

### Redes Fabric

Diseño de su red para el futuro:  
de 10G a 400G e incluso más



# Contenido

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>3</b>
<b>Nuevas arquitecturas de los centros de datos</b>	<b>3</b>
<b>Diseño de topología Fabric: capacidad</b>	<b>4</b>
<b>Arquitectura Fabric de red: la red física</b>	<b>5</b>
<b>Diseño de topología Fabric: densidad de puerto de conmutación</b>	<b>7</b>
<b>Diseño de topología Fabric: alcance</b>	<b>8</b>
<b>Diseño de topología Fabric: compatibilidad para aplicaciones</b>	<b>11</b>
<b>Resumen de soluciones de migración</b>	<b>16</b>

## Resumen ejecutivo

La amplia implementación de la virtualización y la informática en la nube ha generado la necesidad de nuevas arquitecturas de centros de datos que proporcionan latencias más bajas y rendimientos más altos. Estas nuevas arquitecturas se basan en switches de red Fabric y son diferentes a las topologías de switches tradicionales de tres capas.

Estos switches Fabric pueden adoptar varias formas: desde extensiones Fabric en una implementación Top-of-Rack, a una arquitectura Fabric centralizada en HDA o IDA, a una arquitectura full mesh. Como tal, se debe prestar atención a la forma en la que se diseña e implementa la infraestructura de la capa física para garantizar que la red Fabric pueda escalarse de forma sencilla y eficaz.

Este documento ofrece un resumen sobre la tecnología Fabric, junto con las consideraciones de diseño y un enfoque práctico para la implementación de la conectividad a fibra que puede asimilar cambios en la arquitectura, así como mayores velocidades de línea a medida que la red crece.

Los ejemplos prácticos del diseño de red Fabric con la solución de fibra preterminada SYSTIMAX® InstaPATCH® 360 permiten resaltar la importancia del diseño de infraestructuras que admitan mayores velocidades y el crecimiento de la red.

## Nuevas arquitecturas de los centros de datos

Las arquitecturas y diseños de los centros de datos han evolucionado para asimilar el crecimiento de los servicios informáticos y el almacenamiento en la nube. Los centros de datos de empresas privadas tradicionales están adoptando sus arquitecturas actuales con el objetivo de prepararse para diseños en la nube nuevos y ágiles. Estas nuevas arquitecturas empresariales se parecen a las instalaciones de gran escala, pero están diseñadas para admitir una gran variedad de aplicaciones empresariales.

Para prepararse para arquitecturas en la nube, se ha desarrollado una ruta directa optimizada para la comunicación servidor a servidor con la arquitectura leaf-spine (consulte la figura 1). Este diseño permite a las aplicaciones de cualquier dispositivo de almacenamiento y cálculo trabajar conjuntamente de forma escalable y predecible independientemente de su ubicación geográfica en el centro de datos.

Las «redes en la nube» se basan en una arquitectura compuesta por conexiones en forma de malla entre switches de nodo secundario (leaf) y de nodo principal (spine). A menudo, la malla de enlaces de red se conoce como «arquitectura Fabric de red». El rendimiento de esta arquitectura es perfecto para establecer «servicios en la nube» universales: de este modo, se permite la conectividad multipunto con una capacidad predecible y una latencia inferior. La arquitectura Fabric presenta una redundancia inherente, puesto que múltiples switches se extienden por el centro de datos para ayudar a garantizar una mejor disponibilidad de aplicación. La implementación y la ampliación de estos diseños de red distribuida pueden resultar mucho más rentables si se comparan con las enormes plataformas de switches centralizadas tradicionales.

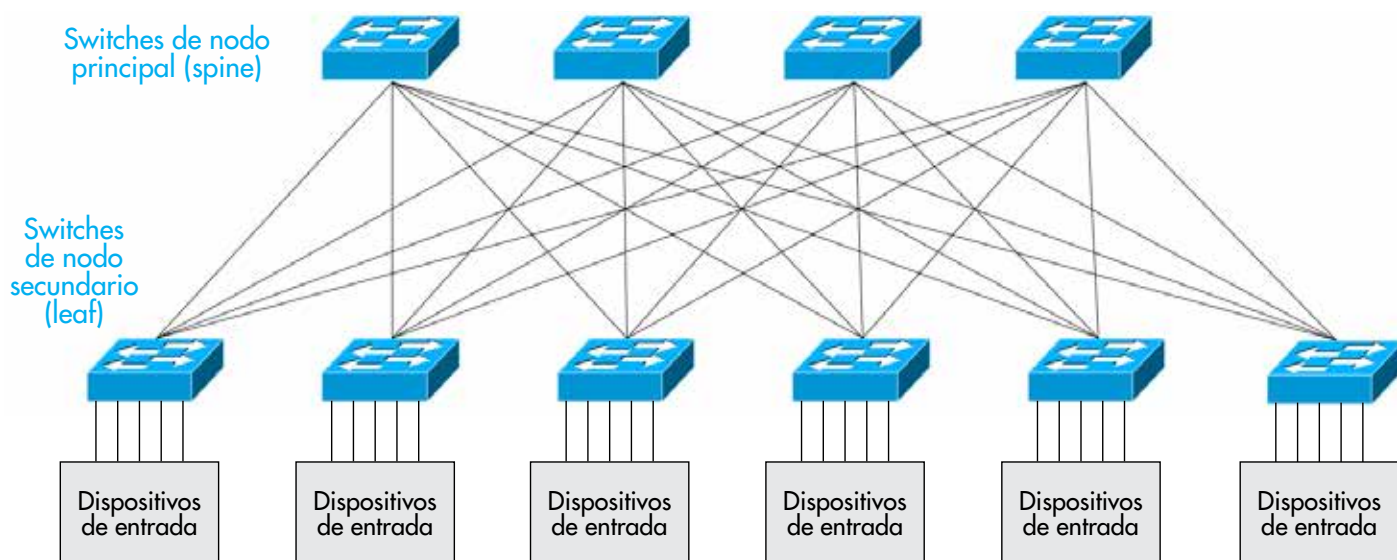


Figura A. Una arquitectura de red «tipo malla» con conexiones entre switches de nodo secundario (leaf) y de nodo principal (spine), que proporcionan conectividad multipunto

## Diseño de topología Fabric: capacidad

La forma tradicional de diseñar redes consiste en determinar el tráfico mediante un proceso de agregación (p. ej. si una red necesita admitir 10 enlaces de datos de 1 Gb cada uno, sumar los mismos indicaría que se necesitan enlaces de red de 10 Gb). Sin embargo, las redes leaf-spine funcionan de forma diferente. Para ampliar las redes Fabric, los diseñadores necesitan tener en cuenta los factores siguientes:

- La velocidad (o el ancho de banda) de los enlaces Fabric
- El número de puertos del dispositivo de cálculo/almacenamiento (también conocidos como «puertos de entrada»)
- El ancho de banda total necesario para dar servicio a todas las aplicaciones del centro de datos

La velocidad de la red Fabric no se refiere a la capacidad total de carga entre cada par de nodos secundarios en la arquitectura Fabric, sino al ancho de banda total entre cada nodo secundario y todos los switches de nodo principal.

En el ejemplo anterior, hay cuatro switches de nodo principal. Si cada switch de nodo secundario dispone de un enlace de 40 Gb para cada nodo principal, el resultado sería una arquitectura Fabric de 160 Gb. Se debe tener en cuenta que los switches de nodo secundario deben disponer de la misma velocidad de enlace que los switches de nodo principal. También se debe tener en cuenta que no se dispone de conexiones del dispositivo directas a los switches de nodo principal.

