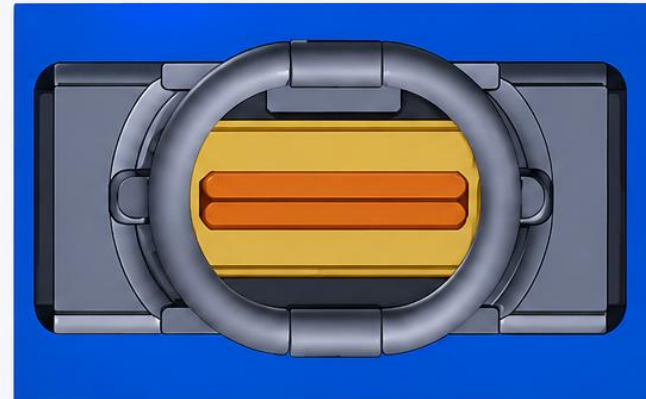
Puede generar variaciones en la alineación.



Mayor riesgo de desalineaciones

Desempeño óptico menos consistente.

MTP



Resorte oval mejorado (con guías)

Presión uniforme y controlada sobre los pines guía.



Mejor control de presión

Alineación más precisa y estable.



Menor riesgo de desalineaciones

Mejor rendimiento óptico y mayor confiabilidad.



EN RESUMEN

El **MTP** utiliza un resorte oval mejorado que asegura mayor control de presión y alineación de los pines guía, reduciendo la pérdida de inserción y mejorando el desempeño de la conexión.



RESULTADO

Conexiones más estables, menos pérdida de señal y mayor confiabilidad en redes de alto desempeño.





MTP FLOATING FERRULE

La férula flotante permite la autoalineación de las fibras, reduciendo la pérdida y mejorando el rendimiento.



AUTOALINEACIÓN

La férula flotante se ajusta en todas las direcciones.



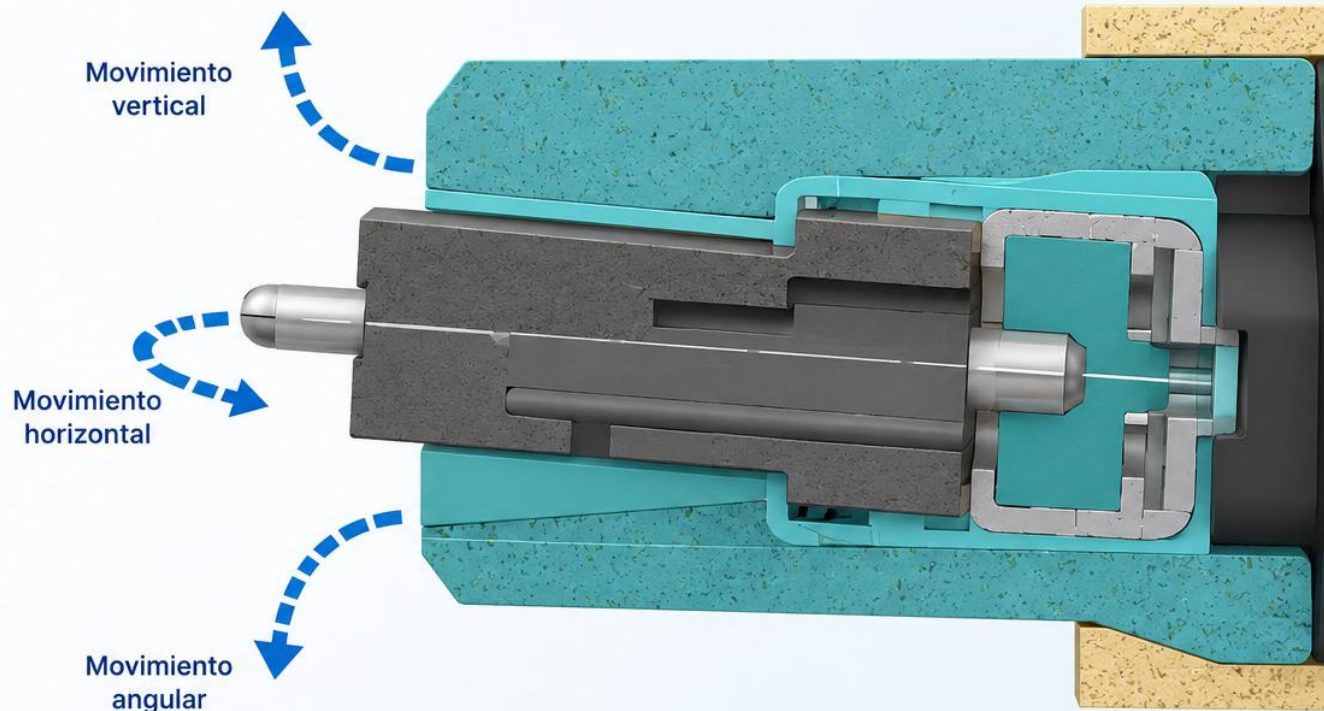
MENOR PÉRDIDA

Compensa pequeñas desalineaciones entre conectores.



MAYOR RENDIMIENTO

Enlaces más estables y confiables.



Compensa desalineaciones



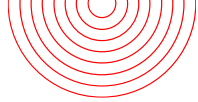
Férula flotante (floating ferrule)



EN RESUMEN

La férula flotante mejora la alineación automática entre conectores, reduciendo la pérdida de inserción y aumentando la confiabilidad del enlace.





CABLES TRONCALES MPO / MTP® (MPO)



12 HILOS
(1 x MPO® 12F)



24 HILOS
(2 x MPO® 12F)



36 HILOS
(3 x MPO® 12F)



48 HILOS
(4 x MPO® 12F)



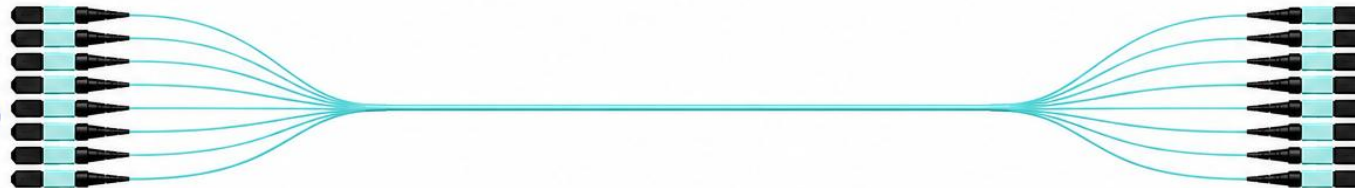
72 HILOS
(6 x MPO® 12F)

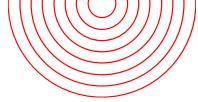


96 HILOS
(8 x MPO® 12F)



144 HILOS
(12 x MPO® 12F)





INSERTION-LOSS

La diferencia está en el contacto y la alineación de los pines guía.



MPO

Conector estándar



MPO – DESEMPEÑO ESTÁNDAR

Los pines guía sobresalen de la férula y pueden hacer contacto antes que las fibras.



Menor precisión de alineación

Mayor riesgo de desalineaciones microscópicas.



Pérdida de inserción más alta

Desempeño óptico estándar.



MTP

Conector de alto desempeño



MTP – ALTO DESEMPEÑO

Los pines guía están retraídos dentro de la férula y las fibras hacen contacto primero.



Alineación más precisa

Mejor acoplamiento y menor riesgo de desalineaciones.



Pérdida de inserción más baja

Mejor rendimiento óptico y mayor confiabilidad.



Estándar de alto desempeño

Diseñado para aplicaciones críticas en Data Centers y redes de alta velocidad.



EN RESUMEN

El MTP ofrece mejor alineación y menores pérdidas de inserción que el MPO.

MPO

- Diseño estándar.
- Pines guía sobresalen.
- Mayor riesgo de desalineación.
- Pérdida de inserción más alta.

MTP

- Diseño optimizado.
- Pines guía retraídos.
- Alineación más precisa.
- Pérdida de inserción más baja.



PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN EN FIBRE ÓPTICA

MÓDULOS ÓPTICOS MÁS UTILIZADOS HASTA 100G

Guía rápida de velocidades, conectores y aplicaciones.

