

# Cómo elegir un reflectómetro óptico en el dominio de tiempo (OTDR)

En este documento técnico, se proporciona información clave sobre los OTDR y asesoramiento dirigido a los recién llegados al mercado de la fibra óptica en telecomunicaciones para seleccionar un OTDR adecuado a sus necesidades a la hora de realizar pruebas.

## ¿Qué es un OTDR?

Un OTDR es un probador de fibra óptica que se utiliza para categorizar redes de fibra óptica para telecomunicaciones. La finalidad de un OTDR es detectar, localizar y medir elementos en cualquier ubicación de un enlace de fibra óptica. Un OTDR necesita acceder únicamente a una terminación del enlace y actúa como un sistema de radar de una sola dimensión. Al proporcionar señales gráficas de las fibras sometidas a prueba, es posible obtener una representación gráfica de todo el enlace de fibra óptica.

## ¿Qué mide un OTDR?

Por medio de la inyección de pulsos de luz en una de las terminaciones de una fibra y el análisis de las señales retrodispersadas y reflejadas, un OTDR mide lo siguiente:

### Distancia óptica

- Con respecto a elementos: empalmes, conectores, splitters, multiplexores, etc.
- Con respecto a fallos
- Con respecto a la terminación de una fibra

### Pérdida, pérdida de retorno óptico (ORL) y reflectancia

- Pérdida de empalmes y conectores
- ORL de un enlace o una sección
- Reflectancia de los conectores
- Atenuación total de la fibra

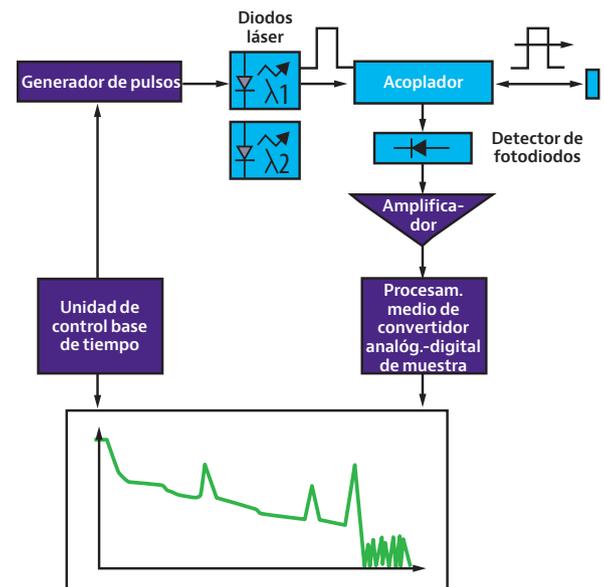


Diagrama funcional de un OTDR



Representación gráfica del enlace de fibra óptica (también denominada traza del OTDR)

## ¿Por qué es necesario un OTDR?

Las pruebas de fibra son esenciales para ofrecer la confianza de que la red se ha optimizado de modo que pueda prestar unos servicios confiables, sólidos y sin fallos.

### Plantas externas

Los operadores de redes y los proveedores de servicios inalámbricos de datos, vídeo y telecomunicaciones desean asegurarse de que sus inversiones en redes de fibra óptica estén a salvo. En una planta de fibra óptica externa, todos los cables se someten a pruebas con un OTDR para garantizar que la instalación se ha llevado a cabo correctamente. A los instaladores se les exigirá que utilicen equipos de pruebas de pérdida óptica (medidores de potencia y fuente de luz) así como OTDR para proporcionar documentación precisa sobre los cables que certifique su trabajo. Posteriormente, los OTDR se pueden emplear para solucionar problemas, como puntos de rotura debido a excavaciones.

### Instalaciones, redes LAN/WAN, centros de datos y empresas

Muchos contratistas y propietarios de redes se preguntan si deberían realizar pruebas con OTDR en el cableado de las instalaciones. Asimismo, desean saber si las pruebas con OTDR podrían sustituir las pruebas tradicionales de pérdida óptica que se realizan con un medidor de potencia y una fuente de luz. Las redes de fibra óptica de las instalaciones dependen de un presupuesto muy ajustado para pérdidas y se pueden permitir menos errores. Los instaladores deben realizar pruebas sobre la pérdida general con una fuente de luz y un medidor de potencia (certificación de nivel 1 que exigen las normas TIA-568C). Las pruebas con OTDR (certificación de nivel 2) constituyen una práctica recomendada que puede poner de relieve las causas de una pérdida excesiva y mediante la que se comprueba que los empalmes y las conexiones se encuentran dentro del rango de tolerancia adecuado. Además, es la única manera de averiguar la ubicación exacta de un fallo o una rotura. Al realizar las pruebas en un enlace de fibra óptica con un OTDR, también se facilita la documentación del sistema de cara a futuras comprobaciones.

## Análisis de las especificaciones clave de un OTDR

### Longitudes de onda

En general, la fibra óptica se debe someter a las pruebas con la misma longitud de onda que se emplea en la transmisión.