La velocidad de Fabric debe adaptarse para dar cabida a la mayor cantidad de tráfico que pueda enviar un solo switch de nodo secundario. Por ejemplo, si hay 48 puertos de 10 Gb conectados a servidores de alta velocidad, la arquitectura Fabric necesitaría admitir  $48 \times 10 \text{ Gb}$  o 480 Gb de ancho de banda.

El número total de puertos de entrada es el siguiente aspecto que se debe tener en cuenta. Se trata de una función del número de switches de nodo secundario en la arquitectura Fabric. Por ejemplo, si un switch de nodo secundario proporciona 24 puertos de 10 Gb, cada nodo secundario adicional aportará 24 puertos al total de la arquitectura Fabric. Solo puede añadirse un nuevo nodo secundario si cada switch de nodo principal cuenta con un puerto adicional disponible para un switch de nodo secundario nuevo.

Si los enlaces entre switches de nodos secundarios-principales (a 40 Gb, por ejemplo) presentan una mayor capacidad que los enlaces de puerto de entrada (a 10 Gb, por ejemplo), el diseño se considera de tipo fat tree. Si los enlaces se mantienen a la misma velocidad (p. ej., entrada 10G: leaf-spine 4 x 10G), el diseño se considera de tipo skinny tree. Los diseños fat tree presentan ventajas claras para ampliar la arquitectura Fabric del centro de datos. Todos los switches de nodo secundario y principal deben disponer de puertos suficientes para permitir conexiones multipunto de tipo malla. El número de puertos y la capacidad de cada puerto predetermina el tamaño máximo y el ancho de banda al que puede aspirar la arquitectura Fabric.

Un diseño fat tree típico puede usar enlaces Fabric de 40 Gb. En nuestro anterior ejemplo, tenemos cuatro switches de nodo principal que admiten seis puertos de 40 Gb cada uno, obteniendo un ancho de banda total de 240 Gb. Teniendo en cuenta que cada switch de nodo secundario cuenta con 48 puertos de 10 Gb, este cubre un total de 288 puertos de entrada de 10 Gb. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos se conecta mediante conexión doble, por lo que requiere dos puertos de 10 Gb por dispositivo de entrada. Esta configuración admite 144 dispositivos de entrada completamente redundantes.

### Diseño de topología Fabric: sobresuscripción

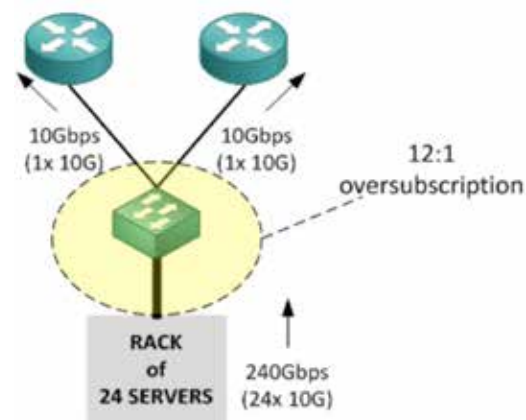


Figura 2. Sobresuscripción y velocidades de enlaces leaf-spine

El ancho de banda total puede calcularse multiplicando el número de puertos de entrada por la velocidad de los puertos de entrada, o el número de puertos principales por la velocidad de los puertos principales. Si no se produce una sobresuscripción, estos dos números serán iguales. La arquitectura Fabric de red se ha diseñado para no resultar un elemento de bloqueo, donde todo el tráfico producido por los dispositivos de entrada pueda fluir por la arquitectura Fabric sin demora o «bloqueo». Sobresuscripción significa que determinado tráfico puede bloquearse o demorarse

porque los recursos están siendo utilizados por completo por otros elementos. El bloqueo puede influir considerablemente en las aplicaciones de los centros de datos, especialmente en aplicaciones como FCoE, que dependen de un entorno que no produzca bloqueo. Muchas arquitecturas de red Fabric conservan redes de almacenamiento independientes: algunas con Fibre Channel, otras con almacenamiento basado en IP y otras con almacenamiento distribuido definido mediante software.

Los diseñadores tienen en cuenta cómo las aplicaciones se comunican y calculan los requisitos globales de capacidad, equivalente al tamaño de Fabric de la red. Algunos diseños de red incluyen un compromiso que se adapta al presupuesto y la calidad de servicio adecuada para los servicios que se van a prestar, lo que significa que se diseña un nivel aceptable de bloqueo o contención para los recursos en red dentro de la arquitectura global de la red. El índice de sobresuscripción describe el nivel de contención de recursos existente para los dispositivos de entrada. La figura 2 muestra un ejemplo con un índice de sobresuscripción de 12:1.

Si el índice de sobresuscripción es demasiado elevado, el rendimiento de las aplicaciones se ve afectado. Si el índice de sobresuscripción se mantiene muy bajo, el número de servidores y, por tanto, el número de aplicaciones que pueden funcionar en la red Fabric, se ve reducido. El equilibrio entre el coste capital y la capacidad de aplicación es un factor decisivo en el diseño. También es un factor que cambia rápidamente a lo largo del tiempo a medida que aumenta la demanda de aplicaciones. La capacidad del hardware del servidor tiende a aumentar, lo que significa que la capacidad de enlace de la red Fabric estará sometida a grandes cargas.

Por todo lo anterior, queda claro que la capacidad de enlace leaf-spine puede mejorar el nivel del servicio minimizando el índice de sobresuscripción y aumentando el número de servidores que puede admitir la red Fabric. Lo ideal sería que la capacidad de dichos enlaces fuese la mayor posible.

Mientras la red se expande, deben establecerse conexiones con uno de cada dos dispositivos de pares. El número de conexiones aumenta rápidamente mientras se añaden switches de nodo secundario. La conectividad de la capa física debe adaptarse para admitir dichas arquitecturas Fabric de red con una mayor densidad, mayor velocidad de enlace de red y modularidad multifibra, lo cual contribuye, a su vez, a la implementación de la velocidad y a la disponibilidad de la red. Las siguientes imágenes muestran cables MPO del equipo que pueden utilizarse para ofrecer conexiones físicas para el enlace de red Ethernet QSFP (4 X 10G)—40G.

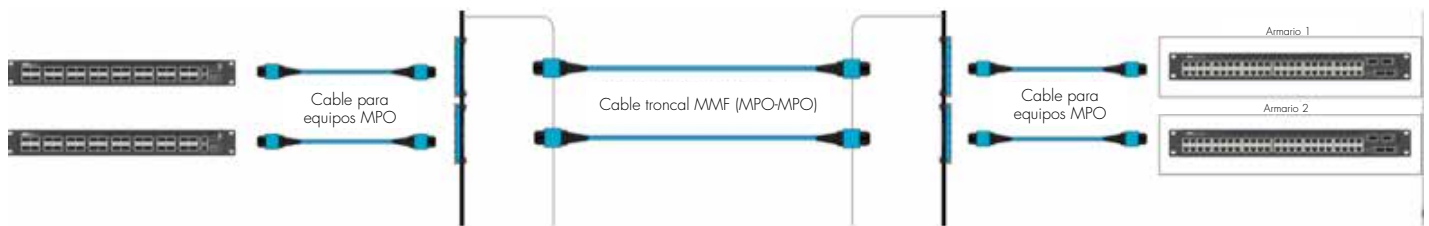


Figura 3. Conectividad de switch 40G con 40GBASE-SR4 (nota: por motivos de simplicidad, no se muestran los pines)

Para mejorar la capacidad de la red, los componentes ópticos deben proporcionar un ancho de banda elevado y un bajo nivel de pérdida, a la vez que crecen para alcanzar las nuevas velocidades de red. 40G, 100G o incluso 400G deberían formar parte de los requisitos del diseño inicial para evitar la necesidad de rediseñar la infraestructura del cableado.

