

The background of the slide is a dark blue isometric map of a city, showing buildings, streets, and parks. The map is rendered in a low-poly, blocky style. In the center of the map, there is a small circular icon with a crosshair, possibly representing a location or a specific point of interest.

Gigabit manual técnico

NOKIA

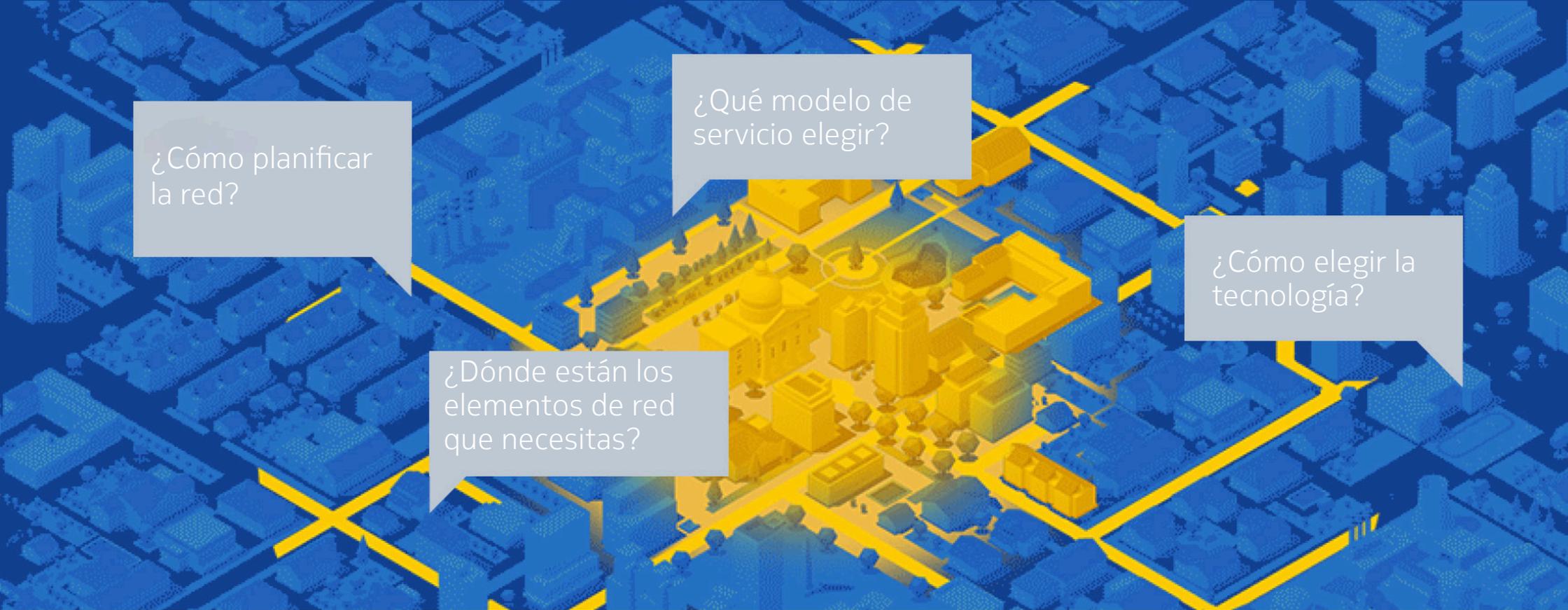


Figura 1. Consideraciones técnicas en los proyectos de servicio público de banda ancha

Estas son sólo algunas de las preguntas que se plantean los proveedores de redes que planean ofrecer servicios de banda ancha. Como líder mundial en banda ancha gigabit y con una larga trayectoria en la configuración del panorama mundial de las telecomunicaciones, Nokia puede ayudarle a responder a estas preguntas. Este manual analiza las consideraciones técnicas clave sobre cómo pueden conseguirse redes de banda ancha de acceso abierto.

Índice

1	Visión general de la red a alto nivel	4
2	Planificación de redes	8
3	Red	21
4	Despliegue de equipos activos	26
5	Operaciones de red	29
6	La oferta de banda ancha de Nokia	32
7	Garantizar el éxito con un socio de probada eficacia	38
8	Acrónimos y términos	41

1 Visión general de la red a alto nivel

La banda ancha Gigabit consiste en construir una infraestructura para el crecimiento económico y nuevas oportunidades de inversión. Impulsados por el incesante apetito de los usuarios por servicios de alta velocidad, los proveedores de servicios de comunicaciones y varios nuevos agentes (empresas de servicios públicos, inversores inmobiliarios, gobiernos, fondos de capital riesgo y otros) están invirtiendo en redes de fibra hasta el hogar (FTTH). Para optimizar el caso de negocio, están evaluando diferentes opciones para acelerar los despliegues de FTTH, compartir inversiones y riesgos y aumentar la adopción del servicio. Los proveedores de redes de infraestructura recurren cada vez más a las redes de acceso abierto para alcanzar sus objetivos empresariales.

Hay tres niveles básicos en una red de banda ancha, y un proveedor de servicios de comunicaciones puede necesitar sólo uno o los tres.

- **La red de acceso** conecta hogares y empresas para acceder a los nodos donde se produce la primera agregación de tráfico
- **La red de agregación** combina el tráfico de varios nodos de acceso locales y lo envía a la red. A veces se denomina red regional, metropolitana o de retorno.
- **La red central** conecta el tráfico de distintas zonas, municipios o regiones. A veces se denomina red troncal.

Para zonas de tamaño modesto, una red de banda ancha puede ser tan sencilla como unos pocos nodos de acceso y una plataforma de software para gestionar los servicios de banda ancha de cada usuario. Pero, en muchos casos, las redes de banda ancha de acceso abierto también incluirán redes de agregación y centrales, que ofrecerán funciones de red más complejas.

La decisión dependerá de aspectos como el tamaño de la red, la zona geográfica que vaya a cubrirse y el punto de interconexión con una red nacional.

La red de agregación suele contener nodos de acceso de agregación. La red central incluye routers de servicio y switches. Los enrutadores de servicio se utilizan para reenviar paquetes de datos entre distintas redes. Un paquete de datos suele reenviarse de un enrutador a otro hasta que llega a su destino. El enrutador de servicio aplica reglas por usuario, por proveedor de servicios y por servicio para garantizar que se aplica la calidad de servicio adecuada a cada usuario de conforme con el acuerdo de nivel de servicio. Los enrutadores de servicio también pueden funcionar como pasarelas de red de banda ancha completa (a veces denominados enrutadores de borde) si se prestan servicios minoristas. En este caso, el enrutador de servicios sirve de enlace entre dos redes.

La topología de las redes de agregación y núcleo puede ser la siguiente.

Árbol. El tráfico se agrega hacia arriba de forma jerárquica.

Es económico, pero no robusto.

Anillo. Cada elemento de la red está conectado a dos elementos, de modo que todas las conexiones forman un anillo. Más seguro en caso de fallo, pero más caro.

En malla. Cada elemento de la red está conectado a varios otros elementos. Es la más robusta, pero también la más cara y compleja.

Mixto. También puede combinar árbol, anillo y malla.

Por ejemplo, árbol para residencias, anillo para empresas y malla para empresas críticas (hospitales y centros de datos, por ejemplo).

