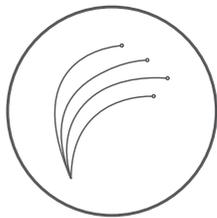




# FTTX FIBRA A LA X PRINCIPIOS BÁSICOS



Una descripción completa de los principios, las tecnologías, las arquitecturas y los modelos comerciales para las redes futuras.

# Tabla de Contenido

<b>Capítulo 1   La historia y futuro de la fibra a la X (FTTX)</b>	<b>3</b>
¡Bienvenido a la revolución gigabit!	4
La evolución de las redes de fibra	6
Convergencia– la siguiente frontera	8
La fibra es fundamental para nuestro futuro económico	9
Resumen	11
<b>Capítulo 2   De los fundamentos a las opciones del mundo real</b>	<b>12</b>
¿Por qué luz?	13
Técnicas de Multiplexación	16
Conectores: llevando la luz dentro y fuera de la fibra	19
Añadiendo capacidad: ¿qué es lo mejor?	24
Caso de Estudio: Desarrollar experiencia propia en fibra, pre-requisito para el futuro	25
Resumen	26
<b>Capítulo 3   Arquitecturas de red: opciones, beneficios y consideraciones</b>	<b>27</b>
¿Qué tipo de red?	28
Una mirada más de cerca a la Red Pasiva Óptica (PON)	29
Principales topologías y arquitecturas PON	32
Tendencias globales y regionales	36
Caso de estudio: Los servicios públicos optan por la banda ancha.	38
Resumen	39
<b>Chapter 4   Cómo hacer que un plan de negocio de FTTX funcione</b>	<b>40</b>
¿Por qué este capítulo?	41
Ingresos	42
Costos	44
Financiamiento	45
Análisis	46
¿Qué es lo correcto para el cliente?	47
Resumen	48

# CAPÍTULO 1

La historia y futuro de la fibra a la X (FTTX)



# La historia y futuro de la fibra a la X (FTTX)

## ¡Bienvenido a la revolución gigabit!

De forma vertiginosa, estamos evolucionando hacia una sociedad digital global. Esto está transformando profundamente la forma en que vivimos, trabajamos, aprendemos y prosperamos.

Hace alrededor de 15 a 20 años, las conexiones a internet domésticas y comerciales eran bastante lentas. Descargar una sola imagen tomaba horas. Y, dado que generalmente se accedía al Internet a través de líneas telefónicas, debía elegir entre hacer una llamada telefónica y usar el Internet, y no se podía hacer ambas cosas al mismo tiempo.

La llegada de la banda ancha cambió eso para siempre. Finalmente, fue posible transmitir información a través de múltiples canales simultáneamente. Los datos podían enviarse y recibirse a través de varios carriles en la tan esperada "Supercarretera de la información" utilizando solo un cable

Desde el principio, la tecnología de fibra óptica ha permitido velocidades de banda ancha. "Gigabit", que se ha convertido en una palabra familiar, es prácticamente sinónimo de "fibra al hogar" (FTTH). Un gigabit es mil millones de bits y, cuando se entrega en un segundo, es 1 Gbps o 1,000 Mbps, aproximadamente 100 veces más rápida que la velocidad de bajada promedio de Internet en los Estados Unidos.

La adopción de servicios Gigabit, iniciada a principios de la década del 2000 por un pequeño grupo de proveedores de servicios de comunicaciones, está en pleno auge en la actualidad. Según un estudio reciente de Viavi, 57.5 millones de consumidores estadounidenses tienen acceso al servicio de internet a un Gigabit. Las aplicaciones Gigabit están listas para revolucionar la entrega de servicios gubernamentales, servicios de salud, negocios, educación y más. Proporcionar velocidades de banda ancha es crucial, pero esto es solo el comienzo.

# Ancho de Banda: ¿Qué es— y por qué lo quieres?

¿Pero por qué querrías conectividad gigabit en primer lugar? Bueno, para empezar, el consumo de ancho de banda en hogares y negocios está creciendo rápidamente. A principios de la década de 1990, cuando los módems de 14.4 kbps eran estándar, muchas personas se preguntaban por qué necesitaríamos una conectividad más rápida. Sin embargo, a medida que aumenta la disponibilidad en ancho de banda y avanza la tecnología, todo el ancho de banda en oferta será eventualmente utilizado conforme los desarrolladores introducen aplicaciones y servicios que requieren mayor ancho de banda comparado con sus predecesores.

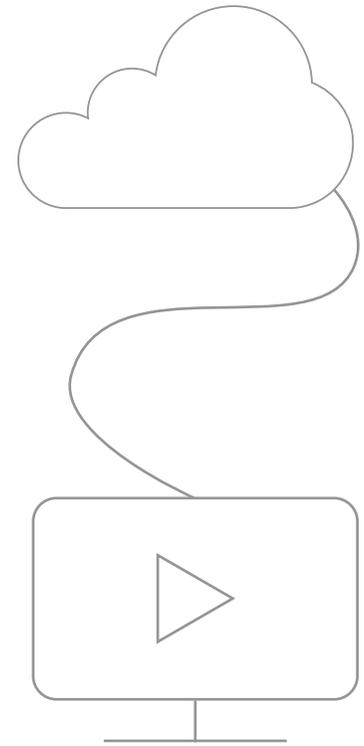
Actualmente, Netflix recomienda una conexión de 25Mbps para ver calidad Ultra HD. Una familia de 4 transmitiendo en diferentes dispositivos puede utilizar potencialmente la capacidad total de una conexión de 100Mbps de un hogar.

El tráfico de internet global, el cual se ha duplicado cada dos años, crecerá aún más rápido debido al incremento en la aceptación de la informática móvil y los teléfonos inteligentes.

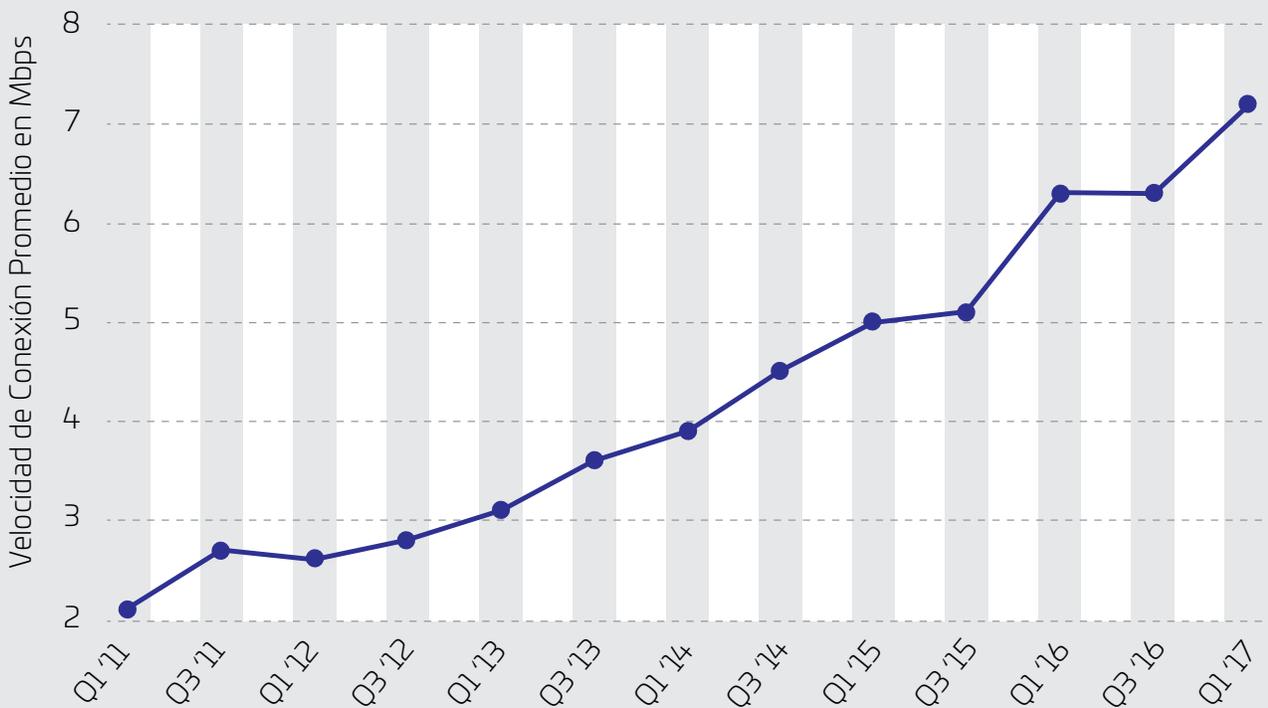
Se espera que 5G, el próximo estándar en tecnología móvil, entregue velocidades de más de 10 Gbps. La transferencia de datos podría ser hasta 150 veces más rápida que 4G. Esto se verá impulsado por la gran necesidad de transmisión de video de alta definición a dispositivos móviles.

El video requiere un gran ancho de banda y la confiabilidad de la red para presentar un flujo continuo de imágenes, especialmente debido a que cada vez más personas miran cosas diferentes al mismo tiempo en una sola red.

También estamos viendo la llegada de HDTV 3D, 4K e incluso 8K, y video de realidad virtual (VR). Sin mencionar las innovaciones que requieren gran cantidad de ancho de banda, como Internet de las cosas, servicios y aplicaciones en la nube, edificios inteligentes, realidad virtual y aumentada, tráfico autónomo y tecnología blockchain.



## VELOCIDAD DE CONEXIÓN DE INTERNET GLOBAL PROMEDIO



Información adicional: Worldwide; Akamai Technologies; 1st quarter 2011 quarter 2017; IPv4

Fuente: Akamai Technologies © Statista 2017

# La evolución de las redes de fibra

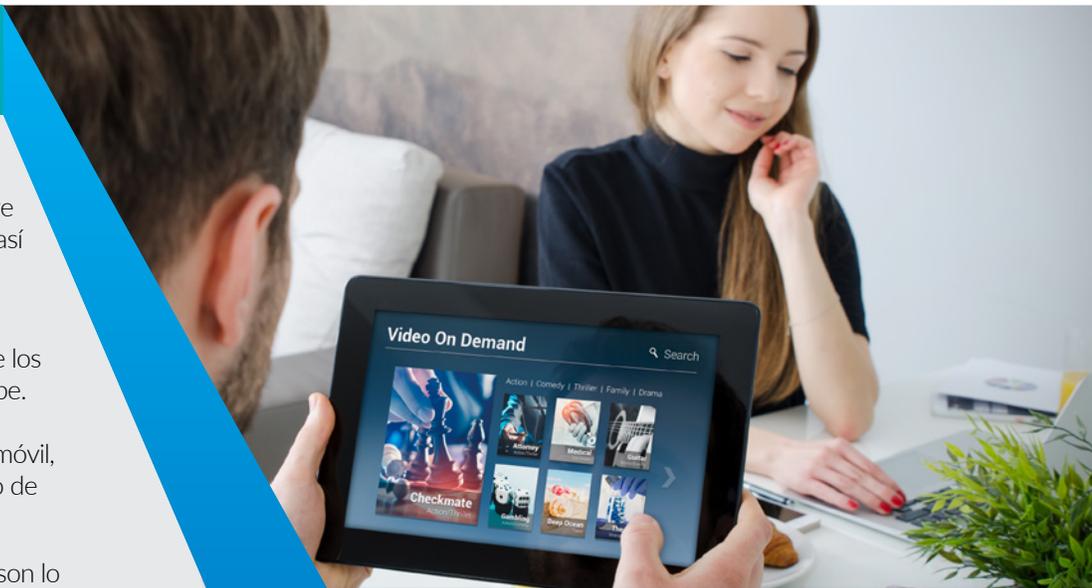
## Pero, ¿por qué es tan especial la fibra?

Con el auge de las aplicaciones en la nube, el Internet de las cosas y las ciudades inteligentes, así como la llegada de 5G, la necesidad de redes de gran ancho de banda, de baja latencia y a prueba de futuro está aumentando aún más. Además, la demanda por ancho de banda simétrico, ha crecido significativamente, ofreciendo un rendimiento comparable tanto para la descarga como para la carga. Los usuarios esperan una conectividad ubicua, lo que significa que siempre funciona.

El cable de fibra óptica es una solución clave para dar cabida a las aplicaciones actuales, así como a las tecnologías futuras.

Los vehículos autónomos, por ejemplo, producirán grandes cantidades de datos, de los cuales se enviará una gran cantidad a la nube. Además, los conductores tendrán amplias oportunidades de trabajo y ocio en el automóvil, lo que significa aún más consumo de ancho de banda.

Las ofertas de fibra en cuanto a capacidad son lo suficientemente grandes como para proporcionar la columna vertebral de todas las redes clave actuales: internet, televisión por cable, teléfono (incluido el móvil), empresas privadas y centros de datos. La fibra satisface la creciente demanda de transmisión de video, que actualmente representa el 70 por ciento del tráfico de Internet.



Sin fibra, muchas cosas en las que confiamos todos los días serían imposibles: operaciones bancarias, trabajo desde el hogar, compras en línea, transmisión de audio y video, uso de teléfonos móviles y tabletas, y aplicaciones de atención médica.



### ¿SABÍA QUE?

35%

de los operadores dicen que harán la transición de la mayoría de los usuarios de red a FTTH entre 2017 y 2020



+25%



Un 25% adicional de los operadores esperan haber hecho la transición para 2025

Fuente: Broadband Outlook Report 2016

## La necesidad de velocidad

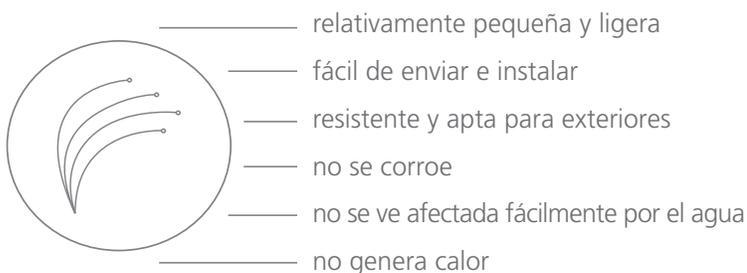
Para ofrecer a los usuarios finales privados y profesionales los servicios que desean, los desarrolladores y proveedores necesitan fibra. La capacidad de proporcionar conectividad omnipresente, confiable, de alta velocidad, de baja latencia y siempre activa es necesaria para sobrevivir y prosperar, especialmente ahora que los consumidores tienen un control sin precedentes sobre la relación proveedor-cliente y una mayor capacidad de elección.

En los próximos años, se espera que los operadores globales avancen hacia FTTH como su principal plataforma de distribución de banda ancha.

## Algunos beneficios *muy* prácticos

Un ancho de banda muy alto hace posible transportar grandes volúmenes de datos con baja latencia (o demora). Cualquier retraso en el transporte de datos es prácticamente imperceptible, lo que garantiza que las aplicaciones se ejecuten sin problemas, sin interrupción. La fibra funciona bien en largas distancias (65 kilómetros o más) sin degradación de la señal. Y no hay necesidad de aumentar la señal a lo largo de la trayectoria.

El despliegue es relativamente sencillo: la fibra puede empacarse en varios perfiles de cables y ocultarse fácilmente debajo de las superficies o las paredes. Una vez instalada, el rendimiento de la fibra se puede actualizar cambiando los componentes electrónicos que crean y reciben los pulsos de luz transmitidos a través de los cables, sin necesidad de reemplazar el cable en sí.



Además, a diferencia de otros tipos de cable, la fibra es inmune a la interferencia electromagnética. Esta inmunidad hace que el cableado de fibra sea intrínsecamente más seguro, ya que las señales transmitidas no pueden ser simplemente "olfateadas" o interferidas.

