

# Estrategias de Diseño de Cableado para Centros de Datos

*Marco Tulio Munguía Balvanera, RCDD/NTS  
FTTXperts*

*Consultoría Especializada en Sistemas de  
Transporte de Información, Centros de Datos y  
Capacitación*



# Factores detonantes de las estrategias de diseño

- Mayores volúmenes de información
- Mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento.
- Mayores necesidades de ancho de banda
- Nuevas tecnologías de cableado
- Mayor demanda en la disponibilidad del CD.
- Normas y estándares de referencia



# Aspectos adicionales

- Costos
- Espacio disponible
- Tecnología disponible
- Conocimientos de normas, estándares y buenas prácticas



# Diseño de un Centro de Datos

- Permitir el crecimiento de las necesidades.
- Acorde a las diferentes topologías
- Compatible con las demás infraestructuras del DC.
- Soportar la demanda creciente de ancho de banda.
- Soporte en estándares y normas
- Garantizar el tipo/Clase de disponibilidad.



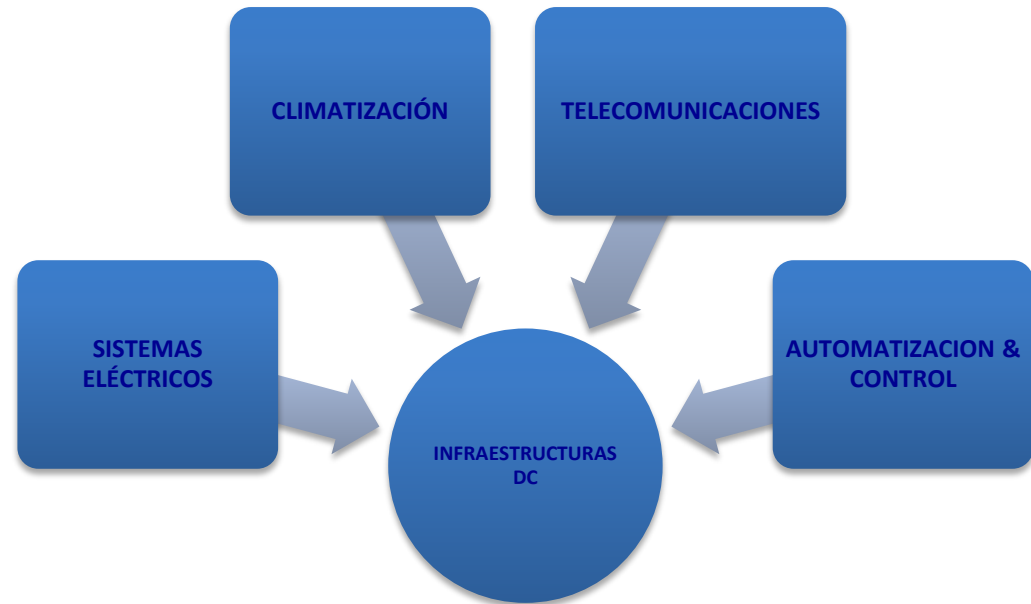
# Estándares de la Industria

- Estándares de Cableado
  - TIA-568.0-D
  - TIA-568.1-D
  - TIA-568-D.2
  - TIA-568-D.3
  - ISO-11801
  - NMX-I-248-NYCE
- Estándares para Data Center
  - TIA-942-A
  - BICSI-002-2014
  - ISO-24764
  - NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE



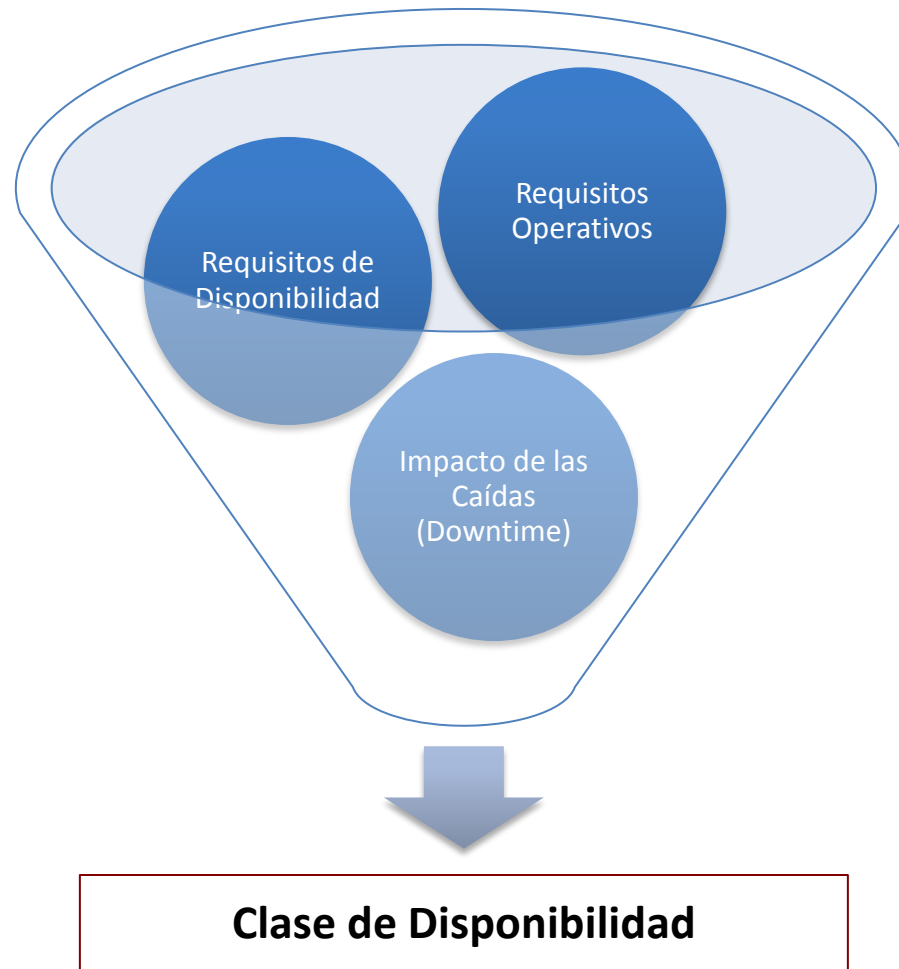
# Infraestructuras de un Data Center

- Sistemas eléctricos
- Sistemas de climatización
- Sistemas de telecomunicaciones
- Sistemas de automatización y control.



# Diseño de un DC

## BICSI-002



# Cuatro pasos esenciales en el diseño de un DC





# ¿Cuanta información generamos?

$10^{30}$

- Geopbyte
- 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000

$10^{27}$

- Brontobyte
- 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000

$10^{24}$

- Yottabyte
- 1 000 000 000 000 000 000 000 000

$10^{21}$

- Zettabyte
- 1 000 000 000 000 000 000 000

$10^{18}$

- Exabyte
- 1 000 000 000 000 000 000

$10^{15}$

- Petabyte
- 1 000 000 000 000 000

$10^{12}$

- Terabyte
- 1 000 000 000 000

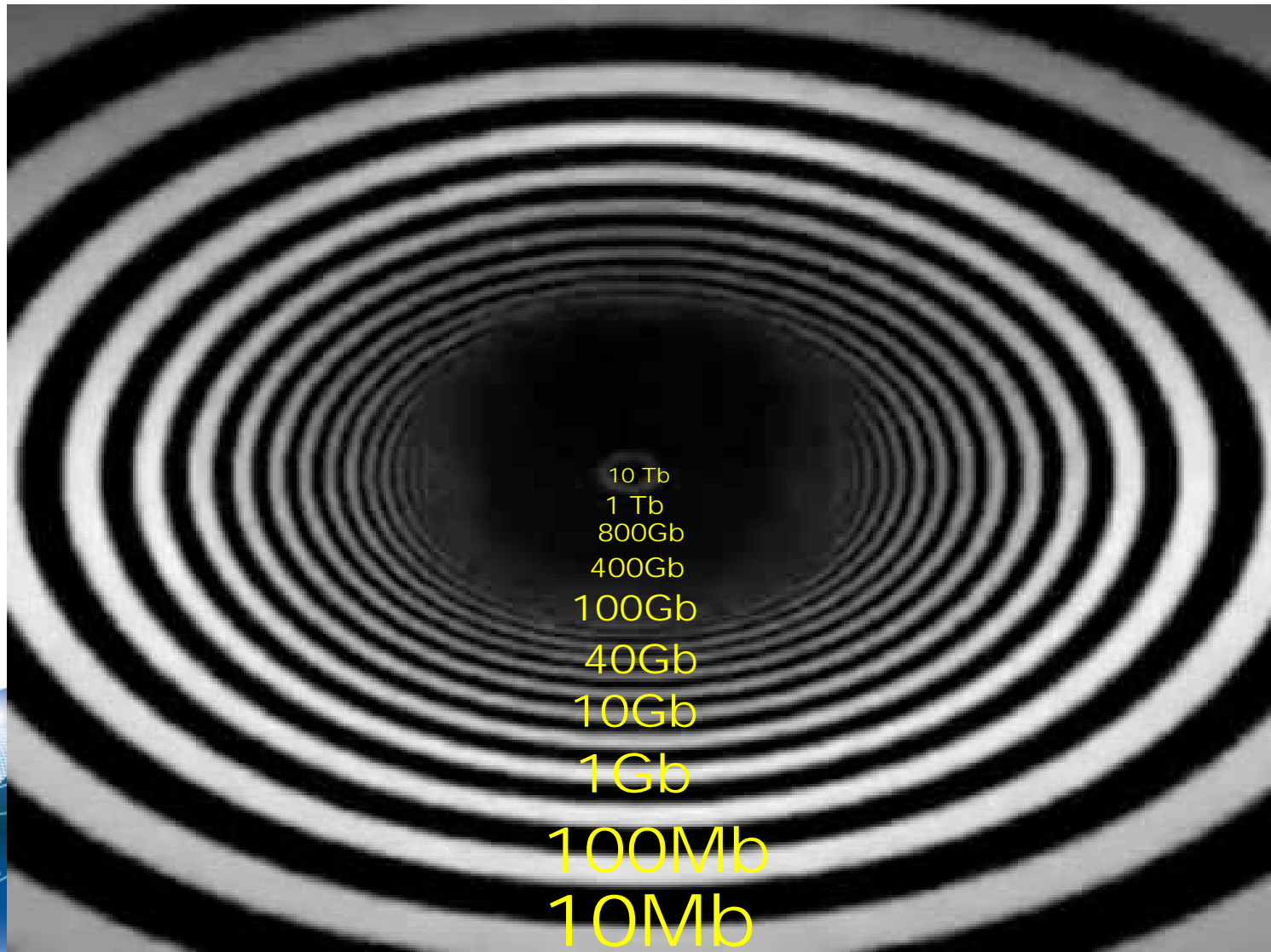
$10^9$

- Gigabyte
- 1 000 000 000

$10^6$

- Mega byte
- 1 000 000

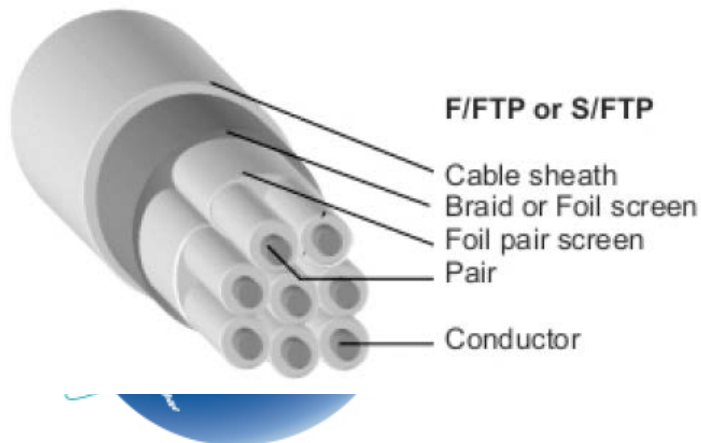
# Evolución del ancho de banda en el tiempo



# Desarrollo de nuevas tecnologías de cableado

Desarrollo de la CATEGORÍA 8 para cubrir los requerimientos de ancho de banda 40GBase-T

- Cable para la homologación según los estándares:
  - ANSI/TIA-568-C.2-1 Cat 8
  - ISO/IEC 61156-9 Cat 8.1/8.2
  - Tipo de Forro: FEP/LSZH IEC 60332-3



**ITMAX 40G CAT 8 F/FTP 22AWGX4P  
LSZH**

# TIA - NUEVOS PROYECTOS

## REVISIONES ASOCIADAS AL CAT 8:

- ✓ **TIA-TSB-5019 HPSC - High Performance Structured Cabling Applications** ⇔ Reporte (TSB) de aplicación que sirve como una Guía de Aplicaciones del 40GBASE-T, links hasta 30m o Cat 8 TIA – Publicado!
- ✓ **TIA-1183-1 Adendum Balunless Test Fixtures** ⇔ revisión de la norma para incrementar la frecuencia de medición hasta 2GHz (desde el actual 1GHz de la norma actual TIA-1183) – Publicado!
- ✓ **ANSI/TIA-1152A – Requirements for field test instruments and measurements for Balanced Twisted-Pair Cabling** ⇔ LEVEL IIe (Cat 5e), III (Cat 6), IIle (Cat 6A) y 2G (Cat 8) – Publicado!



# Nuevas tecnologías de cableado

✓ TIA-492-AAAE



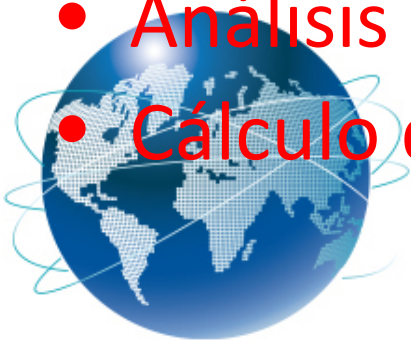
**Detail Specification for 50um Core diameter/125um Cladding Diameter Class 1a Graded-Index MM Optical Fibers with Laser Optimized Bandwidth Characteristics Specified for WDM**

Fiber cable type ISO/IEC 11801	Glass fiber specification TIA-492AAAx	Core diameters ( $\mu\text{m}$ )	Max refractive index difference $\Delta n$	Minimum modal bandwidth (MHz-km)					Maximum glass fiber attenuation (dB/km) TIA-492AAAx IEC 60793-2-10			Maximum fiber cable attenuation (dB/km) TIA 568-3-D ISO/IEC 11801			IEEE 802.3 link distance							
				Overfilled launch (OFL) bandwidth			Effective modal bandwidth		850nm	953nm	1300nm	850nm	953nm	1300nm	850nm	953nm	1300nm	1000-SR	10G-SR	40G-SR4 & 100G-SR10	100G-SR4 & 400G-SR16	50G-SR & 200G-SR4*
				850nm	953nm	1300nm	850nm	953nm														
OM1	TIA-492AAAA	62.5	0.02	200	/	500	/	/	3.2	/	0.9	3.5	/	1.5	275m	33m	/	/	/			
OM2	TIA-492AAAB	50	0.01	500	/	500	/	/	3	/	1	3.5	/	1.5	550m	82m	/	/	/			
OM3	TIA-492AAAC	50	0.01	1500	/	500	2000	/	2.5	/	0.8	3.0	/	1.5	/	300m	100m	70m	70m			
OM4	TIA-492AAD	50	0.01	3500	/	500	4700	/	2.5	/	0.8	3.0	/	1.5	/	400m	150m	100m	100m			
OM5	TIA-492AAAE (WBMMF)	50	0.01	3500	1850	500	4700	2470	2.5	1.8	0.8	3.0	2.3	1.5	no spec	400m	150m	100m	100m			



# Aspectos prácticos

- Arquitectura lógica del DC
- Plan de piso del DC
- Establecimiento de topología.
- Determinación de los niveles de redundancia (Clase/Tipo de Disponibilidad)
- Definición de componentes
- Análisis de polaridad
- Cálculo de Presupuesto de potencia óptica