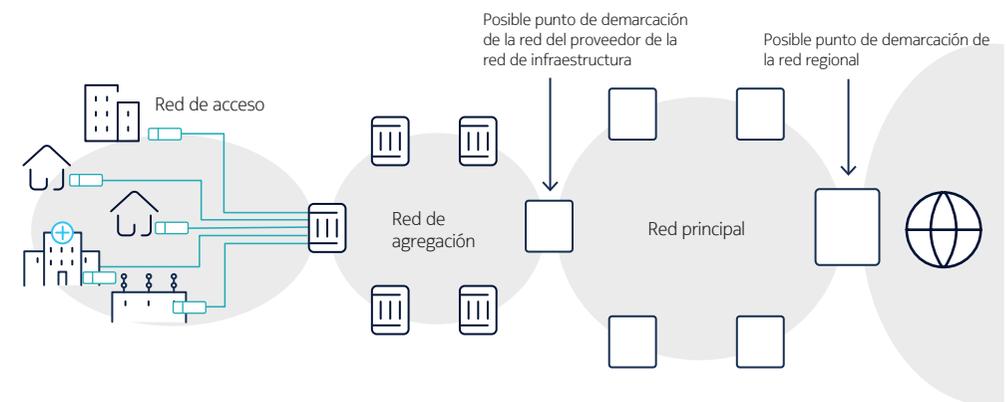


Figura 2. Topología de red de banda larga de alto nivel

1.1 La red de acceso

La red de acceso es el lugar donde los abonados se conectan a la red a través de un nodo de acceso. Existen varias tecnologías de acceso fijo que pueden utilizarse en una red de acceso, dependiendo del medio físico utilizado para conectar a los abonados (cobre, fibra óptica, cable coaxial). Este manual se centra en la fibra óptica utilizada en una red de fibra hasta el hogar (FTTH), ya que es la opción más común para los despliegues de banda ancha de servicio público.

La red de acceso puede conectar algunos o todos los siguientes elementos:

- Usuarios residenciales
- Empresas, escuelas, universidades, hospitales y otras organizaciones
- Estaciones base y antenas de redes móviles
- Estructuras de seguridad pública, como sensores, cámaras de vigilancia y alarmas.

En una red de acceso FTTH, hay dos puntos finales con equipos electrónicos de transmisión activos (es decir, con alimentación), conectados por equipos pasivos (sin alimentación) conocidos como planta externa.

- Un punto final se encuentra en las instalaciones del abonado, donde se instala un dispositivo de **terminación de red óptica** (ONT) y se conecta a diversos dispositivos domésticos, como un PC, un televisor o descodificadores, teléfonos y dispositivos Wi-Fi como tabletas y teléfonos inteligentes.
- O segundo ponto final é o nó de acesso, chamado ponto de **Terminação de Linha Óptica** (OLT), normalmente localizado em um escritório central ou em um gabinete no campo. O papel do nó de acesso é agregar conexões de vários usuários e conectá-los à rede de agregação ou núcleo.

La planta externa consta de varios componentes pasivos,

Incluido:

- Cables de fibra óptica
- Divisores que permiten compartir la señal del nodo de acceso entre varios usuarios.
- Sistemas de conductos o microconductos que contienen cables de fibra óptica
- Cajas de empalme de fibra
- Cables aéreos, que se instalan cuando un abonado contrata el servicio
- Puntos de acceso a la red o puntos terminales a los que están conectados los cables aéreos
- Cuadros de distribución óptica utilizados para organizar las conexiones de cables de fibra óptica.

En la planta exterior, la red de distribución (también conocida como planta de alimentación) va desde el nodo de acceso hasta la conexión de fibra principal y puede abarcar varios kilómetros.

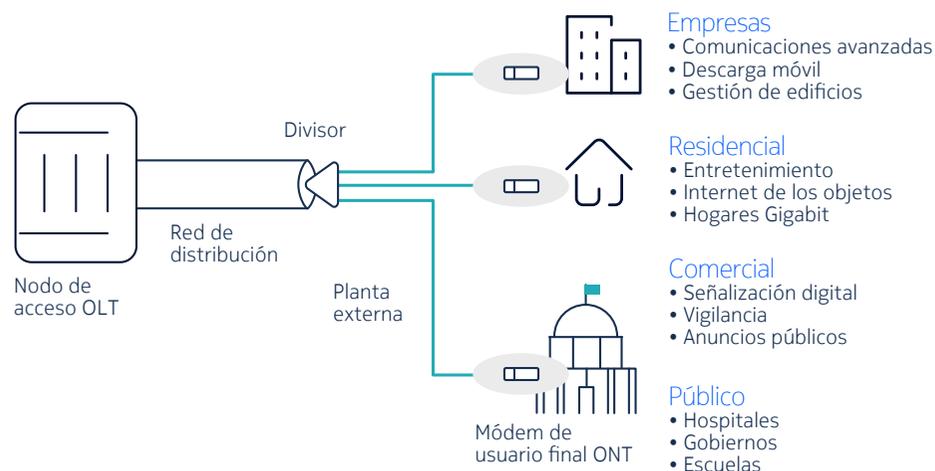


Figura 3. Red de acceso fijo punto-a-multipunto

La conexión con los hogares y las empresas se conoce como la **última milla**. Puede tener dos topologías básicas.

- **Punto a multipunto (P2MP).** El nodo de acceso conecta a varios usuarios a través del mismo medio compartido mediante un transmisor, como se muestra en la Figura

3. El ancho de banda total disponible se comparte entre todos los usuarios. Este enfoque se utiliza ampliamente en comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, redes 3G y 4G) y por cable (redes ópticas pasivas y redes de cable). En las redes ópticas pasivas, se utiliza un divisor para dividir la señal del alimentador de fibra en ramas de salida.

- **Punto a punto (P2P).** El nodo de acceso conecta a varios usuarios, pero cada uno con una conexión dedicada que utiliza un número correspondiente de transmisores. Este enfoque se utiliza en radiocomunicaciones, tecnologías de banda ancha basadas en cobre (xDSL) y Ethernet punto a punto.

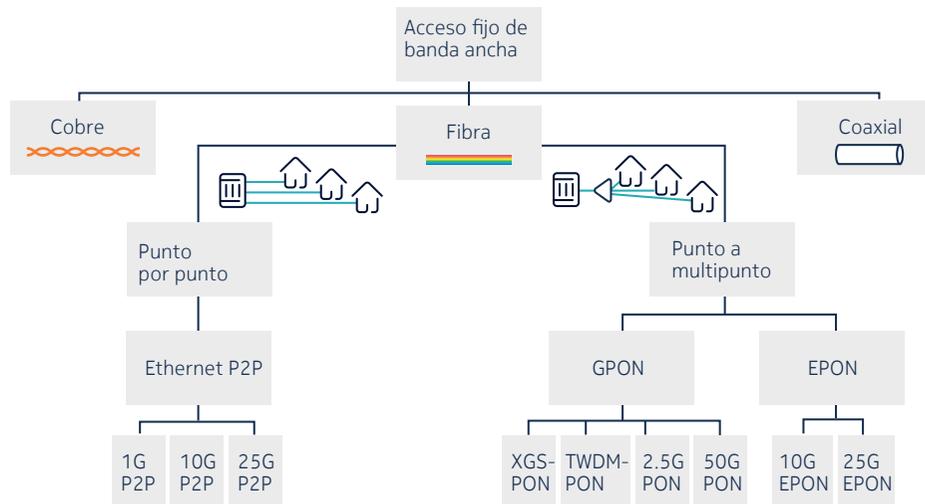


Figura 4: Panorama de las tecnologías de acceso por fibra

2

Planificación de redes

Las grandes inversiones en FTTH requieren una planificación cuidadosa para minimizar costos y riesgos. Una buena planificación es esencial para el éxito de un estudio de viabilidad. A lo largo del proceso de planificación y desarrollo de casos de negocio, es necesario comprender cómo afectan los factores económicos, jurídicos, políticos y empresariales a la economía del despliegue y la operación de una red de servicios de banda ancha. Aquí vamos a considerar la tecnología.

A la hora de modelizar la economía de red, hay que tener en cuenta muchos parámetros, y es importante identificar los más sensibles que son críticos para la toma de decisiones.

La planificación de la red consta de distintas fases.