## No existe "un modelo único para todos"

El cableado de fibra proporciona la base para las redes de comunicación de hoy y de mañana. Una red troncal de fibra podría llegar hasta un punto de acceso inalámbrico o podría terminar en el sótano de una empresa, en un punto de distribución en una esquina de la calle o en un edificio de departamentos. Existen diferentes enfoques para realizar la conexión final desde la red troncal de fibra hasta el usuario en el hogar o empresa.

Aunque hay varias opciones para elegir, en muchos casos, el cableado de fibra se usa para vincular la red troncal directamente al dispositivo del usuario final, ofreciendo la velocidad más alta y la menor latencia.



## Diferentes tipos de fibra a la X



Fibra al hogar



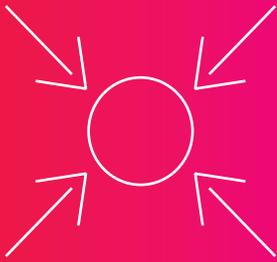
Fibra a la acera/gabinete



Fibra al edificio/sotano



Fibra al nodo/vecindario



## Convergencia—la siguiente frontera

A través de la convergencia de la red de fibra, un proveedor de servicios puede ofrecer una gama más amplia de servicios, ofrecer servicios innovadores e ingresar a nuevos mercados con mayor rapidez. En pocas palabras, la convergencia de red significa desarrollar un despliegue que se utiliza para múltiples plataformas de prestación de servicios.

El proceso de convergencia de la red está impulsado principalmente por el desarrollo de tecnologías habilitantes y la necesidad de mayores eficiencias. Los grandes proveedores de servicios existentes con operaciones tanto fijas como inalámbricas se están moviendo hacia una única red para maximizar la utilización de activos y aprovechar las economías de escala. Los proveedores más pequeños, con presupuestos más limitados, pueden abordar múltiples segmentos del mercado, agregar flujos de ingresos y eliminar el riesgo del caso de negocio con más partes interesadas, más fuentes de financiación y un mayor retorno de la inversión

### Beneficios:

- **Compartir los activos físicos entre fijo e inalámbrico.**

Con las células pequeñas moviéndose más profundamente en la red y CRAN (RAN centralizada) permitiendo la agrupación de recursos de banda base, el compartir los cables de fibra y bienes inmuebles físicos se vuelve más importante. Construir una nueva red FTTH, seguida varios meses después por el mismo equipo de construcción que tiene que levantar la misma calle para colocar fibra para un sitio celular, no sería un problema.



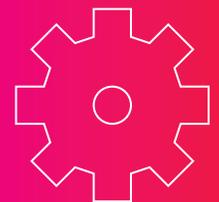
- **Compartir el flujo de datos para dispositivos fijos y móviles.**

Se obtienen eficiencias adicionales para las empresas que desean compartir fibras para múltiples aplicaciones. Además, WDM, NGPON2 y otras tecnologías permiten la fusión de flujos de bits y una mayor eficiencia de la red. La capacidad adicional se puede comercializar como "fibra oscura virtual" o servicios de longitud de onda, menos costosos y más rápidos de implementar.



- **Compartir procesos y recursos de administración.**

Las tendencias hacia SDN/NFV permiten que los operadores de red compartan el procesamiento y la administración de la red independientemente de la aplicación final.



Es importante tener en cuenta que, a medida que se entregan múltiples servicios desde una única red, la confiabilidad se vuelve primordial, y la calidad y la estandarización jugarán un papel cada vez más importante.

La fibra es esencial para la economía de innovación de hoy. Un estudio del Analysis Group de 2014 \* encontró un mayor PIB per cápita (1.1 por ciento) en las comunidades que ofrecen internet gigabit. El PIB en estas comunidades era aproximadamente \$1.4 billones más alto con respecto a comunidades situadas en forma similar. En la misma línea, otro estudio realizado en 2017 por RVA LLC para la Fiber Broadband Association USA vinculó redes de fibra altamente disponibles a la formación de nuevos negocios, una mejor economía y más empleos. La investigación en otras regiones muestra resultados similares: en Francia, por ejemplo, se crearon 4.8% más empresas nuevas en municipios equipados con banda ancha ultrarrápida que en municipios con un acceso más lento.

## La fibra es fundamental para el futuro económico



\* Fuente: *EARLY EVIDENCE SUGGESTS GIGABIT BROADBAND DRIVES GDP*

[http://www.analysisgroup.com/uploadedfiles/contentinsights/publishing/gigabit\\_broadband\\_sosa.pdf](http://www.analysisgroup.com/uploadedfiles/contentinsights/publishing/gigabit_broadband_sosa.pdf)



### ¿SABÍA QUÉ?

Los habitantes de unidades multifamiliares están dispuestos a pagar 2.8 por ciento más al comprar un condominio o apartamento con acceso a servicio de fibra óptica. Los inquilinos están dispuestos a pagar una prima del 8 por ciento, en base a una renta mensual de \$ 1,000 para acceder a la fibra, un resultado significativo, ya que aproximadamente el 30 por ciento de los residentes de EE. UU. viven en algún tipo de vivienda multifamiliar. Además, el acceso a la fibra puede aumentar el valor de una casa hasta en un 3.1 por ciento, según un informe de investigadores de la Universidad de Colorado y la Universidad Carnegie Mellon. De hecho, incluso en lugares donde aún no hay un servicio gigabit, los valores de la vivienda pueden aumentar en un 1.8 por ciento si un operador de red local ha desplegado una infraestructura de fibra capaz de soportar 100 Mbps o más.



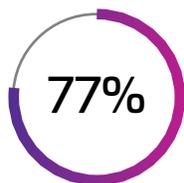
La fibra también puede ayudar en las siguientes áreas:



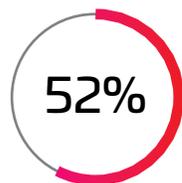
NUEVO ATRACTIVO DE LOS EMPLEADORES



EXPANSIÓN DE LOS EMPLEADORES



PERMANENCIA DE LOS EMPLEADORES



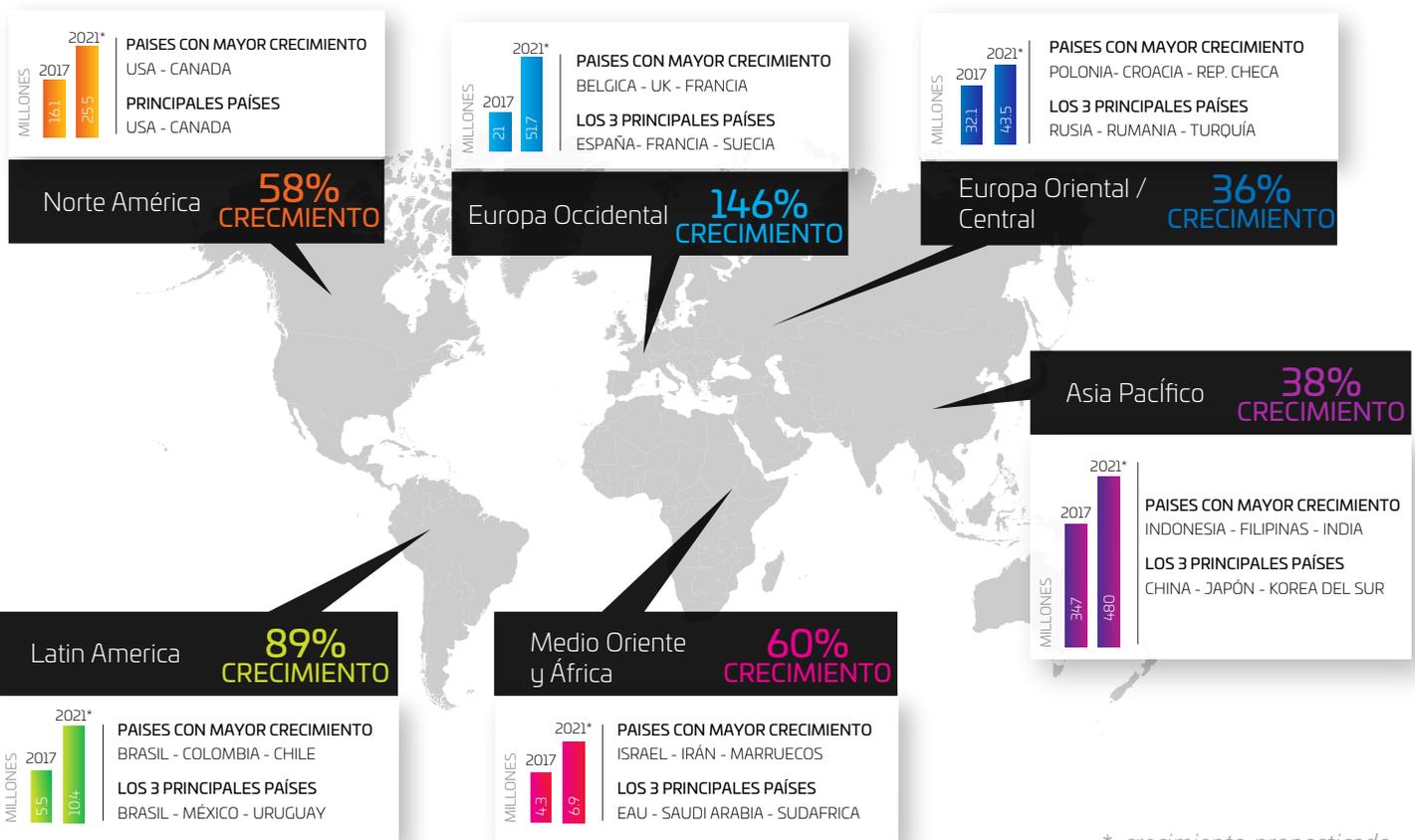
OFICINA EN CASA

*De acuerdo con los expertos en economía local y los legisladores encuestados por RVA, LLC para la 2017 Fiber Broadband Association*



# La carrera global al futuro

## Suscriptores de FTTX actuales y para 2021



\* crecimiento pronosticado  
Fuente: IDATE DigiWorld



## Mil millones de suscriptores para 2021

En términos de tecnologías de acceso de banda ancha, FTTX ahora representa la mayor participación de mercado en todo el mundo, con algunos analistas de la industria que estiman que habrá más de mil millones de casas pasadas para 2021.

Cada vez más, los países ven los desarrollos en la infraestructura de banda ancha como un servicio público, similar a los modelos utilizados para el gas, la electricidad y el agua. Los despliegues basados en fibra hasta las instalaciones continúan ganando impulso a medida que los países continúan desarrollando redes nacionales de banda ancha (NBN por sus siglas en inglés). Además, los precios mundiales de banda ancha están disminuyendo en muchos mercados de todo el mundo, por lo que es más accesible y disponible para la población en general. Si bien las implementaciones de fibra hasta el hogar continúan acelerándose a nivel mundial, existen diferencias regionales con una variedad de factores tales como las políticas públicas, la legislación y las normas que afectan la velocidad de adopción.

### RESUMEN DEL CAPÍTULO 1

## Permitir la transformación digital y brindar prosperidad en el futuro

La necesidad de ancho de banda está creciendo rápidamente, impulsada por aplicaciones 5G, la nube, IoT, informática móvil, video HD, los cuales consumen mucho ancho de banda. En todo el mundo, estamos viendo un aumento gradual de la fibra, ya que esta es la tecnología principal que apoyará las aplicaciones de hoy y de mañana.

El gran ancho de banda de la fibra hace posible transportar grandes volúmenes de datos con baja latencia. La tendencia hacia la convergencia de diferentes tipos de redes y funcionalidades en una red única promete mayores eficiencias.

Además, los estudios y años de experiencia demuestran que la presencia de banda ancha ofrece una gran cantidad de beneficios, desde el aumento del PIB y el empleo hasta la retención del trabajo y la creación de nuevos negocios. De hecho, la fibra no es solo "agradable de tener", es esencial para nuestro futuro económico y social a largo plazo.

# CAPÍTULO 2

De los fundamentos a las opciones del mundo real



# De los fundamentos a las opciones del mundo real

## ¿Por qué luz?

¿Por qué transmitir datos usando luz en lugar de, por ejemplo, usar pulsos eléctricos? Simple: la luz es increíblemente rápida. La velocidad de la luz en el vacío es de unos 300,000 kilómetros por segundo, y solo un tercio más lenta, alrededor de 200,000 kilómetros por segundo, cuando viaja a través de un cable de fibra óptica. Hay algunos cables coaxiales que funcionan mejor que esto, pero estas líneas de transmisión coaxiales necesitan muchos más amplificadores que las líneas de fibra óptica, por lo que la tecnología de fibra óptica es la solución de transmisión más rápida para líneas de larga distancia.

Una fibra óptica contiene un núcleo (core) de vidrio a través del cual viaja la luz. Alrededor de este núcleo hay otra capa de vidrio llamada "revestimiento" (cladding), que asegura que la luz no escape del núcleo. Una técnica óptica conocida como 'Reflexión interna total' mantiene la luz dentro del núcleo. Un recubrimiento (coating) de polímero protector protege el vidrio del revestimiento de la humedad, la suciedad y el daño. El diámetro total de una fibra óptica es de 250  $\mu\text{m}$  o 1/4 de milímetro.

Por sí sola, la delgada fibra óptica no es lo suficientemente robusta como para ser manipulada y expuesta al mundo exterior. En los cables, la fibra óptica está protegida de la tensión mecánica por un material de refuerzo muy resistente (hilos de aramida). La cubierta exterior proporciona protección ambiental contra elementos tales como el polvo y el agua.