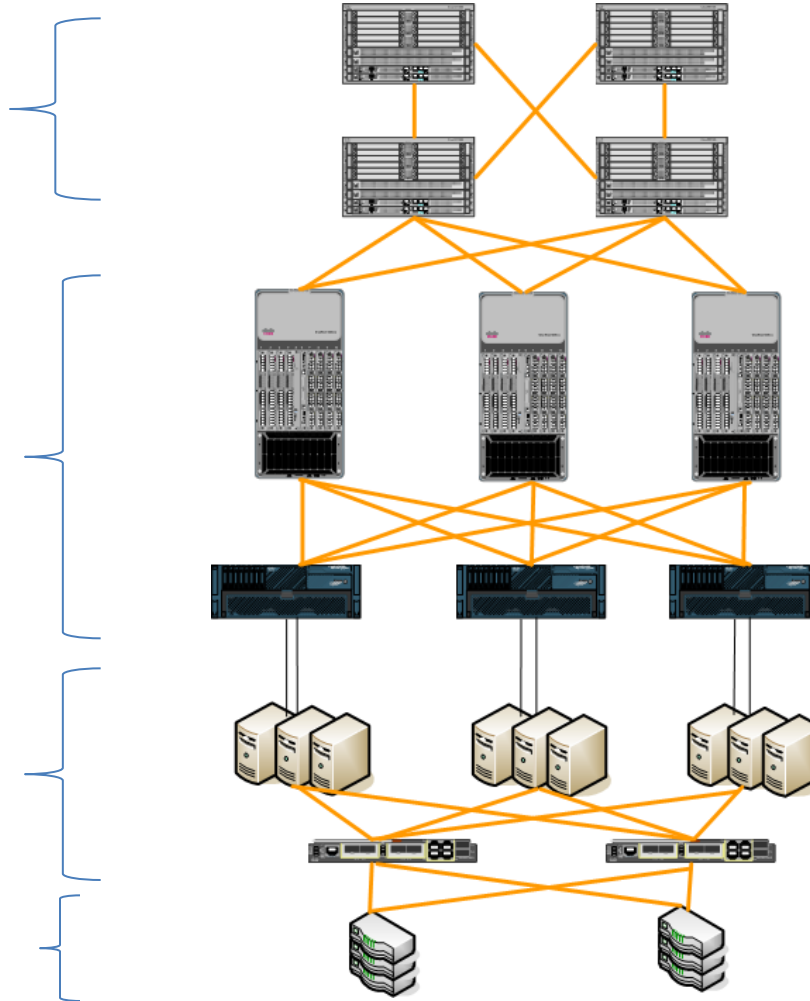
# Arquitectura Lógica del DC

Núcleo

Agregación

Acceso

Almacenamiento



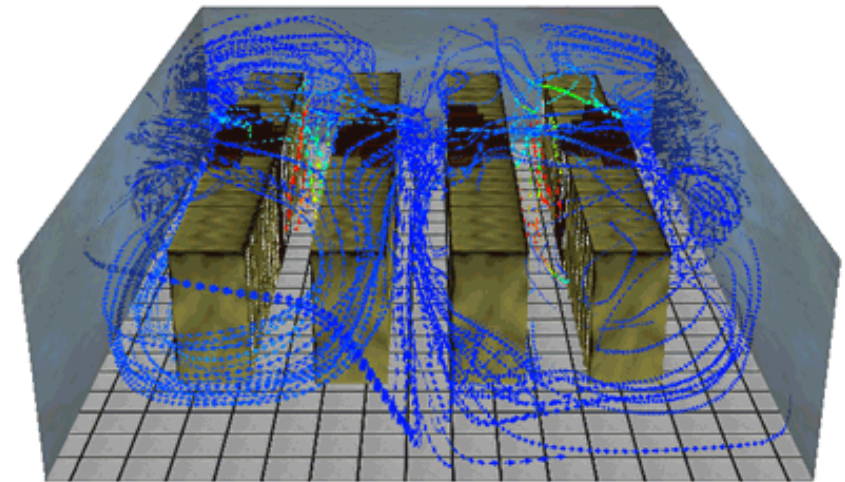
# Arquitecturas de cableado para DC para 10 GBE

Tecnología	Arquitectura de Red para data Center	Conectivity
10GBase-SR SFP + Fibra	Top of Rack (ToR)	Enlaces de los switches ToR a los switches de la capa de agregación
	Middle of Row (MoR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches MoR
	End o Row (EoR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches EoR
	Core Network	Backbone
10GBase-SFP + DAC	Top of Rack (ToR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches ToR
10G-Base-CX4	Top of Rack (ToR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches ToR
10GBase-T	Top of Rack (ToR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches ToR
	Middle of Row (MoR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches MoR
	End o Row (EoR)	Conectividad entre gabinetes de servidores a switches EoR



# Factores que relacionan la eficiencia energética del DC con el cableado estructurado

- **Tecnologías de enfriamiento:**
  - Control de los flujos de aire, mediante una distribución de pasillos fríos/calientes.
- **Diseño de estructura de piso falso:**
  - Altura, distribución de losetas perforadas.
- **Diseño de Sistema de cableado estructurado:**
  - Tipos de cables, capacidad de transmisión, Tamaño, cantidad y tipo de forro de cables.
- **Diseño y tecnologías de distribución de alimentación eléctrica:**
  - Electroductos o cableado eléctrico
- **Protección contra incendios:**
  - Diseño de sistema contra incendio



# Secuencia de planeación del piso

1. Identifique y localice las complicaciones del espacio
2. Establezca los factores clave de nivel y acceso al DC
3. Establezca el eje fundamental de despliegue de los equipos IT
4. Fije los límites de las filas
5. Especifique la densidad fila/gabinete
6. Identifique puntos de referencia (para nuevos cuartos)
7. Minimize los equipos aislados y maximize la longitud de las filas
8. Especifique la distribución del piso.

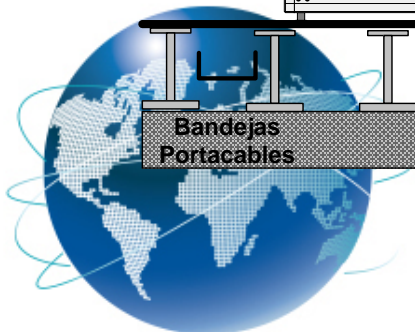
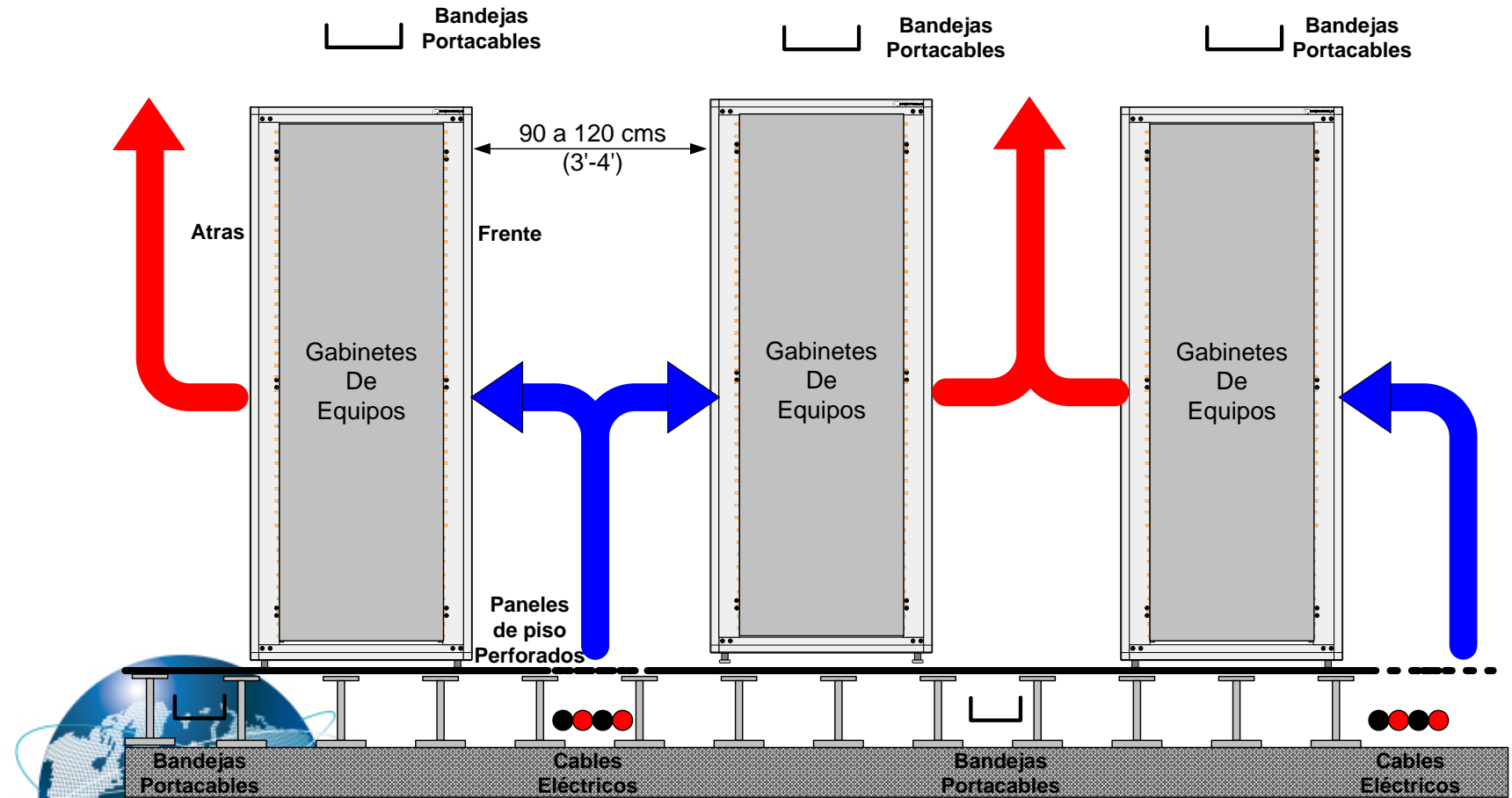


# Factores que definen la Clase de Disponibilidad

1. Redundancia de componentes
2. Redundancia de sistemas
3. Capacidad
4. Expansibilidad
5. Mantenibilidad
6. Calidad
7. Sobrevivencia.



# Configuración básica del DC

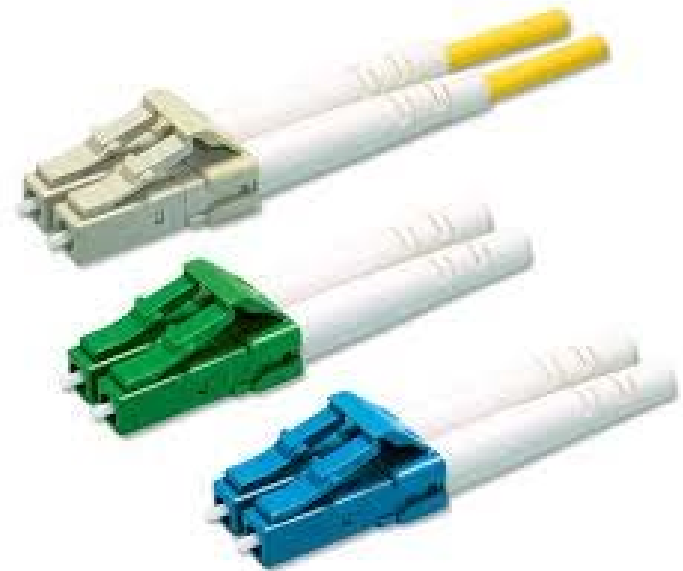
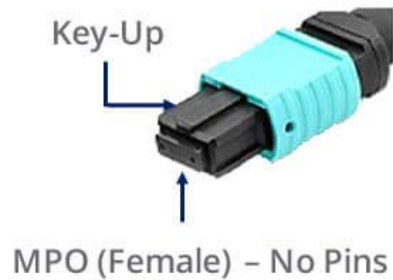
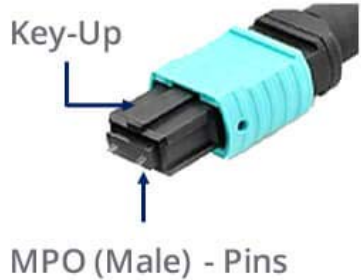


# Conectores reconocidos para cableado óptico TIA-942A

- Reconoce solamente los conectores ópticos:

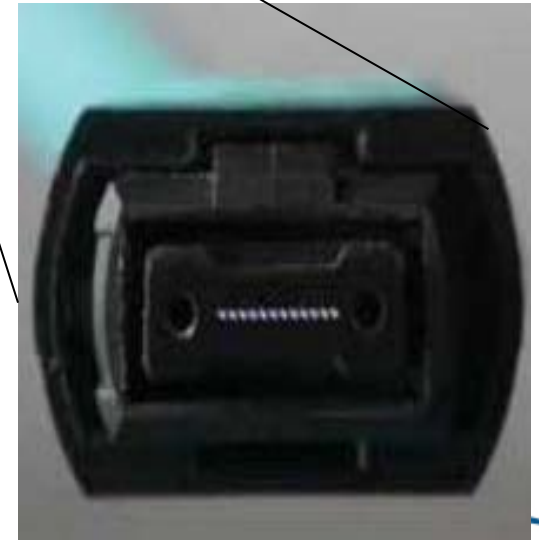
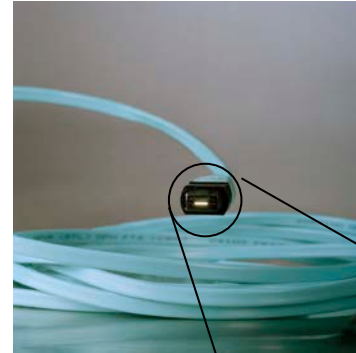
MPO para +2 fibras

LC para 1 o 2 fibras



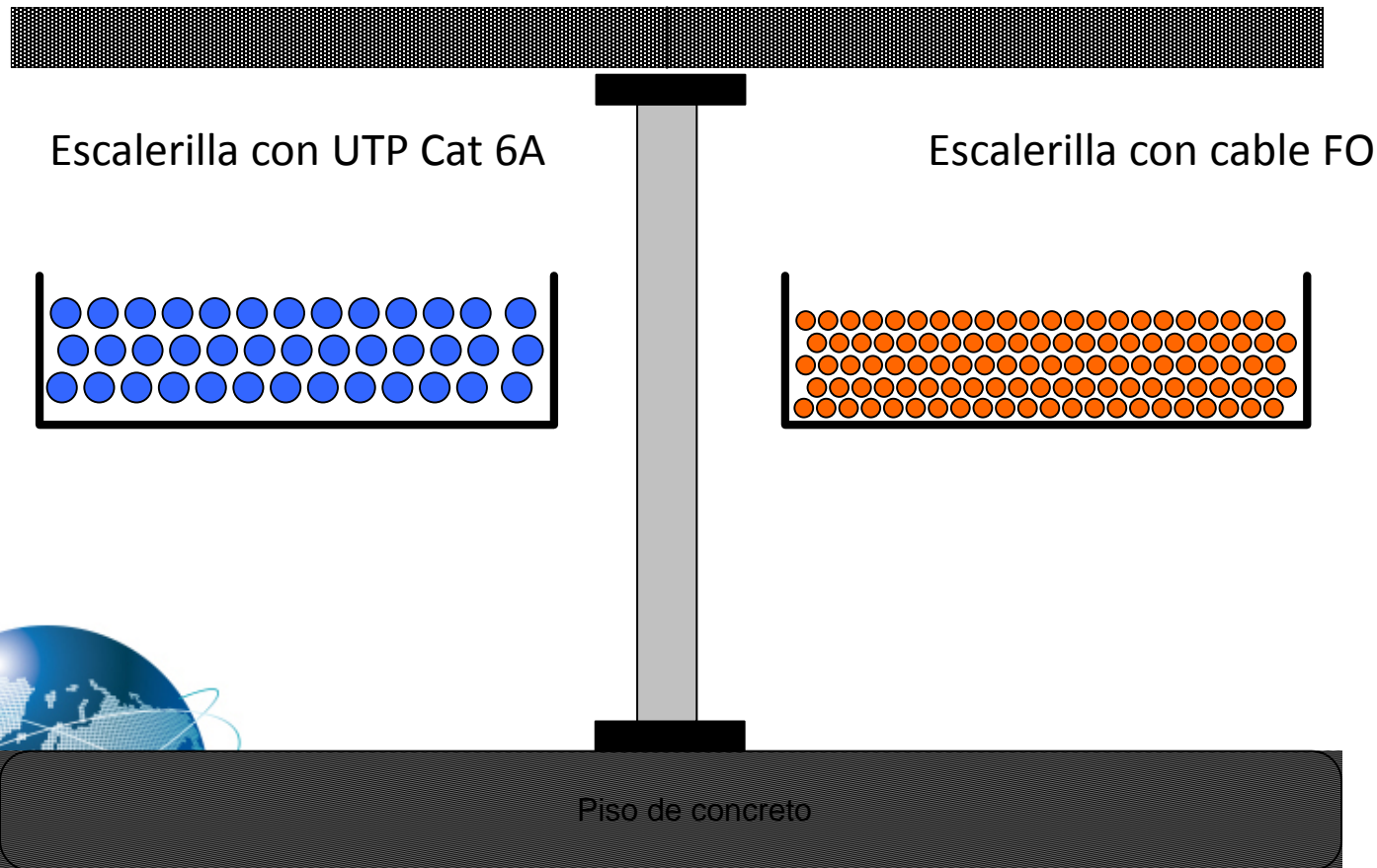
# Cables trunk Preconectorizados

- Los sistemas preconectorizados de FO ofrecen varias ventajas
- Reducen la cantidad y volumen de cables.
- Reducen tiempos de interrupción por recableados
- Reducen la posibilidad de error.
- Eliminan la necesidad de conectorización en campo
- Permiten manejar alta densidad de fibra óptica en paneles de parcheo, p. ej. 96 FO en 1 RU