- **La planificación estratégica de la red** genera varios resultados importantes: el caso de negocio y las decisiones estratégicas clave, como qué tecnología y qué tipo de planta externa se desplegará
- **La planificación de red de alto nivel** crea el diseño de red menos costoso dentro de los límites de la planificación estratégica y la zona geográfica donde se construirá la red. Los resultados de esta fase incluyen la estrategia de construcción, las vías de redundancia para la protección contra fallos, los puntos de demarcación entre el proveedor de la red y el usuario final, la lista preliminar de materiales, los puntos de presencia (POP) y los puntos de distribución.

- **La planificación detallada de la red** proporciona planos de red a medida con todos los detalles de conexión y la documentación que se utilizará durante la construcción y el funcionamiento de la red.

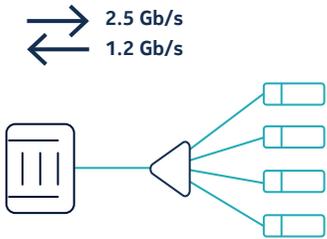
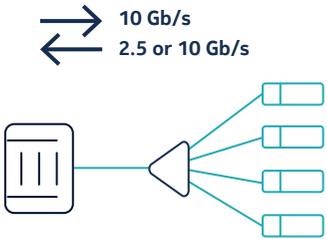
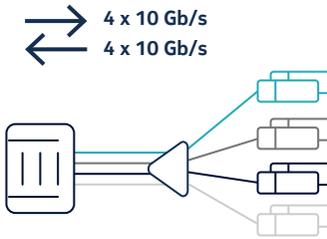
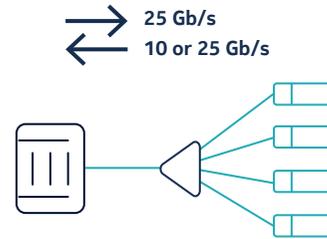
Para generar un buen plan de red, cada decisión debe basarse en una visión clara de qué servicios se ofrecerán, cómo funcionará la red, los costos de despliegue y operación (CAPEX/OPEX), datos geográficos precisos y otros datos locales y detalles técnicos de las capacidades de la red (especificaciones materiales, requisitos de capacidad, requisitos de fiabilidad, etc.). La recopilación de estos datos es crucial para garantizar que se toman las decisiones correctas lo antes posible. Sin embargo, puede ser necesario tomar decisiones correctivas a medida que avance el proyecto y se disponga de nueva información.

Los nuevos participantes en la red de acceso abierto FTTH deben confiar en expertos del sector y en herramientas de planificación basadas en software para procesar los datos, crear escenarios con diferentes hipótesis, comparar los resultados y seleccionar la propuesta óptima, y crear la documentación detallada del plan de construcción.

2.1 Opciones tecnológicas

Una de las opciones más importantes en el diseño de banda ancha es elegir entre la tecnología Ethernet P2P y las redes ópticas pasivas (PON). Ambas tecnologías tienen sus ventajas y se han implantado en redes de banda ancha de servicios públicos. Sin embargo, PON es mucho más dominante en los despliegues FTTH actuales.

En una red PON, la planta exterior es mucho más económica de operar porque es completamente pasiva: no necesita fuentes de alimentación, baterías, mantenimiento electrónico ni actualizaciones. A lo largo de los años, los avances tecnológicos en fibra, armarios, armarios de gestión de fibra, divisores, empalmes por fusión y equipos activos han optimizado la PON para permitir la densidad y flexibilidad necesarias en los despliegues a gran escala. Hoy en día, la PON es la tecnología de acceso de más rápido crecimiento. Existen varios tipos de PON.

GPON	XGS-PON	TWDM-PON	25G PON
Gigabit PON	PON simétrico 10G	Multiplexación por división de longitud de onda en el tiempo	PON simétrico de 25G
			
Flujo ascendente: 1,2 Gb/s	Flujo ascendente: 2,5 o 10 Gb/s	Flujo ascendente: 4 x 10 Gb/s	Flujo ascendente: 10 o 25 Gb/s
Flujo descendente: 2,5 Gb/s	Flujo descendente: 10 Gb/s	Flujo descendente: 4 x 10 Gb/s	Flujo descendente: 25 Gb/s
<p>Un alimentador de fibra se divide para conectar a varios usuarios. El ancho de banda total se reparte entre todos los usuarios. Utiliza una longitud de onda en sentido ascendente y otra en sentido descendente.</p>	<p>Los mismos principios que GPON, pero más velocidad. Permite doble velocidad: simétrica o asimétrica. Puede coexistir con GPON, PON 25G y TWDM-PON en la misma red de fibra.</p>	<p>Utiliza 4 pares de longitudes de onda (4 aguas arriba, 4 aguas abajo). Varios usuarios comparten un par de longitudes de onda. Puede coexistir con GPON y xGs-PON en las mismas redes de fibra.</p>	<p>Igual que GPON y XGS-PON, pero mucho más rápido. Permite doble velocidad: simétrica o asimétrica. Puede coexistir con GPON, XGS-PON en la misma red de fibra.</p>
Despliegues: PON es la tecnología más extendida en el mundo	Despliegues: se aceleran en todo el mundo	Despliegues: Limitado	Despliegues: Para servicios premium

GPON (Gigabit Passive Optical Network) es la tecnología mundial elegida para ofrecer servicios de banda ancha super rápidos. Entre los exitosos proyectos de banda ancha de acceso abierto que empezaron con tecnología GPON figuran EPB Chattanooga, Bolt Fiber Optic Services, LUS Fiber, Chorus, nbn, Open Fiber, KPN, etc. Grandes proveedores de servicios como AT&T y Verizon también utilizan la tecnología GPON.

He aquí algunos datos importantes sobre GPON:

- GPON es muy rápida. Los datos del nodo de acceso se transmiten a una velocidad de 2,5 Gb/s
- GPON es una tecnología compartida, lo que significa que se utiliza un único cable de fibra óptica en la red de distribución y, en algún lugar cerca de los usuarios, un divisor pasivo reparte varias fibras para compartir el ancho de banda entre varios usuarios de un grupo (normalmente 32 usuarios)
- Este tipo de red requiere pocos componentes activos, lo que, comparado con las tecnologías activas, se traduce en menores costos y complejidad, menor consumo de energía y espacio en la oficina central y gestión simplificada.
- GPON tiene un gran alcance y puede cubrir grandes áreas. Cientos de usuarios pueden conectarse desde un único nodo de acceso, lo que reduce el costo de los despliegues y es especialmente importante en zonas poco pobladas.
- GPON permite una asignación dinámica del ancho de banda. Esto significa que las velocidades de banda ancha

proporcionadas a cada usuario pueden variar automáticamente en función de la demanda de uso. Por ejemplo, cuando un usuario descarga un archivo o una película de gran tamaño, una ráfaga de mayor velocidad le proporcionará una descarga más rápida y una mejor experiencia de usuario.

- GPON está preparada para el futuro porque puede actualizarse fácilmente a tecnologías de próxima generación sin necesidad de cambiar nada en la parte más valiosa de la red: la planta de fibra. Por ejemplo, introduciendo electrónica XGS-PON en ambos extremos de la red (en el lado OLT y ONT), se puede aumentar la capacidad de la red 4x utilizando la misma infraestructura de fibra.

La tecnología Ethernet punto a punto proporciona una conexión de fibra directa y dedicada desde el conmutador Ethernet (nodo de acceso) hasta un único hogar o empresa. El conmutador Ethernet suele estar en la oficina central, pero puede situarse en algún lugar más profundo de la red (un armario de carretera o el sótano de un edificio, por ejemplo), aunque esto añade complejidad y costos operativos. En la actualidad, la mayoría de las redes Ethernet P2P ofrecen 1 Gb/s por usuario y pueden evolucionar fácilmente hasta 10 Gb/s. Sin embargo, los costos operativos de las redes P2P son superiores a los de GPON. Como cada usuario tiene una conexión de fibra dedicada, las redes P2P tienen más fibras y conductos (tuberías) más grandes; requieren más mantenimiento y más equipos en la oficina central (más espacio, más consumo de energía); y tardan más en repararse en caso de cortes de cable u otros problemas.