## Principales beneficios de la fibra óptica

- Gran ancho de banda: transporta grandes volúmenes de datos
- Baja latencia: demoras imperceptibles en el transporte de datos
- Atenuación mínima
- Pequeña y liviana - fácil de transportar e instalar
- Inmune a la interferencia electromagnética
- Riesgo de seguridad mínimo (dificultad para "apagar" la luz sin que se note)



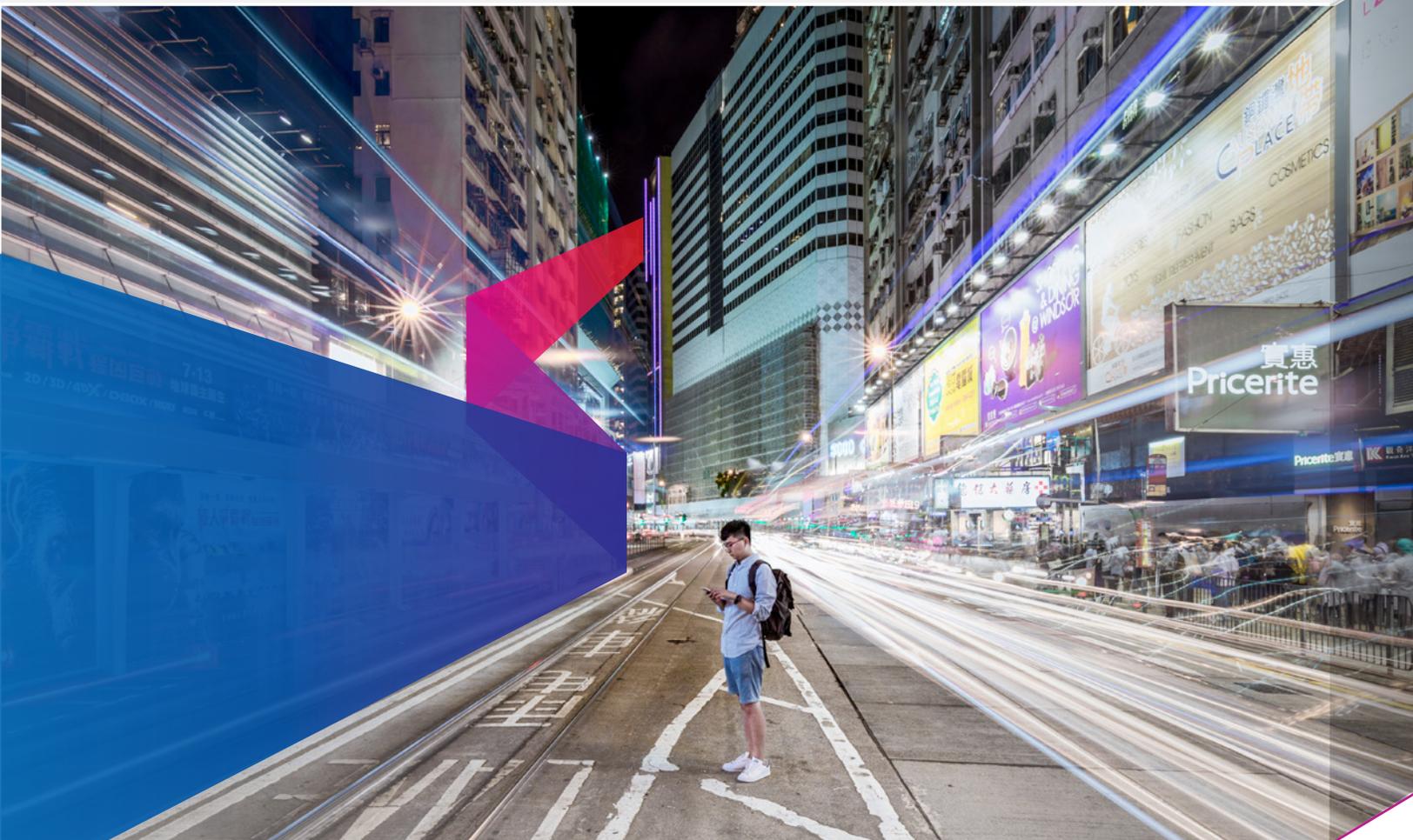
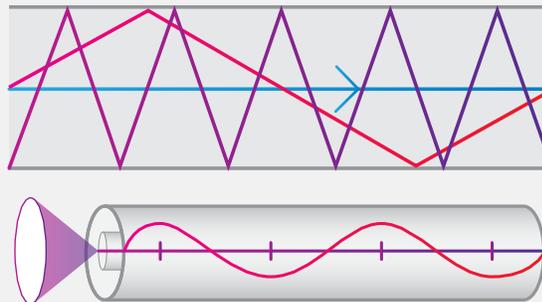
# Propagación de la luz: ¿monomodo o multimodo?

Un 'modo' es la ruta que sigue un rayo de luz a medida que viaja a lo largo de una fibra óptica. La fibra multimodo permite que la luz viaje a lo largo de muchas rutas diferentes a lo largo del núcleo de la fibra. La fibra monomodo, utilizada en todas las líneas de larga distancia y las implementaciones FTTH actuales, solo tiene un modo.

En una **fibra óptica monomodo**, la señal viaja directamente por el centro. Esto permite transportar señales a distancias de hasta 100 km y aún así ser utilizable. Las aplicaciones típicas incluyen redes de telecomunicaciones, campus, TV por cable o complejos industriales.



La **Fibra Multimodo** tiene un núcleo más grande (diámetro típico de 50  $\mu\text{m}$ ) en comparación con la fibra monomodo (diámetro aproximadamente de 9  $\mu\text{m}$ ), lo que hace menos costoso realizar conexiones y permite el uso de fuentes de luz VCSEL, que pueden ser significativamente menos costosas que los láser. Sin embargo, aunque el costo de conexión es menor que el de las fibras monomodo, la distancia sobre la que se pueden transmitir los datos es mucho más corta. La fibra multimodo se encuentra comúnmente en aplicaciones de radiodifusión, transmisión de audio / video de corta distancia, redes de área local y centros de datos.



# Longitudes de onda

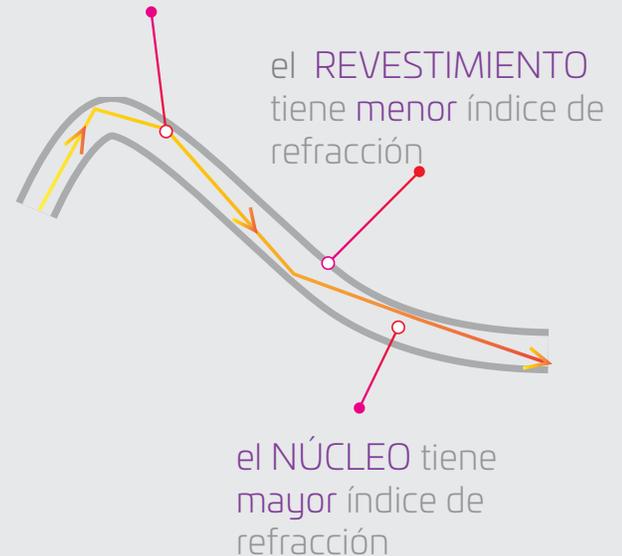
La luz, como el sonido, se compone de ondas vibrantes. La luz puede tener diferentes longitudes de onda, y las percibimos como diferentes colores en el espectro visible. Estas longitudes de onda se pueden expresar en nanómetros (nm), una milmillonésima parte de un metro. Nuestros ojos ven longitudes de onda entre 420-440 nm como tonos de azul. Longitudes de onda más largas, de 650 a 700 nm, las vemos como rojo.

A medida que la luz viaja, pierde algo de su intensidad. Esto se llama 'atenuación'. Cuanto mayor es esta atenuación, más débil es la señal al final de la línea. En fibra óptica, mayores longitudes de onda significan menor atenuación, lo que resulta en una mejor calidad de la señal. Se usan longitudes de onda en la región infrarroja, las cuales son invisibles para el ojo humano. Aproximadamente a 1550 nm, la atenuación es relativamente baja en el vidrio, por lo que esta longitud de onda se usa comúnmente para redes de larga distancia.

La **Fibra Monomodo** utiliza longitudes de onda entre 1260 nm y 1625 nm. La luz se propaga a lo largo de una trayectoria única debido a que su longitud de onda es casi igual al diámetro del núcleo (~9  $\mu\text{m}$ ) de la fibra.

La **Fibra Multimodo** opera en longitudes de onda entre 850 nm y 1300 nm. Podemos distinguir dos tipos de multimodo - Tipo 1: índice escalonado - el material del núcleo (diámetros de 50  $\mu\text{m}$  y 62.5  $\mu\text{m}$ ) y del revestimiento tienen un índice de refracción diferente. Tipo 2: índice graduado: el índice de refracción del material del núcleo es variable. Esta es una función parabólica de la distancia radial desde el centro.

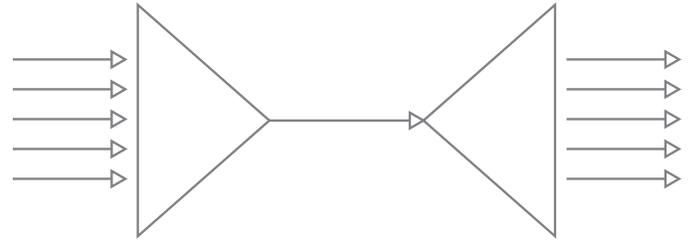
## Reflexión interna total



## Reflexión interna total

# Técnicas de Multiplexación

La capacidad total de transmisión de una fibra óptica es amplia e idealmente debería ser compartida por múltiples clientes. Una tecnología llamada "multiplexación" permite que una sola fibra sea utilizada para transportar múltiples señales o servicios.



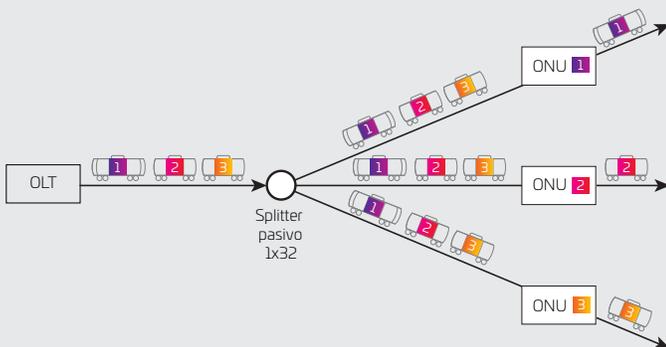
Vagones en la ferrovía de la infomarción

## Multiplexación en el Dominio del Tiempo (TDM) – creando un tren con vagones en la ferrovía de la información

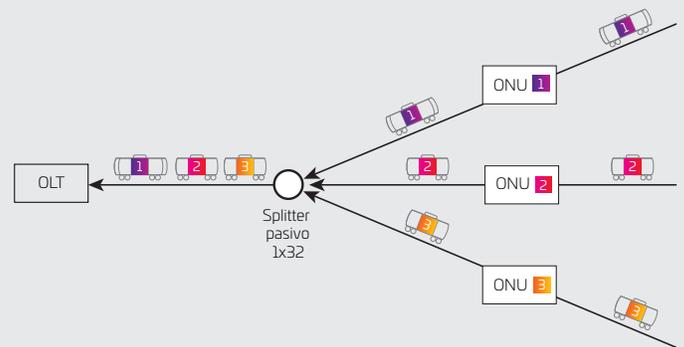
Con la Multiplexación en el Dominio del Tiempo (TDM), los servicios para diferentes clientes se envían y reciben como paquetes en "espacios de tiempo" específicos. TDM se puede comparar como un tren con varios vagones, y cada vagón contiene cierta cantidad de información para un cliente específico. Los vagones viajan en secuencia sobre la ferrovía de la información. Al final de la línea, los vagones se separan y se entregan al cliente correcto.

Las técnicas de TDM se utilizan en redes punto a punto de larga distancia, pero también en las redes ópticas pasivas (PON) de FTTH. La multiplexación y demultiplexación se realiza en el equipo electrónico como el OLT (Optical Line Termination) en la oficina central y en la ONU (Optical Network Unit) en el suscriptor.

### Ejemplo de TDM en PON (Tráfico de bajada):

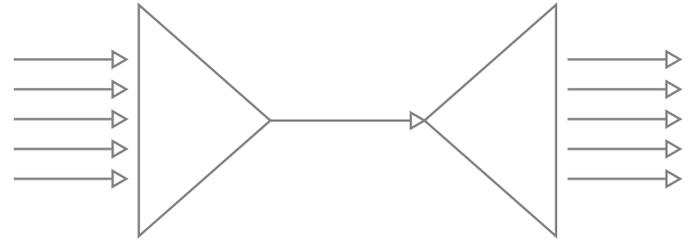


### Ejemplo de TDM en PON (Tráfico de subida):



# Técnicas de Multiplexación

.... continúa



## Multiplexación por División de Longitud de Onda- creando múltiples carriles en la autopista de la información

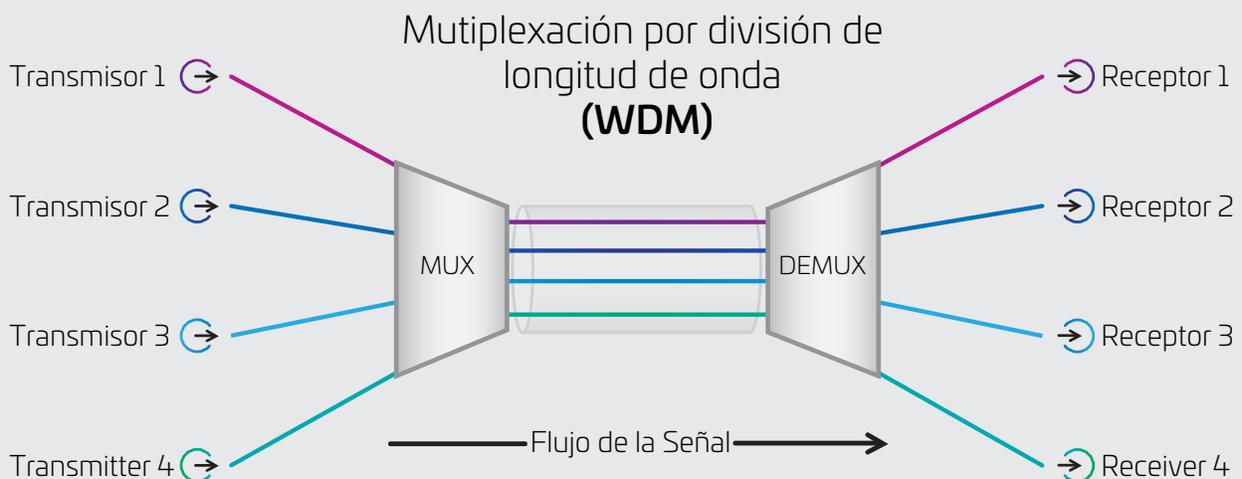
Con la multiplexación por división de longitud de onda (WDM), los diferentes servicios se transmiten a diferentes longitudes de onda y estas señales no interferirán entre sí. Podríamos comparar WDM con una autopista futurista de varios carriles. Cada automóvil en la carretera tendría su propio carril, donde puede viajar a su propia velocidad sin la interferencia del tráfico en los otros carriles.

Se pueden combinar muchas diferentes longitudes de onda en una sola fibra usando un dispositivo llamado 'multiplexor' (MUX). En el extremo receptor, la señal combinada es 'descifrada' por un demultiplexor (DEMUX). De esta manera, muchas señales diferentes pueden transmitirse a través de una sola fibra al mismo tiempo. En lugar de una secuencia de datos, puede enviar y recibir muchas secuencias, aumentando la capacidad del cable.



Múltiples carriles en la autopista de la información

La multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM) se refiere a las señales que se 'multiplexan' dentro de un rango específico de longitudes de onda, alrededor de 1550 nm. Los amplificadores de fibra dopada con Erblio (EDFA o Erbium Doped Fiber Amplifier) son particularmente efectivos para longitudes de onda entre 1525-1565 nm y 1570-1610 nm aproximadamente. De esta manera, grandes volúmenes de datos pueden ser recibidos y transmitidos en una sola fibra a distancias muy largas. Normalmente se usan 40 canales DWDM por fibra, pero es posible subir hasta 128 canales. Agregar canales en lugar de introducir más fibra y otros componentes de red puede ampliar la capacidad de la red sin la necesidad de instalar cables nuevos. Al introducir amplificadores ópticos que "aumentan" la señal, se pueden lograr distancias de hasta 1000 km. Otra variante es la multiplexación por división de longitud de onda gruesa (CWDM), que permite hasta 18 canales por fibra.



# CWDM o DWDM?

Tanto DWDM como CWDM presentan sus propias ventajas y desafíos:

## CWDM



Cada canal CWDM usa 20 nm, los canales combinados consumen casi todo el rango de operación monomodo



Considerablemente menos costoso que DWDM



Los transmisores no necesitan ser ajustados con la misma precisión que los transmisores DWDM y son menos costosos.



CWDM es apropiado en aplicaciones que requieren un número limitado de canales y donde las señales no necesitan viajar grandes distancias



CWDM no funciona con amplificadores de fibra y solo admite hasta 18 canales. Esto hace que CWDM sea significativamente menos efectivo en redes de larga distancia



En aplicaciones de planta externa, la sensibilidad a la temperatura se convierte en un problema

## DWDM



DWDM usa un espaciado de 50, 100 o 200 GHz en la banda C y, a veces, en la L, lo que permite más longitudes de onda en la misma fibra. Una gran diferencia en comparación con el espaciado de 20 nm utilizado por CWDM (que se traduce en unos 15 millones de GHz)



Ideal para áreas de alta densidad que requieren una gran cantidad de canales o para aplicaciones de larga distancia



Funciona con amplificadores de fibra que pueden amplificar los 1550 nm o la banda C



Desde 2002, la integración de DWDM se ha vuelto más fácil, gracias a la llegada de la red ITU-T G.694.1, un estándar de la industria de facto.