La tecnología de red óptica compatible con estos enlaces progresa de forma vertiginosa. Las velocidades aumentan considerablemente y, en algunos casos, las soluciones ofrecidas en este área son pioneras con respecto a los estándares de la industria. El beneficio económico de estas opciones constituye la clave para mantenerse al día con los requisitos de capacidad global en los centros de datos. Además, también constituye un elemento clave para lograr el equilibrio entre gastos de capital y el riesgo de disponibilidad.

## Arquitectura Fabric de red: la red física

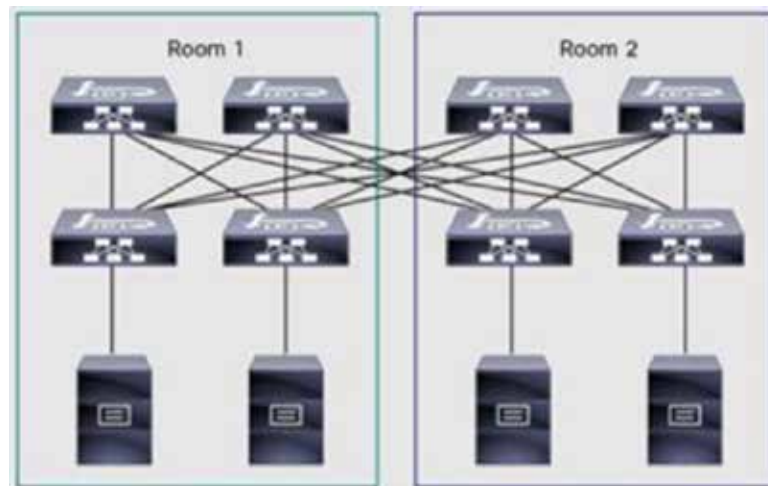


Figura 4. Diseño leaf-spine que se expande en pasillos múltiples

La implementación de redes Fabric se parece en varios aspectos a las redes tradicionales de tres niveles implementadas en el pasado: deben ser ampliables, manejables y fiables. El uso de diseños de cableado estructurado se mantiene igual de válido y valioso a la hora de implementar topologías de red Fabric. Los espacios y canalizaciones se mantienen igual. La arquitectura Fabric puede ocupar varios pasillos de un centro de datos. Los elementos Fabric también necesitan asistencia de red para una gestión aparte. Dichos requisitos de diseño físico se incorporan en el diseño del espacio. A continuación, se muestra el diseño habitual.

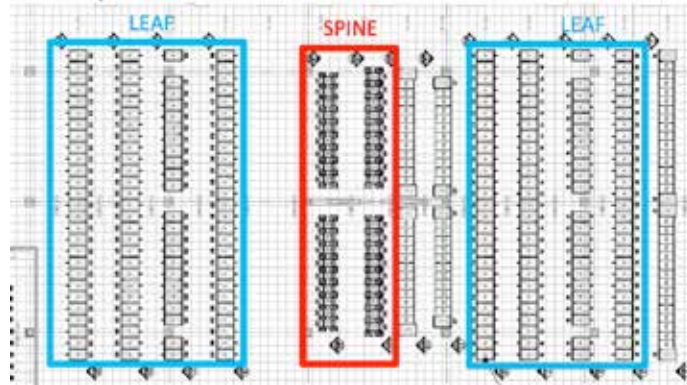


Figura 5. Vista en plano de los diseños de armario leaf-spine

La figura 6 muestra una topología típica de centros de datos<sup>1</sup> con una conexión cruzada en IDA: los switches de nodo principal se muestran en el área de distribución principal (MDA, por sus siglas en inglés) y los switches de nodo secundario se muestran en el área de distribución horizontal (HDA, por sus siglas en inglés).

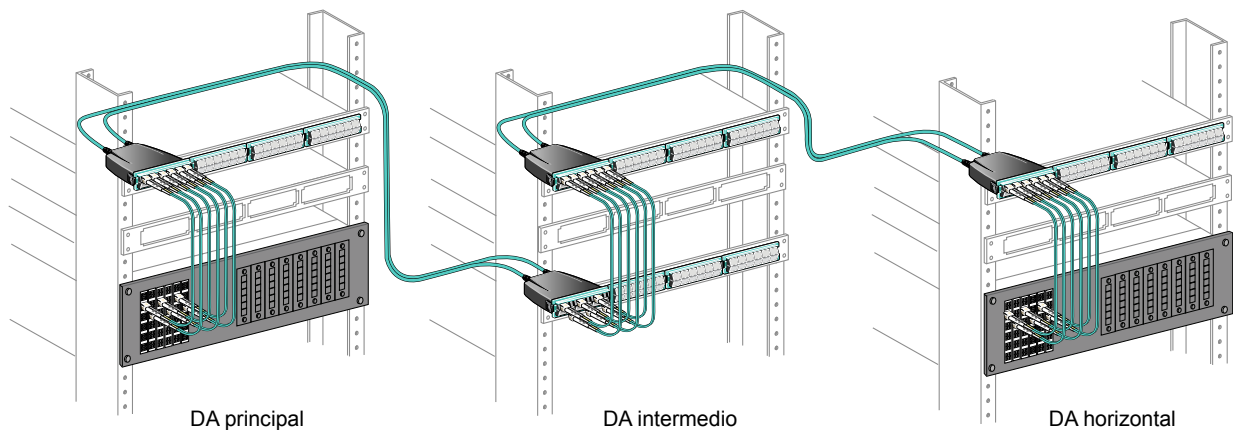


Figura 6. Leaf-spine con conexión cruzada InstaPATCH 360 en IDA

Diseñar la red Fabric con una conexión cruzada mejora considerablemente la flexibilidad y la agilidad, y simplifica lo que podría ser un canal muy complejo. El uso de conexiones cruzadas en los centros de datos se ha convertido en un aspecto obligatorio en Europa debido al estándar CENELEC EN 50600-X. Se recomienda una arquitectura con conexión cruzada debido a su capacidad de ofrecer conectividad de puertos multipunto.

<sup>1</sup>Para obtener más información sobre topologías de red, consulte el estándar de centros de datos BICSI.

## Espacios y canalizaciones de los centros de datos que admiten arquitecturas de red Fabric

El diseño de enlaces de red físicos dependerá notablemente de la topología general de la red y del proveedor de la red. Algunos proveedores de switches ofrecen sistemas ópticos patentados con una clara preferencia por medios multimodo o monomodo. Otros prefieren switches basados en chasis grandes y cableado horizontal basado en zona. La visión de futuro de las redes de próxima generación también cambiará. En algunos casos, el equipo encargado del diseño del cableado es el último en saber con qué hardware de red en concreto debe ser compatible al principio. El conjunto ideal de herramientas cubrirá la gran variedad de opciones que pueden surgir y facilitará el proceso de evaluación de las futuras opciones de red. Todo ello favorece la aparición de innovaciones y evita el bloqueo del proveedor.

El sistema de cableado de fibra preterminado InstaPATCH 360, que se muestra en la figura 6, es ideal para proporcionar una plataforma de cableado estructurada de serie y de gran rendimiento que gestiona fácilmente la gran cantidad de aplicaciones de fibra necesarias para las redes Fabric. Los latiguillos, módulos y cables troncales InstaPATCH 360 están configurados para cumplir los requisitos de servidores y switches del presente, así como para proporcionar una migración compatible con los requisitos del futuro.