# Distribución bajo piso

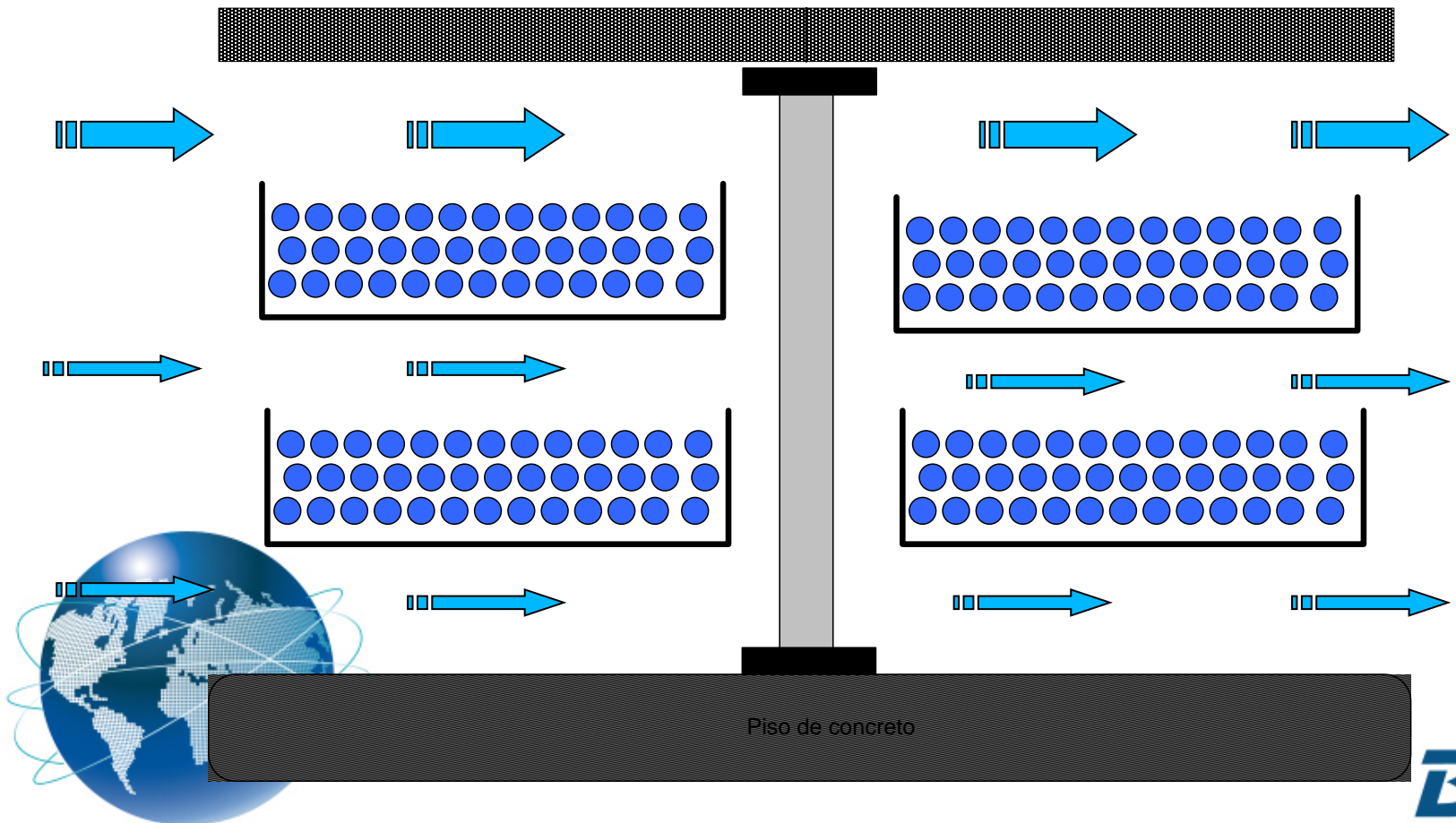
## Tamaño de los cables y el flujo de aire



# Distribución bajo piso

## Tamaño de los cables y el flujo de aire

Flujo de aire limitado

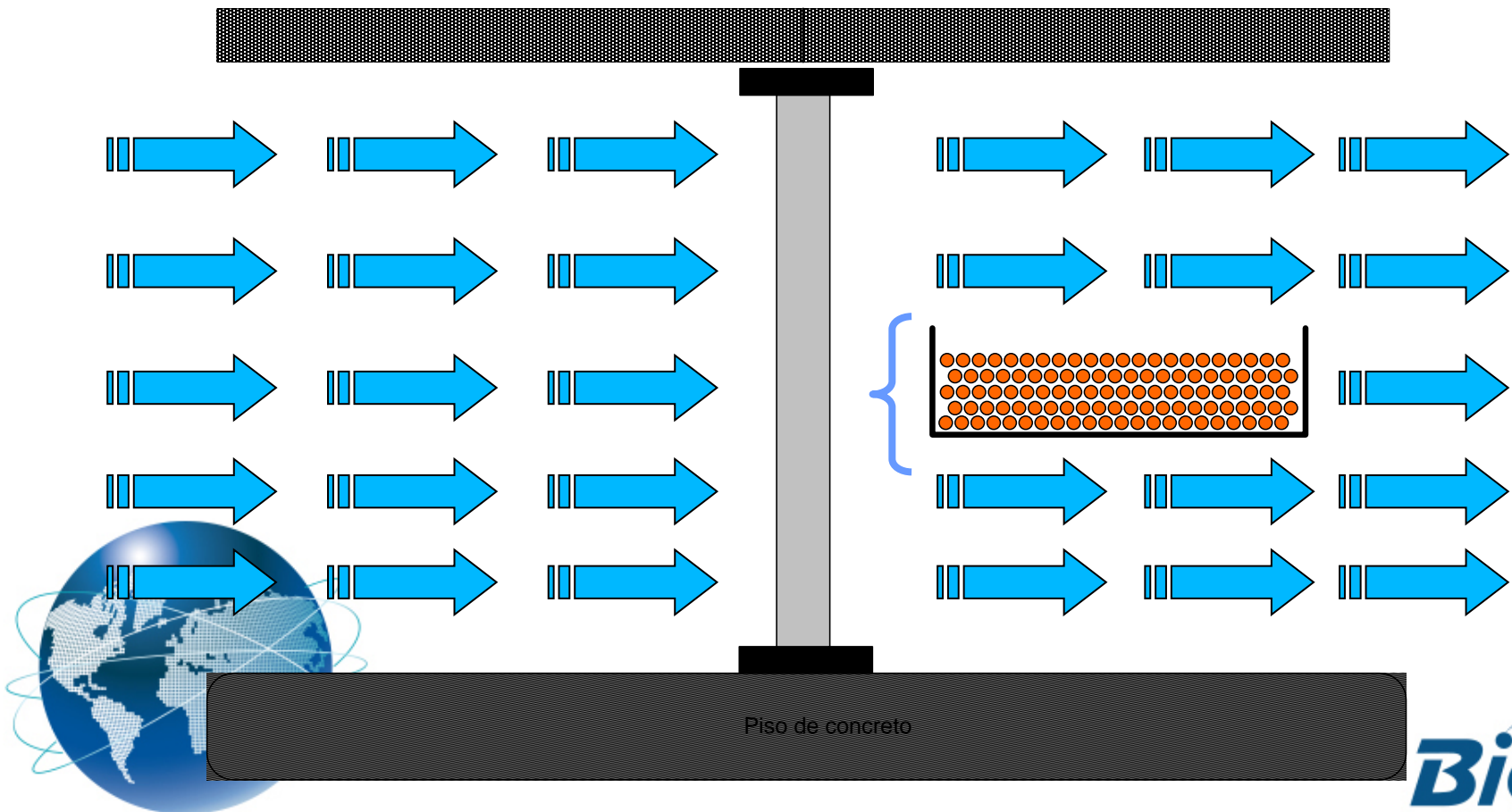




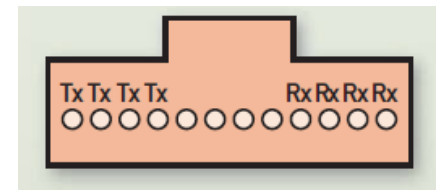
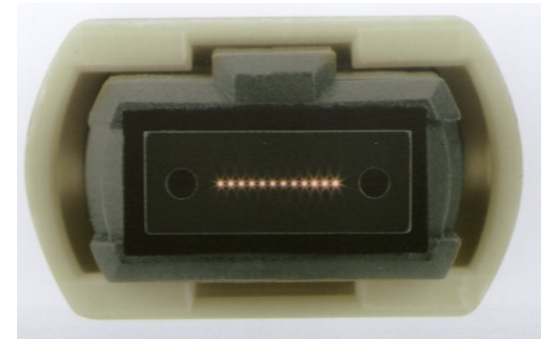
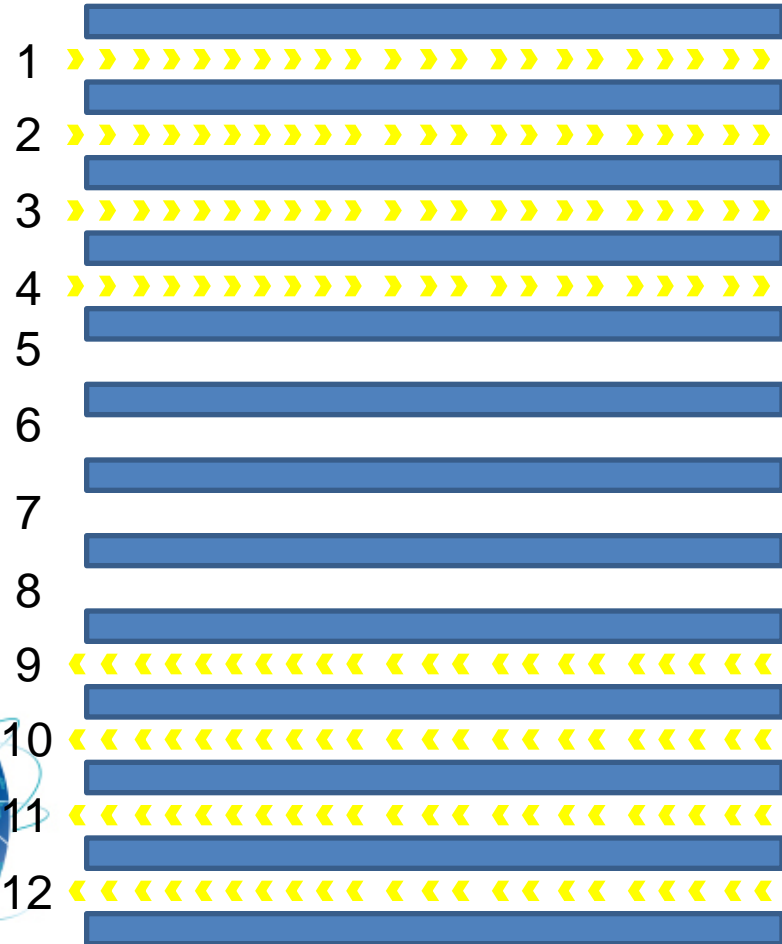
# Distribución bajo piso

## Tamaño de los cables y el flujo de aire

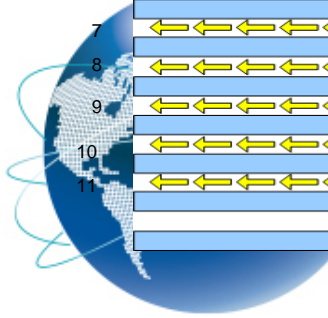
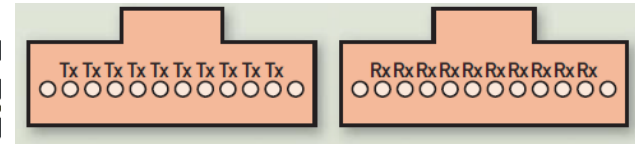
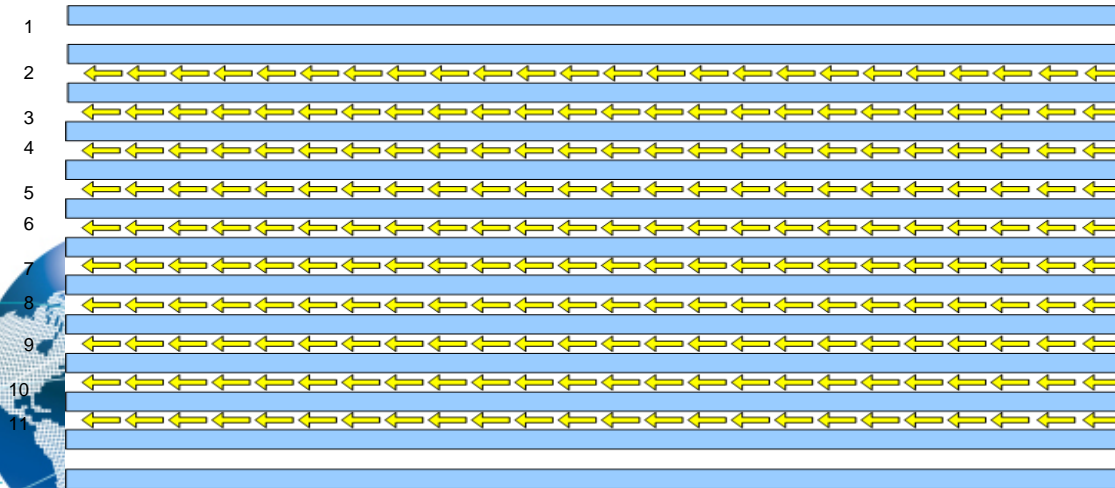
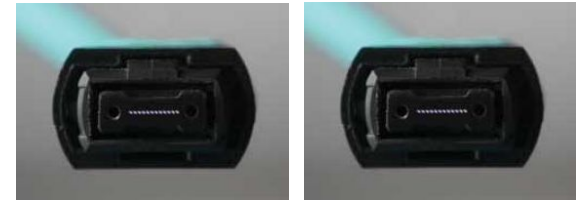
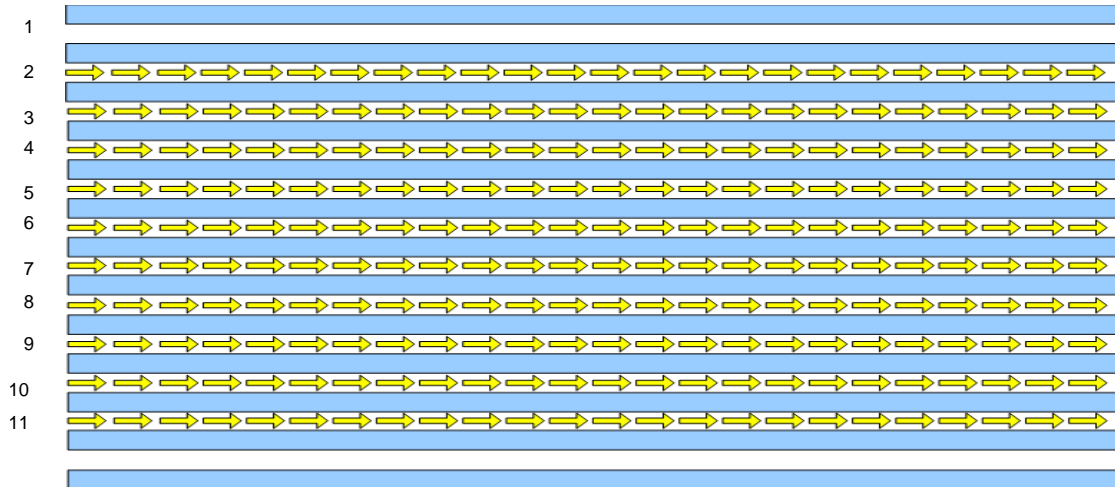
Flujo de aire intenso