La tecnología solo funcionará correctamente dentro de rangos de temperatura específicos.



Los láser deben ser mucho más precisos que con CWDM. Estos factores significan que el costo total de DWDM es mayor.



Una señal digital pura de baja potencia se puede empaquetar de manera muy densa para obtener una gran cantidad de canales comprimidos en una fibra particular. Sin embargo, ciertas soluciones de mayor potencia introducen limitaciones en términos de la cantidad de señales que se pueden propagar a través de una sola fibra y qué tan cerca se pueden colocar.

# Conectores: llevando la luz dentro y fuera de la fibra

Los conectores ópticos, como su nombre indica, unen cables y componentes de red, y pueden proporcionar lo siguiente:

- Interconexión flexible a los equipos de transmisión y recepción
- Interconexión flexible a los equipos ópticos pasivos
- Función de conexión cruzada entre diferentes fibras desde otros cables

La generación actual de conectores se basa en el contacto físico entre dos fibras bien pulidas en una férula, con el fin de maximizar la transmisión de la potencia óptica, mientras se minimizan las reflexiones ópticas. La alineación de las fibras en las férulas se logra con una manga de alineación ranurada en el adaptador.

Los conectores a base de férula se someterán a un sofisticado proceso de pulido cuando son terminados en las fibras ópticas. Esta operación tendrá lugar en fábrica. El rendimiento óptico (atenuación y pérdida de retorno) de los conectores es también verificado en fábrica.

Todos los conectores tienen un mecanismo con una muesca, para evitar que la férula del conector gire a lo largo de su eje longitudinal dentro de la manga en el adaptador.



## Tipos de conectores comúnmente utilizados



FC  
Conector  
con férula



SC  
Conector del  
suscriptor



LC  
Conector  
Local



MPO  
Conector  
Multi-fibra  
*Push-on*

# Tipos de conectores comúnmente utilizados

## FC

Conector con férula

- Uno de los conectores monomodo de primera generación con férulas con resorte.
- El FC es un conector de "tipo tornillo" con un cuerpo de acero inoxidable o niquelado, por lo que es una opción práctica en ambientes con mucha vibración.

## SC

Conector del Suscriptor

- Cuerpo cuadrado de polímero
- Equipado con una férula de cerámica accionada por un resorte y un mecanismo de acoplamiento *push-pull*. Originalmente utilizado para Gigabit Ethernet, pero a medida que su costo se redujo se hizo más popular y durante mucho tiempo se consideró el conector estándar.

## MPO

Conector Multi-fibra  
*Push-on*

- Férula rectangular con 12 y 24 fibras que permiten conectividad multi-fibra
- Hasta 12 ó 24 veces la densidad del conector estándar de una sola fibra.
- Admite anchos de banda más altos por cable conectado y ahorra espacio y costo
- Los conectores MPO se utilizan cada vez más en los centros de datos con el crecimiento de 40/100 Gigabit Ethernet.
- El ensamble de cable MPO a menudo termina en varios cables más pequeños con un 'fan-out', lo que permite cambiar la orden de las fibras individuales manualmente después de que se haya realizado una conexión.

## LC

Conector Local

- Conector tipo Push-pull como la rosca del SC pero con un diseño más pequeño.
- Ha reemplazado en gran medida al SC como conector estándar; el SC todavía se usa ampliamente en las ubicaciones de los edificios de las redes FTTH.
- Diferente mecanismo de conexión y una férula de menor diámetro.
- Su tamaño pequeño lo hace práctico para el equipo de transmisión actual, que presenta una gran cantidad de conexiones en un espacio limitado.

# Conexiones y pérdidas

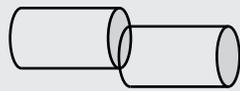
La intensidad de una señal óptica siempre es mayor en su punto de origen que en el extremo de recepción de una línea. La luz siempre sufre cierta degradación a lo largo de la conexión de red. Para minimizar esta pérdida, los cables de fibra deben conectarse a otros dispositivos o cables en la red de la misma calidad.

En la mayoría de los casos, las fibras son "empalmadas por fusión" - conectadas entre si directamente mediante la fusión del vidrio - lo que también introducirá alguna pérdida óptica. Estas conexiones de empalme por fusión son permanentes. Donde sea que haya que cambiar las conexiones en el futuro, o donde sea que la fibra tenga que conectarse a un dispositivo en la red, se usarán conectores en lugar de fusionar el cable. El cable de fibra está equipado con un conector, que se conecta a un adaptador o a la entrada de un dispositivo activo, y se establece una conexión. El núcleo de una fibra óptica es mucho más pequeño que una partícula de polvo, por lo que hacer una buena conexión requiere de una enorme precisión en la alineación de las fibras.

En todos los sistemas ópticos, la información óptica transportada puede "fugarse" si se pierde luz a medida que se transfiere de una fibra a otra. Cuanto más exactos esten alineados los núcleos, menos luz se pierde y mejor es la señal en el receptor.



## Ejemplos de razones para la pérdida de luz:



Dos núcleos de fibra están desalineados



Espacio de aire entre las fibras



Los extremos de la fibra no están limpios o están dañados

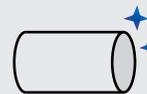


El tamaño de los núcleos no coinciden perfectamente

## La pérdida de luz puede ser minimizada o evitada de varias formas:



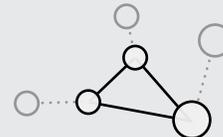
Evite curvas cerradas, espirales pequeñas y cualquier jalado o estiramiento de la fibra



Asegure que los conectores estén limpios



Sólo deben usarse las herramientas de inspección y los productos de limpieza correctos



El número de conexiones y empalmes en la red deben ser limitados y deben tener pérdidas de conexión muy bajas

## PÉRDIDA DE RETORNO

Donde quiera que se unan dos fibras, la suciedad o rayones pueden provocar que porciones de la luz se propaguen y reflejen.

'La pérdida de retorno (RL)' expresa la cantidad de luz reflejada de regreso a la fuente en el punto donde las fibras se encuentran. Esto también se expresa en decibeles (dB). Cuanto más bajo es el RL, más bajo es el reflejo. Para los conectores de fibra multimodo, los valores de RL típicos están entre -20 y -40 dB. Para conectores monomodo, se obtienen valores de -45 dB (pulido plano) y -65 dB (pulido angulado).

## ATENUACIÓN (pérdida de inserción)

Las pérdidas que ocurren en el punto de conexión se denominan "atenuación" o "pérdida de inserción (IL)". La potencia de la luz en el núcleo de la fibra se mide antes y después del punto de conexión y se expresa como una relación en decibeles (dB). Típicamente, los valores de 0.1 dB a 0.5 dB se logran con conectores. Cuanto menor sea la pérdida de señal, menor será el valor en dB

¿¿CONOCE LOS DOS TIPOS DE PÉRDIDAS DE CONEXIÓN??



## La matemática de la medición de pérdida

Al medir la atenuación o la pérdida de inserción, se fija un punto de referencia 'cero dB' en los cables de referencia seleccionados utilizando un LSPM (fuente de luz y medidor de potencia por sus siglas en inglés) u OLTS (set de pruebas de pérdida óptica). Una fuente de luz (LS) está conectada a un extremo del cable y el medidor de potencia (PM) está conectado al otro. Luego, la conexión entre los cables de referencia se separa, y ambos extremos se conectan a la línea que queremos medir. El valor medido es la pérdida de la línea total. En este caso, se mide la pérdida en las conexiones y las pérdidas en el resto del cable, por ejemplo, donde el cable ha sido empalmado.

## Presupuesto de enlace óptico

Durante el diseño del cableado, el presupuesto óptico del enlace se utiliza para predecir la cantidad de luz necesaria para garantizar un enlace de comunicaciones ininterrumpido.

El presupuesto de pérdida de enlace podría describirse como el "peor de los casos" para una ruta de transmisión de datos. Esto tiene en cuenta los elementos que pueden introducir pérdida, como las pérdidas en empalmes y la atenuación de la fibra. Antes de diseñar o instalar un sistema de cableado de fibra óptica, es importante determinar el presupuesto de pérdidas para garantizar que el sistema funcione. Tanto los componentes pasivos como los circuitos activos deben incluirse en el cálculo del presupuesto de pérdida. Tanto antes como después de la instalación, el presupuesto de pérdida de enlace es esencial. Los resultados de la prueba de la "vida real" se comparan con los valores de pérdida calculados previamente para garantizar que un enlace funcione según lo previsto.

## POSITIVO

cálculo del presupuesto de potencia:

Las pérdidas dentro del presupuesto de potencia



La señal puede ser llevada a su destino

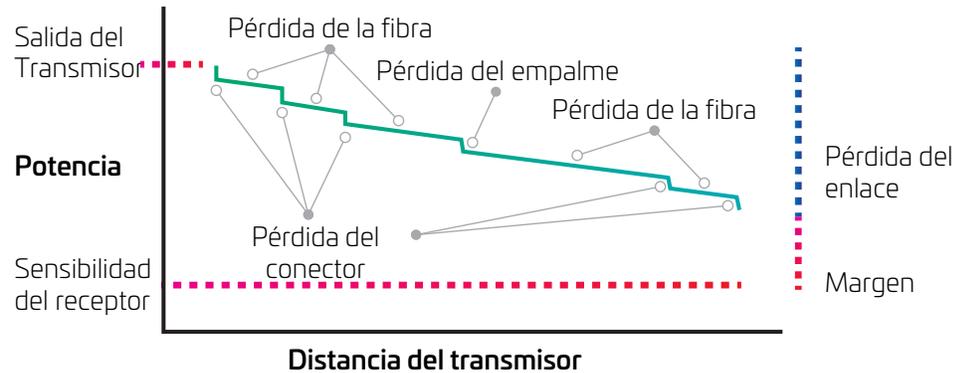
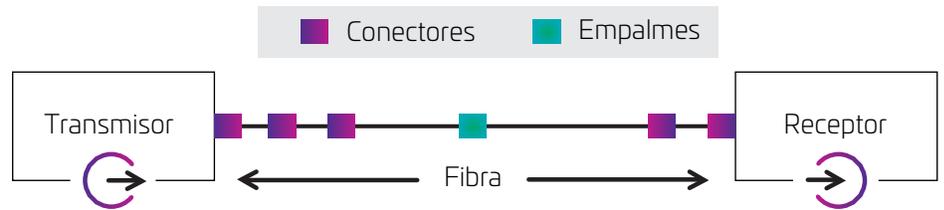
## NEGATIVO

cálculo del presupuesto de potencia:

Las pérdidas exceden el presupuesto de potencia



La señal no llegará a su destino



## Calculando el presupuesto del enlace

- + Presupuesto de potencia del transceptor
- Pérdidas de multiplexar y demultiplexar
- Pérdida de la fibra
- Pérdida del empalme
- Pérdida del panel de parcheo y conectores
- = **TOTAL DE PRESUPUESTO ÓPTICO DEL ENLACE**



# Añadiendo capacidad- ¿qué es lo mejor?

A medida que la demanda mundial de ancho de banda continúa creciendo, impulsada por nuevos servicios, tecnologías y una mayor competencia, los operadores de red están alcanzando límites de capacidad. En términos generales, existen dos enfoques para resolver esto y permitir que la red satisfaga las crecientes demandas de capacidad: ya sea construir más fibra o usar WDM. Veamos los posibles beneficios y desafíos que vienen con ambos enfoques.

## Agregando nueva fibra

Al implementar múltiples servicios y necesitar capacidad adicional, simplemente puede agregar más fibra desplegando nuevos cables. En muchos casos, los diseñadores, los ingenieros de campo y la fuerza laboral de despliegue están muy familiarizados con las tecnologías y procedimientos disponibles y han desarrollado buenas y sólidas prácticas para optimizar el proceso. Sin embargo, pueden surgir complejidades y deben evaluarse cuidadosamente por adelantado.

- Aunque el cable en sí mismo no es tan caro, el costo de la implementación de cable adicional puede ser bastante alto, dependiendo de las distancias, las topologías, las condiciones geográficas y geológicas y los precios de mano de obra.
- Al agregar cables a los ductos existentes, las limitaciones físicas relacionadas con el espacio o el peso del ducto pueden imposibilitar el despliegue.
- Mientras que en algunas áreas todavía usan cables aéreos, la mayoría de los cables de fibra óptica se instalan bajo tierra. En el pasado, no era raro encontrar calles de la ciudad que se excavaban una y otra vez, ya que cada nueva compañía negociaba los derechos de paso individualmente con los gobiernos locales. Comprender cómo instalar los cables con la mínima interrupción de la operación diaria de la ciudad es el secreto para una instalación exitosa y, a veces, una oferta exitosa en un proyecto.

## Usar WDM con fibra existente

WDM le permite entregar servicios separados adicionales a través de una sola fibra, separándolos en diferentes longitudes de onda. Aunque los electrónicos y componentes pasivos de DWDM requieren una inversión inicial importante, por lo general, el costo total es menor que el despliegue de fibra nueva. Más, a pesar de que WDM a menudo se considera una solución punto a punto, también hay soluciones de multiplexor de adición/supresión. Puede, por ejemplo, multiplexar ocho longitudes de onda diferentes en la fuente y luego solo sacar dos de ellas en una ubicación determinada, permitiendo que el resto continúe. Esto puede ser muy útil ya que los proveedores de servicios despliegan cada vez más celdas pequeñas que proporcionan una capa adicional de cobertura móvil, por ejemplo. Sin embargo, varios factores deben ser considerados y evaluados cuidadosamente:

- Para cada par de longitud de onda seleccionado para cualquier tipo de servicio, debe haber un transmisor único en cada longitud de onda: uno en sentido ascendente y otro en sentido descendente. Los receptores no requieren alta complejidad, pero los transmisores sí. Tenga en cuenta que el costo de las fuentes dedicadas de láser de ancho estrecho (narrow-width) podría ser bastante alto y es posible que deba seguir agregando más de ellas.
- Estos productos aumentan el costo por transmisión sobre el costo de usar una fibra dedicada. Cada longitud de onda dedicada adicional aplicada a un filtro WDM requiere dos fuentes únicas para esa longitud de onda particular.
- También es importante conocer la temperatura de almacenamiento y de operación de los pasivos CWDM y DWDM. No cumplir con los rangos de temperatura recomendados puede provocar la degradación o falla. Esto es esencial, ya que muchos componentes podrían terminar en gabinetes no acondicionados

Después de haber trabajado con miles de clientes en todo el mundo, sabemos que no existe la mejor solución para todas las situaciones y es probable que veamos una mezcla de ambas soluciones: migración continua hacia un mayor conteo de fibras junto con la implementación adicional de WDM. Al final, para hacer una elección verdaderamente 'inteligente', se necesita examinar la imagen completa, comprender todas las opciones y las compensaciones y, lo que es también importante, desarrollar una visión empresarial y un plan de negocios a largo plazo, equilibrando los requisitos inmediatos y futuros. Hable con nuestros expertos para averiguar cómo CommScope puede habilitar su futuro.

# El enfoque de CommScope

## Caso de Estudio:

### Desarrollar experiencia propia en fibra, pre-requisito para el futuro

*Claramente, hay muchos factores a considerar al diseñar e implementar una red de fibra: opciones de tecnología, mano de obra, tipo de construcción y cliente, escala, necesidades específicas del cliente ... Sin embargo, no solo es vital recopilar esta información, sino que debe ser transferida, compartida, entendida y desarrollada de forma continua. La educación y la capacitación son esenciales para el éxito de cualquier implementación. Para ofrecer una idea de cómo podría funcionar y cuál podría ser el papel de un proveedor, nos gustaría compartir una historia del mundo real ...*



Descargue el  
Caso de Estudio

Al reconocer la importancia del internet de alta velocidad para el crecimiento económico y la competitividad global de esta nación, el presidente de este país apoyó un ambicioso programa de FTTH a nivel nacional. El proveedor estatal de telecomunicaciones, que atiende a millones de ciudadanos con servicios de telefonía, telefonía móvil y banda ancha, requería de grandes equipos de técnicos e instaladores de fibra óptica para el despliegue de la fibra. Sin embargo, no existía un programa para capacitar a los técnicos y la experiencia en fibra estaba limitada a un pequeño número de especialistas en redes troncales ópticas.