En el ejemplo de red Fabric, debatimos cómo lograr que el aspecto de la conectividad leaf-spine fuera como el que se muestra más abajo: un enlace de fibra multimodo en paralelo. Este diseño utiliza un sistema óptico multimodo de menor coste, mantiene la retrocompatibilidad con las anteriores tecnologías de red y puede proporcionar una actualización a la capacidad futura 100G mediante un diseño de enlace válido.



Figura 7. Leaf-spine con enlace de fibra paralela y DA intermedio

## Diseño de topología Fabric: densidad de puerto de conmutación

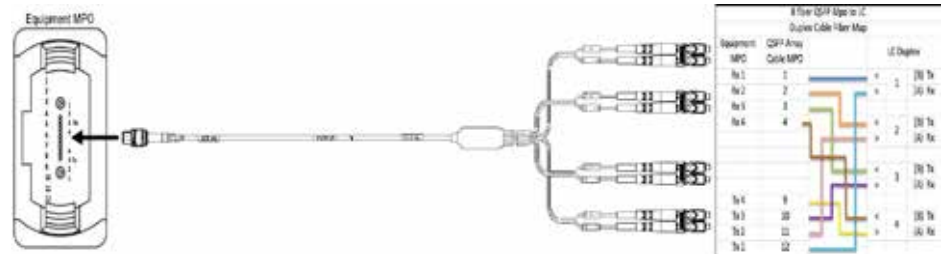


Figura 8. De QSFP a LC

Pueden recopilarse varios puertos 10G para admitir enlaces de mayor capacidad. Los estándares IEEE mantienen un grupo de cuatro puertos 10G que funcionan en conjunto combinados en un único conector MPO de 12 fibras para formar un enlace de 40G. Se utiliza este estándar QSFP para crear enlaces de mayor capacidad (40G) y, a menudo, también se utiliza para conectar un puerto único en un nodo secundario para cuatro servidores. De esta manera, se mejora la densidad troncal y la capacidad del nodo secundario. Combinar cuatro puertos LC en un QSFP cubre una densidad mejorada de 4:1 en un switch de nodo secundario en comparación con el uso de puertos serie independientes diseñados para interfaces SFP+.

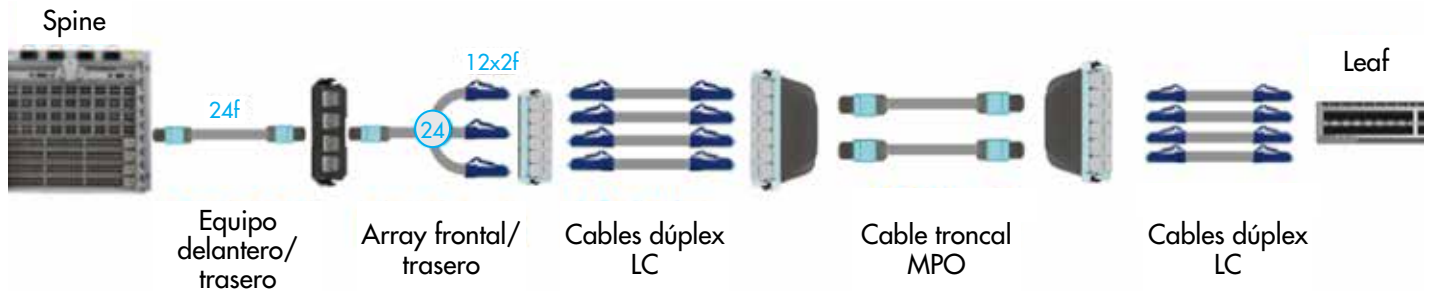


Figura 9. Conectividad de servidor a nodo secundario con InstaPATCH 360

Los proveedores de equipos utilizan conectores MPO para ofrecer una mayor densidad de fibra. Por ejemplo, algunos proveedores ofrecen 12 puertos de 10 Gb en un conector MPO de 24 fibras. Estos puertos pueden agruparse en tres (40G cada uno) o, quizás, dividirse en 12 puertos de 10G para conexiones de dispositivos. Agrupar las fibras en sistemas de conexión de mayor densidad permite ahorrar espacio de panel en los dispositivos de red y proporciona una gestión eficiente a través de distribuciones en paralelo en los enlaces de fibra.

## Diseño de topología Fabric: alcance

A menudo, los centros de datos son grandes en relación con el espacio físico y el número de dispositivos informáticos y de almacenamiento que contienen. Existen varios estándares de centros de datos que detallan las buenas prácticas para el cableado de red y el diseño de espacios. Los ejemplos incluyen ANSI/TIA-942-B, ISO/IEC 11801-5, así como CENELEC EN50173-5 y EN50600-X.

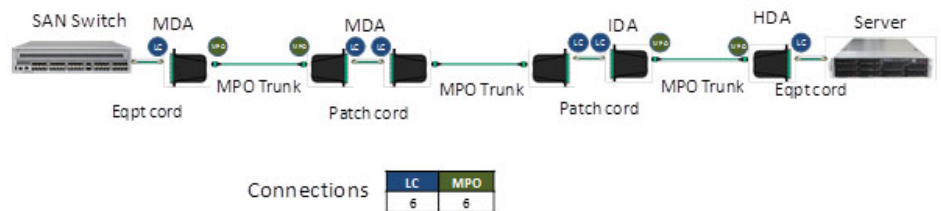
Los diseños de cableado estructurado permiten aumentar y mejorar el tiempo medio de reparación (MTTR) y la disponibilidad general. Por lo tanto, es preferible mantener esta estructura de cableado con topologías de red Fabric. Los enlaces leaf-spine también deben utilizar vías de comunicación en espacios de comunicación designados, igual que sucedía con las topologías de red anteriores.

Ofrecer enlaces de gran capacidad a un precio razonable es el elemento clave de diseño en las redes Fabric. Por norma general, los dispositivos ópticos multimodo son más baratos que los dispositivos ópticos monomodo equivalentes, especialmente cuando la velocidad de la red aumenta. En la actualidad, los diseñadores de redes cuentan con una amplia variedad de opciones disponibles: soluciones patentadas y basadas en estándares, que ofrecen distintas combinaciones de capacidad, costes y riesgos operativos/beneficios. Están surgiendo nuevas interfaces de enlace de datos que ofrecerán todavía más opciones para el diseño de enlaces. La tecnología de cableado debe permitir la capacidad de red a corto plazo y dar paso a diseños Fabric con mayor tamaño y capacidad.

Por lo tanto, la ingeniería de enlaces de red es un factor importante en el diseño de redes Fabric. Las zonas de cableado pueden resultar útiles en cada una de las áreas de distribución, tal y como se muestra en la siguiente configuración de ejemplo. El soporte para aplicaciones de red suele variar pero, por norma general, cuando mayor sea la velocidad, menor será la distancia que puede admitir un enlace de cableado estructurado. Al aumentar el número de cables, también se reduce la señal en el enlace y, por tanto, se reduce la distancia útil del enlace. A menudo, los fabricantes de hardware de red proporcionan especificaciones de aplicación en términos de distancia punto a punto máxima admitida. Es importante comprender la relación que dichas especificaciones tendrán cuando observamos los diseños de cableado estructurado reales.