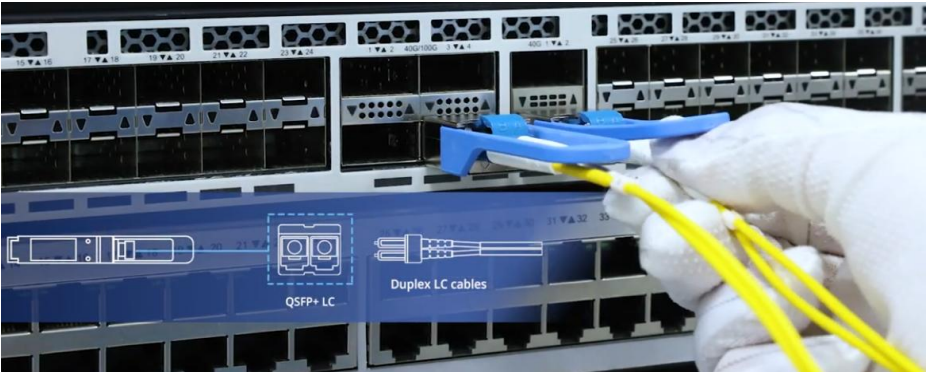
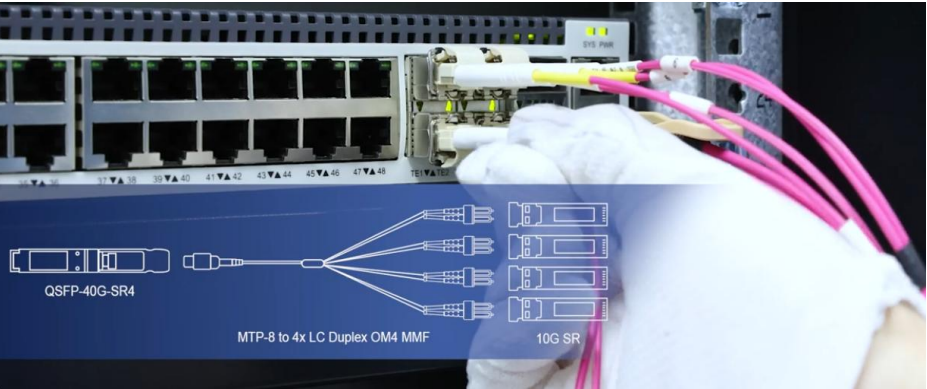
VELOCIDAD	MÓDULO	IMAGEN DEL MÓDULO (EJEMPLO REAL)	CONECTOR FRONTAL	FIBRAS / CONECTOR	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES TÍPICAS
1G	SFP	 Cisco GLC-SX-MM	LC Dúplex	 2 fibras LC dúplex	- Transceptor SFP para 1G - Formato compacto	 Redes corporativas CCTV, VoIP, acceso
10G	SFP+	 Cisco SFP-10G-SR	LC Dúplex	 2 fibras LC dúplex	- Transceptor SFP+ para 10G - Alta densidad	 Redes empresariales Enlaces de agregación
25G	SFP28	 Cisco SFP-25G-SR	LC Dúplex	 2 fibras LC dúplex	- Transceptor SFP28 para 25G - Compatible con 10G	 Data centers Top of Rack (ToR)
40G (LC)	QSFP+	 Mellanox MCP7E00-004	LC Dúplex	 2 fibras LC dúplex	- Transceptor QSFP+ para 40G 4 canales de 10G	 Enlaces de alta velocidad entre switches
40G (MPO/MTP)	QSFP+	 Mellanox MTP4E00-004	MPO/MTP (12 fibras)	 12 fibras MPO/MTP	- Transceptor QSFP+ MPO para 40G paralelo 4 canales de 10G	 Backbone de data center Enlaces paralelos
100G	QSFP28	 Cisco QSFP-100G-SR4	MPO/MTP (12 fibras)	 12 fibras MPO/MTP	- Transceptor QSFP28 para 100G 4 canales de 25G	 Data centers Conexiones de alta densidad



NOTAS CLAVE

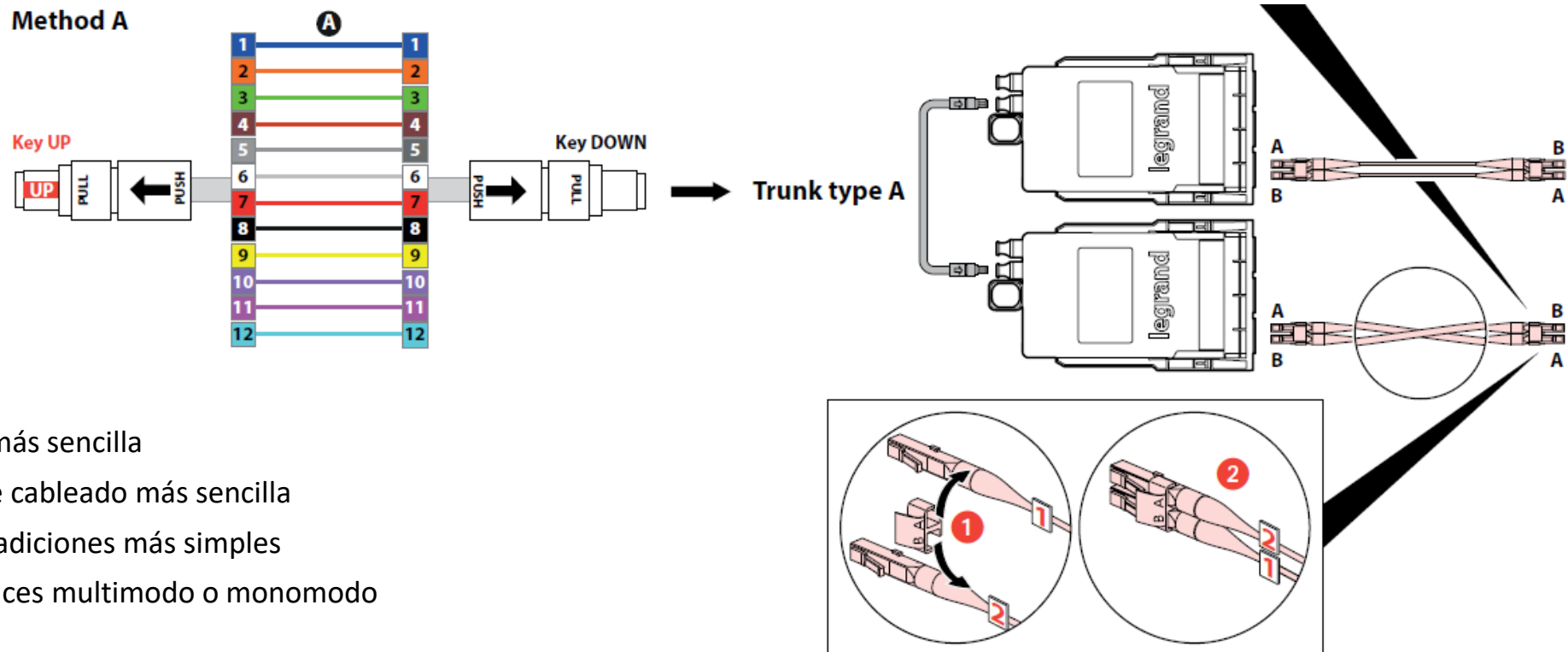
- Las velocidades de 40G y 100G pueden usar conectores LC dúplex (por 4 canales de 10G o 25G) o MPO/MTP (paralelo).
- Siempre verifique la compatibilidad del transceptor con el equipo y el tipo de fibra utilizado.

- SR: Multimodo (corta distancia)
- LR: Monomodo (larga distancia hasta 10 km)
- ER: Monomodo (larga distancia extendida)
- MPO/MTP: Conector de múltiples fibras para alta densidad
- LC dúplex: Conector estándar para 1G a 40G (LC)



Fundamentos de la Fibra Óptica

POLARIDAD EN FIBRA ÓPTICA



Ventajas

- Implementación más sencilla
- Administración de cableado más sencilla
- Modificaciones y adiciones más simples
- Funciona con enlaces multimodo o monomodo

Desventajas

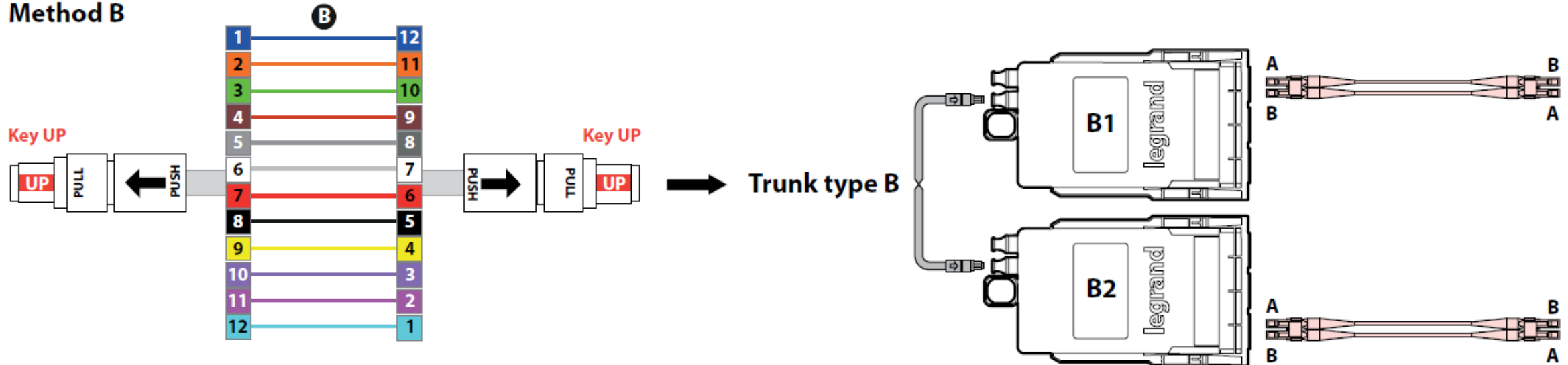
- La conexión de los patch cords está invertida