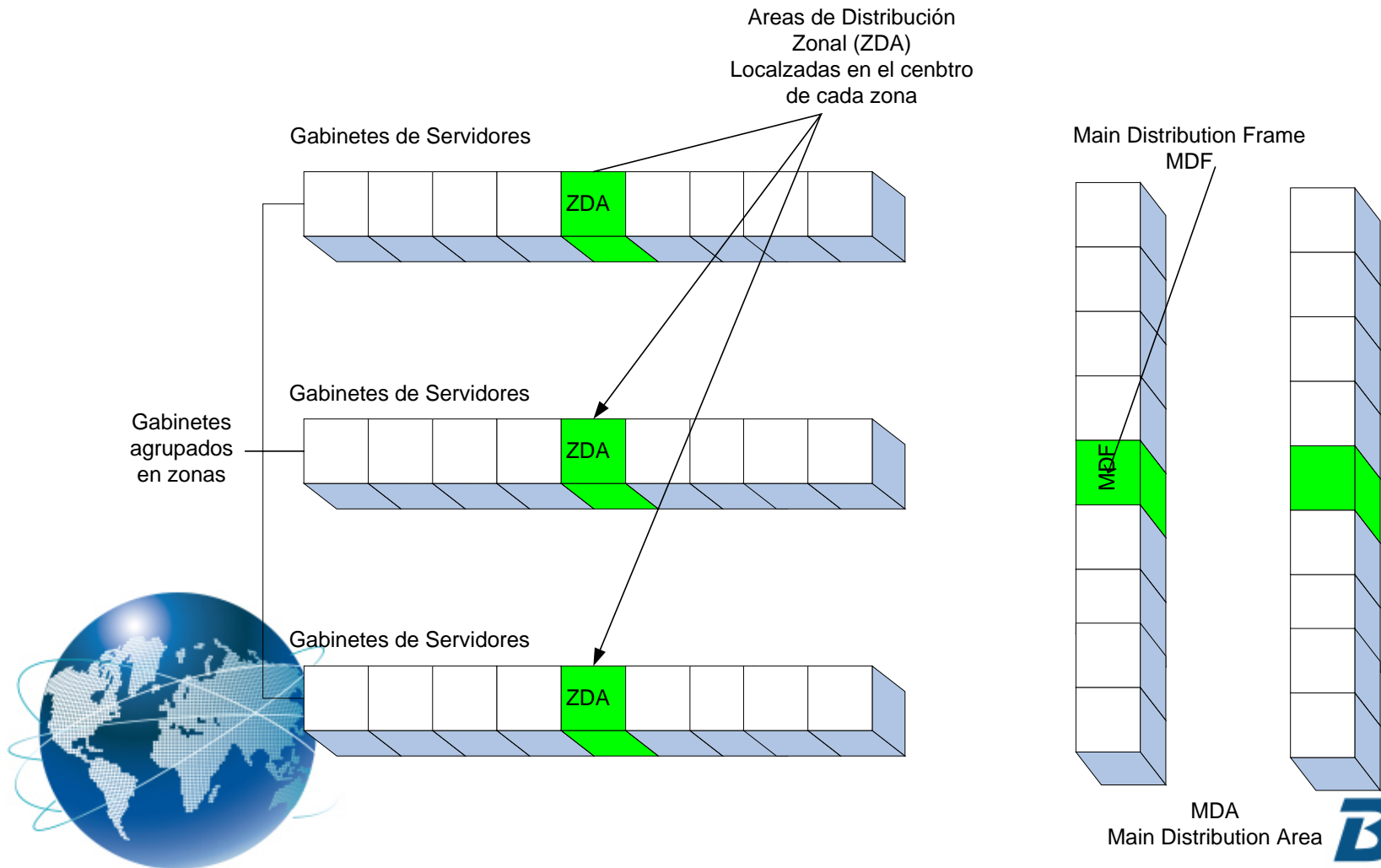
# Cableado 40 y 100 Gigabit Ethernet



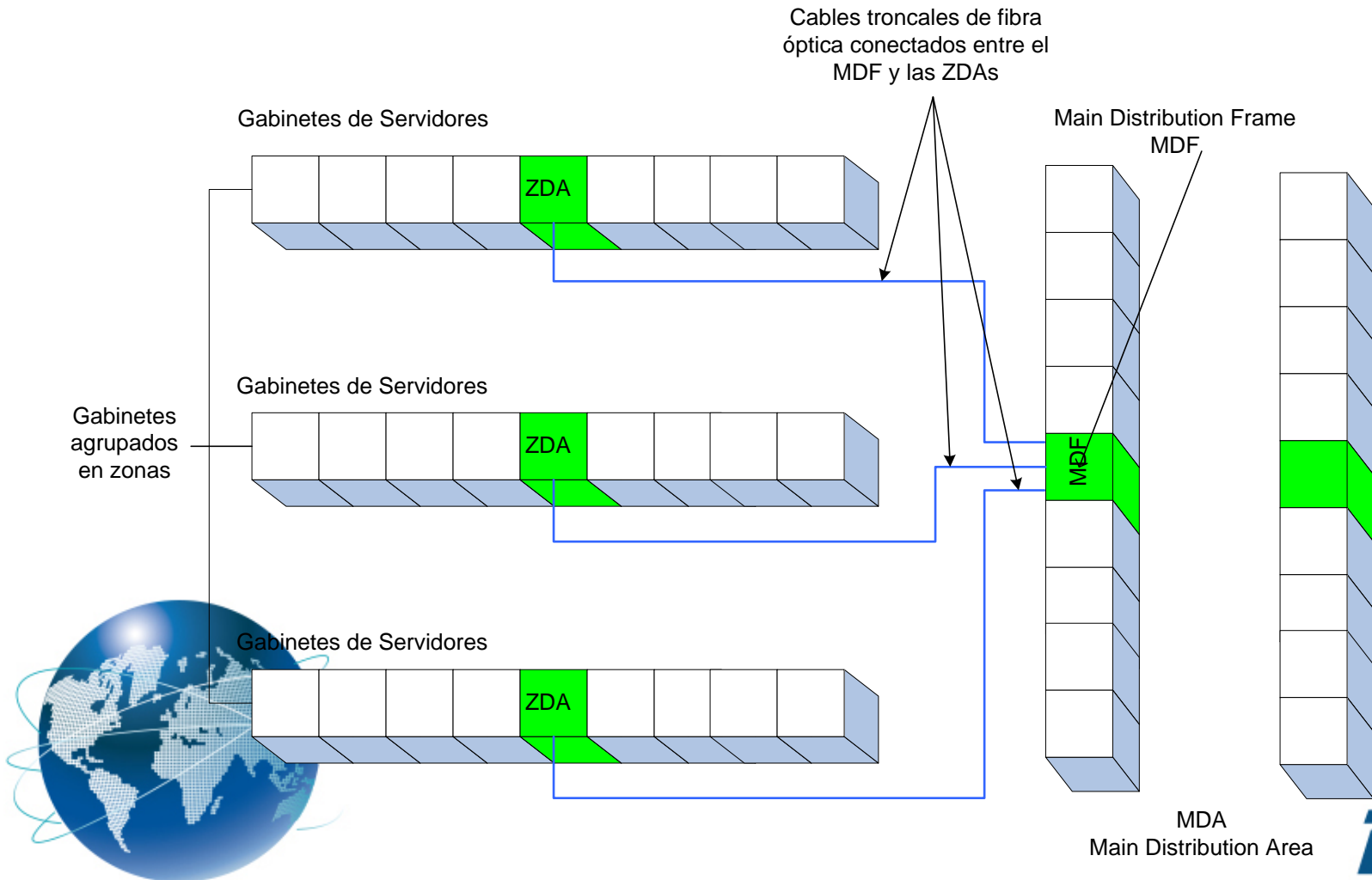
# Cableado 40 y 100 Gigabit Ethernet



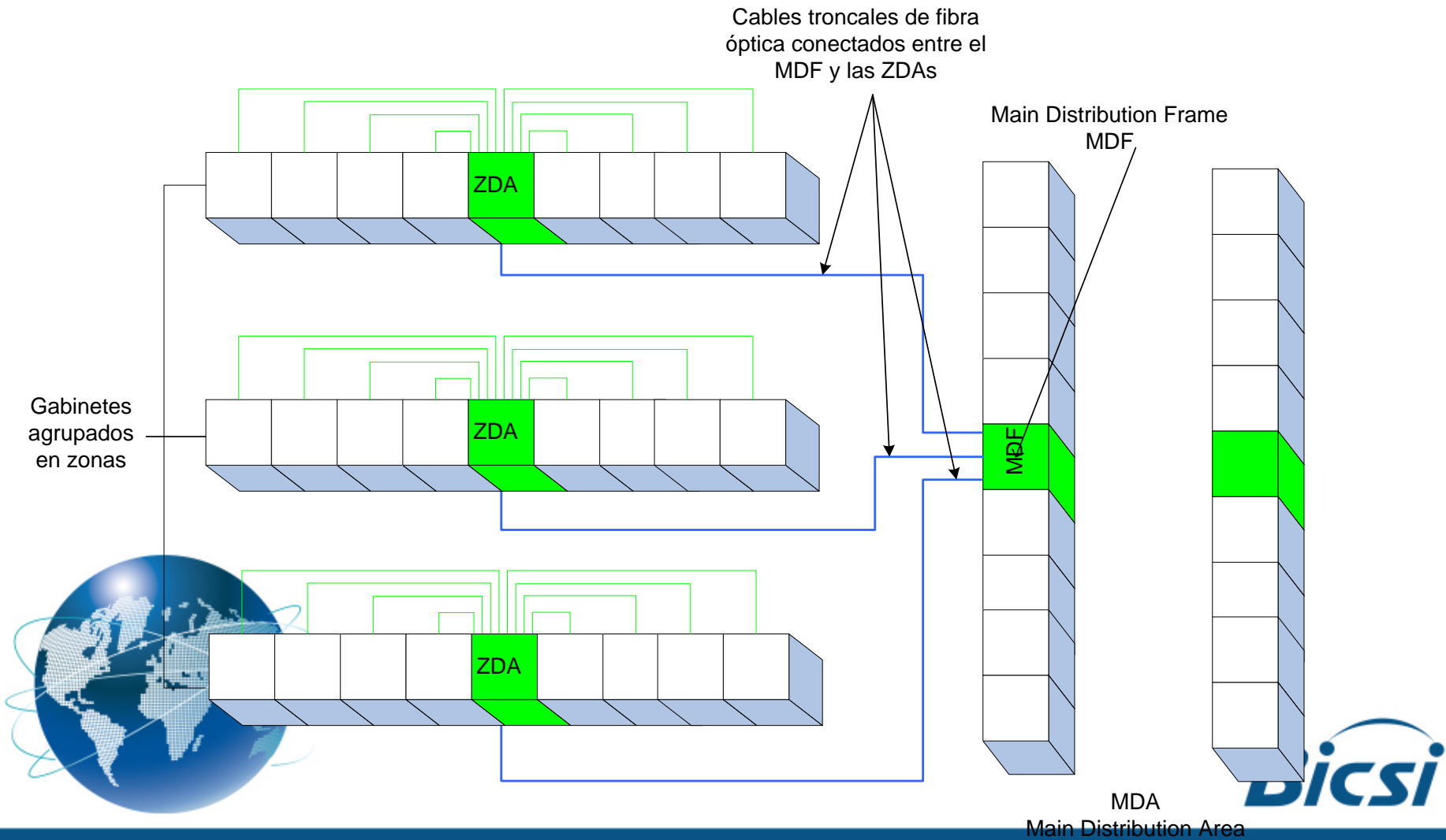
# Cableado por Zonas



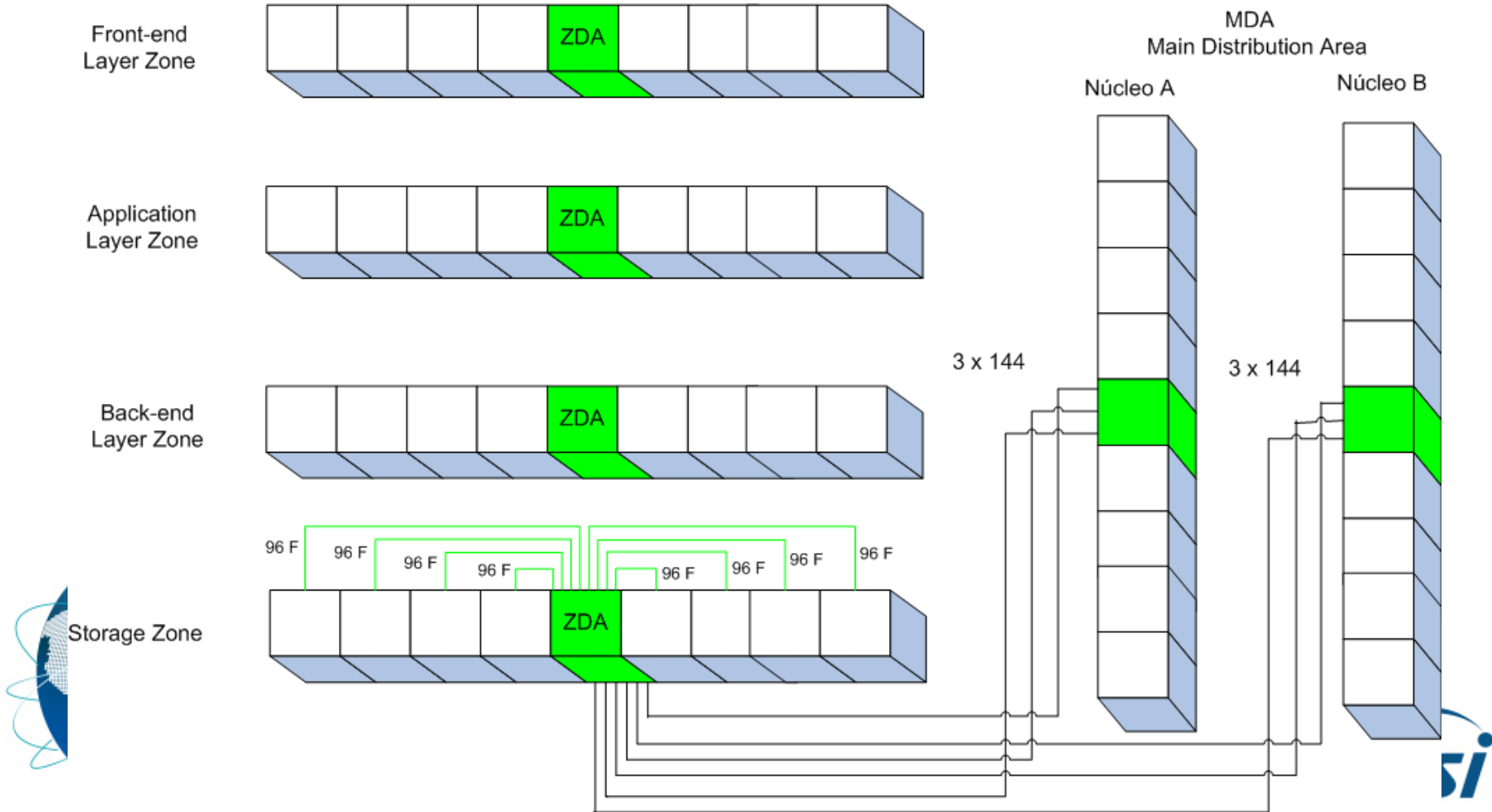
# Instalación de cables de alta capacidad