Supongamos que tiene previsto implementar nuevos servicios de centro de datos para las topologías mostradas en la figura 10. Las aplicaciones que deben admitirse actualmente incluyen Ethernet de 10 Gb y Fibre Channel (FC) de 8G. El centro de datos se ha organizado en pasillos de datos manejables dentro del propio centro de datos. ¿Surgirán problemas para admitir las longitudes de enlace que requiere su diseño?

### Situación 1: Servidor a SAN, FC de 8G a través de fibra OM4



### Situación 2: Servidor a red: 10 GbE a través de fibra OM4

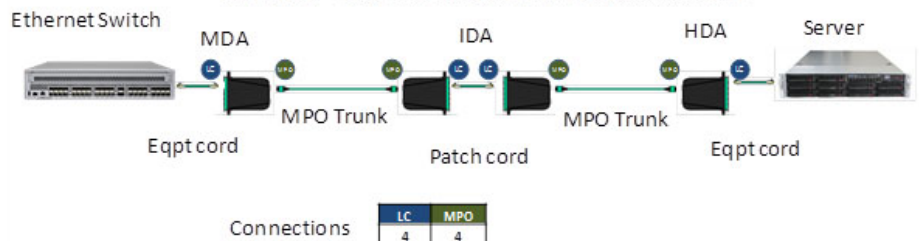


Figura 10. Ejemplo de topologías de centros de datos

Parte del propósito del diseño precisa que, para garantizar futuras ampliaciones de capacidad, la infraestructura de red pueda ser capaz de admitir, como mínimo, las siguientes velocidades más altas en enlaces de datos. La comunidad de proveedores ofrece varias opciones: algunas soluciones monomodo, otras multimodo, otras basadas en estándares y algunas otras soluciones nuevas patentadas. ¿Cuáles de las posibles aplicaciones de red futuras admitirá su diseño inicial?

El proceso de identificar la mejor solución comienza con entender las opciones de diseño. ¿Funcionará de manera fiable la topología propuesta con el equipo de red que se ha previsto? Si hay opciones disponibles, ¿qué estrategia parece ofrecer el mejor coste comercial y la mayor fiabilidad? Para responder a estas cuestiones, conozcamos los estándares del sector que describen las opciones de nuestros enlaces de datos Ethernet. Esta tabla incluye estándares completos así como otros que están en la fase de evaluación por el grupo de expertos. Existen aplicaciones adicionales, incluidas la 50G y 200G, que se encuentran en la fase de grupo de trabajo en IEEE 802.3.



Aplicación	Estándar	Referencia IEEE	Medios	Velocidad	Distancia al objetivo
Ethernet de 10 Gigabit	10GBASE-SR	802.3ae	MMF	10 Gb/s	33 m (OM1) a 550 m (OM4)
	10GBASE-LR		SMF		10 km
	10GBASE-LX4		MMF		300 m
	10GBASE-ER		SMF		40 km
	10GBASE-LRM	802.3aq	MMF		220 m (OM1/OM2) a 300 m (OM3)
Ethernet de 25 Gigabit	25GBASE-SR	P802.3by	MMF	25 Gb/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
Ethernet de 40 Gigabit	40GBASE-SR4	802.3bm	MMF	40 Gb/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	40GBASE-LR4		SMF		10 km
	40GBASE-FR		SMF		2 km
	40GBASE-ER4		SMF		40 km
Ethernet de 100 Gigabit	100GBASE-SR10	802.3bm	MMF	100 Gb/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	100GBASE-LR4		SMF		10 km
	100GBASE-SR4		SMF		70 m (OM3) 100 m (OM4)
	100GBASE-ER4		SMF		40 km
Ethernet de 400 Gigabit	400GBASE-SR16	P802.3bs	MMF	400 Gb/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
	400GBASE-DR4		SMF		500 m
	400GBASE-FR8		SMF		2 km
	400GBASE-LR8		SMF		10 km

Figura 11. Estándares de aplicación de fibras Ethernet (los estándares en curso se muestran en rojo)

Los estándares del sector ofrecen reglas de diseño que podemos utilizar para determinar si la topología de nuestro centro de datos admitirá de forma fiable los requisitos de diseño de aplicación. Si recordamos los requisitos de diseño del centro de datos, podemos evaluar cada topología de enlace para determinar las longitudes de enlace máximas y las pérdidas de señal máximas. ¿Cuál es la pérdida total de la conectividad total en el enlace? ¿Cómo se compara la combinación de longitud y pérdida con los límites establecidos por el estándar de aplicación? Comparar cada caso con los estándares nos llevará a decidir si continuar o no con nuestro diseño.

Determinar las pérdidas para los enlaces del sistema requiere conocer los componentes implementados. Estas características varían de un proveedor a otro e, incluso, dentro de un mismo lote de producción. Obviamente, nos interesan los valores de pérdidas de inserción en los peores casos para poder garantizar que no superamos las tolerancias permitidas por el equipo que conforma la red. La fibra de gran ancho de banda pueden admitir enlaces mucho mayores, mientras que la fibra de menor calidad necesitará longitudes más cortas para funcionar de forma fiable. Al basar su diseño en estándares y en los datos de rendimiento de los componentes suministrados por el proveedor, todos los cálculos de enlace quedan en sus manos como diseñador del sistema de cableado.

Dentro de los requisitos de un diseño con miras al futuro estará, como mínimo, que la topología del diseño inicial admita la siguiente velocidad de red más alta. Debe considerarse una serie de combinaciones.

Buscamos la pérdida máxima (no la media o habitual) con la que cada elemento del cableado contribuirá al enlace que estamos diseñando. Debe tenerse en cuenta el ancho de banda de la fibra: por ejemplo, OM3 dispone de menor ancho de banda que OM4. Podemos valorar la posibilidad de enlaces multifibra paralelos en el futuro. Por último, podemos valorar el impacto de la escala y el tamaño del centro de datos, ¿de qué manera la longitud de los enlaces necesarios limita las opciones que tenemos para las velocidades de red de próxima generación?

Al efectuar el análisis de las dos situaciones descritas anteriormente con componentes estándar, es preciso incluir los valores de pérdidas de inserción en los peores casos para todos los componentes del canal. En este ejemplo, los módulos LC/MPO presentan una pérdida de inserción de 0,5 dB y los cables troncales de fibra presentan una pérdida de inserción de 3,5 dB/km. Se considera que los latiguillos de fibra dúplex presentan pocos metros de longitud, de forma que no contribuirán materialmente a la pérdida de inserción general.

Atendiendo a dichos valores, la pérdida de inserción total asciende a 3,34 dB, lo que supera la pérdida de inserción máxima de 2,19 dB del Fibre Channel de 8G. Este enlace, tal y como se ha diseñado, fallará o sufrirá demasiados errores.

### Situación 1: Servidor a SAN, FC de 8G a través de fibra OM4

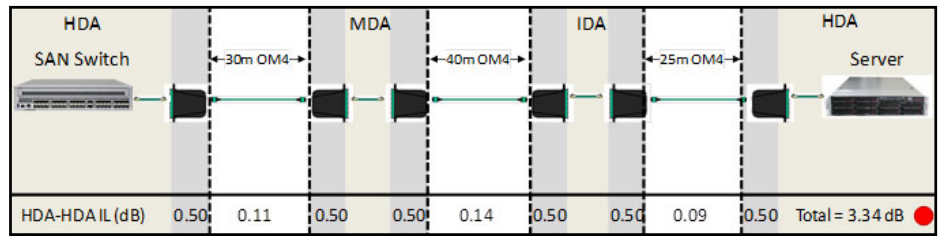


Figura 12. Cálculos de presupuesto de pérdida para el enlace de servidor a SAN a través de fibra OM4

Se realiza un análisis similar para la segunda situación, la cual se refiere a un enlace de servidor Ethernet de 10G a red que funciona a través de 130 metros de fibra OM4. En esta situación, el presupuesto de pérdida total es de 2,39 dB, es decir, por debajo del límite de pérdida para esta aplicación a través de fibra OM4. Teniendo en cuenta este análisis, el enlace debería funcionar correctamente.