Fundamentos de la Fibra Óptica

POLARIDAD EN FIBRA ÓPTICA

Method B



Ventajas

- No hay inversión en la conexión de los patch cords
- Conexión directa en las troncales de fibra óptica

Desventajas

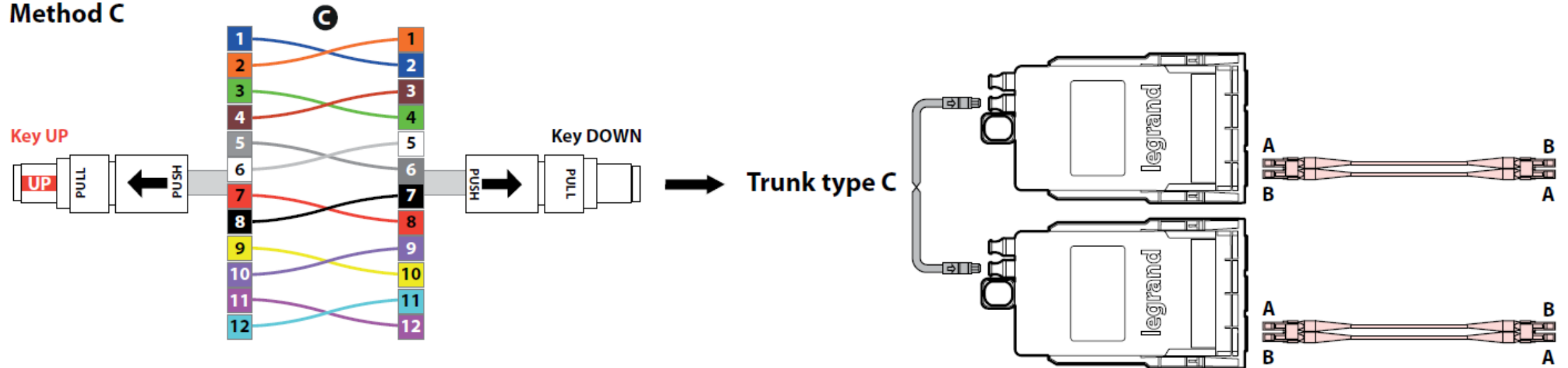
- Planificación detallada para ayudar a mantener la polaridad



Fundamentos de la Fibra Óptica

POLARIDAD EN FIBRA ÓPTICA

Method C



Ventajas

- No hay inversión en la conexión de los patch cords
- Casetes iguales al método A

Desventajas

- Planificación detallada para ayudar a mantener la polaridad
- Administración de las troncales de fibras óptica





04 ARQUITECTURA PARA DATA CENTERS



ESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER

1 EF

ENTRADA DE SERVICIOS



2 MDA

DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL



3 HDA

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL



4 ZDA

DISTRIBUCIÓN DE ZONA



5 EDA

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS



CÓMO SE CONECTAN ENTRE SÍ

Fibra óptica
(Operador)



Energía eléctrica
(Compañía eléctrica)



Servicios auxiliares
(Agua, gas, otros)



Routers /
Core Switches



Firewalls



Balanceadores



Seguridad



RESUMEN DEL FLUJO DE CONECTIVIDAD

1 EF

Entrada de servicios

2 MDA

Distribución principal

3 HDA

Distribución horizontal

4 ZDA

Distribución de zona

5 EDA

Distribución de equipos

LEYENDA DE CONEXIONES

- Entrada de servicios
- Backbone principal (fibra)
- Backbone redundante (fibra)
- Cableado horizontal (fibra)
- Cableado de zona (cobre/fibra)
- Conexión a equipos (cobre/fibra)

CARACTERÍSTICAS CLAVE

- REDUNDANCIA
- ESCALABILIDAD
- DISPONIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

BUENAS PRÁCTICAS

- Rutas de cableado ordenadas y con radios adecuados.
- Etiquetado claro en ambos extremos.
- Separación de energía y datos.
- Monitoreo de temperatura, humedad y energía.
- Diagramas e inventarios actualizados.

TOPOLOGÍAS DE RED



TOPOLOGÍA FÍSICA: Es la forma física o el diseño de los cables que pueden verse en una red. Define cómo se interconectan los dispositivos con o sin cables.



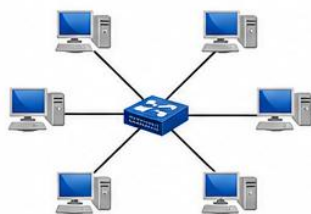
TOPOLOGÍA LÓGICA: Define cómo los dispositivos se comunican entre sí a través de la topología física.



RELACIÓN ENTRE AMBAS: Las topologías físicas y lógicas son independientes entre sí. La topología física se refiere al diseño físico de los cables y la topología lógica se refiere a cómo se mueven los datos a través de la red. Hay cinco tipos de topología lógica que se utilizan en una red:

1. Topología **estrella**
2. Topología **jerárquica**
3. Topología **bus**
4. Topología de **mall**
5. Topología de **anillo**

1 TOPOLOGÍA ESTRELLA



DESCRIPCIÓN

Todos los dispositivos se conectan a un dispositivo central (hub o switch). Toda la comunicación pasa por este punto central.

VENTAJAS

- Fácil instalación y administración
- Fácil detección de fallas
- Agregar o quitar dispositivos no afecta a los demás
- Buen rendimiento

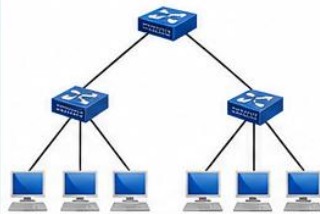
DESVENTAJAS

- Si falla el dispositivo central, toda la red se cae
- Mayor cantidad de cableado que otras topologías

USOS TÍPICOS

- Redes LAN modernas
- Oficinas, escuelas, hogares
- Conexión de dispositivos a switches

2 TOPOLOGÍA JERÁRQUICA



DESCRIPCIÓN

Es una extensión de la estrella, organizada en niveles. Existe un dispositivo central (núcleo) que conecta con dispositivos de distribución y acceso.

VENTAJAS

- Escalable y flexible
- Fácil administración por niveles
- Segmentación del tráfico
- Alto rendimiento

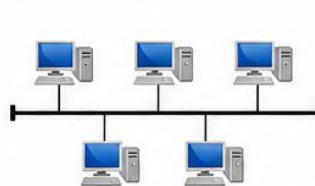
DESVENTAJAS

- Requiere más cableado
- Si falla el nodo central, afecta ramas enteras

USOS TÍPICOS

- Redes empresariales grandes
- Campus universitarios
- Redes jerárquicas de switches

3 TOPOLOGÍA BUS



DESCRIPCIÓN

Todos los dispositivos se conectan a un único cable troncal (bus). Los datos viajan en ambos sentidos por el mismo cable.

VENTAJAS

- Menor cantidad de cableado
- Fácil de instalar en redes pequeñas
- Económica

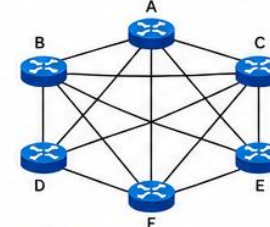
DESVENTAJAS

- Difícil detección de fallas
- Si se rompe el cable principal, la red se cae
- Rendimiento baja con muchos dispositivos

USOS TÍPICOS

- Redes pequeñas y temporales
- Sistemas industriales antiguos
- Entornos donde el costo es crítico

4 TOPOLOGÍA DE MALLA



DESCRIPCIÓN

Cada dispositivo está conectado con todos los demás dispositivos. Existen conexiones redundantes entre todos los nodos.

VENTAJAS

- Alta redundancia y confiabilidad
- Tolerante a fallos
- Alto rendimiento y seguridad

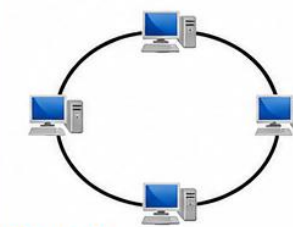
DESVENTAJAS

- Costosa (mucho cableado y puertos)
- Compleja instalación y administración

USOS TÍPICOS

- Redes críticas y de alta disponibilidad
- Infraestructura de backbone
- Entornos militares y bancarios

5 TOPOLOGÍA DE ANILLO



DESCRIPCIÓN

Cada dispositivo se conecta a otros dos formando un anillo cerrado. Los datos viajan en un solo sentido (o ambos) alrededor del anillo.