Antes de que comenzara el entrenamiento, se llevaron a cabo reuniones tipo asamblea. Los ingenieros locales de CommScope que habían trabajado en implementaciones en otros países compartieron sus experiencias. Se desarrolló un programa de formación de entrenadores con la universidad local; los manuales de instalación y los materiales de capacitación se suministraron en el idioma local. Los ingenieros de CommScope supervisaron las instalaciones iniciales, compartiendo consejos prácticos y tips, asegurando que se adoptaran altos estándares y las mejores prácticas de la industria. La resistencia inicial de los técnicos más antiguos desapareció cuando se dibujaron paralelismos entre la fibra y el cobre, lo que les permitió aprovechar su experiencia y sentirse más cómodos.

El trabajo con fibra generalmente requiere herramientas especiales de cable y empalme. El operador lidió con la escasez de técnicos experimentados al elegir productos que podrían ser instalados por técnicos con experiencia limitada y un conjunto básico de herramientas. Un ejemplo es el cierre de empalme de fibra óptica FOSC 450, que no requiere herramientas eléctricas.

Los despliegues comenzaron en las grandes ciudades y se trasladaron a las áreas rurales. CommScope capacitó directamente a más de 500 técnicos para el proyecto, que luego éstos entrenaron a más de 3,000 instaladores. En el despliegue de esta red, la empresa estatal de telecomunicaciones ha logrado algo destacable: el país ahora tiene la mayor tasa de penetración de FTTH en la región, y es ampliamente reconocido que su estrategia de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) ha tenido un impacto real en la economía del país y desarrollo futuro.



## RESUMEN DEL CAPÍTULO 2

### Haciendo que la luz trabaje para ti

Las propiedades de la luz la convierten en la portadora de información más rápida. La luz a través de un cable de fibra óptica se puede enviar por una ruta (monomodo) o múltiples rutas (multimodo). El 'Multiplexado por división de onda' (WDM) permite que una sola fibra transporte múltiples señales o servicios. Dos tipos de multiplexación, DWDM o CWDM, tienen sus propios usos y aplicaciones.

Los diferentes tipos de conectores ópticos unen cables y componentes de red, y cada uno tiene ventajas y limitaciones específicas. Al trabajar con conectores, es esencial evitar o al menos minimizar la pérdida de luz.

Nuevos servicios, tecnologías y una mayor competencia están impulsando a los operadores de red de todo el mundo a aumentar el ancho de banda. Esto se puede lograr agregando fibra, introduciendo WDM en fibra existente o una combinación de ambos. La opción más adecuada depende de una variedad de factores, incluyendo el uso previsto, la ubicación y el presupuesto.

No hay una mejor solución única. Para hacer una elección verdaderamente 'inteligente', se necesita examinar la imagen completa, comprender todas las opciones y las compensaciones y desarrollar un plan de negocios completo a largo plazo, al mismo tiempo que se equilibran los requisitos inmediatos y futuros. ¡Los expertos de CommScope estarán encantados de conversar con usted sobre el panorama general y los detalles más finos según sus requerimientos específicos!

# CAPÍTULO 3

Arquitecturas de red:  
opciones, beneficios y consideraciones

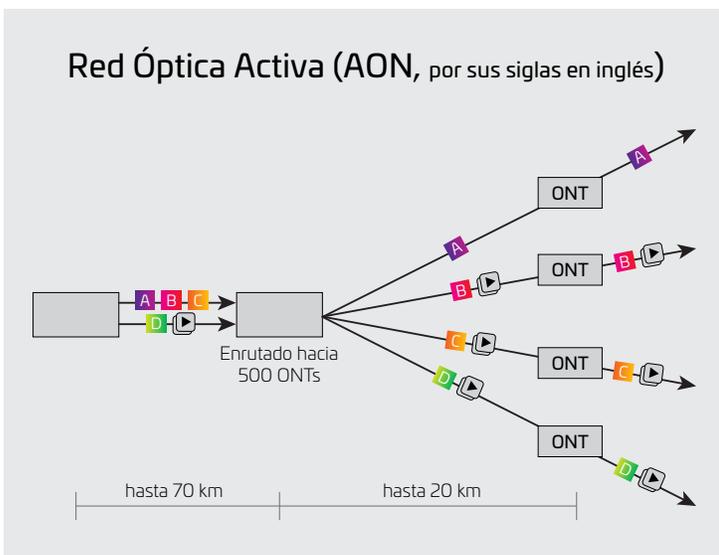
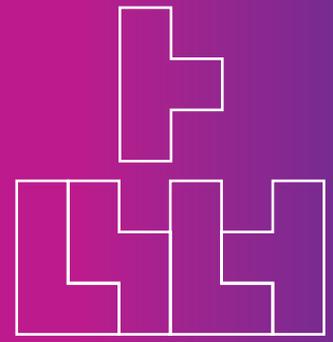


# Arquitecturas de Red: opciones, beneficios y consideraciones

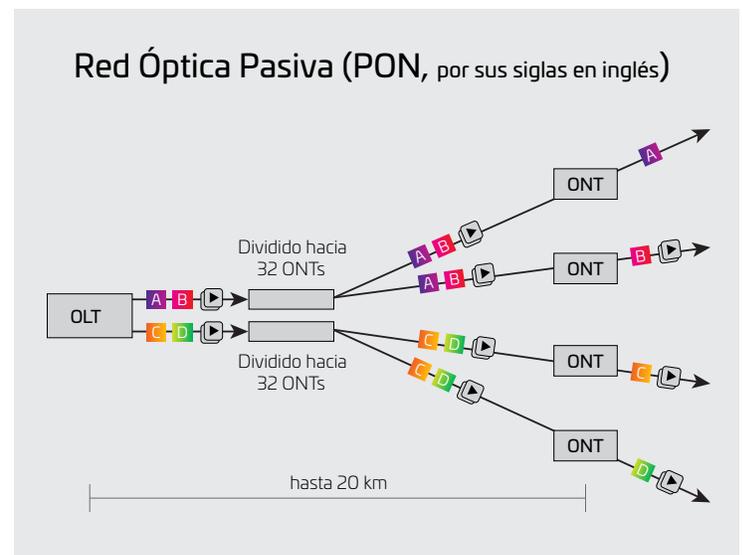
## ¿Qué tipo de red?

Las arquitecturas de red se eligen al principio del proceso de planificación y tienen un impacto de negocio duradero. Por lo tanto, es fundamental evaluar varios factores internos y externos incluso antes de que comience la planificación.

Una primera decisión de planificación se refiere a elegir un tipo de red activa o pasiva.



 = Datos o voz para un cliente único



 = Video para múltiples clientes

- Arquitectura de punto a punto, donde se establece una conexión de fibra tipo "home run" entre la oficina central y el usuario final
- Un transceptor láser se coloca en la oficina central mientras que el otro se encuentra en la ubicación del suscriptor
- Cubre distancias más largas y entrega un ancho de banda alto a cualquier punto
- Dado el mayor costo para mantener los componentes electrónicos requeridos, este tipo de red presenta las complejidades asociadas y es inherentemente más costoso de operar

- Arquitectura Punto a multipunto
- Los divisores de fibra óptica no alimentados permiten que una sola fibra óptica de servicio a múltiples puntos finales
- Consiste en un terminal de línea óptica (OLT) en la oficina central y unidades de red óptica (ONU) o terminales de red óptica (ONT) en la ubicación del usuario final
- Comparado con las arquitecturas punto a punto, PON reduce la cantidad de fibra y el equipo requerido en la oficina central

# Una mirada más de cerca a PON

Dos importantes grupos de estándares - el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) - han estado a la vanguardia del desarrollo de estándares.

Hay varios tipos de tecnologías PON que se usan comúnmente

## GPON (Gigabit PON)

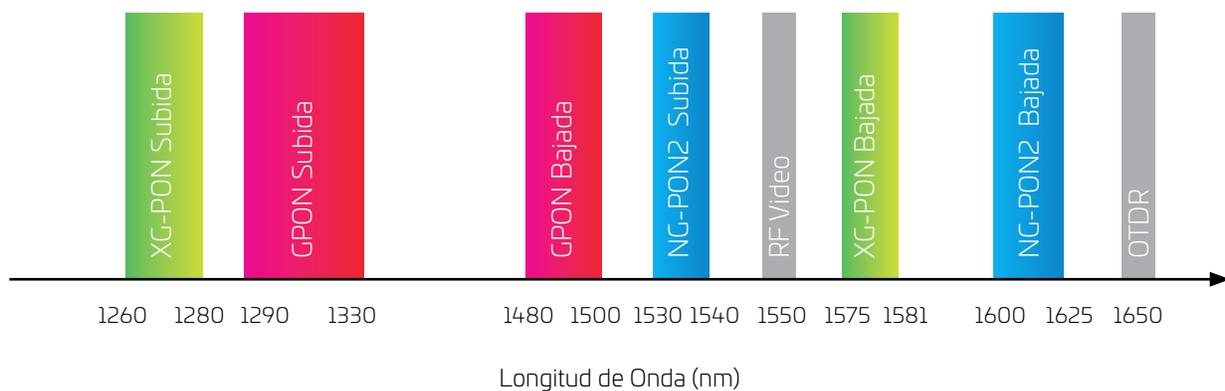
- Protocolo basado en IP, utilizado en la mayoría de las implementaciones y que se adapta a las aplicaciones exigentes actuales y futuras a nivel mundial
- 2.488 Gbps en sentido descendente y 1.244 Gbps en sentido ascendente
- Mayormente con una sola fibra, aunque el estándar especifica ambos sistemas de una sola fibra y mutifibra
- 10G PON, también llamado XG-PON, y basado en el estándar ITU-T G.987, está diseñado para coexistir con dispositivos GPON en la misma red

## XGS-PON

- 10 Gbps simétrico: una mejora de las generaciones anteriores de XG-PON las cuales ofrecían solo 10 Gbps en sentido descendente
- El ancho de banda simétrico es ideal para los servicios empresariales actuales y de backhaul móvil
- Ofrece cuatro veces la velocidad de subida de la tecnología actual XG-PON1
- Relativamente fácil de escalar las redes de fibra existentes en respuesta a la demanda
- Servicio simétrico menos costoso en comparación con otras rutas de actualización PON
- Puede coexistir con la tecnología GPON de generación actual

## NG-PON2

- 40 Gbps simétrico, posiblemente 80 Gbps en el futuro
- Un ancho de banda extremadamente alto, múltiples longitudes de onda y redes definidas por software permiten a NG-PON2 usar una sola fibra para diferentes propósitos
- Híbrido con enfoque de multiplexación por división de tiempo y longitud de onda
- NG-PON2 y GPON pueden compartir la red de distribución óptica (ODN), lo que beneficia a los operadores que combinan servicios empresariales y residenciales
- Óptica que se puede sintonizar dinámicamente a una longitud de onda provisionada ("Vinculación de canales"), lo que permite una amplia gama de servicios comerciales, de consumo e inalámbricos/cableados a precios relativamente bajos.



Espectro NG-PON2

Fuente: Rec. ITU-T G.982.2 (12/2014)

# Una mirada más de cerca a PON

.... continuación

## WDM PON

(PON Multiplexado por división de longitud de onda)

- Tipo de PON no estándar, desarrollado por compañías específicas
- 10 Gbps simétrico
- Cada longitud de onda puede correr a una velocidad y protocolo diferentes, por lo que hay una actualización fácil de pagar a medida que crece.
- Converge los servicios inalámbricos y por cable para la distribución
- La reutilización de la infraestructura FTTH existente puede estar limitada
- El control de la temperatura es un desafío debido a que las longitudes de onda tienden a desviarse con las temperaturas ambientales

## GEAPON

(Red óptica pasiva Gigabit Ethernet)

- 1-10 Gbps simétrico
- Utiliza protocolos y componentes nativos de Ethernet, trayendo economías de escala
- Altamente escalable y flexible, con un sistema rentable de gestión único
- Puede hacer realidad redes muy densas y atender a miles de suscriptores
- Soporte integrado para Triple Play (internet, televisión y teléfono), QoS (calidad de servicio), IPTV (televisión de protocolo de internet) y VoIP (voz sobre IP)
- Menos costoso que el equipo anterior de GPON
- 10G EPON simétrico soporta 10G de bajada y subida
- 10G EPON asimétrico soporta 10G de bajada y 1G de subida



# Redes de fibra profunda (Deep Fiber)

Más fibra en la red les da ancho de banda adicional a los operadores de cable y banda ancha junto con otros beneficios importantes como menores costos operacionales, uso de energía y huella de carbono. Las redes de fibra profunda usan una fibra a un punto de la red y luego hacen la transición a cables coaxiales o de cobre de par trenzado. Con el tiempo, estos puntos de transición se han acercado más a los clientes. Sin embargo, la ruta de migración desde red híbrida de fibra y coaxial (HFC) o infraestructura de cobre a fibra total necesita ser cuidadosamente evaluada, considerando tanto los pros y los contras, a corto y largo plazo. Las tecnologías de red de hoy ofrecen varias opciones.

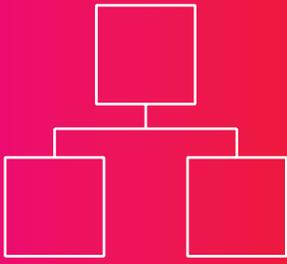
## DSL (Línea de Suscriptor Digital)

- El último protocolo DSL, G.fast, que significa "acceso rápido a terminales de suscriptor", se está implementando en entornos MDU existentes para minimizar la interrupción a los residentes.
- Aumenta las velocidades de conexión en las líneas de cobre de par trenzado existentes mediante el uso de frecuencias más altas y multiplexación por división de tiempo en comparación con las tecnologías ADSL y VDSL, que utilizan la multiplexación de frecuencia
- Equipo activo ubicado cerca de las instalaciones de los clientes
- Menos efectivo si las distancias exceden los 100-500 metros
- Se requieren cierres y terminales de empalme adicionales

## DOCSIS® (datos sobre la especificación de la interfaz del servicio de cable)

- Opción práctica en ausencia de conexiones de fibra a edificios
- Desarrollado por primera vez en 1997, el estándar se encuentra actualmente en DOCSIS® 3.1 y ha evolucionado para soportar velocidades de Internet más altas utilizando los cables coaxiales existentes.
- La evolución de DOCSIS® 3.1 full duplex promete tasas de datos simétricos de 10G





## Principales topologías y arquitecturas PON

La arquitectura genera costos en redes FTTH, y existen diferentes tipos entre los que se pueden elegir: punto a punto, división centralizada versus división distribuida, estrella versus conexión en cadena, y conectividad empalmada versus preterminada. Un PON típico cubre un área de 20 kilómetros de longitud.

**Veamos los beneficios de los diferentes enfoques.**

### Red punto a punto

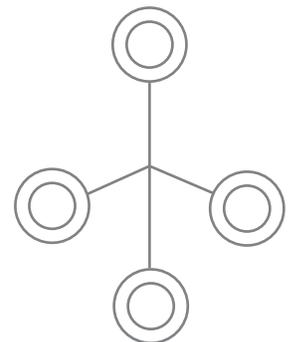
En una red punto a punto, los nodos están conectados directamente con una sola línea de conexión. No se requieren nodos adicionales en funcionamiento y no hay redundancia, pero esta es una solución rentable y confiable. Este enfoque generalmente se utiliza para servicios de nivel empresarial o backhaul para redes convergentes. El ancho de banda no se comparte, por lo que cada puerto en un edificio ofrece altas velocidades ininterrumpidas. La instalación, el mantenimiento y las reparaciones son relativamente fáciles. Sin embargo, no hay opción para ramificar y agregar más conexiones. El despliegue puede llevar más tiempo y ser más costoso, y el enfoque es menos que ideal para las regiones rurales.