Algo que sucede con frecuencia en las operaciones de los centros de datos es la inserción de conexiones adicionales a medida que la red crece y se ponen en funcionamiento nuevos pasillos de datos. En este ejemplo, se ha añadido una conexión adicional en el IDA, lo que aumenta la longitud total del canal a 150 metros y añade dos módulos LC/MPO más. Como se muestra a continuación, la pérdida total de inserción asciende ahora a 3,53 dB, lo que sobrepasa el valor máximo permitido. El enlace, tal y como se ha diseñado, fallará o sufrirá demasiados errores.

### Situación 2: Servidor a red: 10 GbE a través de fibra OM4

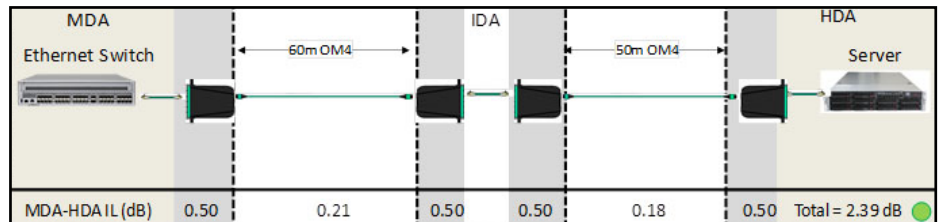


Figura 13. Cálculos de presupuesto de pérdida para el enlace de servidor a red a través de fibra OM4

### Situación 2a: Servidor a red: tramo adicional añadido

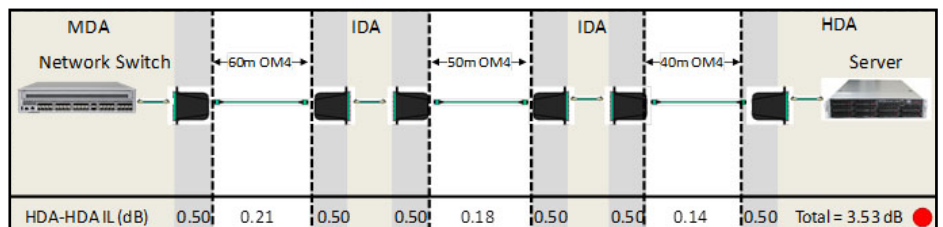


Figura 14. Cálculos de presupuesto de pérdida para el enlace de servidor a red a través de fibra OM4, conexiones adicionales añadidas

Si tenemos en cuenta la posibilidad de ampliar este enlace de 10 GbE a 40 GbE mediante fibra óptica 40GBASE-SR4, el cálculo de la pérdida de inserción se realiza tal y como se muestra a continuación. Nota: La pérdida total de inserción se ha reducido al ampliar de 10 GbE en serie a 40 GbE con fibra óptica paralela, basada en la sustitución de los módulos LC/MPO con adaptadores MPO simples. No obstante, a pesar de reducir la pérdida de inserción, el enlace ha sobrepasado el presupuesto de pérdida global para 40GBASE-SR4 de 1,5 dB para aplicaciones en fibra OM4. De esta forma, sería más probable que este enlace fallara o sufriera errores cuando se actualice a 40 GbE.

### Situación 2b: Servidor a red: ampliación a 40 GbE a través de fibra OM4

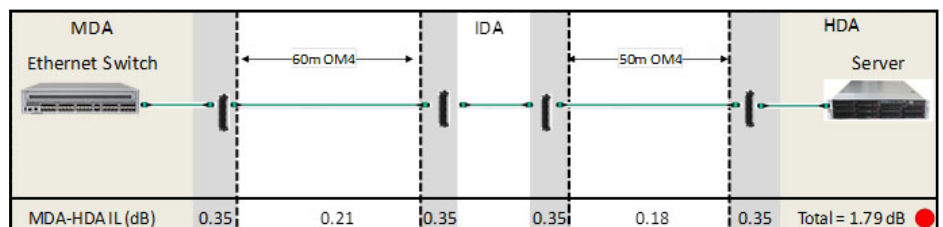


Figura 15. Cálculos de presupuesto de pérdida para el enlace de servidor a red a través de fibra OM4, ampliación a 40G

Las imágenes anteriores muestran los cálculos básicos, teniendo en cuenta la pérdida de conectores, cableado y límites de especificaciones. El diseño de nuestro centro de datos real incluye una gran variedad de requisitos de cableado, de forma que deben tenerse en cuenta el total de todas las conexiones y la suma de las longitudes de cables para las distintas combinaciones de enlace que necesitamos.

Para dar respuesta a estas cuestiones, tenemos que emplear un punto de vista simplista. Añadir las pérdidas totales y comparar los resultados con los requisitos de los estándares nos llevará a decidir si seguimos adelante o no. Debemos repetir este proceso para cada topología de enlace y cada tipo de aplicación con el fin de comprender por completo el centro de datos. Este proceso conlleva mucho tiempo. Por ejemplo, al cambiar los proveedores, la pérdida máxima de cada componente podría cambiar. Aun así, otros proveedores no presupuestan los valores máximos, solo valores de pérdida típicos que no resultan útiles para este ejercicio.



Fibra multimodo dúplex con conectores LC en ambos extremos

Figura 16. Transmisión bidireccional

Existen otras tecnologías patentadas específicas de cada proveedor que tienen límites de enlaces específicos, pero no están definidos por los estándares del sector. El esquema QSFP-40G-SR-BD de Cisco BiDi (mostrado anteriormente) es un ejemplo de un nuevo diseño de enlace que utiliza dos longitudes de onda en cada una de las dos fibras para obtener una capacidad general de 40 Gb/s. En este caso, no existen límites estandarizados con los que comparar los diseños de enlace. El diseño de enlace depende de las especificaciones del proveedor y está sujeto a la información de diseño que ofrecen para varias topologías de cableado.

Existen varias opciones en función de la volatilidad del diseño de red y los innumerables tipos de medios a elegir. La ingeniería de redes basada en criterios de enlace no es una tarea sencilla. Mientras las redes Fabric disponen de una tolerancia a errores inherente, los enlaces físicos no deberían suponer un punto de riesgo. Si se opta por adquirir componentes basados en estándares, el usuario final tendrá que evaluar los diseños de enlace generales y, a continuación, determinar si se ajustan a sus objetivos. Ningún proveedor garantiza que el diseño del usuario final funcionará como se requiere. Estos proveedores solo certifican el rendimiento de los componentes, no el funcionamiento general del enlace.

## Diseño de topología Fabric: compatibilidad para aplicaciones

Los anteriores elementos de capacidad, topología del cableado, densidad, alcance y los requisitos de hardware de red se suman para admitir un diseño de enlace o una aplicación de red en particular. Mantener dichas opciones abiertas implica tener en cuenta las permutaciones y combinaciones que tienen sentido para su centro de datos. ¿Una solución patentada bloqueará sus opciones en el futuro?