VENTAJAS

- Acceso ordenado al medio (sin colisiones)
- Rendimiento constante
- Menos cableado que la malla

DESVENTAJAS

- Si falla un nodo o enlace, puede afectar toda la red (dependiendo del tipo de anillo)
- Difícil de reconfigurar

USOS TÍPICOS

- Redes metropolitanas (MAN)
- Aplicaciones industriales
- Tecnologías como Token Ring (antiguas)



EN RESUMEN: La elección de la topología depende de las necesidades de la red, el presupuesto, la escalabilidad y la tolerancia a fallos. Las topologías estrella y jerárquica son las más utilizadas actualmente en redes LAN, mientras que malla ofrece la mayor fiabilidad en entornos críticos.



Dispositivo final



Switch / Router

— Enlace físico

TOPOLOGÍAS ESTRELLA Y JERÁRQUICA

VENTAJAS, DESVENTAJAS, CÓMO EVITARLAS Y REDUNDANCIA



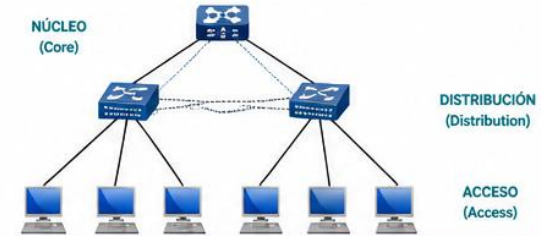
TOPOLOGÍA ESTRELLA

Todos los dispositivos se conectan a un dispositivo central (hub o switch). Toda la comunicación pasa por este punto central.



TOPOLOGÍA JERÁRQUICA

Es una extensión de la estrella, organizada en niveles. Existe un dispositivo central (núcleo) que conecta con dispositivos de distribución y acceso.



DESVENTAJAS Y CÓMO EVITARLAS

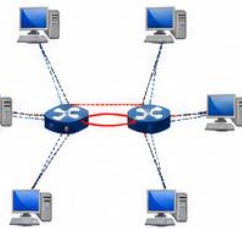
TOPOLOGÍA ESTRELLA

DESVENTAJAS

- ⚠ Punto único de falla: Si el switch central falla, toda la red se cae.
- ⚠ Limitación de escalabilidad: El switch central puede quedarse sin puertos o capacidad.

CÓMO EVITARLAS

- ✅ Implementar redundancia en el switch central (stacking, VSF, VSS, MLAG).
- ✅ Utilizar enlaces de mayor capacidad (uplinks) y switches con alta densidad de puertos.



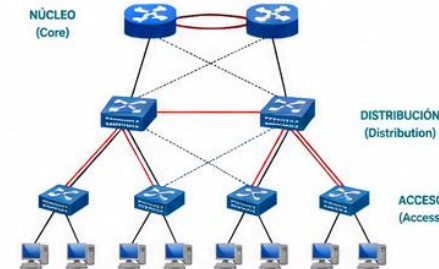
TOPOLOGÍA JERÁRQUICA

DESVENTAJAS

- ⚠ Si falla un dispositivo de distribución o núcleo, puede afectar segmentos completos de la red.
- ⚠ Configuración más compleja.
- ⚠ Mayor costo de implementación.

CÓMO EVITARLAS

- ✅ Usar redundancia en cada capa (núcleo y distribución).
- ✅ Implementar protocolos de alta disponibilidad (HSRP/VRRP/GLBP, STP/RSTP/MSTP).
- ✅ Diseñar con enlaces redundantes entre capas.



¿CÓMO DEBERÍA SER UNA RED CON REDUNDANCIA?

ESTRELLA REDUNDANTE (RECOMENDADA)



Alta disponibilidad
Si un switch central falla, el segundo asume el tráfico.



Mejor rendimiento
Distribuye la carga entre ambos switches.



Fácil administración
Diseño simple y eficiente para redes pequeñas y medianas.



— Enlace principal — Enlace redundante Enlace lógico / STP

DISEÑO JERÁRQUICO REDUNDANTE (RECOMENDADO PARA REDES EMPRESARIALES)



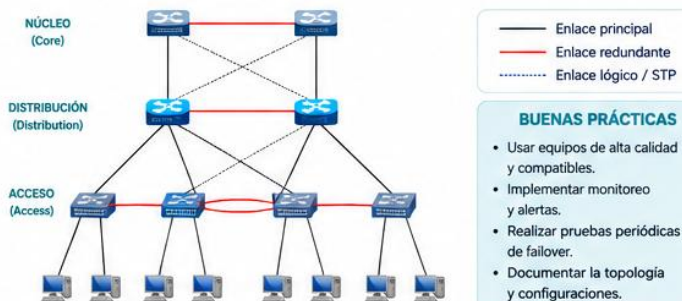
Alta disponibilidad extremo a extremo
Redundancia en núcleo, distribución y acceso.



Escalabilidad
Permite crecer la red sin afectar el rendimiento.



Tolerancia a fallos
Si un enlace o equipo falla, el tráfico se redirige automáticamente.



BUENAS PRÁCTICAS

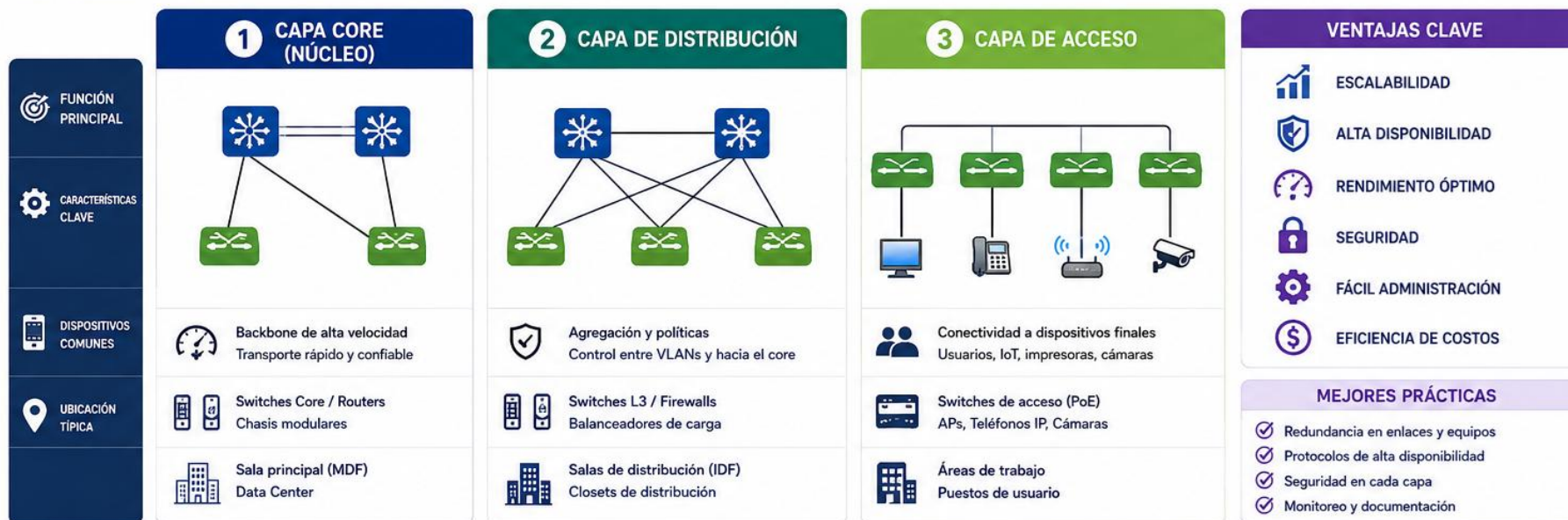
- Usar equipos de alta calidad y compatibles.
- Implementar monitoreo y alertas.
- Realizar pruebas periódicas de failover.
- Documentar la topología y configuraciones.



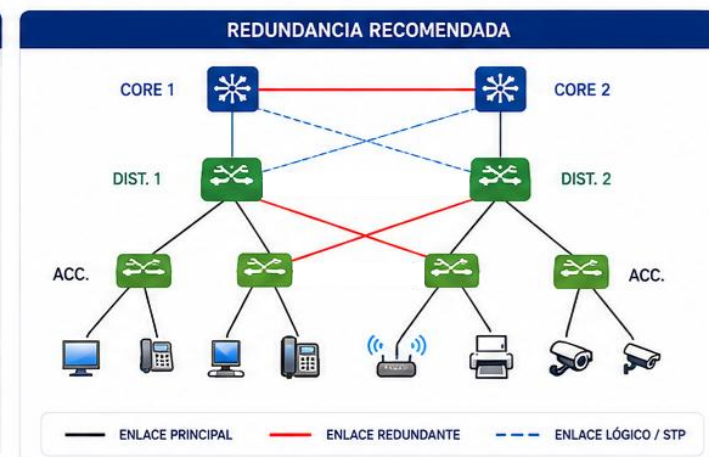
EN RESUMEN: La topología estrella es ideal para redes pequeñas por su simplicidad. La topología jerárquica es la mejor opción para redes medianas y grandes por su escalabilidad y control. En ambos casos, la redundancia elimina puntos únicos de falla y garantiza la continuidad del servicio.