### Red punto a multipunto

Los siguientes tipos de redes de acceso FTTH son todos de punto a multipunto. El divisor óptico utilizado en las redes punto a multipunto basadas en PON se puede colocar en diferentes ubicaciones de la red.

- 1 Arquitectura de Divisor Centralizado
- 2 Arquitectura de Divisor Distribuido (Cascadeado)
- 3 Arquitectura en Cadena
- 4 Arquitectura en Estrella
- 5 Tapping de Fibra Óptica
- 6 Fibra indexada (Fiber Indexing)

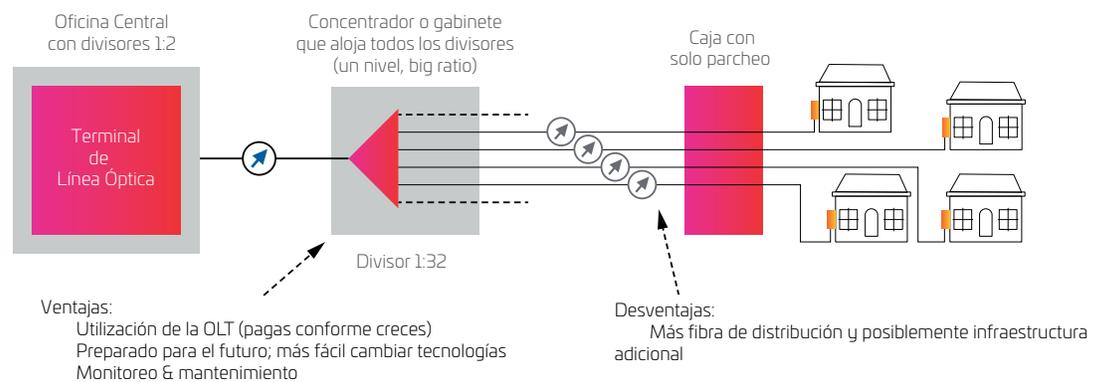


## 1 Arquitectura de Divisor Centralizado

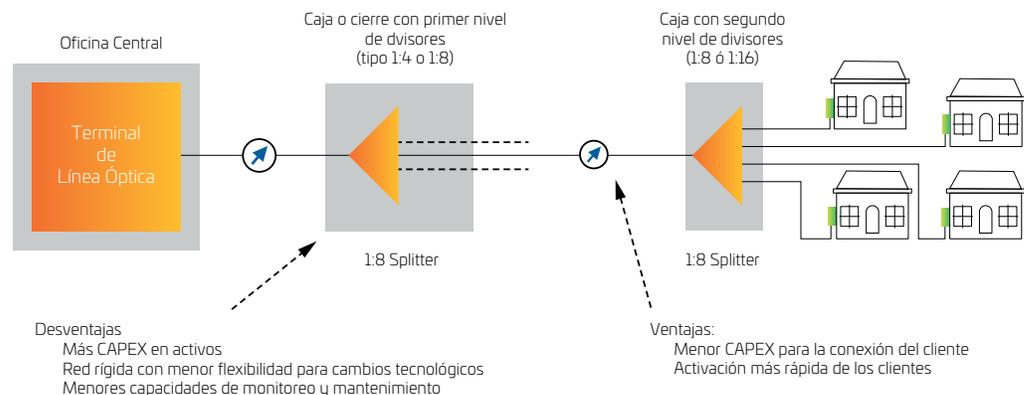
El enfoque centralizado utiliza divisores de una sola etapa en un punto central en una topología en estrella o en cadena. Esto proporciona una flexibilidad óptima en la administración de las conexiones de los suscriptores y la utilidad de los equipos conectados, y la ventaja de tener un punto de prueba de fácil acceso. Sin embargo, requiere una red "rica en fibra" desde la ubicación del divisor hasta las instalaciones.

La arquitectura de división centralizada ha sido utilizada ampliamente para llegar a los suscriptores en las implementaciones FTTH iniciales. Este enfoque generalmente utiliza divisores 1x32 múltiples ubicados en un gabinete de distribución de fibra (FDH), que puede ubicarse en cualquier parte de la red. El divisor 1x32 se conecta directamente a través de una sola fibra a un terminal de línea óptica (OLT) GPON en la oficina central. En el otro lado del divisor, 32 fibras se enrutan a través de paneles de distribución, puertos de empalme y / o conectores de puntos de acceso a 32 hogares de clientes.

### Arquitectura CENTRALIZADA



### Arquitectura CASCADEADA



## 2 Arquitectura de Divisores Distribuidos (cascadeada)

Una arquitectura en cascada utiliza múltiples divisores en serie para lograr la relación de división total deseada. Por ejemplo: un divisor de 1x4 que reside en un gabinete de planta exterior está conectado directamente a un puerto OLT en la oficina central. Cada una de las cuatro fibras que salen de este divisor de Nivel 1 se enruta a un terminal de acceso que alberga un divisor de 1x8, Nivel2.

En este escenario, un total de 32 fibras (4x8) llegarían a 32 hogares. Es posible tener más de dos etapas de división en un sistema en cascada, y la relación de división total puede variar (1x16 = 4x4; 1x32 = 4x8 o 8x4; 1x64 = 4x4x4).

Este enfoque reduce la cantidad de fibra en el área de distribución al mover parte del proceso de división al punto de acceso, donde la acometida del suscriptor está conectada.

Aquí, están conectados a un terminal de red óptica. De esta forma, la arquitectura PON centralizada conecta un puerto OLT hasta 32 ONT.

La capacidad de conexión cruzada en el FDH hace posible conectar cualquier puerto de salida del divisor a un puerto en el panel de conexiones, lo que puede ahorrar en costos de mano de obra y materiales. La división centralizada también introduce una ubicación física en el centro de la red de distribución óptica, que puede usarse convenientemente para pruebas. Sin embargo, en áreas con tasas de aceptación más bajas, la construcción por hogar resulta más costosa. Para reducir los costos y acelerar las implementaciones, se deben considerar alternativas. La conectividad preterminada es una forma de reducir el tiempo de implementación. La otra solución clave es usar la división distribuida.

Sin embargo, hay un sacrificio: una red PON en cascada típicamente tiene una utilización de puerto OLT más pobre que una arquitectura dividida centralizada. Las arquitecturas en cascada también dependen en gran medida de la "tasa de adopción" y del número de clientes que reciben servicio de la red PON.

La investigación muestra que la capacidad del FDH se puede reducir en un 75 por ciento, lo que permite gabinetes más pequeños, una colocación más fácil y la posibilidad de pasar de un gabinete a un cierre de empalme. Las fibras de distribución requeridas también se han reducido en un 75 por ciento, reduciendo el gasto de capital de los cables, los cierres de empalmes y la mano de obra de los empalmes. El punto de acceso ahora incluye un divisor, por lo que un cambio modesto aquí permite un ahorro significativo en el enfoque completo.

### 3 Arquitectura en cadena

Esta arquitectura puede acelerar las implementaciones. Un cable multifibra conectado a través de una cascada de terminales de acceso de fibra, da como resultado un uso más eficiente del despliegue del cable y mano de obra. Sin embargo, este enfoque puede requerir más empalme que una arquitectura de estrella (ver a continuación), así como habilidades especiales de empalme. La mano de obra del empalme es un factor de costo clave en las implementaciones de FTTH.

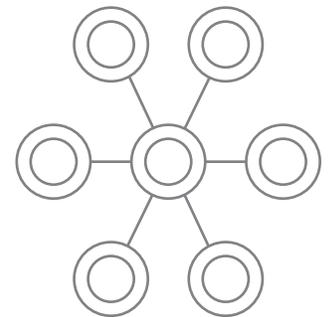
En una topología en cadena, el cable de fibra se pasa por las calles y un terminal reforzada se empalma en el cable en cada punto de acceso. Este diseño obliga a comprometer el tiempo de despliegue al tiempo que aumenta los costos debido a la necesidad de costosos y especializados trabajos de empalme. Los costos de empalme para la división centralizada, ya sea en estrella o en cadena, generalmente serán más altos que para la división distribuida, ya que las salidas de división se terminan en fábrica. El número de fibras a empalmar en cada ubicación es mayor (una fibra por suscriptor); mientras que, en una red dividida distribuida, esta relación se puede reducir colocando salidas terminadas en fábrica a los divisores.



### 4 Arquitectura en estrella

Una arquitectura de estrella lleva los cables de vuelta a una ubicación central usando un cable preterminado. Esto lo hace muy eficiente desde una perspectiva de empalme, ya que el empalme se lleva a cabo en el concentrador. Sin embargo, utiliza entre un 35 y un 45 por ciento más de cable que las arquitecturas en cadena, y puede haber más números de parte debido a diferentes longitudes de cable. Aunque el cable a menudo se considera una parte relativamente económica del costo total de una red FTTH, el cable adicional requerido en la configuración de estrella conlleva costos de mano de obra adicionales para el despliegue así como requisitos de espacio físico, que pueden ser particularmente problemáticos en colocación en ductos o postes.

La arquitectura de estrella puede usar una Terminal de Servicio Multipuerto (MST), un componente de líneas de conectividad preterminadas. Las fibras de acometida no necesitan ser empalmadas en el punto de distribución. Cada cola de la terminal se lleva de vuelta a una ubicación de empalme, de ahí el nombre de "estrella". Cuando se utiliza con división centralizada, cada cable que pasa entre el MST y la caja de empalme tendrá una fibra por puerto de la terminal.



Con división distribuida, se utiliza una sola fibra entre la terminal y la caja de empalmes, y la terminal incorpora un divisor de 1x4 o 1x8. Las arquitecturas de división distribuidas usan aproximadamente la misma cantidad de cable que las centralizadas, pero el número de fibra son una fracción, como lo son, en consecuencia, los costos de empalme.

### 5 Taps de Fibra Óptica

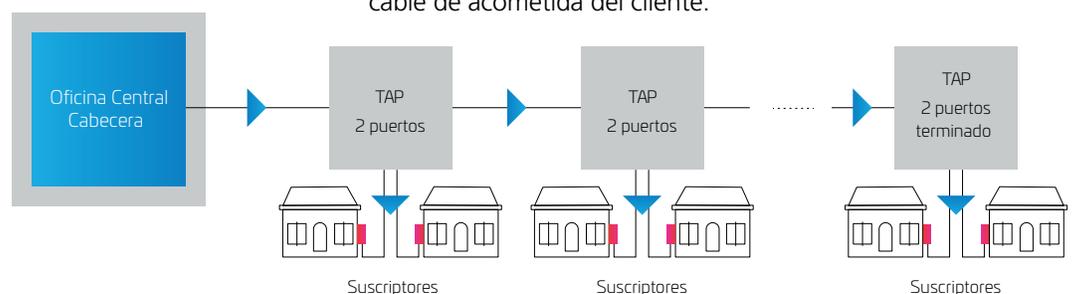
La arquitectura de taps distribuidos, utiliza taps de fibra óptica en lugar de divisores en una topología lineal.

Imagine tomar la fibra en un cable de fibra óptica, cortarla en el medio y empalmar un tap en el medio. La señal óptica pasa a través del tap y continúa por la fibra, mientras que el tap "deja" una parte de la señal para los suscriptores conectados localmente. De esta forma, el alcance típico de PON, generalmente de un radio de 20 kilómetros desde el OLT, puede extenderse. La arquitectura de tap es extremadamente útil en aplicaciones de tipo rural donde la densidad de la vivienda es baja y las distancias suelen ser largas.

Se pueden colocar varios taps en la línea hasta que se agote el presupuesto del enlace óptico o hasta que se alcance el número máximo de suscriptores por puerto OLT (normalmente 32, aunque se admiten 64 o más). El toque final de "terminación" en la cadena no tiene fibra de salida.

Los taps están disponibles en modelos de dos puertos, cuatro puertos y ocho puertos, según la cantidad de puertos de acometida requeridos. Para cada modelo, diferentes valores de derivación (que van desde -4 dB a -21 dB) están disponibles dependiendo de cuánta potencia óptica se debe dejar en cada ubicación. Los puertos de derivación del tap están preconectados para facilitar la conexión y desconexión del cable de acometida del cliente.

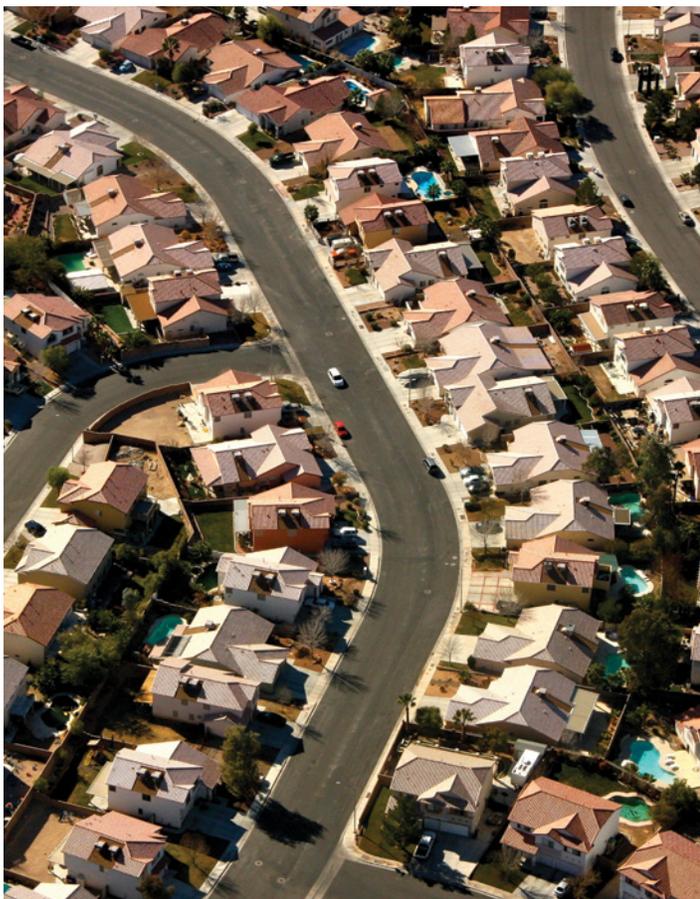
#### TAPS DE FIBRA ÓPTICA



## 6 Indexación de Fibra (Fiber indexing)

Fiber Indexing utiliza cables y terminales con conector, y permite a los instaladores utilizar un enfoque de "molde" para construir la red. Un conjunto reducido de longitudes de cable está conectado en cadena, lo que limita la necesidad de conjuntos de cables personalizados o empalmes. El bloque de construcción básico, que se repite en toda el área de servicio, podría ser un cable de 150 pies (para la mayoría de las ubicaciones de terminales), una terminal con un divisor incorporado, entradas y salidas preterminadas de 12 fibras y cuatro u ocho acometidas a las casas.

Fiber indexing tiene el potencial de reducir los costos de construcción y obras civiles en la red de distribución hasta en un 70 por ciento y, en el proceso, reduce significativamente los tiempos de implementación y agiliza el tiempo de comercialización. Un ahorro clave radica en la menor longitud de cable necesaria, que se hace posible al cambiar la topología de red y al consolidar las funciones de múltiples elementos de red en el terminal de servicio. Los otros ahorros provienen de reducir el trabajo de empalme, minimizar las inspecciones del sitio y reducir los costos de administración de inventario.