CommScope ha desarrollado la solución InstaPATCH 360 para ofrecer una solución modular lista para usar que admita todas las combinaciones de tipos de fibra, números de canales y estrategias de topología compatibles con las redes Fabric. Además, CommScope ofrece asistencia en el diseño de aplicaciones. Puede determinar cómo admitir cualquier aplicación de red, basada en estándares o no, y combinarla con la topología modular que necesita su centro de datos. Mezcle, combine y compare el rendimiento y los costes del hardware de red de forma rápida y sencilla. Reduzca los errores de diseño y adelántese a los planes de capacidad futuros según la guía de garantía de aplicación de CommScope. CommScope facilita la distancia admitida para el enlace según el tipo de fibra, el número de conectores y la aplicación.

En las siguientes tablas se detalla la compatibilidad garantizada del enlace diseñado para algunas opciones de enlace Fabric comunes, incluidas las aplicaciones nombradas en las anteriores situaciones 1, 2 y 2a. Según la siguiente tabla, la situación 1 (Fibre Channel de 8G a través de 95 metros de fibra LazrSPEED® 550 [OM4], con seis MPO y seis conectores LC) es totalmente compatible. Como se indica, esta topología se admite hasta un máximo de 150 metros.

## Fibre Channel de 8 Gigabit, «receptor de límite» en serie de 850 nm (FC-PI-4 800-MX-SN)

Distancia admitida en pies (metros)

LazrSPEED 550 con conexiones LC

N.º conexiones LC con:	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
0	790 (240)	740 (225)	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)
1	740 (225)	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)
2	740 (225)	740 (225)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)
3	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)
4	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)	540 (165)
5	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)	590 (180)	540 (165)
6	690 (210)	640 (195)	590 (180)	590 (180)	540 (165)	490 (150)

Figura 17. Rendimiento de Fibre Channel 8G a través de LazrSPEED 550

40GBASE-SR4 utiliza conectores MPO. Los transceptores basados en estándares y el alcance máximo correspondiente con una topología de cable determinada pueden consultarse directamente en la tabla. Un enlace con seis conexiones MPO puede configurarse con un máximo de 140 metros de cable troncal LazrSPEED 550 OM4. Al compararlo con 100GBASE-SR4, en la tabla se muestra una longitud máxima de enlace de 115 metros. Al diseñar el alcance presente hasta un máximo de 115 metros, se obtendría una ruta de ampliación hasta 100G compatible utilizando la misma infraestructura de cableado.

## Ethernet de 40 Gigabit, paralelo de 850 nm (40GBASE-SR4)

Distancia admitida en pies (metros)

LazrSPEED 550

N.º de conexiones MPO	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	570 (175)	560 (170)	540 (165)	510 (155)	490 (150)	460 (140)

LazrSPEED 300

N.º de conexiones MPO	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	460 (140)	440 (135)	430 (130)	410 (125)	390 (120)	380 (115)

Figura 18. Rendimiento de aplicaciones: 40GBASE-SR4 a través de fibra LazrSPEED

## Ethernet de 100 Gigabit, paralelo en cuatro líneas de 850 nm (100GBASE-SR4)

Distancia admitida en pies (metros)

LazrSPEED 550 WideBand y LAZRSPEED 550

N.º de conexiones MPO	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	390 (120)	390 (120)	370 (114)	370 (114)	350 (108)	350 (108)

LazrSPEED 300

N.º de conexiones MPO	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	280 (85)	280 (85)	280 (85)	260 (80)	260 (80)	250 (75)

Figura 19. Rendimiento de aplicaciones 100GBASE-SR4 a través de fibra LazrSPEED

La garantía de aplicación de CommScope también se extiende a opciones de red específicas de un proveedor no estándar. En la tabla se muestra el enlace diseñado compatible con la tecnología Cisco BiDi 40G. Las opciones CSR4 de alcance extendido también se muestran a continuación. Una comparativa entre las dos opciones proporciona al diseñador el alcance máximo de dichas alternativas a través de fibra LazrSPEED 550 OM4 (150 metros para Cisco BiDi frente a 420 metros para 40GBASE-SR4).

## Ethernet de 40 Gigabit, Cisco «BiDi» (QSFP-40G-SR-BD)

Distancia admitida en pies (metros)

LazrSPEED 550 WideBand y LazrSPEED 550 con conexiones LC

N.º conexiones LC con:	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
0	490 (150)	490 (150)	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)
1	490 (150)	490 (150)	490 (150)	480 (145)	460 (140)	460 (140)
2	490 (150)	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)	440 (135)
3	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)
4	490 (150)	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)	430 (130)
5	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)	440 (135)	430 (130)
6	480 (145)	460 (140)	440 (135)	440 (135)	430 (130)	410 (125)

## Ethernet de 40 Gigabit, alcance extendido paralelo de 850 nm para Cisco (TRANSCEPTORES QSFP-40G-CSR4)

Distancia admitida en pies (metros)

LazrSPEED 550

N.º de conexiones MPO*	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	1380 (420)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)

LazrSPEED 300

N.º de conexiones MPO*	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)

LazrSPEED 150

N.º de conexiones MPO*	1 MPO	2 MPO	3 MPO	4 MPO	5 MPO	6 MPO
Distancia en pies (metros)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)

\*Número de conexiones, sin incluir la conexión a un dispositivo activo de cada extremo del canal

Figura 20. Rendimiento de aplicaciones Cisco

Una revisión de las cuatro situaciones muestra una comparativa de la compatibilidad y la garantía de la aplicación con el método estándar basado en componentes que utiliza el análisis manual y con el rendimiento de aplicaciones garantizado por CommScope. En el caso de los diseños basados en componentes, solo uno de los cuatro escenarios habría cumplido los requisitos de diseño y los presupuestos de pérdida. Al utilizar el sistema InstaPATCH 360 de CommScope, las cuatro situaciones de diseño cumplirían los requisitos.

Situación	Aplicación	Longitud total	LC	MPO	Compatible con componentes estándar	Asistencia de CommScope
1	Fibre Channel de 8G	95 m	6	6	No	Sí
2	10 GbE	110 m	4	4	Sí	Sí
2a	10 GbE	150 m	6	6	No	Sí
2b	40 GbE	110 m	0	4	No	Sí

Figura 21. Comparativa de situaciones

## Enlaces Fabric, opciones de Ethernet

Opciones de cableado monomodo, multimodo, paralelo o dúplex: la opción adecuada para su centro de datos dependerá de su tamaño, del ritmo de crecimiento de los servicios que admite, de los presupuestos para hardware, de las tecnologías de los proveedores y de otros aspectos más. El diseño del cableado de red debe integrar la arquitectura de red, la topología y la hoja de ruta.

Evaluar las dos alternativas para enlaces Ethernet de 40G (arriba):

- 40GBASE-SR4, cuatro líneas de 10G a través de ocho fibras
- El diseño patentado de fibra dúplex BiDi, que multiplexa dos líneas de 20G en un par de fibras

El alcance de dichas soluciones es muy diferente, tal y como puede observar comparando las tablas de solución de aplicación para cada caso. CSR4 puede alcanzar hasta 420 metros en fibra LaserSPEED 550 OM4, mientras que BiDi alcanza 150 metros. Las distancias y topologías mostradas en estas tablas de aplicación se basan en el uso de la solución de fibra preterminada CommScope InstaPATCH 360. Este ejemplo permite al diseñador comparar y diseñar enlaces con dos transceptores no estándar y, a la vez, comparar las capacidades de topología y alcance con los transceptores basados en estándares.

El sistema InstaPATCH 360 es compatible con el transceptor basado en estándares 40GSR4 mediante seis conexiones a través de 140 metros de fibra, en comparación con los 125 metros de los requisitos basados en estándares; de manera que ofrece un mejor alcance y mayor flexibilidad de topología para los diseños Fabric. Si miramos hacia 100GSR4, admite 108 metros con seis conexiones.