ARQUITECTURA JERÁRQUICA DE RED

CAPAS: CORE – DISTRIBUCIÓN – ACCESO



	CORE (NÚCLEO)	DISTRIBUCIÓN	ACCESO
FUNCIÓN	Transporte de alta velocidad	Agregación y control	Conectividad a usuarios
RENDIMIENTO	Muy alto	Alto	Medio
CANTIDAD DE DISPOSITIVOS	Pocos	Moderada	Muchos
TIPO DE ENLACES	Troncales de alta velocidad	Troncales / Enlaces de agregación	Enlaces de acceso (1G/10G)





¿POR QUÉ ES MEJOR CONFIGURAR LA RED CON VLANs?

SEGMENTACIÓN INTELIGENTE PARA REDES MODERNAS Y DATA CENTERS



Las VLANs (Virtual LAN) permiten dividir una misma infraestructura física en múltiples redes lógicas independientes. Esto mejora el rendimiento, la seguridad y la administración de la red.

SIN VLAN (TODOS EN UNA SOLA RED)

- Todos los dispositivos comparten el mismo dominio de broadcast.
- Mayor tráfico innecesario.
- Menor rendimiento y más riesgos de seguridad.



PROBLEMAS:

- Alto tráfico broadcast
- Baja seguridad
- Dificil administración
- Impacto en el rendimiento
- Sin control del tráfico

CON VLAN (RED SEGMENTADA)

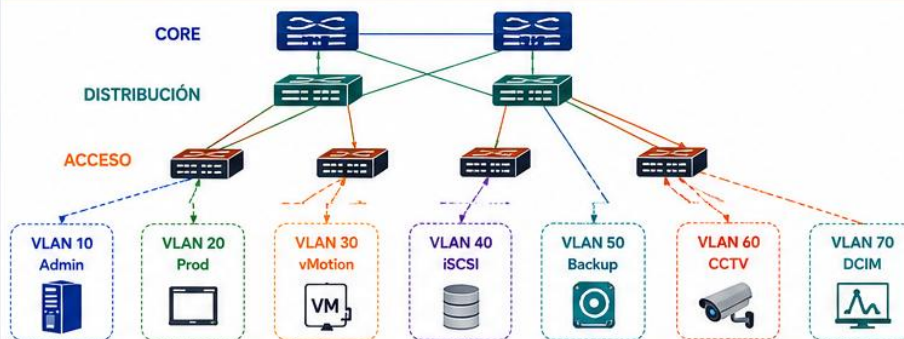
- Cada grupo de dispositivos está en su propia VLAN.
- Se reduce el tráfico innecesario y se mejora el rendimiento y la seguridad.



RESULTADO:

- Menos broadcast
- Mayor seguridad
- Mejor rendimiento
- Fácil administración
- Control y segmentación del tráfico

ARQUITECTURA JERÁRQUICA CON VLANs



Troncales 10/40/100G con VLANs



Enrutamiento entre VLANs en capa de distribución



Redundancia con protocolos como STP, HSRP/VRRP

¿QUÉ ES UNA TORMENTA DE BROADCAST?



Es un aumento excesivo de tráfico broadcast, multicast o desconocido en la red que satura los enlaces y dispositivos, afectando el rendimiento o causando caídas del servicio.

CAUSAS COMUNES

- Bucles de capa 2 (loops)
- Dispositivos mal configurados
- Ataques o malware
- Fallas en el diseño de la red



EFFECTOS

- Congestión de la red
- Alta latencia y pérdida de paquetes
- Caídas de servicios críticos



CÓMO AYUDAN LAS VLANs

Aíslan los dominios de broadcast, limitando el impacto de una tormenta a la VLAN afectada y protegiendo las demás redes.

BUENAS PRÁCTICAS

- ✓ Segmentar la red con VLANs
- ✓ Diseñar con redundancia y protocolos como STP
- ✓ Configurar storm control en los switches
- ✓ Monitorear y documentar la red

LEYENDA

- Troncal / Enlace de datos
- VLAN / Red segmentada
- - - Enlace redundante (opcional)



Conectividad Crítica en Data Center

TOPOLOGÍA SPINE-LEAF

ARQUITECTURA MODERNA PARA DATA CENTERS DE ALTA DISPONIBILIDAD Y ESCALABILIDAD

Diseño de red tipo Clos (CLOS Fabric) donde cada switch Leaf conecta a todos los switches Spine. Permite alta capacidad, baja latencia, balanceo de carga y escalabilidad horizontal sin bloqueos.

¿QUÉ ES SPINE-LEAF?

- Arquitectura de red no bloqueante (Clos).
- Todos los switches Leaf (acceso) se conectan a todos los switches Spine (núcleo).
- El tráfico puede tomar múltiples caminos en paralelo.
- Ideal para cargas dinámicas, virtualización, nube, IA/ML y aplicaciones críticas.

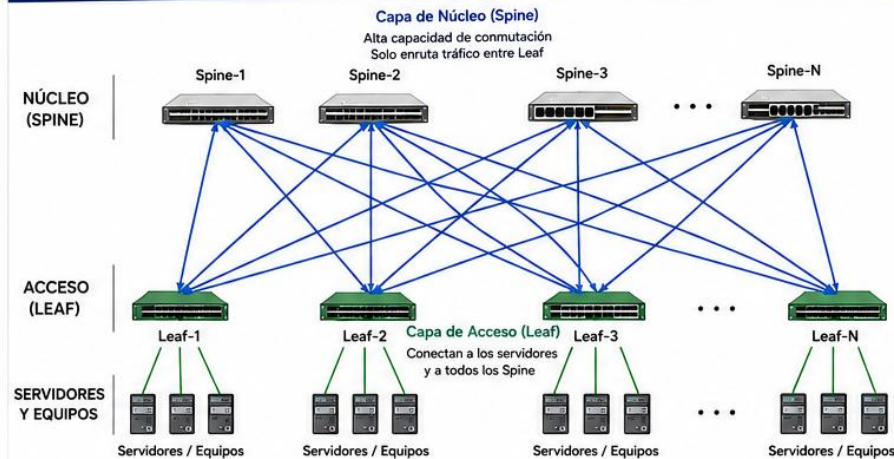
BENEFICIOS CLAVE

- ✓ **Alta disponibilidad**
Múltiples caminos activos (ECMP).
- ✓ **Escalabilidad horizontal**
Agregar Leaf o Spine sin rediseñar la red.
- ✓ **Baja latencia**
Rutas cortas y balanceadas.
- ✓ **Balanceo de carga**
Distribución automática de tráfico.
- ✓ **Aislamiento de fallos**
La falla de un enlace o switch no afecta la red.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- | | |
|---------------------|---|
| Arquitectura | Clos de 3 etapas (Leaf - Spine) |
| Conexiones | Cada Leaf ↔ Todos los Spine |
| Protocolos comunes | EVPN-VXLAN, BGP, OSPF, MLAG |
| Balanceo de carga | ECMP (Equal Cost Multi-Path) |
| Redundancia | N+1, N+N (según diseño) |
| Capacidades típicas | 10G / 25G / 40G / 100G (y más) |
| Uso recomendado | Data Centers, Nube, IA, Big Data, Virtualización, HPC |

DIAGRAMA LÓGICO SPINE-LEAF



— Enlaces Spine ↔ Leaf (Backbone) Alta capacidad (100G/400G/800G) — Enlaces Leaf ↔ Servidores (Acceso) 10G/25G/40G/100G - - - MLAG / LACP Para redundancia de enlaces al servidor

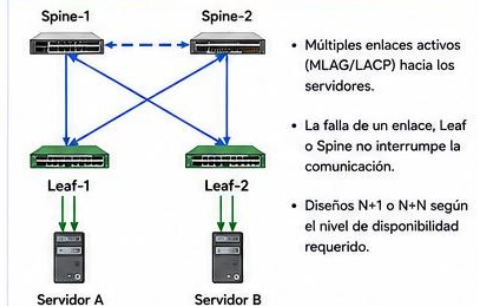
CÓMO FUNCIONA

- 1 Un servidor conectado a Leaf-1 quiere comunicarse con otro servidor en Leaf-3.
- 2 El tráfico sale de Leaf-1 y se envía a todos los Spine (ECMP).
- 3 Los Spine reciben el tráfico y lo reenvían al Leaf-3.
- 4 Leaf-3 entrega el tráfico al servidor destino.
- 5 Si un enlace o Spine falla, el tráfico utiliza automáticamente otros caminos disponibles.