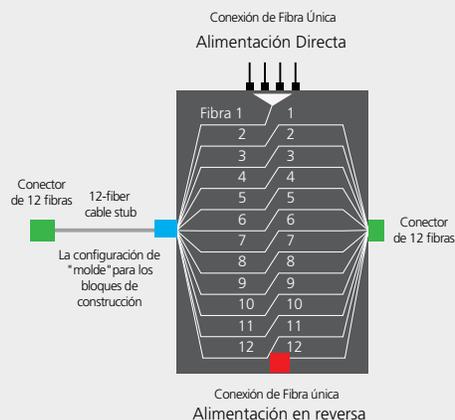


Las señales del gabinete de distribución de fibra generalmente viajan desde la primera terminal hasta la última. Sin embargo, conectar un segundo cable a la terminal final permite que la señal retroalimente a la primera terminal. Esta "alimentación en reversa" permite a los operadores conectarse a los cables de acometida del suscriptor o entregar otros servicios en esa ubicación de la terminal, lo que permite responder a las nuevas demandas de servicio casi al instante.

## Fiber indexing

Fiber indexing es el desplazamiento de la posición de una fibra desde un conector multifibra a otro, dentro de cada terminal.

1. El proceso comienza con un cable de 12 fibras del Gabinete de Distribución de Fibra (FDH) que ingresa a la primera terminal de indexing.
2. Dentro de la terminal, las fibras se dividen y la señal de la fibra en la primera posición es enrutada a divisores de 1:4 o 1:8 para dar servicio a clientes locales



3. Las fibras restantes son "indexadas"—avanzando una posición en el orden - y después combinadas usando un HMFOC de 12 fibras
4. El cable reforzado de 12 fibras se conecta a la siguiente terminal donde se repite el proceso de indexación.



¿Desea aprender más sobre Fiber indexing?

VEA EL VIDEO

# Tendencias globales y regionales

## Observaciones generales y tendencias

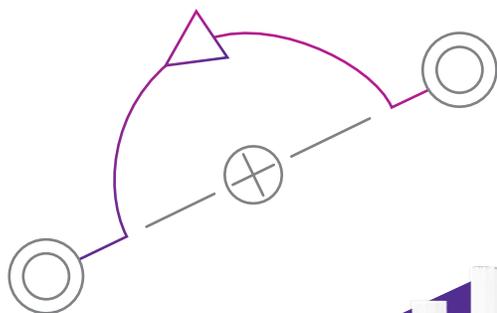
A medida que las tecnologías de red de hoy en día avanzan, los operadores pueden elegir entre diferentes estrategias y enfoques para llevar la fibra más profundamente a su red. En general, estamos viendo un cambio hacia la flexibilidad y confiabilidad incluidas en el diseño.

La flexibilidad de la red es cada vez más crítica, ya que los operadores deben ser capaces de responder a las demandas y requisitos de servicio que cambian rápidamente. ¿Con qué facilidad se puede actualizar la planta de 1G a 10G y más allá, por ejemplo?

Dada la creciente demanda tanto para aumentar la capacidad de fibra como para reducir los costos futuros de obras civiles, se ha instalado más fibra en la red de la que actualmente se necesita para satisfacer las necesidades futuras. La cantidad de exceso de fibra y su ubicación en la red dependen de las regulaciones locales y la competencia. Sin embargo, además de reducir los costos de obras civiles, este enfoque proporciona una conectividad más rápida, a veces, clave para ganar nuevos clientes.

Con la confianza de hoy en día en la conectividad ubicua, la confiabilidad de red ultra alta ya no solo es una buena opción, sino que se debe considerar desde cero al diseñar.

Por lo general, vemos clientes como bancos, bolsas de valores o parques empresariales que desean operar más de una línea y tienen dos líneas separadas, "principal" y "de reserva", para garantizar la continuidad del negocio. Si la línea principal deja de funcionar, todo el tráfico se redirige a través de la línea de reserva, sin interrupción. Sin embargo, debido a la necesidad de más seguridad, tal como lo requieren los automóviles sin conductor, el uso de dos líneas se vuelve cada vez más importante y anticipamos que se introducirán dos líneas más en la red.



# Tendencias y desarrollos regionales

## NORTE AMÉRICA

- Divisores centralizados son usados con mayor frecuencia en los EE. UU. debido al uso optimizado de los equipos ópticos en la oficina central.
- Existe una gran adopción de la instalación plug-and-play que utiliza una conectividad reforzada, debido al aumento de los costos y escasez de mano de obra.
- La arquitectura de taps ópticos se está haciendo popular en aplicaciones donde la densidad de viviendas es baja y las distancias suelen ser largas, como las áreas rurales.

## EUROPA

- En respuesta a las regulaciones que estipulan que los proveedores de servicios múltiples deben dar acceso compartido a la red, algunos operadores están instalando múltiples fibras por cliente para que puedan mantener una planta dedicada para sus operaciones. Otra tendencia son las ubicaciones de interfaz comunes donde el cliente puede moverse entre diferentes redes.
- Existe una nueva tendencia hacia el uso de fibras preterminadas para aumentar la velocidad de implementación y reducir el tiempo de aprovisionamiento.
- En las áreas urbanas, los permisos son cada vez más difíciles, y los operadores buscan opciones para minimizar el impacto visual a la vez que proporcionan la funcionalidad necesaria.
- En áreas rurales, se están introduciendo arquitecturas mixtas para optimizar el costo.

## CARIBE Y AMÉRICA LATINA

- En general, FTTH es la tecnología principal actualmente implementada en la región, con GPON como el tipo de red más popular.
- Las implementaciones aéreas en arquitecturas distribuidas y con divisores en dos niveles son cada vez más comunes, aprovechando el beneficio de un menor costo y una implementación más rápida.
- Hay nuevas iniciativas públicas, pero los operadores privados lideran por mucho

## ASIA

- Con alta densidad de población, provocando una gran congestión en postes o dentro de la infraestructura subterránea, las redes PON en cascada son más comunes, con múltiples divisores en el Nivel 1 ubicados dentro de una solución tipo gabinete para proporcionar un grado de flexibilidad y con el divisor en el Nivel 2 ofreciendo una conexión directa a las instalaciones.
- Particularmente dentro de las áreas metropolitanas, donde la vivienda MDU es extremadamente popular, tanto la PON centralizada como la distribuida son aplicables. Sin embargo, las consideraciones sobre la capacidad de acceder a las fibras a nivel del piso y la tasa de utilización dentro del edificio determinarán si una red en estrella o en cadena es más aplicable.

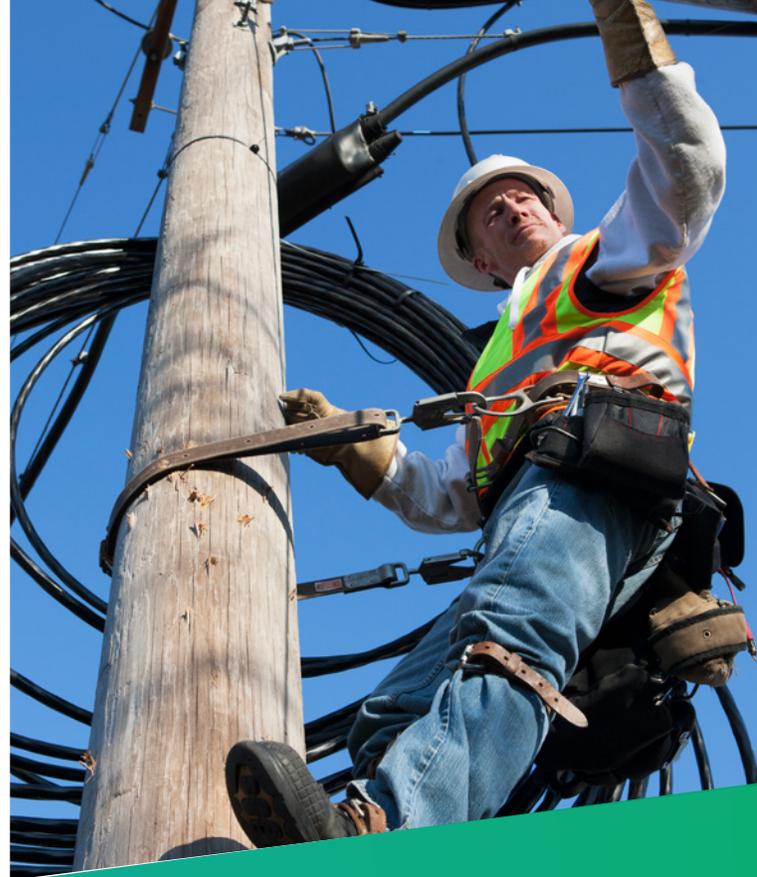
# El enfoque de CommScope

## Caso de Estudio:

### Los servicios públicos optan por la banda ancha

*Una red previamente construida se puede expandir de diferentes maneras, cada una con diferentes beneficios y desafíos. Las consideraciones y compensaciones se demuestran en el siguiente caso de estudio.*

*Una empresa que desplegaba banda ancha enfrentó desafíos de planificación y aumentos de presupuesto. ¿Cómo lidiaron con los costos y regresaron el proyecto a su camino?*



Descargue el  
Caso de Estudio

Una empresa eléctrica europea decidió construir una infraestructura FTTH de acceso abierto que ofrece acceso a Internet de alta velocidad a hogares y empresas en todo el país. La red podría arrendarse a socios que ofrecerían a los suscriptores minoristas internet y otros servicios. La primera fase de implementación cubrió alrededor de medio millón de locales.

La empresa tenía una amplia infraestructura de red eléctrica, derechos de paso, experiencia con implementaciones de planta externa y una red troncal de fibra que soporta servicios de fibra arrendada. Sin embargo, FTTH era una nueva tecnología. CommScope identificó varios desafíos únicos relacionados con la construcción de FTTH sobre un sistema de distribución eléctrica en vivo. Los mapas de la red a veces estaban desactualizados. La lluvia y la exposición a las inundaciones también significaron que los equipos debían estar bien sellados. Se necesitaba minimizar la interrupción del servicio y se debía garantizar la seguridad de los instaladores que trabajan cerca de equipos de alto voltaje. La existencia de estos problemas empujó los costos de instalación muy por encima de las estimaciones presupuestarias.

Se necesitaban soluciones económicas que combinaran con la infraestructura de red existente a la vez que se permitieran la máxima flexibilidad y crecimiento. CommScope realizó encuestas de campo detalladas para optimizar la arquitectura de red y la selección de productos. Varios gabinetes más pequeños fueron reemplazados con cierres y divisores. Se aumentó el uso de productos de conectividad preterminados, lo que minimizó la necesidad de capacitación y aumentó la velocidad de implementación.

Un rediseño de la red, un conjunto optimizado de productos y un enfoque en el ahorro de mano de obra ayudaron a que el proyecto volviera a estar dentro del presupuesto y, para fines de ese año, el servicio se implementó en siete ciudades de todo el país.



## RESUMEN DEL CAPÍTULO 3

### La importancia de elegir sabiamente

Las arquitecturas de red se eligen al principio del proceso de planificación, lo que proporciona un impacto duradero.

#### Las decisiones claves incluyen:

- ¿Redes ópticas activas o pasivas? Esto está determinado en gran medida por factores como las distancias y el presupuesto del equipo.
- ¿Qué tecnología es la más adecuada: GPON, GEAPON, WDM PON, XGS PON, NGPON2, DOCSIS<sup>®</sup>, DSL...? Esto depende de la distancia, el ancho de banda, la simetría y los requisitos de escalabilidad, la disponibilidad de fibra en diferentes ubicaciones de la red, las tasas de utilización y los tipos de usuario.
- ¿Qué tipos de arquitectura? Existe una conexión punto a punto versus multipunto, centralizado versus distribuido, estrella versus en cadena, y todo empalmado versus conectividad preterminada. Las opciones están relacionadas con el tamaño de la red, el uso previsto, el presupuesto y los requisitos de flexibilidad.
- Finalmente, las arquitecturas de red en cada región pueden variar significativamente dependiendo de, por ejemplo, el uso previsto a corto o largo plazo, la legislación local y las mejores prácticas.

Para evitar descuidos y errores costosos, es fundamental definir los requisitos, determinar los presupuestos y considerar otros factores antes de decidir sobre las especificaciones. Las decisiones tomadas en un área afectarán muchas otras áreas. En caso de duda, ¡pregunte a los expertos!

# CAPÍTULO 4

Cómo hacer que un plan de negocios de FTTX funcione



# Cómo hacer que un plan de negocio de FTTX funcione

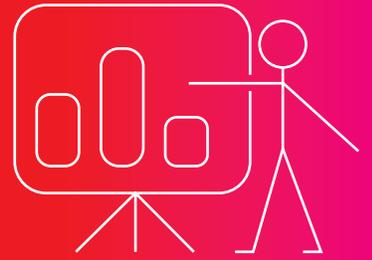
## ¿Por qué este capítulo?

Cuando se trata de redes, el horizonte de planificación puede ser tan largo como 20 o 30 años, lo que significa que cada elección hecha al principio tiene implicaciones a largo plazo. Hoy, en la cúspide de una nueva era en innovación, los requisitos y las tecnologías están evolucionando rápidamente, trayendo complejidades mucho más altas en la planificación de negocios.

Los expertos de CommScope han dedicado miles de horas durante más de cuatro décadas para ayudar a los clientes a diseñar, construir y mantener sus redes en regiones de todo el mundo. En este capítulo, compartimos estas ideas con usted.

El alcance de este capítulo cubre:

- Elementos esenciales de un plan de negocios
- Tendencias de la industria y mercado que pueden impactar los planes de negocio
- Consejos prácticos - con ideas y nuevas perspectivas



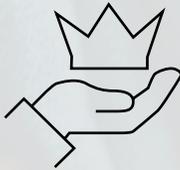
# 1 Ingresos - clientes y fuentes de ingresos tradicionales y nuevos

Tradicionalmente, los operadores han obtenido ingresos de los servicios de telefonía, Internet y video, prestando servicios a clientes residenciales, comerciales, gubernamentales e inalámbricos. Hoy en día, un número creciente entre proveedores de comunicaciones grandes y pequeños están expandiendo sus fuentes de ingresos para atender mejor las nuevas necesidades de conectividad permanente de sus clientes.

Una encuesta global de 2017 de proveedores de servicios mostró que la monetización de banda ancha de alta velocidad es clave para una estrategia comercial exitosa.

## Nuevas fuentes de ingresos

Los **paquetes de contenido premium** pueden desarrollarse con socios de contenido, en función de los intereses del público objetivo. La "convergencia de contenido" está generando una ola de fusiones y adquisiciones entre empresas de telecomunicaciones y medios de comunicación, así como el desarrollo de estrategias de adquisición de derechos de eventos deportivos en televisión.



## Estrategias de diferenciación

Se pueden ofrecer **servicios personalizados** para grupos de clientes objetivo (por ejemplo, gamers) que estén dispuestos a pagar por simetría, latencia y tiempo de actividad de muy alto rendimiento.



## Inovación

### Telemática:

Una combinación de servicios de telecomunicaciones, de transporte e IoT ofrece nuevas oportunidades de servicio para la gestión de flotas, la logística de la cadena de suministro y otras áreas relacionadas con el transporte y el tráfico.



### Cuarta Revolución Industrial e IoT:

Las tecnologías de conexión como IoT, robótica, inteligencia artificial (AI), realidad virtual y aumentada, y la impresión 3D requieren amplias capacidades de ancho de banda y análisis de datos y un grado de interconectividad y convergencia sin precedentes.



Estar a la vanguardia de la innovación y desarrollar soluciones para satisfacer las necesidades de estos clientes no solo generará nuevas fuentes de ingresos, sino que posicionará a las empresas para que sean las primeras en aprovechar los beneficios de aprender y desarrollar el ecosistema.