2.2 Capacidad de la red

Ante el continuo crecimiento del tráfico, los proveedores de red deben tomar decisiones inteligentes sobre la capacidad de la red. La subestimación conduce a un rendimiento deficiente de la red, a la insatisfacción de los clientes y a la necesidad de nuevos ciclos de inversión. Por otro lado, la sobreestimación conduce a un exceso de inversión, que inmoviliza capital que podría utilizarse en otro lugar.

Para calcular la capacidad de la red, hay que tener en cuenta la demanda actual y futura de los usuarios y dónde esta demanda puede crear cuellos de botella en la red.

Nokia ha desarrollado una herramienta única de modelización del ancho de banda para ayudar a los proveedores de redes a tomar decisiones informadas sobre la capacidad de las redes. Basada en nuestra experiencia global, la herramienta predice la demanda agregada de ancho de banda en redes fijas evaluando los patrones de tráfico de los usuarios, el comportamiento de los consumidores y la evolución de los servicios.

Algunos datos sobre las tendencias de la demanda de ancho de banda.

- Existen dos tipos de tráfico de usuarios: sostenido y en ráfagas
- El vídeo es, con diferencia, el mayor componente de la

demanda sostenida de ancho de banda (por ejemplo, televisión de pago, vídeo bajo demanda y vídeo por Internet como YouTube y Netflix)

- Las pruebas de velocidad y las transferencias de archivos son las que más contribuyen a las ráfagas de tráfico, creando picos en la demanda de ancho de banda.

El cálculo de la capacidad de la red debe tener en cuenta ambos tipos de tráfico. Aunque la demanda de capacidad ascendente está aumentando, los patrones generales de tráfico son asimétricos (es decir, se requiere más ancho de banda para el tráfico descendente que para el ascendente).

En las redes de acceso, hay tres puntos que pueden deteriorar potencialmente el rendimiento de la prestación de servicios:

1. **La conexión de última milla a los usuarios.** El ancho de banda disponible para los usuarios viene determinado por el medio de acceso (por ejemplo, cobre o fibra) y la tecnología de transmisión (por ejemplo, xDSL o GPON). La fibra como medio tiene un potencial de ancho de banda prácticamente ilimitado y las actuales tecnologías FTTH, PON o P2P, están diseñadas para permitir altas velocidades. En redes punto a multipunto como GPON, el ancho de banda total disponible se comparte dinámicamente entre varios usuarios, lo que habrá que tener en cuenta a la hora de dimensionar la red.

2. **El nodo de acceso.** Como el nodo de acceso agrega el tráfico de muchos usuarios, debe tener suficiente capacidad de conmutación para procesar todo este tráfico. Esto incluye la capacidad del punto de conexión, la capacidad de los enlaces internos entre los componentes de hardware y la capacidad de conmutación de la unidad controladora (el procesador).
3. **Capacidad del enlace ascendente.** El enlace ascendente es la conexión entre el nodo de acceso y la red central o de agregación. El nodo de acceso debe garantizar una capacidad de enlace ascendente suficiente desde el primer día y también permitir una ruta de actualización eficiente para poder añadir más capacidad cuando sea necesario

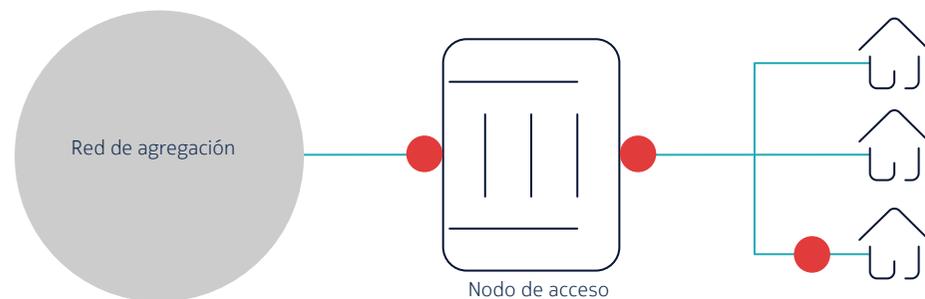


Figura 5: Acceso a los puntos sensibles del rendimiento de la red

Dado el crecimiento de la demanda de servicios de gran ancho de banda por parte de consumidores y empresas, los operadores de redes deben preparar sus redes para el futuro. Invertir en nodos de acceso de alta capacidad eliminará la necesidad de nuevos ciclos de inversión a corto o medio plazo y reducirá el costo total de propiedad (TCO).

2.3 Modelos de prestación de servicios

Los servicios de banda ancha pueden desplegarse de dos maneras diferentes: un modelo de servicio minorista o un modelo de acceso abierto/servicio abierto. En un modelo de servicio minorista, una empresa es a la vez operador de red y proveedor de servicios. En un modelo de acceso abierto, el proveedor de red y los proveedores de servicios son entidades diferentes.

La elección del modelo se basa en varios factores. Se prefiere un modelo minorista cuando el proveedor de la red de infraestructuras:

- quiere tener el control total de los servicios prestados
- quiere operar la red y los servicios
- dispone de personal y experiencia en la gestión de una red y la prestación de servicios (por ejemplo, servicios públicos municipales).

Se prefiere un modelo de acceso abierto/ servicio abierto cuando el proveedor de la red de infraestructura:

- no hay personal disponible o con experiencia en el funcionamiento de una red
- no quiere gestionar la red y prefiere externalizarla
- no quiere competir o está legalmente obligada a no competir con los proveedores de servicios
- quiere poder elegir entre varios proveedores de servicios como inquilinos.

2.3.1 Modelo de prestación de servicios al por menor

En un modelo de prestación de servicios al por menor, una empresa es a la vez el operador de la red y el proveedor del servicio. Es el modelo que utilizan normalmente los proveedores de servicios establecidos, pero también otras ofertas de proveedores de servicios (por ejemplo, servicios públicos). La red se construye específicamente para ofrecer sus servicios, no como una infraestructura en sí misma.

El proveedor de servicios minorista es el dueño de la relación con los abonados. Define los servicios que va a ofrecer, los promociona y presta, y factura a los abonados, por lo que

compite directamente con otros proveedores de servicios de la zona.

2.3.2 Modelo abierto de prestación de servicios

Uno de los retos de la oferta de banda ancha del proveedor de la red de infraestructura es hacer que la red resulte atractiva para los organismos gubernamentales, los inversores financieros y otras instituciones que puedan aportar financiación para construir la red. Una de las formas de conseguirlo es garantizar que la red, una vez construida, sea capaz de atraer a proveedores de servicios; ofrecer servicios atractivos a empresas y consumidores; garantizar índices de adopción; crear flujos de ingresos; y hacer que la red sea financieramente sostenible. Los nodos de acceso pueden contribuir a ello al permitir un modelo de prestación de acceso abierto.

Con un enfoque de acceso abierto, varias partes operan en la misma red física. El proveedor de la red de infraestructura es propietario de los activos de la red; un operador especializado la gestiona y varios proveedores de servicios la alquilan para prestar sus servicios. De este modo, el proveedor de la red de infraestructura obtiene un rico conjunto de servicios y contenidos, y las redes se convierten en activos dignos de inversión.