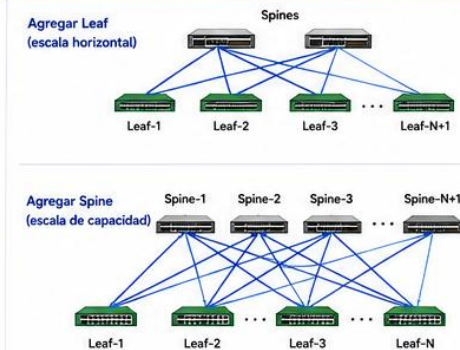
ECMP (EQUAL COST MULTI-PATH)



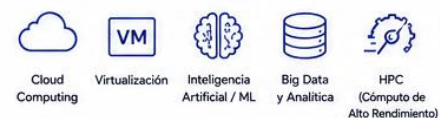
REDUNDANCIA Y ALTA DISPONIBILIDAD



ESCALABILIDAD



CASOS DE USO



TECNOLOGÍAS FRECUENTES



MEJORES PRÁCTICAS

- ✓ Usar enlaces de alta velocidad entre Spine y Leaf (100G o más).
- ✓ Implementar MLAG/LACP hacia servidores para redundancia.
- ✓ Usar EVPN-VXLAN para segmentación y escalabilidad.
- ✓ Monitoreo y telemetría para visibilidad y operación.

EQUIPAMIENTO LEGRAND RECOMENDADO





05

MANTENIMIENTO Y BUENAS PRÁCTICAS





MANTENIMIENTO Y BUENAS PRÁCTICAS

PARA INFRAESTRUCTURA DE DATA CENTERS

Un mantenimiento adecuado y la aplicación de buenas prácticas garantizan la disponibilidad, eficiencia y vida útil de la infraestructura crítica del Data Center.

1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo busca identificar y corregir posibles fallas antes de que impacten la operación del Data Center.

- Planificar y realizar mantenimientos periódicos según criticidad del equipo.
- Inspección visual de racks, cableado, conectores y canalizaciones.
- Limpieza de equipos, racks, bandejas y filtros de aire.
- Verificación de temperatura y humedad ambiental.
- Pruebas funcionales de UPS, PDU, generadores y sistemas críticos.
- Revisión de alarmas, sensores y sistemas de monitoreo.
- Registro y documentación de todas las actividades realizadas.



2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Acciones para corregir fallas y restablecer la operación de los sistemas a la mayor brevedad.

- Identificar y diagnosticar la falla.
- Aplicar la corrección o reemplazo del componente.
- Verificar el funcionamiento posterior a la intervención.
- Documentar la causa raíz y la solución aplicada.
- Actualizar procedimientos para evitar recurrencias.



3. BUENAS PRÁCTICAS GENERALES

- Gestión de cableado**
Mantener el cableado ordenado y organizado.
- Flujo de aire**
No obstruir el flujo de aire frío / caliente en racks y pasillos.
- Radios de curvatura**
Respetar los radios mínimos en cables de cobre y fibra óptica.
- Capacidad de carga**
Verificar la capacidad de carga de pisos, bandejas y racks.
- Separación física**
Mantener separación entre rutas de energía y datos.
- Documentación actualizada**
Mantener diagramas, inventarios y configuraciones actualizados.
- Etiquetado**
Etiquetar todos los cables, equipos, puertos y paneles.
- Personal capacitado**
Asegurar que el personal esté entrenado y certificado.

4. GESTIÓN DE CABLEADO

INCORRECTO



- ✗ Cables desordenados y enredados.
- ✗ Dificulta el flujo de aire.
- ✗ Mayor riesgo de fallas y daño.
- ✗ Dificil identificación y mantenimiento.

CORRECTO



- ✓ Cables organizados y sujetos.
- ✓ Mejor flujo de aire y enfriamiento.
- ✓ Fácil identificación y administración.
- ✓ Menor riesgo de desconexiones.

5. LIMPIEZA Y AMBIENTE

**Limpieza regular**
Eliminar polvo y suciedad de equipos, racks, pisos y canalizaciones.

**Filtros de aire**
Revisar y cambiar filtros de los sistemas de climatización.

**Condiciones ambientales**
Mantener temperatura y humedad dentro de los rangos recomendados.

**Control de líquidos**
Evitar filtraciones y proteger contra fugas de agua.

RANGOS RECOMENDADOS (TIA-942)

**Temperatura operativa**
18 °C a 27 °C
(Recomendado: 22 °C ± 2 °C)

**Humedad relativa**
40% a 60%
(Sin condensación)

6. MONITOREO Y DOCUMENTACIÓN

**Monitoreo continuo**
Supervisar en tiempo real equipos críticos, energía, ambiente y seguridad.

**Alarmas y alertas**
Configurar notificaciones para eventos y umbrales críticos.

**Registros e informes**
Generar reportes periódicos de estado y mantenimiento.

**Documentación**
Mantener manuales, diagramas, inventarios y procedimientos actualizados.

7. BUENAS PRÁCTICAS EN INFRAESTRUCTURA FÍSICA

DISTRIBUCIÓN EN RACKS

- ✓ Equipos pesados abajo.
- ✓ Balancear carga.
- ✓ Dejar espacios para flujo de aire.

RUTAS DE CABLEADO

- ✓ Usar bandejas y canalizaciones adecuadas.
- ✓ Separar energía y datos.

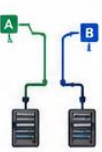
RADIOS DE CURVATURA

Respetar radios mínimos para cobre y fibra.

Fibra óptica: $\geq 10 \times \varnothing$ cable
Cobre: $\geq 4 \times \varnothing$ cable

CONEXIONES Y PATCHING

- ✓ Usar patch cords de la longitud adecuada.
- ✓ Evitar tensiones en los conectores.
- ✓ Revisar y limpiar conectores ópticos.

REDUNDANCIA

- ✓ Implementar rutas A y B para energía y datos.
- ✓ Evitar puntos únicos de falla (SPOF).

SEGURIDAD FÍSICA

- Control de acceso biométrico o por tarjeta.
- Cámaras de monitoreo 24/7.
- Políticas de acceso definidas.

**RECUERDA**

 La prevención reduce fallas y costos.

 Un Data Center bien mantenido es sinónimo de disponibilidad.

 La organización y limpieza mejoran la eficiencia.

 La documentación y el monitoreo garantizan control y trazabilidad.

 La seguridad protege los activos y la continuidad del negocio.

Conectividad Crítica en Data Center

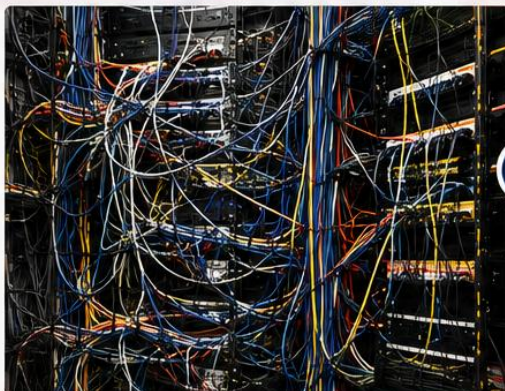
BUENAS PRÁCTICAS Y MANTENIMIENTO EN DATA CENTERS

CABLEADO ORDENADO VS CABLEADO DESORDENADO

DATA CENTER DESORDENADO (MALAS PRÁCTICAS)

DESVENTAJAS

- Mayor riesgo de fallas
Cables enredados que pueden desconectarse o dañarse.
- Dificultad para identificar y solucionar problemas.
- Flujo de aire obstruido
Provoca puntos calientes y sobrecarga de equipos.
- Tiempo de inactividad alto
Las intervenciones toman más tiempo.
- Escalabilidad limitada
Difícil agregar, mover o cambiar equipos.
- Mala imagen y falta de cumplimiento normativo.

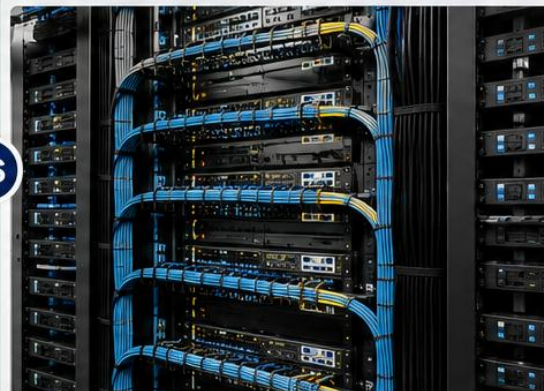


VS

DATA CENTER ORDENADO (BUENAS PRÁCTICAS)

VENTAJAS

- Alta confiabilidad
Menor riesgo de desconexiones y fallas.
- Fácil identificación y resolución de problemas.
- Flujo de aire óptimo
Mejor enfriamiento y eficiencia energética.
- Menor tiempo de inactividad
Intervenciones más rápidas y seguras.
- Escalabilidad y flexibilidad
Fácil crecimiento y reorganización.
- Cumplimiento de normas
Mejora la seguridad y auditorías.