# Ingresos - consejos prácticos

## A

### Definir un objetivo claro de ingresos de red

El caso de negocio y los cálculos se elaboran una vez que se determinan los objetivos de ingresos. El resultado puede variar según la elección de red. ¿Va a construir un modelo de solo servicio residencial? ¿Una red residencial y empresarial? ¿Una red empresarial y de mayoristas?

## B

### Prepare expectativas realistas en torno a las tasas de utilización

Tener una evaluación realista de las conexiones en proyectos residenciales o empresariales es fundamental. ¿Qué penetración y utilización puede obtener realmente en un mercado determinado? ¿Qué sucede si tiene 100 hogares pasados pero solo 30 quieren sus servicios? Las predicciones de tasas de penetración excesivamente optimistas o demasiado cautelosas son igualmente problemáticas. En América Latina, por ejemplo, las personas generalmente pueden elegir entre múltiples operadores, ninguno de los cuales podría esperar más del 25 por ciento del mercado. Pero, si la solución de un operador alcanza el máximo del 25 por ciento de las viviendas aprobadas, no podrá escalar fácilmente si se crea una mayor demanda, lo que podría significar realizar nuevas inversiones importantes o rechazar clientes

## C

### Considerar una red multipropósito o redes separadas

Por lo general, las redes han sido "de propósito único", diseñadas para proporcionar servicios residenciales, servicios empresariales o backhaul inalámbrico. En gran medida, estas funciones influyen en las decisiones de negocio y costos. Las funciones separadas anteriormente se están agrupando, lo que hace posible que la infraestructura realice múltiples tareas.

## CONVERGENCIA: LA FUSIÓN DE LO INALÁMBRICO Y LO CABLEADO



### Las redes convergentes van desde activos compartidos hasta sistemas completamente integrados

#### Convergencia de la infraestructura de red

- Aprovechar ubicaciones (Co-location)
- Aprovechar medios (Energía, Fibra)
- Planea y construye simultáneamente (Mano de obra)

#### Convergencia de plataformas

- Las aplicaciones corren sobre COTS (Commercial off the Shelf Solution - Soluciones comerciales disponibles)
- Hardware común para SDN/NFV
- Procesos similares

#### Convergencia total: Hardware, Software & Red Física

- Convergencia de las funciones de red (todo IP)
- Política y credenciales comunes
- Contenedorización

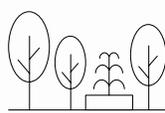
### Ofertas de servicios



Hogar



Trabajo

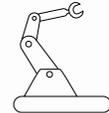


Sobre la marcha

### Clientes:



Humanos



Maquinas

Típicamente, los proveedores de comunicaciones han visto los costos exclusivamente a través de CapEx (costo de implementación, materiales e instalación, activos y pasivos) y OpEx (costo del mantenimiento de la red, arrendamiento y franquicias, junto con el costo de abastecimiento y licencias, o desarrollo de servicios).

En el entorno competitivo cada vez más actual, los operadores se están dando cuenta de que los modelos de costos no deberían enfocarse solo en poner la red en funcionamiento y en casa pasadas o negocios, sino que los modelos de costos también deberían tener en cuenta el costo y la velocidad de las conexiones individuales. Los costos de ofrecer servicios, equipos, mano de obra, permisos, mantenimiento y energía también deben considerarse.

Al desarrollar un modelo comercial, es importante mirar más allá de la comparación de los elementos de costos individuales, como los materiales y la instalación, y considerar el costo total de propiedad (TCO). A primera vista, podría tener sentido minimizar CapEx al tomar una decisión de compra; sin embargo, no considerar el costo potencialmente alto de operar y actualizar la red (OpEx) puede afectar negativamente la rentabilidad de la operación general. Vemos que las organizaciones exitosas son aquellas en las que el presupuesto interno y otros factores que influyen en el resultado general están bien alineados y optimizados para el futuro ciclo de vida de la red.

## Consejos prácticos

### A

#### Evalúe el costo de oportunidad

El costo de oportunidad es la pérdida de ganancia potencial de otras alternativas cuando se elige una de ellas. Por ejemplo, las demoras en obtener los "derechos de vía" tienen un impacto negativo en el tiempo para generar ingresos. Por lo tanto, elegir una solución que minimice el tiempo para generar ingresos tendrá un impacto positivo en el resultado final general, aunque podría ser una alternativa de primer costo más alta.

### B

#### Evalúe las opciones de costos diferidos

(Parcialmente) diferir CapEx puede ser muy beneficioso, especialmente cuando se trata de incertidumbres comerciales y presión sobre CapEx. Elegir una arquitectura de red y soluciones que permitan la flexibilidad para construir la red a medida que la demanda y los ingresos estén disponibles proporciona un gran beneficio a los operadores.

### C

#### Calcule el consumo de energía

El consumo de energía es un factor de costo a menudo pasado por alto. Esto no es un problema en una red completamente pasiva, pero es cuando introduce una cantidad relativamente grande de equipo activo. Tener una evaluación completa del consumo de energía puede ayudar a tomar decisiones inteligentes por adelantado.

### D

#### Evalúe la seguridad de la red

La seguridad es una preocupación creciente, con impacto en el acceso a la red y con un impacto negativo potencialmente masivo en los ingresos y la retención de clientes. Además, en países como Estados Unidos, los desafíos legislativos en diferentes áreas también pueden afectar las opciones de tecnología de red, ya que ciertas decisiones deben cumplir con las preocupaciones de seguridad gubernamental, especialmente cuando los operadores solicitan o han recibido fondos del gobierno.

### E

#### Evalúe el costo de una mala calidad

La encuesta global de 2017 de proveedores de servicios de todo el mundo demostró que, en general, la satisfacción y la retención del cliente eran prioridades de negocio clave. Como hoy en día existe una competencia importante en el mercado, ofrecer velocidad, servicio y un paquete de servicios a los clientes es crucial para el éxito y las prioridades al más alto nivel.

## 3 Financiamiento

Las redes de fibra pueden ser atractivas para los inversores del mercado público y de capital privado por igual. Varios operadores de fibra en todo el mundo han sido financiados completamente a través de **capital privado**.

Además, el **financiamiento del gobierno federal y local** desempeña un papel muy importante en el estímulo del desarrollo de la infraestructura de red, estrechamente relacionada con el crecimiento del PIB (véase el Capítulo 1). Además, hoy vemos un número cada vez mayor de países y regiones en rápido desarrollo que siguen el ejemplo de las economías desarrolladas y que brindan apoyo financiero federal.

Los requisitos para cada programa son muy específicos, y algunos programas dependen del enfoque de la agencia durante el período de planificación. Por ejemplo, CAF II (el "Connect America Fund" en los EE. UU.) tiene como objetivo acelerar la construcción de banda ancha para aquellos que no tienen acceso a la banda ancha fija de descarga de 10 Mbps. En Europa, la estrategia del Mercado Único Digital anunciada por la Comisión Europea en mayo de 2015 reemplazará ampliamente a la Agenda Digital como la principal estrategia digital de la UE para 2015 y más allá. Esta estrategia incluye 16 nuevas iniciativas, una de ellas es una revisión ambiciosa de las normas de telecomunicaciones de la UE, que incluye incentivos para invertir en banda ancha de alta velocidad y particularmente en áreas rurales donde la densidad de población puede no ser suficiente para justificar los costos de implementación.

Los modelos emergentes de asociaciones público-privadas (public-private partnership - P3) presentan una alternativa prometedora a los modelos tradicionales de "banda ancha municipal" para muchas comunidades que carecen de capital o experiencia para desplegar y operar redes de fibra, o para actuar como proveedores de servicios de Internet (ISP) por sí solos. Dependiendo de la ley estatal, los gobiernos locales tienen muchas herramientas que pueden usar para financiar un proyecto y / o estimular la inversión privada. Al asumir el riesgo de la construcción de fibra y encontrar un socio para encender la red y brindar servicio, una localidad puede aumentar el potencial de una construcción de fibra universal para cada ubicación.

Los proyectos de asociación público-privada de banda ancha son complicados, ya que implican necesariamente al menos dos partes que provienen de mundos diferentes y tienen diferentes misiones, objetivos, conjuntos de habilidades y obligaciones legales y políticas.

Una empresa de servicios públicos puede transferir parcialmente la propiedad de un activo a una empresa privada, o una autoridad puede solicitar una participación de capital en una empresa privada. En el caso de desinversión total (privatización), los intereses del gobierno en un activo público o en un sector se transfieren (casi) completamente a partes privadas.

Aunque el número de sociedades público-privadas de banda ancha todavía es bastante limitado en los EE. UU., Google Fiber alertó a otras empresas sobre la oportunidad de negocio en la construcción y operación de redes locales de banda ancha, a través de sus implementaciones a la fecha, y el número de posibles inversores y socios está aumentando.

Prometiendo llevar la banda ancha al 100 por ciento de las instalaciones australianas con un costo de servicio común independientemente de la tecnología utilizada, National Broadband Network (NBN) es un excelente ejemplo de una sociedad público-privada. El gobierno construyó, tiene la propiedad y operación, y proporciona banda ancha de acceso abierto al por mayor en igualdad de condiciones a todos los proveedores de servicios minoristas (RSP). NBN no vende directamente al público, sino que es un enlace en la cadena de valor que proporciona conectividad del proveedor de contenido al usuario final. Los RSP tienen acceso a las instalaciones a través de circuitos virtuales de acceso y compran circuitos virtuales de conectividad basados en sus propias estrategias internas.

**Creemos que este modelo tiene ventajas, específicamente ya que brinda la posibilidad de dividir el riesgo del modelo de negocio general de la red para facilitar el financiamiento y ofrece un despliegue potencial futuro en otros países y regiones.**

	MODELO 1 inversión privada facilitación pública	MODELO 2 fondos públicos ejecución privada	MODELO 3 inversión y riesgos compartidos
RIESGO	BAJO	ALTO	MODERADO
BENEFICIO	POTENCIAL PERO NO ASEGURADO	ALTO	ALTO
CONTROL	NINGUNO	MODERADO	MODERADO

Compensaciones entre riesgo, beneficios, y control en modelos de sociedades público-privadas

## 4 Análisis

Una vez que los ingresos y los costos se evalúan por completo, los indicadores de negocio, como el ROI (retorno de la inversión), el flujo de efectivo y el valor actual neto (VPN) se utilizan para evaluar el atractivo de la inversión del negocio. En la actualidad, los operadores están ajustando los planes de negocios para acortar el tiempo de retorno de la inversión y alinearse mejor con la naturaleza de los proyectos.

### Consejos prácticos

# A

#### Analice el ROI para diferentes arquitecturas de red

En el Capítulo 3, analizamos varias arquitecturas de red, cada una con sus pros y sus contras. Recomendamos evaluar el ROI del negocio utilizando dos o tres arquitecturas diferentes, ya que los resultados pueden ser muy diferentes. Además, este análisis puede ayudarle a descubrir varias formas de optimizar el caso de negocio (por ejemplo, la implementación más rápida preferida en un entorno muy competitivo).

# B

#### Complete un análisis de sensibilidad exhaustivo

Un análisis de sensibilidad mapea las incertidumbres de fuentes específicas en el modelo de negocio. Esto ayuda a los interesados a ver el impacto potencial de situaciones de la vida real que pueden ocurrir durante la fase de implementación y preparar planes de contingencia. ¿Qué sucede si un determinado segmento no cumple sus objetivos de ingresos? ¿Cómo afectará eso al resto del proyecto? ¿Cómo podrían compensar otras áreas? Si bien las incertidumbres de la vida real no se pueden eliminar por completo, un análisis de sensibilidad completo lo prepara para un futuro exitoso.



# El enfoque de CommScope

## ¿Qué es lo correcto para el cliente?

*En cada región, escuchamos a los clientes y descubrimos lo que realmente necesitan. Como tenemos presencia en todo el mundo, podemos recopilar, intercambiar y aprovechar el conocimiento para facilitar la toma de decisiones. Además, debido a que ofrecemos una amplia gama de soluciones pasivas, podemos trabajar estrechamente con los clientes, explicando los pros y los contras en relación con sus necesidades y los parámetros que deben observar.*

Como ofrecemos una gama tan amplia de productos de red, podemos ser más objetivos, al ofrecer una solución realmente mejor para el cliente, ya sea basada en fibra, DSL o coaxial. Nadie sabe qué novedades traerán los próximos años, o cómo pueden afectar directa o indirectamente a las redes. Debido a que trabajamos en diferentes áreas, podemos ver una amplia gama de desarrollos tecnológicos y tener una buena idea de hacia dónde se dirigen las redes en general. No podemos predecir la "próxima gran tecnología" después de 5G, cloud o IoT, pero podemos ofrecer consejos sobre cómo preparar su red para el futuro, otro factor de costo, pero esencial para el plan de negocios. Podemos ayudar a las personas a comprender qué pueden hacer para prepararse para los próximos requisitos e incorporar flexibilidad, específicamente para su arquitectura elegida, de una manera rentable.



#### RESUMEN DEL CAPÍTULO 4

Los horizontes de planificación de red pueden abarcar décadas. Las elecciones hechas al principio tienen serias implicaciones a largo plazo. Un plan de negocios a prueba de futuro tiene en cuenta varios factores:

- Fuentes de ingresos tradicionales e innovadoras, definiendo claramente los objetivos de la red, investigando el potencial de utilización y eligiendo entre redes de uso único o multipropósito.
- Observando el TCO general y equilibrando CapEx y OpEx de una manera inteligente y flexible. Las organizaciones más exitosas son aquellas en las que el presupuesto interno y otros factores que influyen en el resultado general están bien alineados y optimizados para el futuro ciclo de vida de la red. Con respecto al costo, es necesario tener en cuenta los costos de oportunidad, los costos diferidos, el consumo de energía, la seguridad y el costo de la mala calidad.
- También se deben investigar diferentes modelos de financiamiento, junto con los diversos factores que determinan cuál sería el más apropiado para su despliegue. Los proyectos de sociedades de banda ancha público-privada pueden ser ventajosos.
- Finalmente, la inversión de negocio debe analizarse cuidadosamente. Es aconsejable llevar a cabo un análisis de sensibilidad, es decir, determinar las incertidumbres de las fuentes específicas en el modelo de negocio, ya que prepara mejor a las organizaciones para responder a las incertidumbres futuras.

**Póngase en contacto con los expertos de CommScope para analizar sus próximos requisitos y ver cómo podemos ayudarle a aprovechar el potencial de su red futura.**

CommScope traspasa los límites de la tecnología de las comunicaciones con ideas revolucionarias y descubrimientos innovadores que provocan un profundo logro humano. Colaboramos con nuestros clientes y socios para diseñar, crear y construir las redes más avanzadas del mundo. Es nuestra pasión y nuestro compromiso identificar la próxima oportunidad y hacer realidad un mejor mañana.

Descubre más en [commscope.com](https://www.commscope.com)

**COMMSCOPE®**

---

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

Visite nuestro website o contacte a su representante local de CommScope para más información.

© 2018 CommScope, Inc. Todos los derechos reservados.

A menos que se indique lo contrario, todas las marcas comerciales identificadas por ® o ™ son marcas registradas, respectivamente, de CommScope, Inc. Este documento tiene fines de planificación solamente y no tiene la intención de modificar o complementar ninguna especificación o garantía relacionada con los productos o servicios de CommScope. CommScope está comprometido con los más altos estándares de integridad comercial y sostenibilidad ambiental con una serie de instalaciones de CommScope en todo el mundo certificadas de acuerdo con estándares internacionales, que incluyen ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001. Se puede encontrar más información sobre el compromiso de CommScope en [www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability](https://www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability).

EB-112495-ES (09/18)