La implantación de una arquitectura de prestación de servicios de acceso abierto ofrece a comunidades, usuarios y servicios públicos una serie de atractivas ventajas:

- La red admite todo tipo de proveedores complementarios o competidores que ofrecen todos los servicios imaginables.
- Varios proveedores de servicios pueden utilizar el mismo activo de red y competir por los abonados.
- No hay carga operativa para los administradores de los servicios públicos porque las actividades de mantenimiento y gestión de la red las llevan a cabo operadores de red calificados.
- Los usuarios no están vinculados a ningún contrato concreto y pueden elegir libremente entre todos los servicios ofrecidos.

Como se ilustra en la Figura 6, varios proveedores de servicios utilizarán la conectividad proporcionada por el operador de red. Los proveedores pueden ser:

- Proveedores de servicios de Internet
- Proveedores de servicios de administración electrónica

- Proveedores de servicios comerciales
- Proveedores de servicios de aplicaciones (por ejemplo, Netflix y Amazon)
- Proveedores de servicios de Internet de las Cosas (IoT) (por ejemplo, seguridad doméstica, automatización).

Los abonados pueden elegir lo que quieren sin verse limitados por la oferta de un único proveedor. Adoptando este enfoque, las comunidades pueden disfrutar de los mejores servicios a los precios más competitivos.

Para que un modelo de negocio de acceso abierto funcione, la arquitectura de red debe permitir una conectividad que admita un espectro completo de proveedores de servicios, una prestación transparente e imparcial de todos los servicios, garantías de nivel de rendimiento y flexibilidad de despliegue, con un bajo costo total de propiedad. Las nuevas soluciones, como las redes de acceso definidas por software (SDAN), permiten alcanzar estos objetivos de forma más eficiente.

Dominio del proveedor de servicios (interno)

Dominio del proveedor de red

Dominio del proveedor de servicios

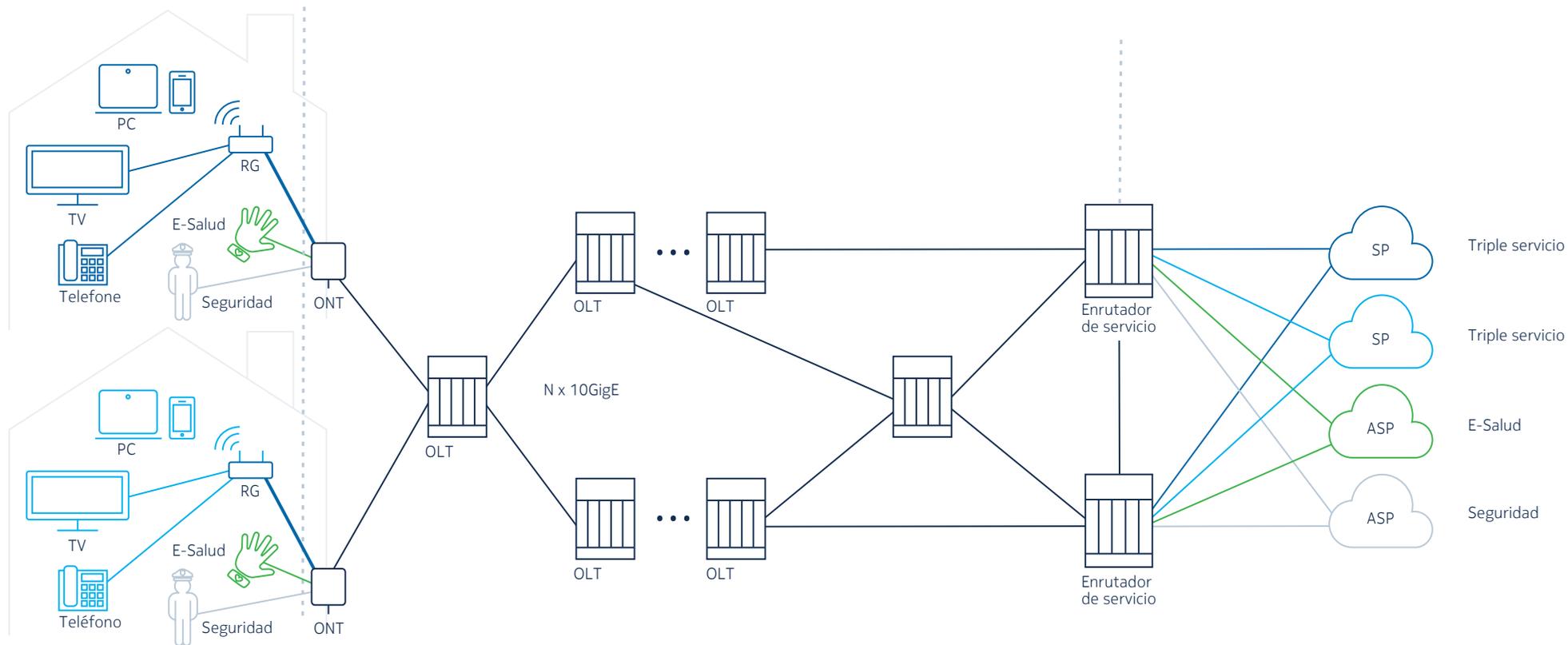


Figura 6: Modelo de acceso abierto

2.4 SDAN

SDAN permite a los operadores virtualizar funciones seleccionadas de la red de acceso y ejecutarlas desde la nube en hardware de propósito general. Esto les permite simplificar las operaciones, ganar flexibilidad y conseguir la red más automatizable y fácilmente reconfigurable en tiempo real.

- La virtualización de funciones de red (NFV) es un concepto que virtualiza y centraliza las funciones de los nodos de red en la nube.
- Las redes definidas por software (SDN) son un enfoque de gestión de redes que proporciona un control automatizado e inteligente de los nodos y otros activos de la red.

Definir el comportamiento de la red desde la nube permite a los operadores acceder a los datos en cualquier punto de la red y, a continuación, ejecutar algoritmos y análisis, lo que da lugar a una red programable y automatizada. También aportará interfaces y normas abiertas para integrar entornos entre tecnologías, sistemas y proveedores.

La desagregación de hardware y software en módulos independientes ofrece a los operadores más opciones de ingeniería para hacer evolucionar la red de acceso. Esto les permite reaccionar ante los cambios en la demanda o las tendencias de uso, aumentar el rendimiento de la red y minimizar el impacto en el servicio durante las actualizaciones de software o las sustituciones de equipos.

La SDAN tiene muchas ventajas concretas: división de la red, operaciones simplificadas, activación sin intervención, resolución de problemas, etc.

La compartición de la red está creando mucha tracción porque abre la red a nuevas aplicaciones o nuevos usuarios. La compartición permite a los operadores dividir su red en varias partes. Cada porción puede asignarse a un “arrendatario” o “usuario” diferente. Estos inquilinos pueden ser diferentes divisiones dentro de un proveedor de servicios (por ejemplo, banda ancha doméstica, banda ancha empresarial, transporte móvil). Pero también pueden ser distintos proveedores de servicios. Dentro de una “porción”, cada inquilino tiene pleno control sobre los recursos de red asignados (su propia “porción”), lo que le da libertad para establecer los parámetros de red independientemente de los demás inquilinos

y los teléfonos inteligentes son ya habituales, todos ellos conectados a la red doméstica y funcionando como complemento perfecto de televisores y PC para ofertas de IPTV o vídeo over-the-top.

Una abundancia de dispositivos y servicios combinada con la demanda de velocidades gigabit significa que las redes domésticas se han vuelto más complejas y sofisticadas con el paso de los años. Esto plantea algunos retos a usuarios y proveedores de servicios.

Hay dos tipos de equipos desplegados en el interior de una red FTTH.

- El **terminal de red óptica** (ONT) termina la conexión de fibra desde la planta exterior
- La **pasarela residencial** (RGW) proporciona conectividad de red doméstica y soporte de servicios (Wi-Fi, conectividad Ethernet y USB, seguridad, almacenamiento multimedia, etc.).