EJEMPLOS DE BUENAS PRÁCTICAS

1. GESTIÓN DE CABLES



Usar organizadores verticales y horizontales, velcro o bridas reutilizables.

2. ETIQUETADO CORRECTO



Etiquetar ambos extremos de todos los cables y equipos de forma clara y consistente.

3. SEPARACIÓN DE CABLEADO



Separar cableado de energía eléctrica del cableado de datos (mínimo 30 cm).

4. RADIO DE CURVATURA



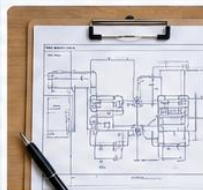
Respetar el radio de curvatura mínimo para evitar daños y pérdida de rendimiento.

5. GESTIÓN DE FLUJO DE AIRE



Mantener pasillos fríos y calientes definidos. No obstruir entradas ni salidas de aire.

6. DOCUMENTACIÓN



Mantener diagramas actualizados de cableado, inventario y configuraciones.

PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO

	Inspección visual de cables, conectores y equipos	Mensual
	Limpieza de racks, filtros y equipos	Trimestral
	Verificación de temperatura y humedad	Continuo
	Pruebas de energía (UPS, PDU, generadores)	Trimestral
	Revisión y actualización de documentación	Trimestral
	Pruebas de respaldo y recuperación	Semestral
	Revisión de seguridad física y controles de acceso	Trimestral

MANTENIMIENTO CORRECTIVO - ACCIONES CLAVE



RECOMENDACIONES GENERALES

- Capacitar al personal en buenas prácticas y procedimientos.
- Usar herramientas adecuadas y EPP.
- Seguir normas y estándares (TIA-942, ISO/IEC 27001, BICSI, etc.).
- Realizar cambios en ventanas de mantenimiento.
- Monitorear 24/7 los sistemas críticos.



UN DATA CENTER ORDENADO NO ES SOLO ESTÉTICA, ES DISPONIBILIDAD, EFICIENCIA Y SEGURIDAD.

Conectividad Crítica en Data Center

BUENAS PRÁCTICAS – CURVATURAS EN CABLEADO

PROTEGE TU INFRAESTRUCTURA, ASEGURA EL RENDIMIENTO

Respetar los radios de curvatura mínimos evita pérdidas de señal, daños en la fibra y reduce el riesgo de fallas intermitentes o permanentes en la red.

RADIOS DE CURVATURA MÍNIMOS RECOMENDADOS		
TIPO DE CABLE	INSTALACIÓN	RADIO MÍNIMO RECOMENDADO
 Fibra Óptica – Tight Buffer (Interior)	Instalación fija	10 x Ø cable 
 Fibra Óptica – Loose Tube (Interior/Exterior)	Instalación fija	15 x Ø cable 
 Cable de Cobre (UTP/STP)	Instalación fija	4 x Ø cable 
 Patch Cord / Jumpers	Conexión en equipos	5 x Ø cable 

CÓMO MEDIR EL RADIO DE CURVATURA



✓ Regla general: A mayor diámetro del cable, mayor debe ser el radio de curvatura.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

-  Evita micro y macro dobleces que atenuan la señal.
-  Previene daños físicos en la fibra y en el cable.
-  Asegura el rendimiento y la vida útil del cableado.
-  Facilita el mantenimiento y los cambios futuros.

BUENA PRÁCTICA – EJEMPLOS REALES

CURVAS AMPLIAS Y SUAVES



✓ Las curvas son amplias y sin dobleces pronunciados.

USO DE ORGANIZADORES



✓ Organizadores verticales y horizontales que guían el cableado correctamente.

ENTRADA A EQUIPOS



✓ Curvatura adecuada antes de ingresar al equipo, sin forzar el conector.

SEPARACIÓN Y SOPORTE



✓ Cables soportados cada 30–50 cm y separados por tipo de servicio.

LO QUE DEBES EVITAR – MALAS PRÁCTICAS

RADIOS MUY CERRADOS



✗ Dobleces cerrados que deforman el cable y generan pérdida de señal.

DOBLECES JUSTO EN LA ENTRADA DEL EQUIPO



✗ Forzar el cable justo en el punto de conexión puede dañar la fibra o el conector.

EXCESO DE CABLE ENROLLADO



✗ Bobinas muy pequeñas generan microdobleces y atenuación de la señal.

SIN SOPORTE NI GUÍA



✗ Falta de soporte provoca tensión mecánica y curvas no deseadas.

MEZCLA Y CRUCE DE CABLES



✗ Cruces innecesarios aumentan el riesgo de daños y dificultan el mantenimiento.

RECOMENDACIONES ADICIONALES

- ✓ Usa organizadores de cables (anillos, guías y velcro) para mantener el radio de curvatura.
- ✓ No amares ni ajustes los cables con bridas plásticas; usa velcro reutilizable.
- ✓ Mantén el cableado separado por tipo: datos, energía, voz, seguridad.
- ✓ Deja siempre holgura de servicio en puntos de conexión y equipos.
- ✓ Capacita al personal y documenta las rutas de cableado.



PUNTOS CRÍTICOS DONDE CUIDAR LA CURVATURA

BANDEJAS Y ESCALERILLAS



Usar curvas amplias en cambios de dirección verticales y horizontales.

ENTRADA A RACKS Y GABINETES



Guiar los cables con organizadores y cepillos de entrada.

PANELES Y PATCH PANELS



Dejar holgura con curvas suaves antes del patch panel.

CONEXIÓN A EQUIPOS ACTIVOS



Respetar la curvatura mínima antes de conectar el patch cord.

DESCENSOS VERTICALES



Usar guías verticales y mantener el radio de curvatura.

CONSECUENCIAS DE NO RESPETAR LAS CURVATURAS

-  Pérdida de señal y rendimiento.
-  Aumento de errores y retransmisiones.
-  Daño permanente en la fibra.
-  Interrupciones intermitentes.
-  Mayor costo de mantenimiento.

RECUERDA



Una curvatura correcta hoy, es una red confiable mañana.
Respetar el radio mínimo, protege tu inversión.



PLANIFICA – GUIA – SOPORTA – VERIFICA

Estas simples prácticas aseguran una infraestructura sólida, eficiente y preparada para el futuro.

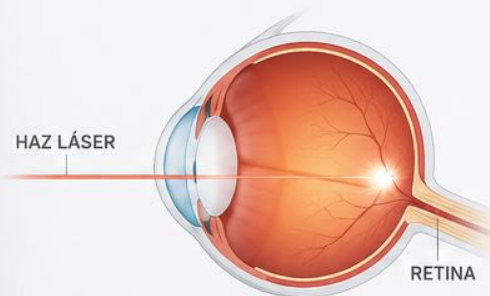
legrand

Aportando valor a tu profesión

Conectividad sin Límites: redes preparadas para el futuro

PROTECCIÓN DE LA RETINA

SEGURIDAD AL TRABAJAR CON FIBRA ÓPTICA



PELIGRO
RADIACIÓN LÁSER INVISIBLE
Puede causar daños permanentes en la retina.

LONGITUDES DE ONDA COMUNES

850 nm	1310 nm	1550 nm
MULTIMODO (LED / VCSEL)	MONOMODO (LÁSER)	MONOMODO (LÁSER)

LA SEGURIDAD COMIENZA POR TUS OJOS

La luz láser utilizada en sistemas de fibra óptica puede ser invisible y causar **daños permanentes en la retina**.



EVITA LA EXPOSICIÓN DIRECTA

Nunca mires directamente el extremo de un conector o cable de fibra óptica cuando el sistema esté activo.



USA PROTECCIÓN OCULAR ADECUADA

Utiliza siempre gafas de seguridad diseñadas para la longitud de onda específica (ej. 850 nm, 1310 nm, 1550 nm).



MANTIENE LOS CONECTORES LIMPIOS Y PROTEGIDOS

Usa tapas protectoras en todos los conectores cuando no estén en uso.



VERIFICA LA FUENTE DE LUZ

Asegúrate de que la fuente de luz esté apagada antes de realizar cualquier inspección o conexión.



TRABAJA SEGURO, CONECTA CON CONFIANZA
La prevención hoy, protege tu visión mañana.



SEGURIDAD LEGRAND
Comprometidos con tu seguridad en cada conexión.