# Distribución con cables de baja capacidad



# Configuración para conteo de fibras



# TIA-942 -A, Addendum 1

El estándar proporciona descripciones detalladas y ejemplos de configuraciones de implementación:

- **Contenido de TIA-942-A-1:**

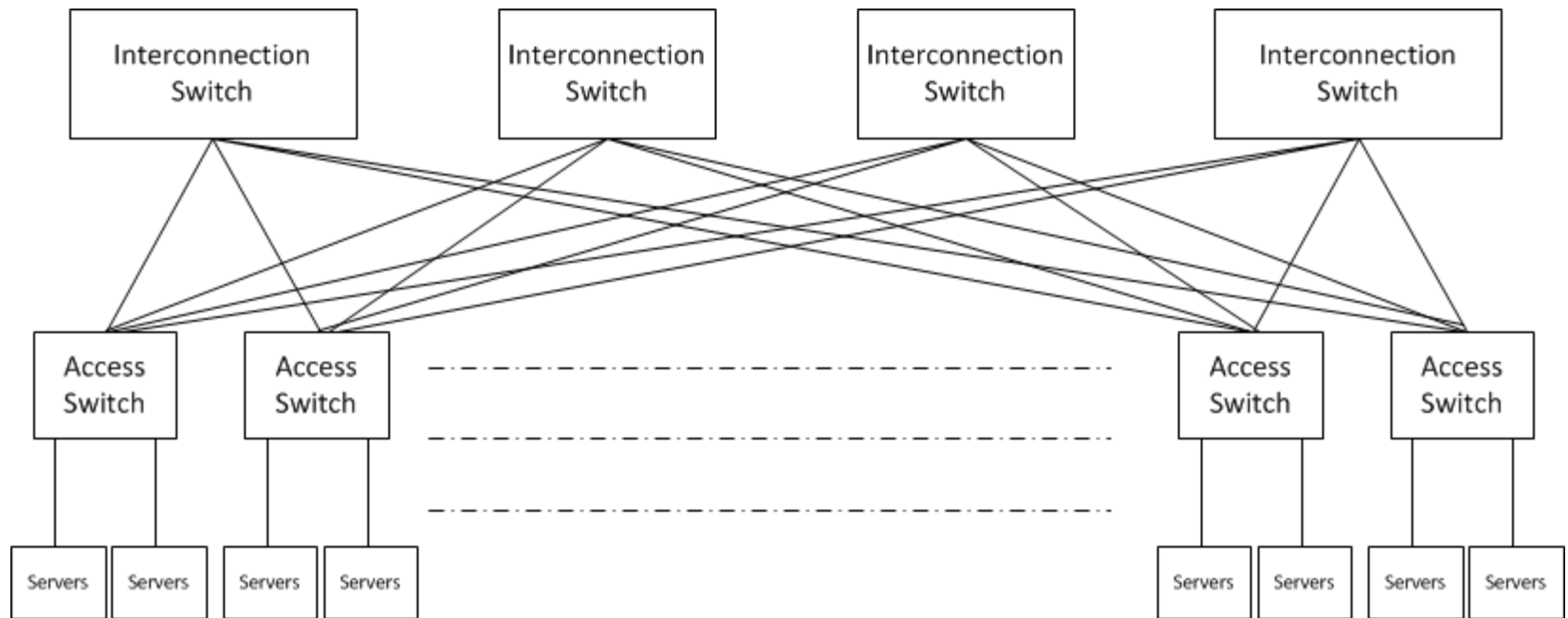
- ✓ *Traditional Switch Architecture;*
- ✓ *Multiple Connections;*
- ✓ *Data Center Switch Fabrics*

1. *Traditional Three-Rated Data Center Switch Architecture*
2. *Data Center Fat-Tree Switch Fabric Architecture*
3. *Data Center Full-Mesh Switch Fabric Architecture*
4. *Data Center Interconnected Mesh Switch Fabric Architecture*
5. *Data Center Centralized Switch Fabric Architecture*
6. *Data Center Virtual Switch Fabric Architecture*