La integración de tecnologías de red doméstica en el RGW elimina la complejidad para el usuario. Y con las soluciones escalables de atención al cliente, los proveedores de servicios pueden acceder a distancia al RGW para mantener actualizada la red doméstica y resolver rápidamente los problemas cuando surjan.

La última generación de RGW incluye nuevas tecnologías inalámbricas como Zigbee y Z-Wave, utilizadas para conectar una amplia gama de dispositivos IoT.

También es posible combinar las funciones de ONT y RGW en un único dispositivo. El enfoque integrado aporta las ventajas de menos “cajas”, menos cableado y un menor costo total de propiedad. El enfoque de dos cajas permite al proveedor de servicios o al abonado conectar sus propios ruteadores y realizar actualizaciones independientemente de la ONT. En el mercado se ven tanto enfoques separados como integrados. La decisión de desplegar una solución integrada o de dos cajas depende del modelo de despliegue y de las futuras actualizaciones.

La conexión final - desde la calle hasta la casa, el edificio de viviendas, el bloque de oficinas u otro inmueble- y el cableado dentro de las instalaciones pueden resultar caros y conllevar muchas dificultades, como:

- La voluntad del propietario del edificio de permitir el acceso a los instaladores (por ejemplo, por temor a posibles daños a la propiedad).
- Disponibilidad de planos de construcción
- La necesidad de que el abonado esté presente durante la instalación.

Para desplegar el cableado interno, el proveedor de red debe redactar un acuerdo legal con el propietario del edificio, en el que se especifiquen las propiedades, las responsabilidades y las cuestiones de mantenimiento. Este tipo de acuerdo no solo facilitará el trabajo de los proveedores de red, sino que también ayudará a convencer al propietario del edificio de que es seguro abrirlo a nuevas instalaciones de infraestructura.

Un método alternativo para la conectividad de los usuarios sería terminar la conexión de fibra en el sótano del edificio y reutilizar la infraestructura de cable interna existente (las líneas de cobre utilizadas para los servicios de voz telefónicos heredados (POTS)). Este enfoque es más rápido, menos costoso y, al mismo tiempo, sigue permitiendo altas velocidades de banda ancha. Los nuevos avances tecnológicos de los últimos años, como G.fast, permiten velocidades similares a las de la fibra a través de bucles de cable de cobre muy cortos.

3

Construcción de redes

La estrategia de construcción de redes debe garantizar una ejecución correcta y rentable a la primera y, al mismo tiempo, proporcionar una base sólida para una evolución eficaz de la red. La construcción de redes no se limita a la ejecución y la obra civil. El éxito de la construcción requiere una gestión especializada del proyecto para garantizar la secuencia correcta de las tareas, implicar a las partes adecuadas, identificar los recursos humanos necesarios, etc.

3.1 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos contribuye a la ejecución oportuna y eficaz del programa de principio a fin y a la gestión de los resultados de las distintas partes, incluidos contratistas y proveedores externos. Un componente importante es una estructura de gobernanza que garantice la comunicación frecuente y la alineación entre las distintas partes implicadas en el programa.

La gestión del proyecto debe tener en cuenta lo siguiente:

- **La planificación de la organización** identifica a las partes implicadas y describe claramente las funciones, responsabilidades e interacciones entre el propietario del proyecto, los proveedores y otras partes.
- **La planificación de recursos** debe incluir los recursos humanos óptimos para las diferentes fases del proyecto y gestionar los flujos de “picos y valles” y los cambios inmediatos.

- El **plan de gestión del proyecto** incluye una planificación detallada del flujo de trabajo, la reducción de riesgos, la configuración, el cambio y la gestión de la calidad.
- La **gobernanza del programa** garantiza la comunicación entre las distintas partes, organiza tareas paralelas y mantiene registros e informes.
- Un **calendario** registra y describe las etapas y los hitos más importantes del programa.
- Una estructura de **métricas e indicadores clave de rendimiento** (KPI) permite medir el rendimiento de la prestación de servicios.

3.2 Plan exterior (OSP) y obra civil

El despliegue de una red de banda ancha es una empresa importante, con grandes requisitos de ingeniería civil y construcción necesarios para instalar los nuevos cables de fibra óptica y la infraestructura pasiva y para conectar físicamente todos los hogares y edificios a la nueva red.

Los despliegues a gran escala de redes troncales de fibra óptica OSP y FTTH pueden suponer un gran reto, ya que son extremadamente complejos, el costo es considerable y el acceso a edificios y viviendas es complicado,

Es difícil encontrar mano de obra calificada, la presión competitiva del plazo de comercialización es grande y existen riesgos financieros, jurídicos y técnicos.

Empresas externas con experiencia pueden ayudar a las empresas de servicios públicos diseñando y construyendo la infraestructura física para las rutas troncales de fibra óptica OSP y las redes de acceso FTTH. Su experiencia y conocimientos previos garantizan la optimización de los proyectos OSP y una ejecución fluida de los proyectos de despliegue, de acuerdo con las especificaciones técnicas y las limitaciones de calendario y presupuesto, reduciendo los intervalos de despliegue, los costos, la complejidad y los riesgos.

Normalmente, un servicio OSP ofrece las siguientes ventajas:

- Proceso de concesión de licencias para la construcción de la planta
- Creación de infraestructuras pasivas de fibra óptica
- Mitigar el riesgo financiero asociado a la implantación de infraestructuras OSP
- Creación de un diseño OSP optimizado a partir de modelos OSP fiables y basados en la investigación
- Gestión profesional de proyectos de envergadura completa a cargo de un equipo de expertos con un historial probado.

3.3 Arquitectura OSP

Una arquitectura PON típica implica:

- Sección de cable de alimentación entre el repartidor óptico (ODF) situado en la oficina central y el concentrador de distribución de fibra (FDH), incluida la infraestructura del sistema de conductos correspondiente.
- Sección de cable de distribución entre el FDH, con o sin divisor, y el FDP (punto de distribución de fibra), que es el punto donde los cables de bajada se conectan a las instalaciones de los abonados.
- FDP en distintos puntos de la red de distribución. El FDP adecuado depende del edificio comercial o residencial específico al que se vaya a dar servicio.
- La conexión de abonado desde el FDP hasta las instalaciones del abonado o, de forma más general, hasta la Salida de Terminación Óptica (OTO) donde se instalará y conectará la ONT. En el caso de las viviendas múltiples, la red de caída termina en la caja de distribución del edificio (BDB).

GPON es una tecnología muy flexible que admite una división de hasta 1:128 y se extiende a lo largo de 20-30 kilómetros. La arquitectura PON puede variar en función de los requisitos de ancho de banda, el plan de despliegue, la tasa de ocupación, si se trata de una aplicación de overbuild o greenfield y los puntos de

costo de mano de obra y material.

Existen dos arquitecturas PON principales: los modelos de división centralizada y en cascada (o distribuida).



Figura 7 Arquitectura PON dividida centralizada

La principal ventaja de una arquitectura de división centralizada es la flexibilidad. El divisor permite conectar su salida a cualquier abonado de la red de distribución. Una arquitectura de división centralizada también facilita el funcionamiento de la red.

Normalmente se utiliza una arquitectura distribuida o en cascada para reducir la cantidad de fibra necesaria en la parte de distribución de la red. Sin embargo, el costo de mano de obra para enterrar e instalar el nuevo cable es aproximadamente el mismo, independientemente del tamaño de los cables. Por este motivo, una arquitectura en cascada no supone un ahorro de costos significativo con respecto a una arquitectura centralizada en la red de distribución.