## Enlaces Fabric: siguientes pasos

Con anterioridad, hemos comentado la ventaja que suponen los enlaces Fabric de gran capacidad (40G o superior) que permiten a más servidores y dispositivos de almacenamiento compartir una capacidad de red general mayor. Aunque, en la actualidad, los enlaces Fabric de 40G son rentables y eficientes para muchos diseños Fabric, es muy probable que sea solo cuestión de tiempo que la velocidad de los puertos de acceso de los servidores alcance los 25G o incluso los 50G. Por supuesto, en los próximos años, los enlaces Fabric necesitarán aumentar a 100G o quizá 400G.

Si miramos al futuro, existe un gran número de opciones para enlaces de alta velocidad. Algunos proveedores abogan por soluciones de fibra óptica monomodo. Otros prefieren la fibra óptica multimodo. Para cada una de dichas propuestas, existen posibles opciones de canales paralelos y dúplex. El coste relativo de dichas opciones continúa evolucionando rápidamente. Todavía se mantienen algunas relaciones básicas: los sistemas de fibra óptica multimodo continúan implicando menos costes de capital y, quizá, son más fáciles de mantener y manejar en comparación con los sistemas de fibra óptica monomodo.

## Enlaces Fabric: nuevas opciones de medios

La fibra multimodo OM3 y OM4 es compatible con enlaces de 40G con un alcance y una flexibilidad de topología que satisface las necesidades de todos los centros de datos, menos los de gran tamaño. Mirando adelante hacia la velocidad 100G y superior, uno de los métodos más prometedores de aumentar la capacidad de red implica añadir más canales de comunicación a cada par de fibras multimodo dúplex. Mientras que la tecnología de multiplexión de división de longitud de onda (WDM) ha estado disponible para fibras ópticas monomodo a un coste elevado, los nuevos transceptores WDM de onda corta (SWDM) combinarán cuatro canales en un par de fibra, multiplicando por cuatro la capacidad de la fibra multimodo. Esta alternativa más económica combina la facilidad de instalación y funcionamiento de la fibra multimodo con un ancho de banda aumentado para dar soporte al crecimiento que las redes Fabric precisan.



Figura 22. Multiplexión de división de longitud de onda a través de MMF de banda ancha

Como ayuda para la SWDM, CommScope —junto a otros miembros de la SWDM Alliance— ha desarrollado un nuevo medio de fibra multimodo «de banda ancha» o WBMMF. Esta fibra se ha diseñado para ampliar la capacidad disponible del medio multimodo y permitir así más canales de comunicación por fibra con un mayor alcance. WBMMF se utilizará para ofrecer mayores velocidades de datos de 100 GB/s y 400 Gb/s, al mismo tiempo que se reduce el número de fibras necesarias para dar soporte a estas futuras redes Fabric de alta capacidad.

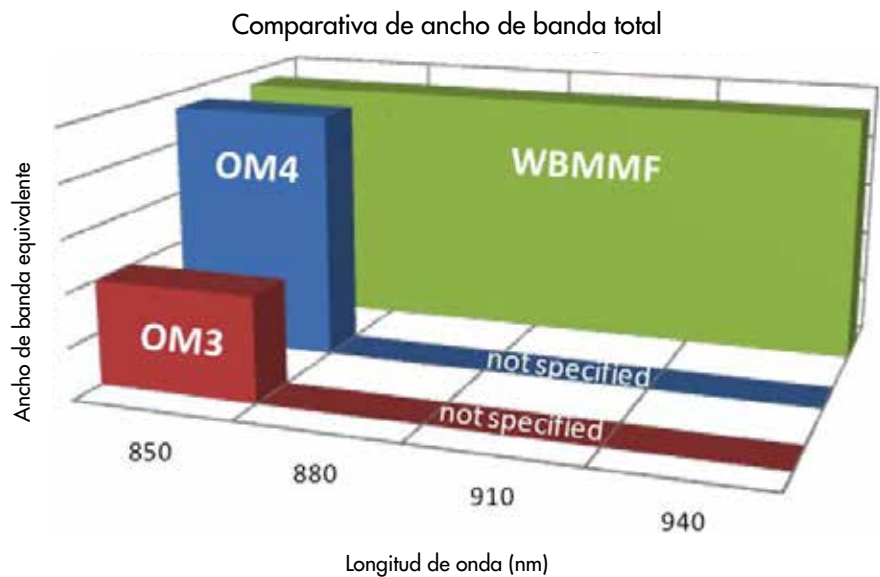


Figura 23. Una comparativa de ancho de banda total entre OM3, OM4 y WBMMF

WBMMF es retrocompatible con las fibras OM3 y OM4. La estandarización de WBMMF ha progresado de forma rápidamente en el comité TR-42 de la Telecommunications Industry Association (TIA, Asociación de Industrias de Telecomunicaciones), con la publicación de un estándar anticipado en 2016. CommScope ha lanzado la solución de cableado LazrSPEED 550 Wideband a través de todos los componentes de la plataforma InstaPATCH: la ruta de próxima generación hacia redes de bajo coste y gran capacidad ya está disponible hoy en día.

## Conclusiones

En respuesta a la demanda de menores costes y mayores capacidades, los centros de datos se están adaptando a los nuevos sistemas basados en redes Fabric para admitir sistemas informáticos y de almacenamiento basados en la nube. Las topologías de cableado para centros de datos están creciendo en densidad para admitir las comunicaciones multipunto de baja latencia que suelen requerir las aplicaciones en la nube distribuidas.

El diseño de enlaces de gran capacidad es más complejo dado que el número de enlaces de red debe aumentar y las velocidades de red están aumentando. Proporcionar más capacidad a los centros de datos implica ampliar los límites de los medios existentes y las tecnologías de canales de comunicación. Los diseños de aparatos de fibra y WVBMMF también están evolucionando para proporcionar densidad física y capacidad de próxima generación que se adapten perfectamente a las arquitecturas de redes Fabric. La fibra monomodo admite mayores longitudes de canal.

El diseño de aplicación y las soluciones de enlace diseñadas por CommScope garantizan redes de gran velocidad fiables que se han diseñado para cumplir las rigurosas exigencias de los requisitos de capacidad de red actuales y futuros. Los sistemas InstaPATCH 360 ofrecen un mayor alcance para enlaces de alta capacidad, libertad en la topología del diseño para ampliar a entornos complejos de gran tamaño y un rendimiento de aplicación garantizado para nuevos sistemas patentados y sistemas basados en estándares.

Las soluciones desarrolladas convierten los diseños de red fabric complejos en elementos fáciles de diseñar, implementar y gestionar. Los sistemas preterminados de alto rendimiento admiten los medios de red de próxima generación y las aplicaciones modulares dúplex y multifibra, al tiempo que reducen los gastos y el tiempo derivados de gestionar la implementación.



[www.commscope.com](http://www.commscope.com)

Visite nuestro sitio web o bien póngase en contacto con su representante local de CommScope para obtener más información.

© 2017 CommScope, Inc. Todos los derechos reservados.

Todas las marcas comerciales con el símbolo ® o ™ son marcas comerciales registradas o marcas comerciales respectivamente de CommScope, Inc. Este documento está elaborado únicamente con fines de planificación y en ningún caso modifica ni complementa ninguna especificación o garantía relacionada con los productos y servicios de CommScope. CommScope está certificado según las normas ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001.

TP-110117.1-ES (01/17)