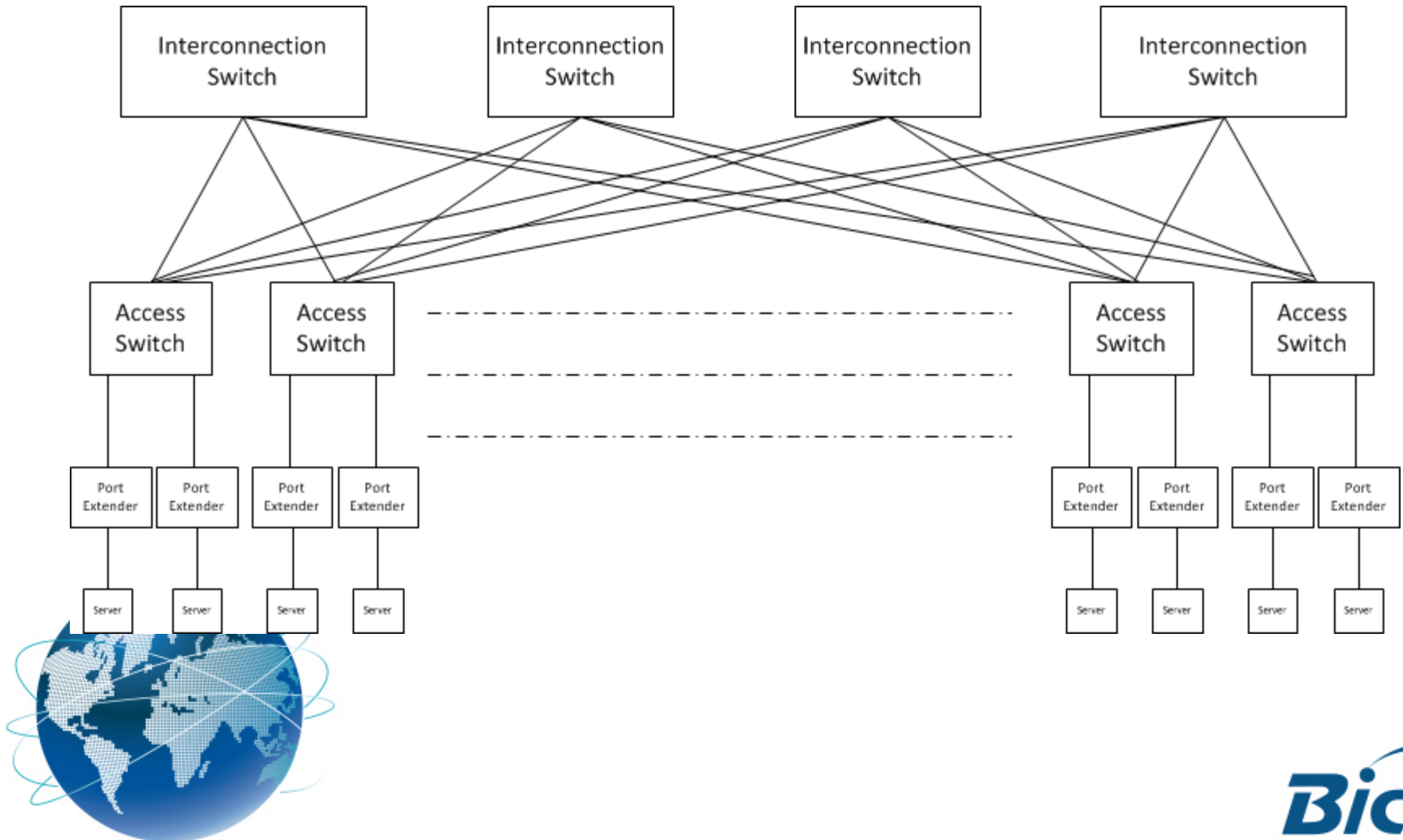




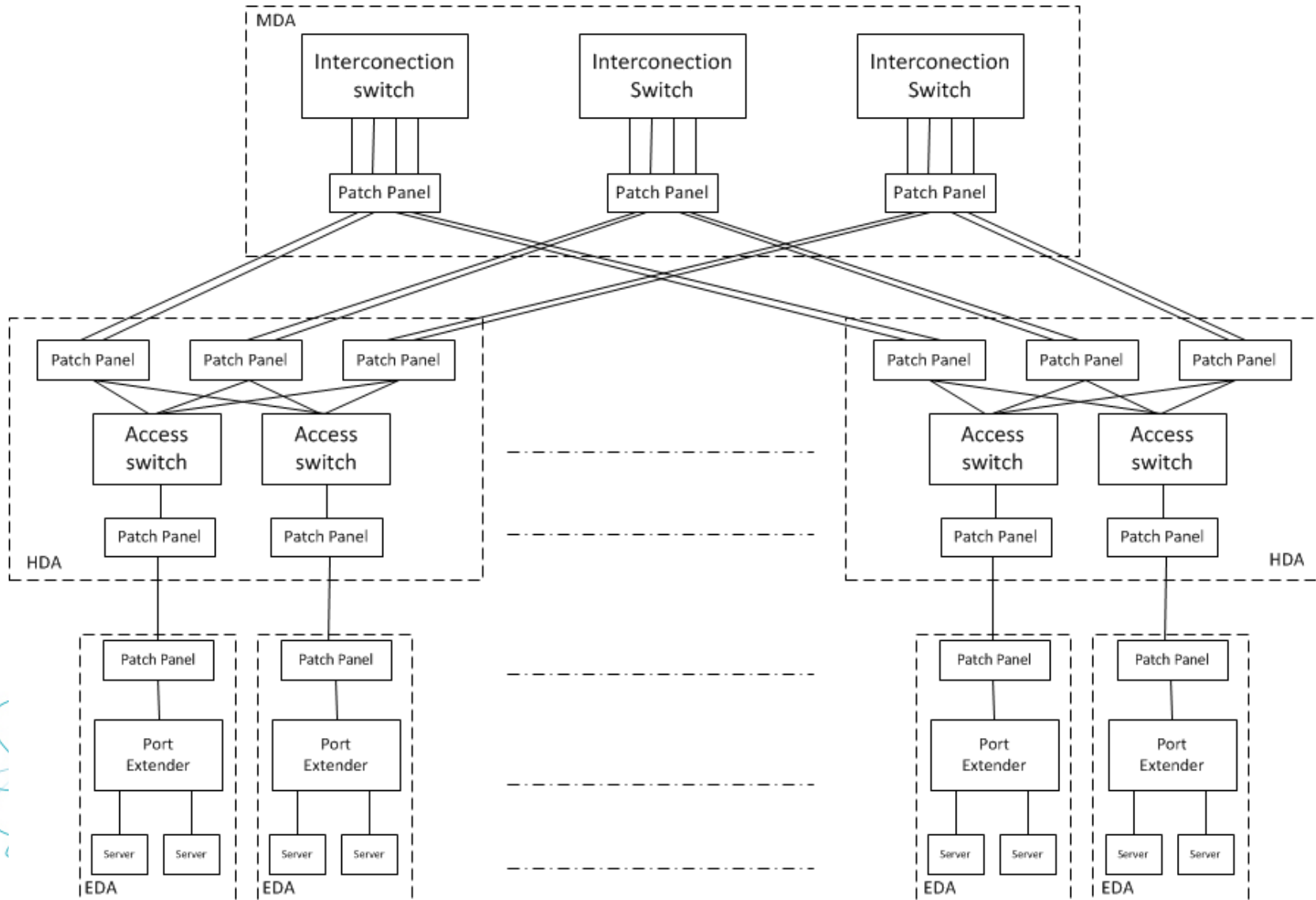
# Arquitectura tipo Fat-tree



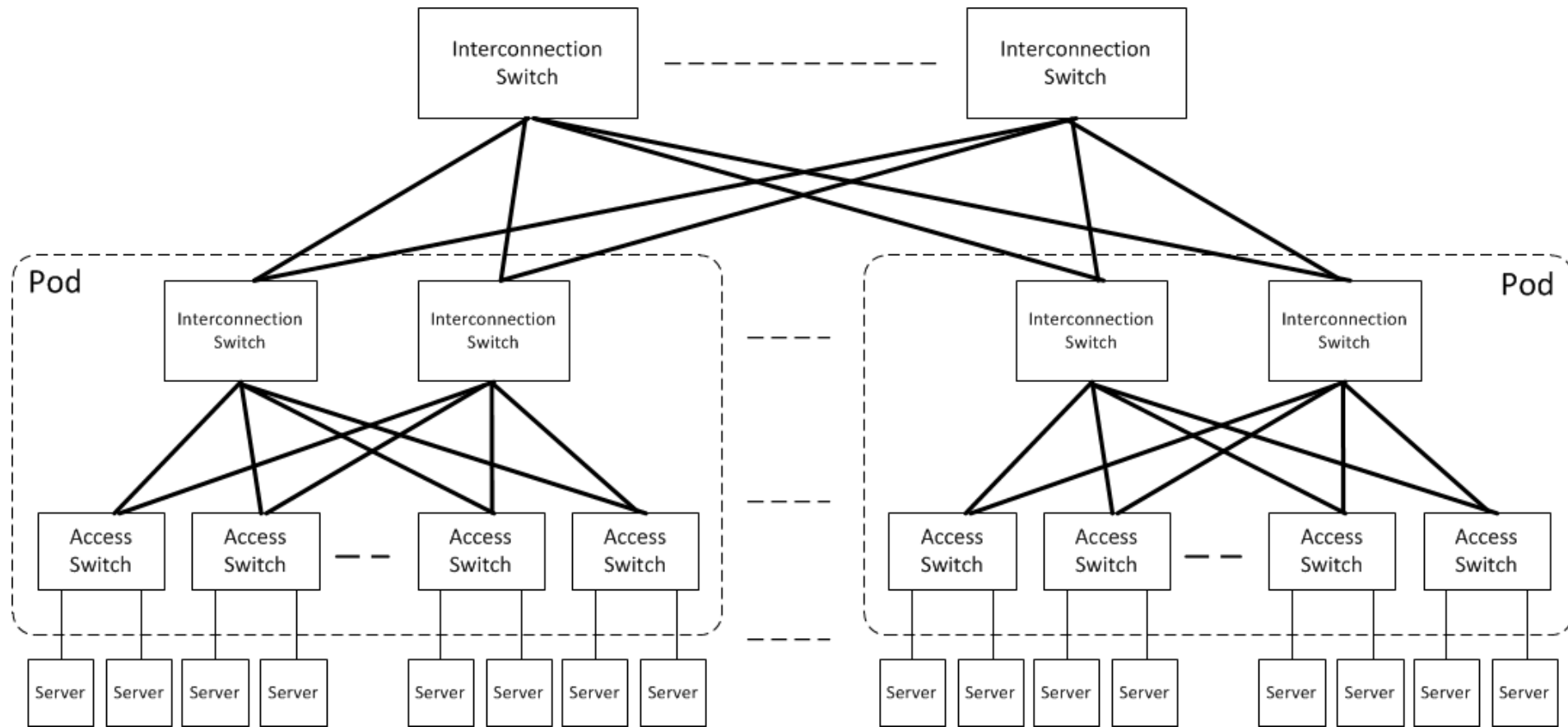
# Fat-Tree con port extenders



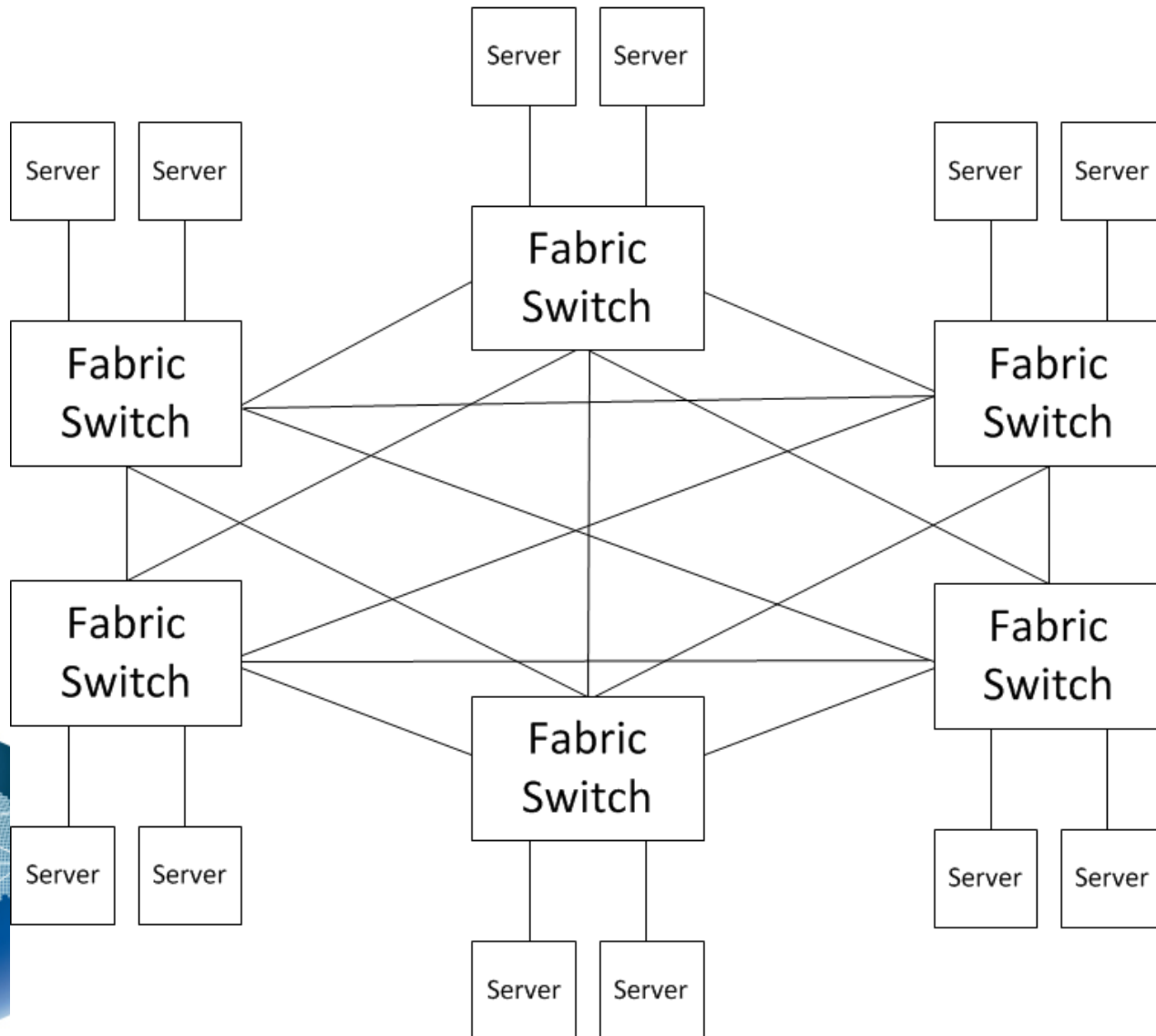
# Ejemplo de aplicación



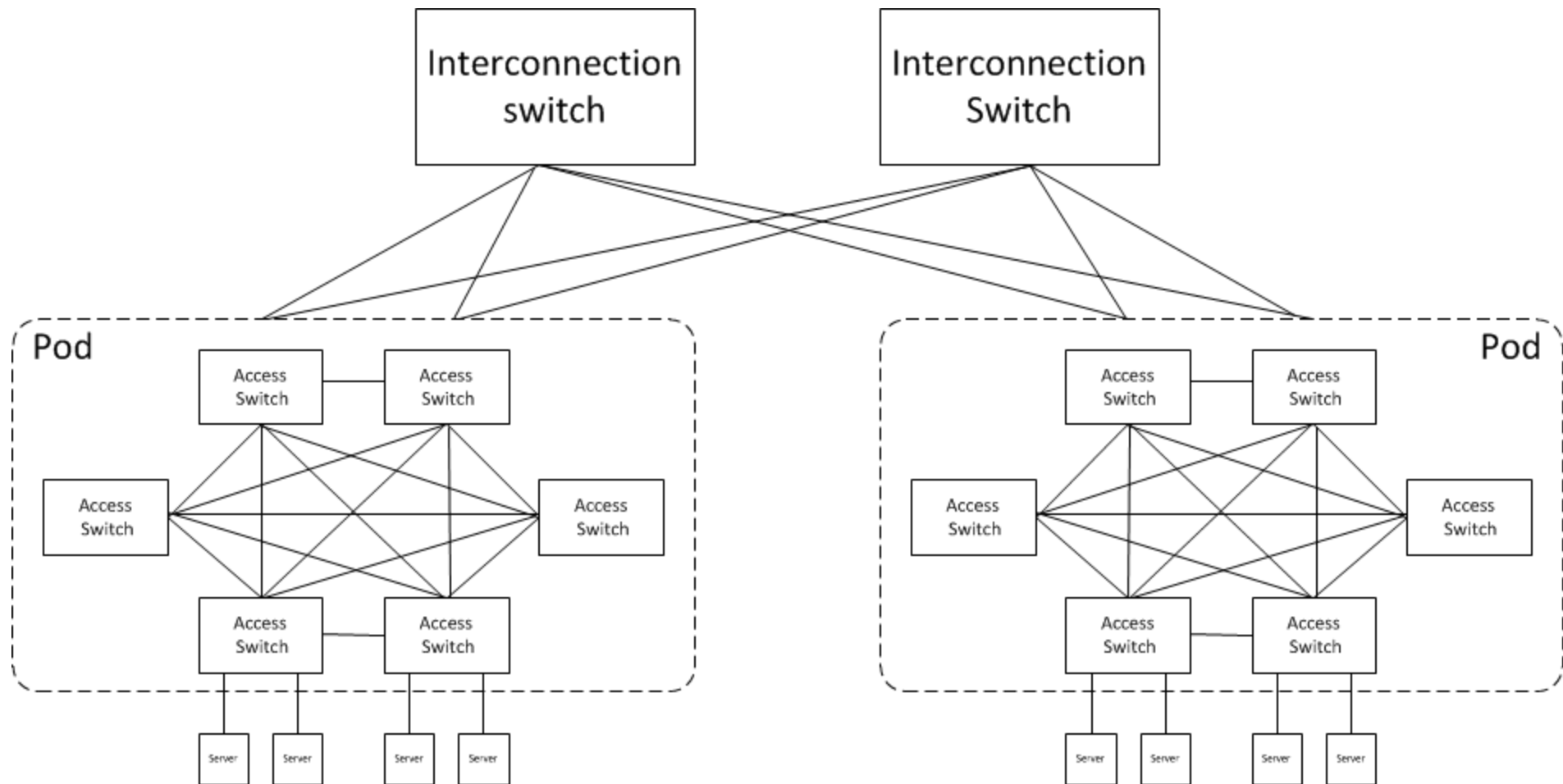
# Interconexión de Pods Fat-Tree



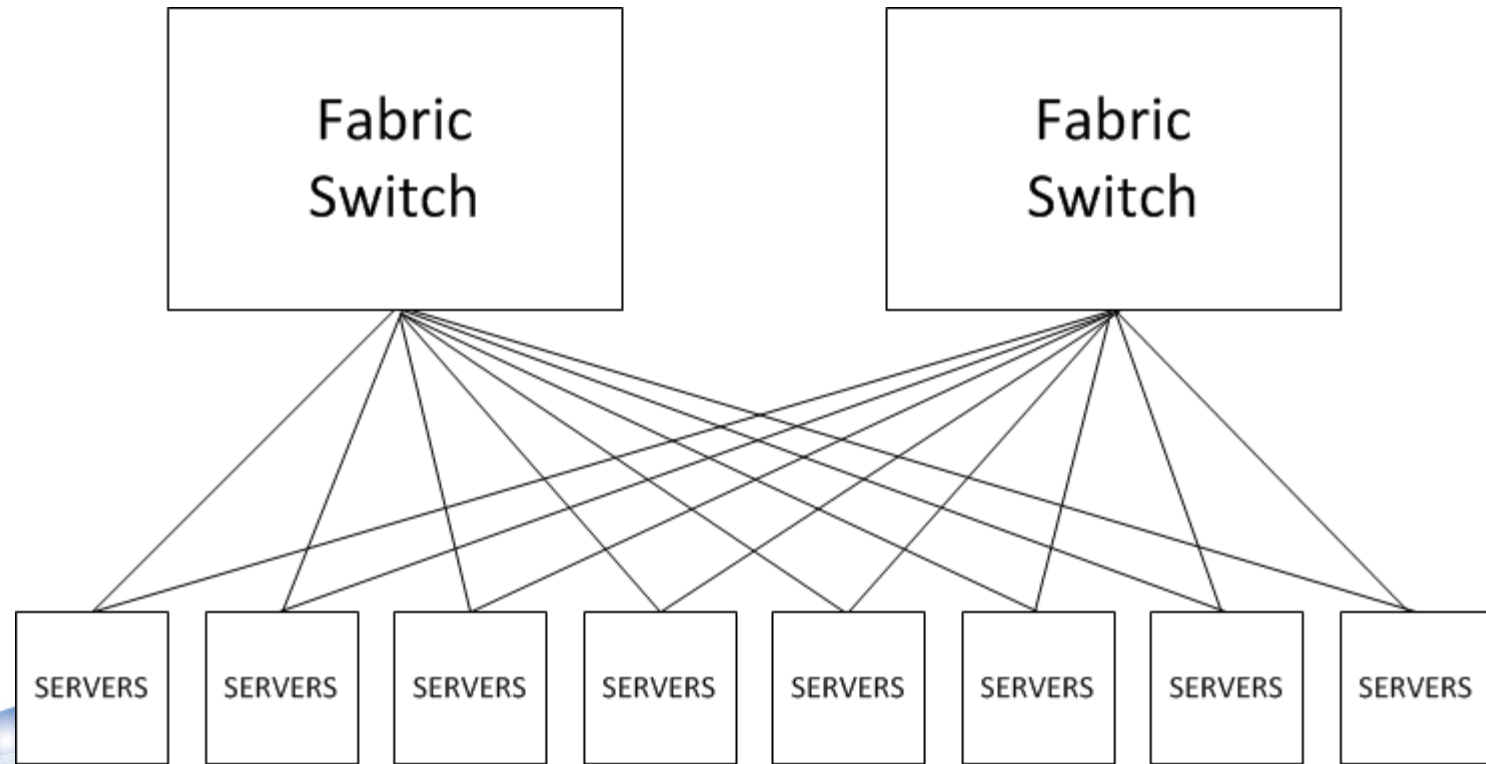
# Configuración tipo malla (Full-mesh)



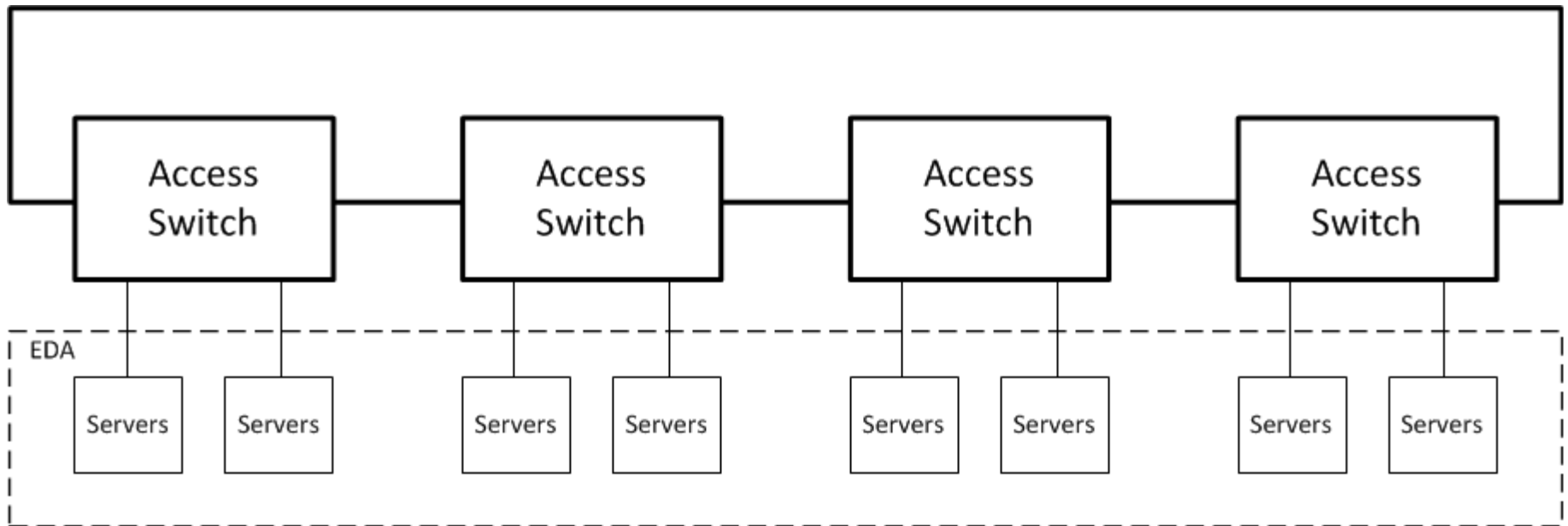
# Ejemplo de interconexión de mallas



# Cableado centralizado



# Configuración de virtual switch



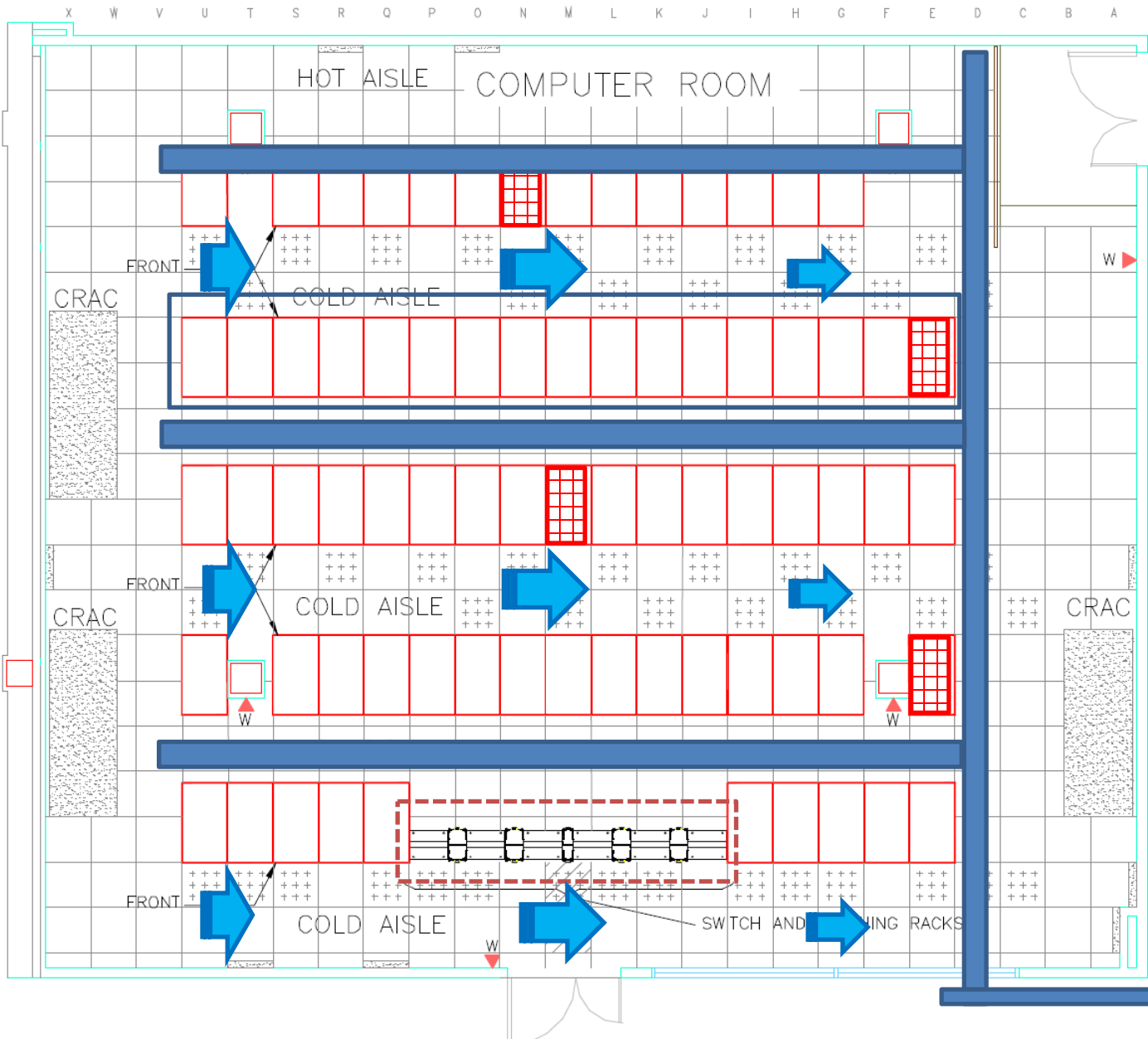


# Ejemplo de diseño Data Center Pequeño





TIA-942, Annex G, Pág 87

- 24 puertos cobre 10Gbps Cat.6A por rack de servidor EDA y 6 puertos ópticos 10Gbps OM4 por rack de servidor EDA;
- 12 puertos cobre 10Gbps Cat.6A por rack de storage EDA y 48 puertos ópticos 10Gbps OM4 por rack de storage EDA;
- Backbones MDA/HDA: 24 puertos FO OM4 por rack HDA;
- Punto de Consolidación, Patch Panels o ZDA;
- Solución óptica pre-conectorizada MPO;
- Cableado de cobre: CAT.6A blindado F/UTP;
- Topología: MDA/HDA/EDA Inter-connect;
- No hay cuarto de ingreso, el MDA recibe las conexiones con la web;