06 **ERRORES REALES OBSERVADOS EN PROYECTOS**



Conectividad Crítica en Data Center

Errores Reales Observados en Proyectos

Lo que no debemos hacer... para un Data Center confiable

legrand | DATACOM

Caso 1 | Radio de curvatura insuficiente en fibra óptica



✗ Error

Curvatura menor al radio mínimo recomendado.

⚠ Consecuencia

- Pérdida de señal y atenuación.
- Daño interno de la fibra.
- Fallas intermitentes y reducción de vida útil.

✓ Solución

- Respetar el radio mínimo:
- FO Tight Buffer: $\geq 10 \times \varnothing$
- FO Loose Tube: $\geq 15 \times \varnothing$

Caso 2 | Mezcla de servicios en el mismo punto



✗ Error

Mezclar cables de datos, energía, voz y otros servicios.

⚠ Consecuencia

- Interferencias y ruido.
- Dificultad para identificar servicios.
- Baja mantenibilidad.

✓ Solución

Separar y canalizar por tipo de servicio, usando bandejas o rutas independientes según norma.

Caso 3 | Falta de etiquetado



✗ Error

Cables y puertos sin identificación.

⚠ Consecuencia

- Mayor tiempo de intervención.
- Riesgo de desconexiones de servicios.
- Errores en mantenimiento.

✓ Solución

Etiqueta clara y estandarizada en ambos extremos, según TIA-606.

Caso 4 | Exceso de longitud de patch cords



✗ Error

Patch cords demasiado largos y enrollados.

⚠ Consecuencia

- Obstrucción del flujo de aire.
- Desorden y tensión en conectores.
- Menor vida útil del cable.

✓ Solución

Usar patch cords de la longitud adecuada (0,5 m – 3 m) y gestionar con organizadores.

Caso 5 | Fijación inadecuada de cables



✗ Error

Cables sin soporte en bandejas y escalerillas.

⚠ Consecuencia

- Tensión en conectores y equipos.
- Deformación del cableado.
- Riesgo de desprendimientos.

✓ Solución

Usar guías, soportes y fijaciones cada 30–50 cm, según tipo de cable.

Caso 6 | Paneles sin gestión y cables cruzados



✗ Error

Cables cruzados y sin organizadores.

⚠ Consecuencia

- Aumento de errores.
- Difícil trazabilidad de puertos.
- Mayor tiempo de mantenimiento.

✓ Solución

Instalar organizadores horizontales y verticales, manteniendo el rutado limpio y ordenado.

Caso 7 | Obstrucción del flujo de aire



✗ Error

Cables que obstruyen entradas o salidas de aire.

⚠ Consecuencia

- Aumento de temperatura.
- Reducción de vida útil de equipos.
- Alarmas de climatización.

✓ Solución

Mantener pasillos fríos/libres y usar gestión de cables. No obstruir frentes ni ventilaciones.

Caso 8 | Conectores sin limpieza



✗ Error

Conectores contaminados o sin limpieza.

⚠ Consecuencia

- Pérdida de señal.
- Reflejos y atenuación.
- Daño permanente al conector.

✓ Solución

Limpiar e inspeccionar conectores con herramientas certificadas antes de su uso.

Caso 9 | Desequilibrio de llenado en bandejas



✗ Error

Concentrar todo el cableado en un solo lado.

⚠ Consecuencia

- Peso no distribuido.
- Riesgo de colapso y deformación.
- Dificultad para agregar nuevos servicios.

✓ Solución

Distribuir el cableado en toda la bandeja, dejando espacio para crecimiento futuro ($\leq 50\%$).

Caso 10 | Falta de sellado en pasamuros



✗ Error

Pasamuros sin sellado y cables expuestos.

⚠ Consecuencia

- Ingreso de polvo y humedad.
- Riesgo de incendio.
- Pérdida de estanqueidad.

✓ Solución

Sellar con sistemas certificados (firestop / pasamuros modulares) según la exigencia del proyecto.

✓ Planifica ✓ Instala con calidad ✓ Verifica ✓ Mantén

Infraestructura ordenada = Mayor seguridad, disponibilidad y rendimiento

Aportando valor a tu profesión

Conectividad Crítica en Data Center

ERRORES REALES OBSERVADOS EN RACKS

Problemas comunes que afectan la disponibilidad, seguridad y eficiencia del Data Center

CASO 1 Flujo de aire obstruido por mala gestión de cables

DESCRIPCIÓN
Cables sueltos y desordenados obstruyen las tomas frontales y laterales de los equipos.

CONSECUENCIAS

- ✗ Aumento de temperatura.
- ✗ Riesgo de apagados inesperados.
- ✗ Reducción de vida útil de los equipos.
- ✗ Mayor consumo de energía.

BUENA PRÁCTICA
Usar organizadores verticales y horizontales. Agrupar y sujetar cables para mantener el flujo de aire frontal a posterior.



CASO 2 Equipos pesados instalados sin considerar el centro de gravedad

DESCRIPCIÓN
Equipos pesados colocados en la parte superior del rack o instalados de forma inadecuada en rieles extensibles.

CONSECUENCIAS

- ✗ Riesgo de vuelco del rack.
- ✗ Daño a equipos y personal.
- ✗ Inestabilidad estructural.
- ✗ Pérdida de disponibilidad.

BUENA PRÁCTICA
Instalar equipos pesados en la parte inferior del rack. Asegurar rieles y fijaciones correctamente.



CASO 2 Espacios U sin cubrir

DESCRIPCIÓN
Espacios vacíos entre equipos sin paneles ciegos (blank panels).

CONSECUENCIAS

- ✗ Recirculación de aire caliente.
- ✗ Puntos calientes.
- ✗ Menor eficiencia de climatización.
- ✗ Mayor consumo energético.

BUENA PRÁCTICA
Instalar paneles ciegos en todos los espacios U no utilizados para mantener la contención de pasillo frío/caliente.



CASO 4 Sobrecarga de rack (supera la capacidad recomendada)

DESCRIPCIÓN
El rack tiene más peso del recomendado por el fabricante (estático o dinámico).

CONSECUENCIAS

- ✗ Deformación o colapso del rack.
- ✗ Daño a equipos.
- ✗ Riesgo para el personal.
- ✗ Pérdida de garantía.

BUENA PRÁCTICA
Respetar la capacidad de carga del rack. Distribuir el peso de forma equilibrada.



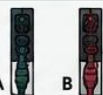
CASO 5 Alimentación eléctrica desordenada

DESCRIPCIÓN
Cables de alimentación sin sujeción y mezclados, sin separación de circuitos A/B o sin identificación.

CONSECUENCIAS

- ✗ Desconexiones accidentales.
- ✗ Dificultad para mantenimiento.
- ✗ Riesgo de sobrecarga.
- ✗ Fallas en la disponibilidad.

BUENA PRÁCTICA
Usar PDUs y canalizaciones. Sujetar y etiquetar cables. Mantener separación entre circuitos A y B.



CASO 6 Falta de puesta a tierra en el rack

DESCRIPCIÓN
El rack no está correctamente conectado al sistema de puesta a tierra del Data Center.

CONSECUENCIAS

- ✗ Riesgo eléctrico para el personal.
- ✗ Daño a equipos por descargas eléctricas.
- ✗ Incumplimiento normativo.

BUENA PRÁCTICA
Conectar el rack a la barra de tierra mediante conductores certificados. Verificar continuidad de tierra.



CASO 7 Falta de etiquetado y documentación

DESCRIPCIÓN
Cables, puertos y equipos sin etiquetas claras o documentación actualizada.

CONSECUENCIAS

- ✗ Mantenimiento más lento.
- ✗ Errores de conexión.
- ✗ Mayor tiempo de indisponibilidad.
- ✗ Riesgo operativo.

BUENA PRÁCTICA
Etiquetar ambos extremos de cada cable y mantener inventario actualizado de equipos y conexiones.



CASO 8 Puertas y laterales del rack permanentemente abiertos

DESCRIPCIÓN
Puertas perforadas o laterales retirados/abiertos fuera de las intervenciones.

CONSECUENCIAS

- ✗ Disrupción del flujo de aire.
- ✗ Entrada de polvo y contaminantes.
- ✗ Riesgo de seguridad física.
- ✗ Menor eficiencia energética.

BUENA PRÁCTICA
Mantener puertas perforadas cerradas y laterales instalados. Abrir solo durante intervenciones.



RECUERDA

Un rack bien instalado y mantenido garantiza:
Disponibilidad • Seguridad • Eficiencia • Vida útil de los equipos



Planifica
cada instalación



Usa accesorios
de gestión



Verifica cargas
y conexiones



Documenta y
etiqueta siempre



Inspecciona y
mantén regularmente



¡Síguenos!



Berfran Espinel

KAM Datacom Legrand

Berfran.espinel@legrand.com