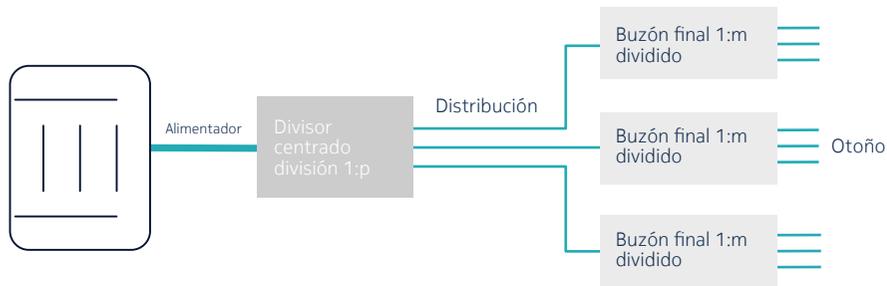


Figura 8. Arquitectura PON en cascada o distribuida

3.4 Concepto de división

La figura 9 muestra el concepto de división para varias demandas diferentes por edificio. La demanda por edificio se determina como parte del alcance de la ingeniería y el diseño. El objetivo es garantizar una alta utilización de las puertas de los equipos para optimizar los costos y, al mismo tiempo, dar cabida a los divisores para la demanda a largo plazo.

Para lograr el mejor equilibrio entre flexibilidad y número de fibras en la red de distribución, los divisores pueden ubicarse tanto en armarios FDH como en grandes edificios.

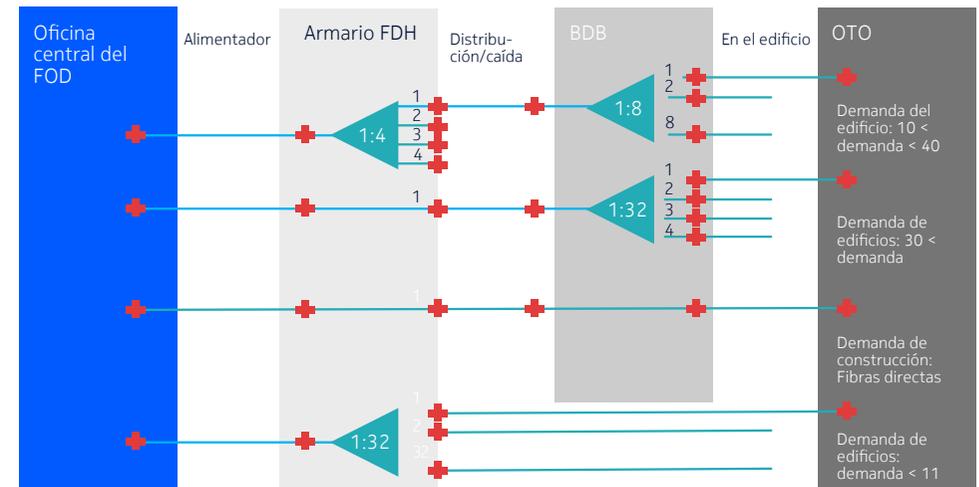


Figura 9. Arquitectura OSP y concepto de división

3.5 Sinergias

Excavar las calles para tender fibra con vistas al despliegue de servicios gigabit puede ser una carga para los residentes y las empresas de servicios públicos, ya que afecta a la accesibilidad de viviendas, comercios y oficinas y puede deteriorar la estética del pavimento y el mobiliario urbano. Cuando se inicia un proyecto Gigabit, puede surgir la oportunidad de coordinar las actividades de excavación y mantenimiento con distintos servicios públicos, como alcantarillado, gas y electricidad, o las obras en la infraestructura de la calle.

La coordinación a medio y largo plazo de las actividades de excavación puede apoyarse en un punto de coordinación central, haciendo uso de herramientas de planificación y sistemas de información geográfica (SIG). Incluso en zonas en las que los hogares no vayan a conectarse inmediatamente a servicios gigabit, los conductos pueden tenderse junto con otras actividades de excavación para que las fibras puedan instalarse fácilmente en una fase posterior.

3.6 Documentación

Al planificar la construcción de una red FTTH, en un momento dado se necesitarán datos SIG sobre la zona: información sobre la ubicación de los puntos de demanda (edificios, antenas, etc.) y las calles. Estos datos SIG se utilizan normalmente para crear un plan de construcción de la red de fibra. Todos los cables de fibra, conductos, rutas, POP, puntos de distribución, etc. se documentan en una red SIG detallada. Toda la documentación y los registros recopilados en la fase de construcción deben consolidarse y centralizarse para apoyar los trabajos posteriores en la red (mantenimiento, reparación, futuras actualizaciones).

4

Despliegue de equipos activos

El despliegue de equipos activos requiere metodologías y procesos de entrega claros, respaldados por una organización con experiencia.

Esto incluye un conjunto de gestores de programas y proyectos, organizaciones centrales competentes y rentables para las tareas administrativas, y socios locales para llevar a cabo estudios sobre el terreno y actividades de instalación.

El despliegue de un elemento de red activo comienza con un estudio del emplazamiento y la ingeniería de los equipos. A continuación, se envían los equipos y materiales al emplazamiento, se instalan y se ponen en servicio. Una vez en funcionamiento y conectado al sistema de gestión de red, se configura por completo y se comprueba su correcto funcionamiento. Una vez que el elemento de red se ha probado con éxito, se acepta y se entrega al operador de la red.

4.1 Instalación y puesta en servicio

El estudio del emplazamiento incluye la inspección visual de la ubicación de los equipos, el cálculo de las longitudes de los cables y los puntos de demarcación, la revisión de la documentación y la recopilación de otra información relevante necesaria para el éxito de la instalación. El equipo de ingeniería utiliza el informe del estudio del emplazamiento para crear un paquete de instalación específico, que incluye tareas de instalación, ubicaciones de

bastidores/paneles, listas de tendido de cables y otros datos. El informe del estudio también se utiliza para determinar y pedir los materiales relacionados con la instalación (IRM) necesarios para el proyecto. El IRM puede incluir bastidores, hardware de montaje, cables, paneles, conductos de fibra y otros elementos..

Un equipo de instalación calificado realiza las tareas necesarias de montaje, cableado y pruebas. Las tareas específicas de cualquier instalación dependen del equipo que se vaya a instalar, de la ubicación y configuración del emplazamiento y de otros acuerdos.

Las tareas típicas pueden incluir:

- Instalar equipos específicos del producto y del emplazamiento, como bastidores, armarios, estanterías, tarjetas, cables de alimentación y de tierra, fibras, tableros de fibra, placas de fusibles y otros elementos.
- Realizar pruebas de puesta en marcha de los bastidores; comprobar las conexiones de los cables y el etiquetado de los equipos y cables de acuerdo con los requisitos del propietario de la red y las mejores prácticas.
- Aceptación de la instalación del equipo

- Puesta en servicio para garantizar que las cargas de software son correctas, que el equipo es reconocido por el software de gestión de red y que está listo para la integración en la red.

4.2 Integración

Otro reto importante consiste en garantizar que elementos de red dispares (por ejemplo, OLT y ONT para FTTH) funcionen juntos y también con otras redes externas.

La **integración de redes** consiste en integrar “grupos lógicos” de elementos de red similares en una red activa. Un grupo lógico requiere un nivel de prueba para cada elemento de red (integración de elementos de red) dentro de ese grupo.

La integración en la red se lleva a cabo mediante:

- Planificación del grupo lógico de elementos
- Elaboración de un plan general de pruebas
- Ejecutar repetidamente la integración de los elementos de la red hasta completar el número acordado de elementos individuales.
- Ejecución del plan de pruebas de integración en red acordado en el grupo lógico de elementos (o en un subconjunto acordado del grupo).
- Obtener la aceptación y aprobación del propietario de la red para el grupo lógico de elementos.

Los servicios de **integración de elementos de red** configuran e integran elementos individuales en la red y comprueban que son totalmente funcionales y están listos para el servicio.

Las tareas de integración de elementos de red se basan en las necesidades del propietario de la red y pueden ir desde un conjunto básico de tareas funcionales hasta la integración completa.