**Leyenda:**

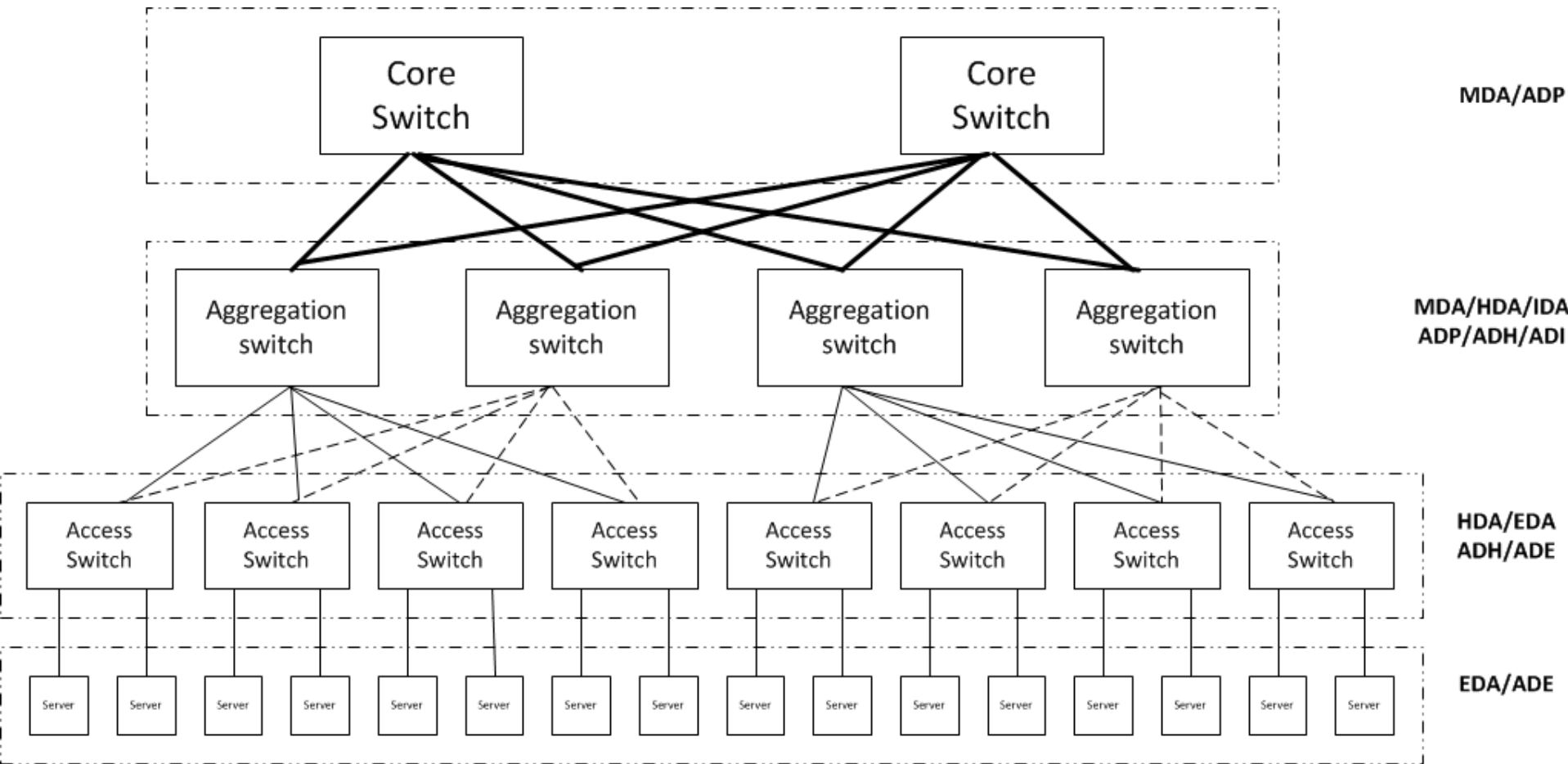
-  SAN
-  MDA
-  HDA
-  EDA

# Entregables del diseño

- **GRUPO NUEVO DATA CENTER**
  1. **Diagrama del Cableado del DC;**
  2. **BoM – Bill of Materials** (Listado de Materiales: Cantidad, Numeros de parte y Descripción de los productos de cabling);
  3. **Alzado de racks MDA/HDA/EDA;**
  4. **Análisis de la Polaridad Óptica** de los links ópticos MPO/LC;
  5. **Presupuesto de Potencia Óptica** de los links ópticos (LAN/SAN);



# Definir topología de conectividad



Contabilizar:

- Enlaces de cobre/fibra
- Número de puertos



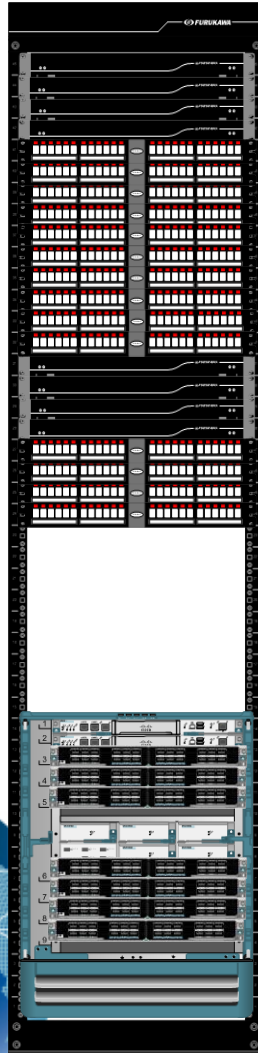
# Volumetrias de materiales

**BoM – Bill of Materials** (Listado de Materiales: Cantidad, Numeros de parte y Descripción de los productos de cableado);

ET's	Part Number	Description	EDA	HDA	MDA	Infra	PatchView	TOTAL
<b>Racks e Acessórios</b>								
2790	35150096	RACK FECHADO SERVIDOR 42U X 600MM X 1100MM						
2407	35050288	GUIA DE CABOS HORIZONTAL PLASTICO 1U ALTA DENSIDADE						
2419	35050787	PAINEL DE FECHAMENTO PLASTICO 1U (KIT 5 PCS)						
3069	35150106	GUIA VERTICAL 200MM ITMAX - PORTA UNICA						
3068	35150107	GUIA VERTICAL ENTRE RACKS 315MMITMAX - PORTA UNICA						
2323	35150108	TAMPA LATERAL - GUIA VERTICAL ITMAX - PORTA UNICA						
2295	35150401	RACK ABERTO 19" 45U ITMAX						
2304	35150402	RACK 4P ABERTO 19" 45U ITMAX						
2313	35150405	BANDEJA SUPERIOR E INFERIOR ITMAX						
2327	35150409	ACOMODADOR RADIAL PLASTICO ITMAX (KIT 5PAS.)						
2325	35150410	BARRA DE ATERRAMENTO PARA RACK 45U						
<b>Cablag Metálico</b>								
2140	35050234	PATCH PANEL DESCARREGADO 24P BLINDADO COM ICONES						
2048	35050321	PATCH PANEL DESCARREGADO 24P ANGULAR 1U BLINDADO						
2723	35080100	CONECTOR FEMEA GIGALAN AUGMENTED CAT.6A T568A/B - BLINDADO - ROHS						
1641	35085040	PATCH CORD F/UTP GIGALAN AUGMENTED CAT.6A - LSZH - T568A/B - 3.0M - CINZA (BLINDADO)						
<b>Cablag Óptico</b>								
2814	33900671	SERVICE CABLE CONECTORIZADO 24F OM4 MPO12-UPC(M)/MPO12-UPC(M) 1.0D3/1.0D3 15.0M - TS - LSZH - TIPO B						
2814	33900675	SERVICE CABLE CONECTORIZADO 24F SM MPO12-APC(M)/MPO12-APC(M) 1.0D3/1.0D3 15.0M - TS - LSZH - AZUL - TIPO B						
2814	33900698	SERVICE CABLE CONECTORIZADO 72F OM4 MPO12-UPC(M)/MPO12-UPC(M) 1.0D3/1.0D3 30.0M - TS - LSZH - TIPO B						
2814	33900702	SERVICE CABLE CONECTORIZADO 72F SM MPO12-APC(M)/MPO12-APC(M) 1.0D3/1.0D3 30.0M - TS - LSZH - AZUL - TIPO B						
1814	35200938	CORDAO DUPLEX CONECTORIZADO OM4 LC-UPC/LC-UPC 3.0M - LSZH - ACQUA (A - B)						
1814	35200970	CORDAO DUPLEX CONECTORIZADO SM G-652D LC-UPC/LC-UPC 3.0M - LSZH - AMARELO (A - B)						
2751	35260428	DIO CASSETE HDX 12F OM4 LC-UPC/MPO-UPC(F) - TIPO B - REVERSO						
2751	35260429	DIO CASSETE HDX 12F OM4 LC-UPC/MPO-UPC(F) - TIPO B - DIRETO						
2759	35260430	DIO CASSETE HDX 12F SM LC-UPC/MPO-APC(F) - TIPO B - REVERSO						
2759	35260431	DIO CASSETE HDX 12F SM LC-UPC/MPO-APC(F) - TIPO B - DIRETO						
2753	35265003	DIO MODULAR HDX 1U - MODULO BASICO						

# Diagrama de alzado de racks

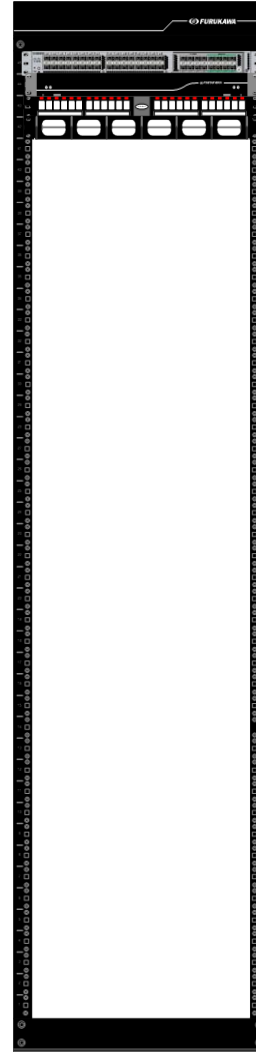
MDA  
45U



HDA  
45U

Cableado  
EDAs  
Fila MDA

Backbones  
HDAs



EDA  
42U

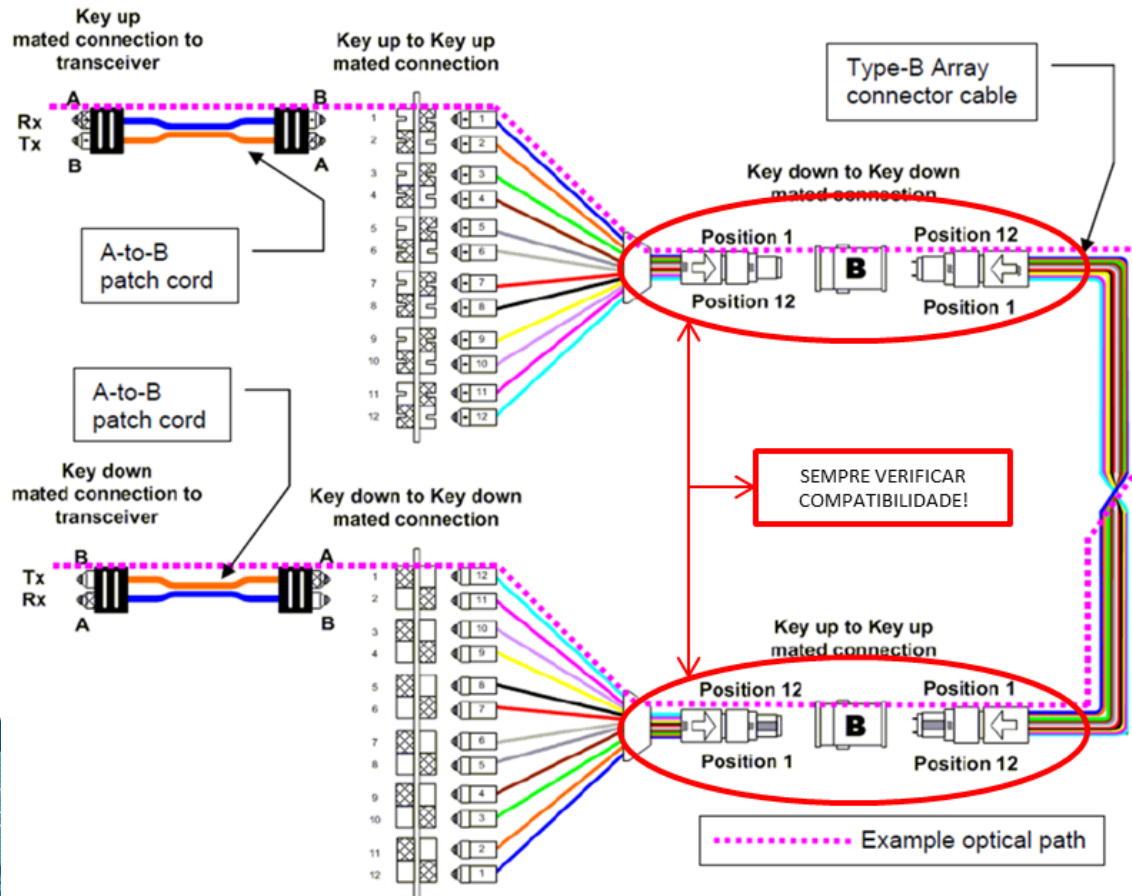


SW  
CORE



# Análisis de polaridad

Análisis de la Polaridad Óptica de los links ópticos MPO/LC;



# Análisis de Polaridad del Cableado Óptico MM

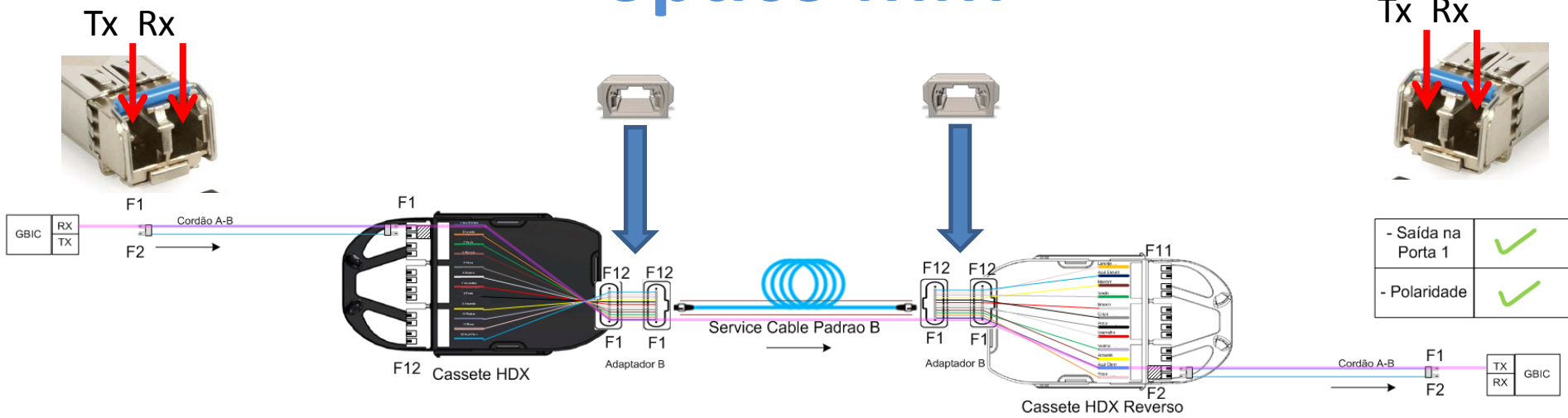


Figura 25 – Canal Exemplo Utilizando Cassetes HDX Normal e Reverso, Cordões A-B e Service Cable Padrão B.

- Saída na Porta 1	✓
- Polaridade	✓

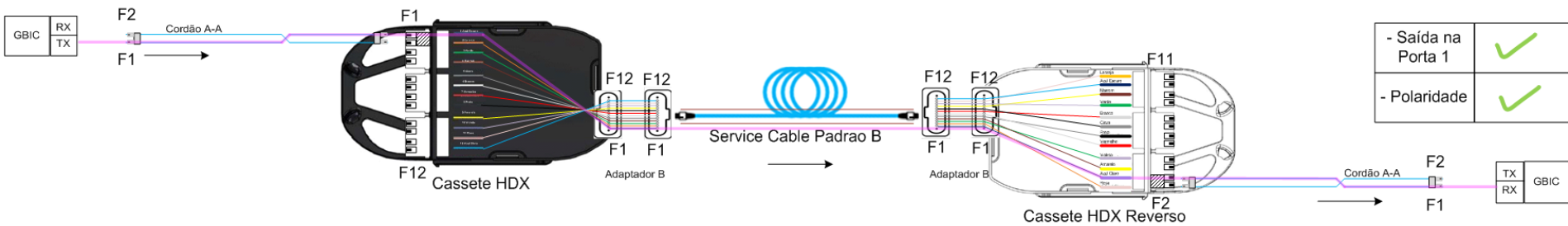


Figura 28 – Canal Exemplo Utilizando Cassetes HDX Normal e Reverso, Cordões A-A e Service Cable Padrão B.

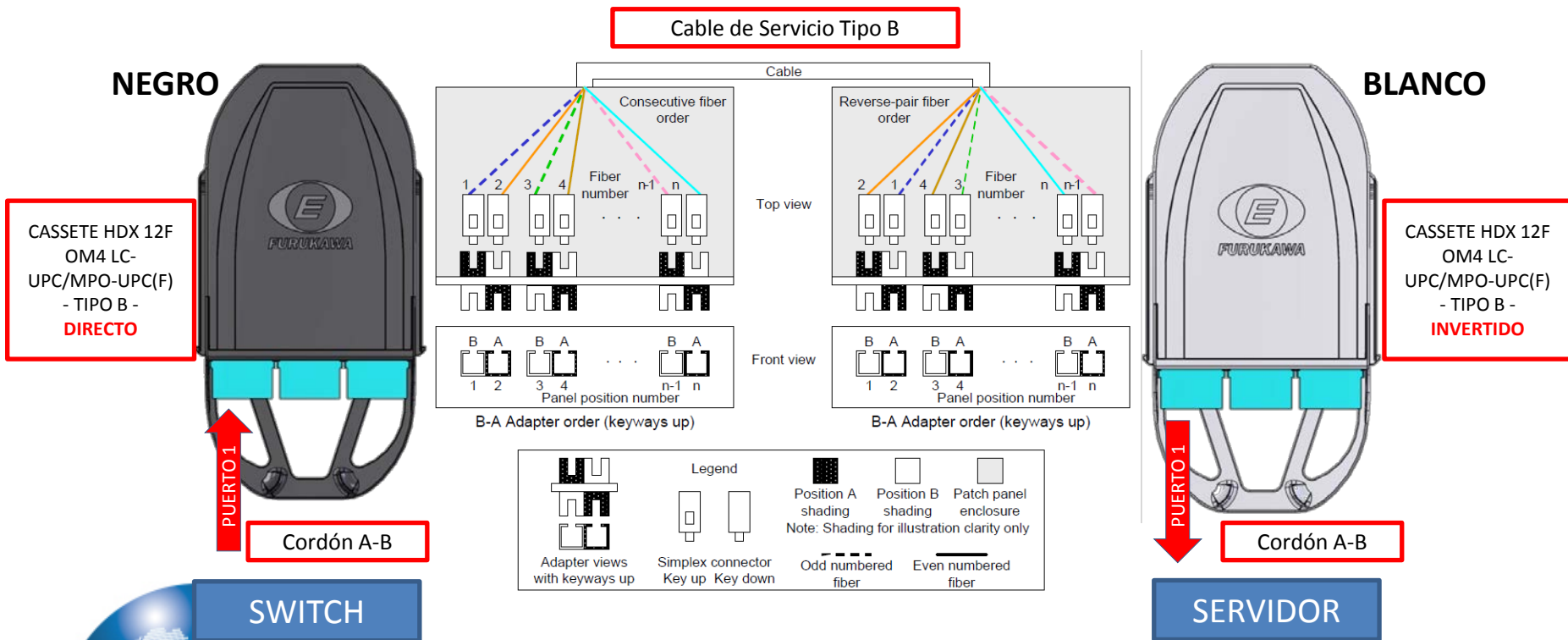
- Saída na Porta 1	✓
- Polaridade	✓





# Análisis de Polaridad del Cableado óptico

Canal óptico – “Directo” + “Invertido”



# Análisis de la polaridad del cableado óptico

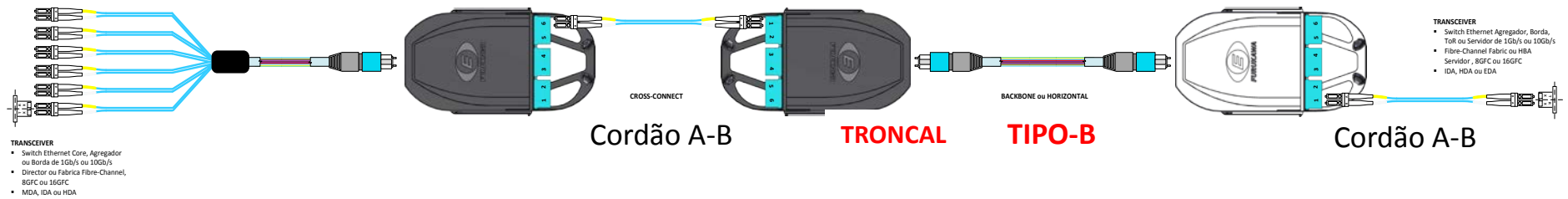
## CROSS CONNECT

Fanout

K7 Directo

K7 Directo

K7 Reverso



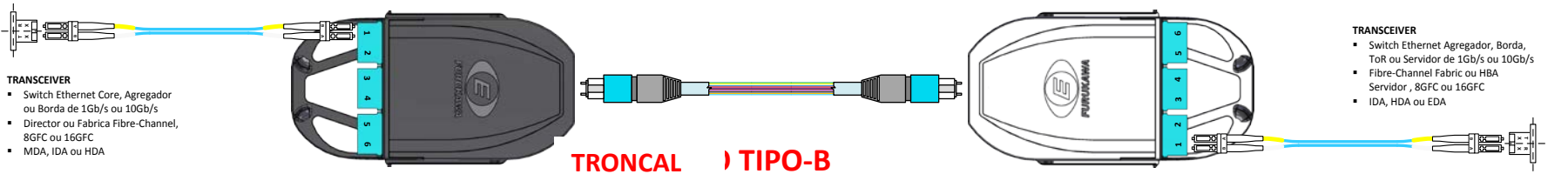
## INTER CONNECT

Cordón A-B

K7 Directo

K7 Reverso

Cordão A-B



# Análisis del presupuesto de potencia óptica

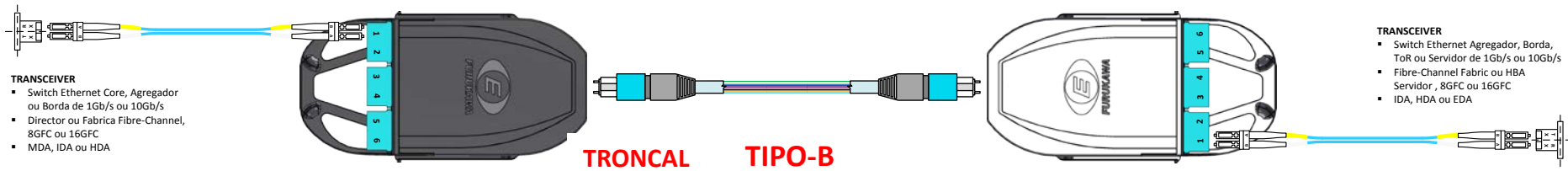
## INTER CONNECT

Cordón A-B

K7 Directo

K7 Reverso

Cordão A-B



- TRANSCEIVER**
- Switch Ethernet Core, Agregador ou Borda de 1Gb/s ou 10Gb/s
  - Director ou Fabrica Fibre-Channel, 8GFC ou 16GFC
  - MDA, IDA ou HDA

- TRANSCEIVER**
- Switch Ethernet Agregador, Borda, ToR ou Servidor de 1Gb/s ou 10Gb/s
  - Fibre-Channel Fabric ou HBA
  - Servidor, 8GFC ou 16GFC
  - IDA, HDA ou EDA

$$Att_{\text{Canal}} = Att_{\text{Cable}} + Att_{\text{Conectores}} + Att_{\text{Fusión}}$$

- Att Cable** = 150m x 3,0dB/Km = 0,45dB
- Att Conectores** = 2 k7s x 0,80dB/Km = 1,60dB
- Att Fusión** = 0dB

$$Att_{\text{Canal}} = 0,45\text{dB} + 1,60\text{dB} + 0\text{dB}$$

$$Att_{\text{Canal}} = 2,05 \text{ dB}$$



# Análisis del presupuesto de potencia óptica

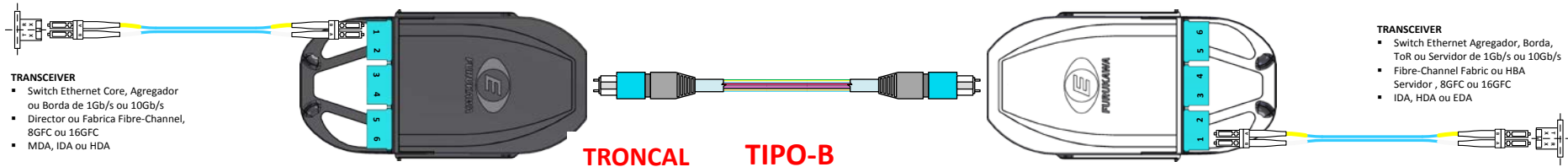
## INTER CONNECT

Cordón A-B

K7 Directo

K7 Reverso

Cordão A-B



- TRANSCIVER**
- Switch Ethernet Core, Agregador ou Borda de 1Gb/s ou 10Gb/s
  - Director ou Fabrica Fibre-Channel, 8GFC ou 16GFC
  - MDA, IDA ou HDA

- TRANSCIVER**
- Switch Ethernet Agregador, Borda, ToR ou Servidor de 1Gb/s ou 10Gb/s
  - Fibre-Channel Fabric ou HBA
  - Servidor, 8GFC ou 16GFC
  - IDA, HDA ou EDA

$$Att_{\text{Canal}} = Att_{\text{Cable}} + Att_{\text{Conectores}} + Att_{\text{Fusión}}$$

$$Att_{\text{Cable}} = 150\text{m} \times 2,5\text{dB/Km} = 0,375\text{dB}$$

$$Att_{\text{Conectores}} = 2 \text{ k7s} \times 0,35\text{dB/Con} = 0,70\text{dB}$$

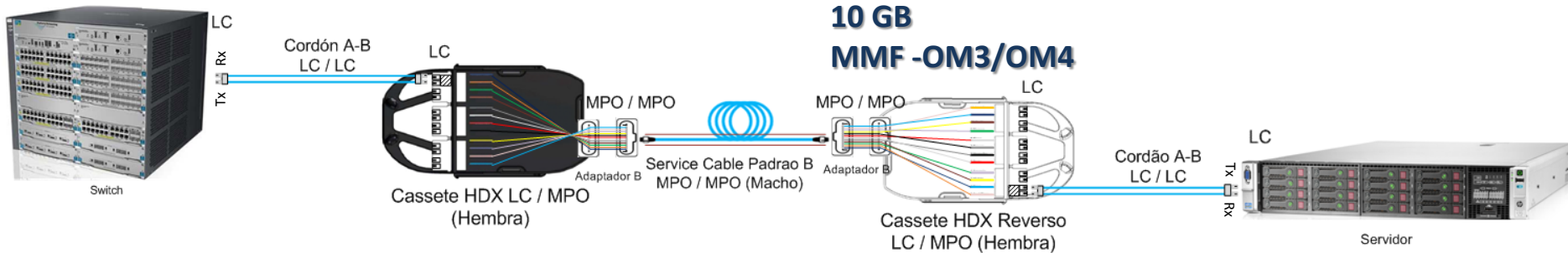
$$Att_{\text{Fusión}} = 0\text{dB}$$

$$Att_{\text{Canal}} = 0,375\text{dB} + 0,70\text{dB} + 0\text{dB}$$

$$Att_{\text{Canal}} = 1,075 \text{ dB}$$



# Análisis del presupuesto de potencia óptica



CABLING TOPOLOGY  
MDA => EDA  
SMALL DC / SAN+NAS

**Att Canal = 2,05 dB**



**ANALISIS FINAL**

**Considerando el trafico de 10Gbps, con una aplicación de red 10GBase-S, en 850nm la atenuación máxima es 2.9dB hasta 400m.**



# Conclusiones

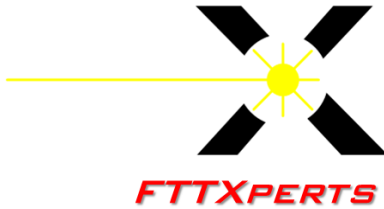
- El diseño partirá siempre de las necesidades del cliente.
- Establecer la Clase/Tipo de Disponibilidad
- Definición de infraestructura y niveles de redundancia
- Especificación de producto.



# Conclusiones

- Contar con el soporte de consultoría de 3ª parte (RCDD), especialistas en normatividad NMX. (Certificación)
- Garantizar el cumplimiento de estándares y objetivos del proyecto.
- Capacitación y adiestramiento en normatividad, diseño e instalación de DC





# Estrategias de diseño para cableado de Centros de Datos

MARCO TULIO MUNGUÍA BALVANERA, RCDD/NTS  
FTTXPERTS

CONSULTORÍA ESPECIALIZADA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE DE  
INFORMACIÓN



[mtmunguiab@fttxperts.com.mx](mailto:mtmunguiab@fttxperts.com.mx)

55-5431-2886