- Las tareas básicas incluyen la confirmación de la configuración del equipo, la conectividad a la red de agregación/transporte, la transmisión de los datos adecuados a la interfaz de enlace ascendente, la funcionalidad del mecanismo de alarma
- Las tareas adicionales incluyen pruebas de enlaces de alta velocidad, pruebas de redundancia, sincronización y pruebas de alarmas adicionales, pruebas de puertos y configuración de servicios como IPTV, SIP, voz TDM o televisión por cable.

4.3 Conexión con el mundo IP

Las redes de acceso de banda ancha de última milla son sólo una parte del panorama general. Cuando los usuarios quieren acceder a contenidos y servicios a distancia a través de la red, pueden

necesitar llegar a servidores y ubicaciones en el mundo exterior.

Esto se consigue mediante interconexiones con ruteadores IP en redes centrales (redes de proveedores de servicios). Los principales elementos de este modelo de extremo a extremo son la red de acceso de banda ancha, la interconexión entre la OLT y el enrutador IP y el proveedor de servicios de Internet (red central IP/MPLS).

La figura 10 muestra la infraestructura de red de extremo a extremo, que incluye los elementos mencionados junto con una red de transporte óptico.

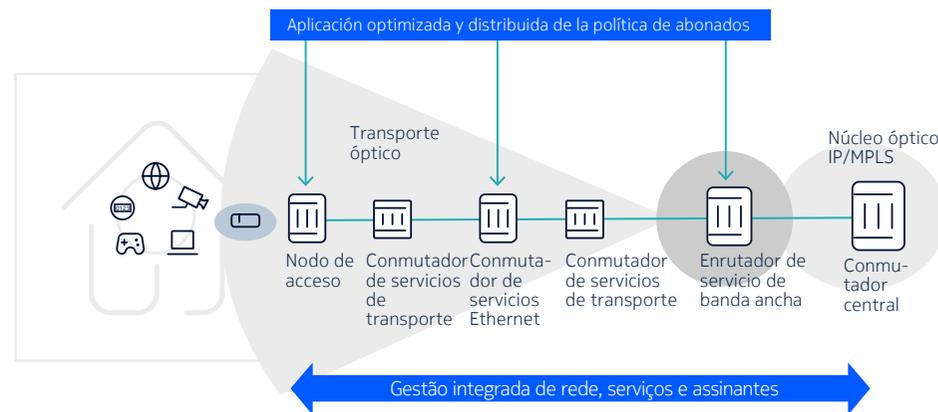


Figura 10. Arquitectura de extremo a extremo de una red fija de banda ancha

5

Operaciones de red

Gestionar con éxito los altibajos de las operaciones diarias es la columna vertebral de cualquier negocio. También es esencial para un concesionario gestionar su red de banda ancha una vez que la red se ha planificado, construido y conectado al mundo exterior.

Esta gestión diaria de las operaciones de red garantiza:

- Mayor rapidez de comercialización
- Mayor rendimiento de la inversión
- Prevención y gestión de riesgos
- Garantía de calidad.

La empresa de servicios públicos puede encargarse de las actividades de operaciones de red por sí sola, o puede pedir a un socio que preste apoyo a su red y a todas las actividades cotidianas durante un periodo de tiempo acordado. Las operaciones de red más comunes que realizan los proveedores de red son el aprovisionamiento, el mantenimiento y la asistencia operativa.

5.1 Aprovisionamiento

El aprovisionamiento es la tarea de preparar y equipar la red para prestar nuevos servicios a los clientes. Incluye lo siguiente:

- **Aprovisionamiento de servicios** para asignar y activar servicios, aplicar cambios de configuración de servicios (subyacentes) relacionados y mantener registros para garantizar que se mantienen actualizados. Los cambios de configuración incluyen cambios de software (por ejemplo, añadir nuevos servicios, cambiar parámetros) y aplicar actualizaciones de software.
- **El aprovisionamiento de red** realiza cambios en la configuración de red y mantiene los registros de red para garantizar que se mantienen actualizados. Los cambios en la configuración de la red incluyen cambios en el software (por ejemplo, añadir nuevas rutas, cambiar parámetros) e implementar actualizaciones del software.
- **La gestión de abonados** gestiona las interacciones con el usuario final (abonado), incluido el servicio de asistencia, el mantenimiento de registros y la facturación.

5.2 Mantenimiento

El mantenimiento preventivo y reactivo son consideraciones críticas para operar una red con el fin de maximizar el tiempo de actividad de la red y la calidad del servicio. La empresa de servicios públicos puede encargarse de ello por sí misma o puede pedir a un socio (como Nokia) que apoye sus actividades de mantenimiento.

A continuación, se indican tres servicios típicos de mantenimiento:

- La **asistencia técnica** proporciona acceso remoto a ingenieros experimentados para preguntas relacionadas con los productos, asistencia para la resolución de problemas, procedimientos de diagnóstico y correcciones de software para restablecer y resolver rápidamente los problemas de red.
- Los **servicios de reparación e intercambio** ofrecen la reparación o sustitución de equipos y piezas defectuosas. Si los componentes de la red proceden de distintos proveedores de equipos, cada uno de ellos puede ofrecer servicios de reparación e intercambio. Algunos proveedores independientes y empresas de mantenimiento pueden prestar asistencia a equipos de varios proveedores, lo que simplifica la logística y el inventario de piezas de repuesto de mantenimiento.
- Los **servicios de mantenimiento** sobre el terreno proporcionan acceso a técnicos experimentados en sitio para llevar a cabo la sustitución de equipos defectuosos u otras actividades de mantenimiento específicas para restablecer y mantener el funcionamiento óptimo de los equipos.

5.3 Asistencia operativa

Se puede proporcionar asistencia operativa para apoyar y formar al personal de un operador de red. Esto es especialmente importante en las redes de banda ancha de servicio público, donde los recursos experimentados pueden ser limitados, pero también es aplicable a los proveedores de servicios establecidos.

Hay dos etapas principales:

1. **Asistencia operativa.** Proporcionar expertos en la materia de operaciones para apoyar y formar a los equipos de vigilancia, gestión de fallos y gestión del rendimiento de la red utilizando sus propias instalaciones, herramientas, plataformas y procesos, así como proporcionar servicios de evaluación comparativa de operaciones.
2. **Transición de vuelta al cliente.** Desarrollar y ejecutar un plan de transición para migrar conocimientos, procesos, metodologías y actividades tecnológicas. Debe diseñarse y ejecutarse un plan de transición para mitigar los riesgos en la gestión operativa de la nueva red.

Descubra cómo acelerar
hacia el futuro Gigabit con
Nokia.

2022 Nokia
Nokia OYJ
Karakaari 7
02610 Espoo
Finlandia
Tel. +358 (0) 10 44 88 000
CID 214526

NOKIA

Acerca de Nokia

En Nokia creamos tecnología que ayuda al mundo a trabajar en conjunto.

Como líder en innovación tecnológica B2B, somos pioneros en redes que detectan, piensan y actúan aprovechando nuestro trabajo en redes móviles, fijas y en la Nube. Además, creamos valor con propiedad intelectual e investigación a largo plazo, liderada por los galardonados Nokia Bell Labs.

Con arquitecturas verdaderamente abiertas que se integran fácilmente en cualquier ecosistema, nuestras redes de alto rendimiento crean nuevas oportunidades de monetización y escalabilidad.

Los operadores de telecomunicaciones, empresas y socios de todo el mundo confían en Nokia para entregar redes seguras, confiables y sostenibles hoy, y trabajan con nosotros para crear los servicios y aplicaciones digitales del futuro.

Nokia es una marca registrada de Nokia Corporation. Otros nombres de productos y empresas mencionados en este documento pueden ser marcas o nombres comerciales de sus respectivos propietarios.