- Longitudes de onda de 850 nm y/o 1300 nm para enlaces de fibra multimodo
- Longitudes de onda de 1310 nm y/o 1550 nm y/o 1625 nm para enlaces de fibra monomodo
- Longitud de onda filtrada de 1625 nm o 1650 nm para solución de problemas en servicio de enlaces de fibra monomodo
- Longitudes de onda CWDM (de 1271 nm a 1611 nm con una separación entre canales de 20 nm) para la puesta en marcha y la solución de problemas de enlaces de fibra monomodo con transmisiones CWDM
- Longitud de onda de 1490 nm para sistemas FTTH (opcional: las pruebas se pueden llevar a cabo con 1490 nm, pero la recomendación habitual es realizar las pruebas con 1550 nm para minimizar inversiones adicionales)

Si se realizan las pruebas con una sola longitud de onda, solo se podrán localizar fallos. Se recomienda realizar las pruebas utilizando dos longitudes de onda durante la fase de instalación y la solución de problemas, dado que así se detectan los pliegues de la fibra.

### Rango dinámico

El rango dinámico es una característica importante, ya que determina a qué distancia puede medir el OTDR. El rango dinámico que especifican los proveedores de los OTDR se alcanza con el ancho de pulso más largo y se expresa en decibelios (dB). El rango de distancia o el rango de visualización que se indica a veces suele resultar engañoso, dado que representa la distancia máxima a la que el OTDR puede proporcionar una visualización, no lo que es capaz de medir.

Longitud de onda	1310 nm	1550 nm						
Rango dinámico	35 dB	35 dB	40 dB	40 dB	45 dB	45 dB	50 dB	50 dB
Rango de medición de OTDR máximo	80 km	125 km	95 km	150 km	110 km	180 km	125 km	220 km

El rango de medición del OTDR real depende de la pérdida por evento y de fibra real de la red.

## Zonas muertas

Las zonas muertas son factores importantes, ya que determinan la capacidad del OTDR de detectar y medir dos eventos cercanos físicamente de los enlaces de fibra óptica. Los proveedores de OTDR especifican las zonas muertas en el ancho de pulso más corto y se expresan en metros (m).

- La zona muerta de eventos (EDZ, del inglés event dead zone) es la distancia mínima en la que se distinguen dos eventos reflectantes consecutivos (por ejemplo, dos pares de conectores).
- La zona muerta de atenuación (ADZ, del inglés attenuation dead zone) es la distancia mínima después de un evento de reflexión (por ejemplo, un par de conectores) donde se puede medir un evento no reflectante (por ejemplo, un empalme).

## Anchos de pulso

La relación entre el rango dinámico y una zona muerta es directamente proporcional. Para someter a pruebas fibras largas, se requiere un mayor rango dinámico, por lo que se necesita un pulso de luz amplio. A medida que aumenta el rango dinámico, el ancho de pulso y la zona muerta también (el OTDR no detectará los eventos cercanos). En el caso de distancias cortas, se deben utilizar anchos de pulso cortos para reducir las zonas muertas. El ancho de pulso se especifica en nanosegundos (ns) o microsegundos ( $\mu$ s).

## Conozca su aplicación

Existe un elevado número de modelos de OTDR disponibles que responden a diversas necesidades de medición y pruebas. Comprender claramente las especificaciones clave de un OTDR así como la aplicación ayudará a los consumidores a tomar la decisión adecuada para sus necesidades concretas. Estas son las cuestiones que hay que resolver antes de buscar un OTDR:

- ¿En qué tipo de redes va a realizar pruebas? ¿Redes LAN, FTTH/PON, metropolitanas o de larga distancia?
- ¿Qué tipo de fibra va a someter a las pruebas? ¿Multimodo o monomodo?
- ¿Cuál es la distancia máxima a la que tendrá que realizar pruebas? ¿700 m, 25 km o 150 km?
- ¿Qué tipo de mediciones va a realizar? ¿Construcción (pruebas de aceptación), solución de problemas o en servicio?

## OTDR recomendados en función de la aplicación

### Instalaciones, redes LAN/WAN, centros de datos y empresas

Tipo de fibra	Multimodo	Monomodo	Multimodo y monomodo
Longitudes de onda	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/1310/1550 nm
Especificaciones clave	Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente		

### Redes FTTH, DAS y Cloud RAN

Tipo de fibra	Multimodo	Monomodo	Multimodo y monomodo
Longitudes de onda	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/1310/1550 nm
Especificaciones clave	Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente		

### Redes de acceso de punto a punto y redes de retorno

Tipo de fibra	Monomodo
Longitudes de onda	1310/1550 nm
Especificaciones clave	Rango dinámico $\leq 35$ dB a 1550 nm Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente

### Redes de acceso de punto a multipunto, FTTH y PON

Tipo de prueba	Instalación antes y después de splitters	Instalación con un splitter o splitters en cascada	Solución de problemas en servicio
Longitudes de onda	1310/1550 nm	1310/1550 nm	Longitud de onda filtrada de 1625 nm o 1650 nm
Especificaciones clave	Rango dinámico $\leq 35$ dB a 1550 nm	Rango dinámico $\geq 35$ dB a 1550 nm para pruebas de splitters tipo 1/32 Rango dinámico $\geq 40$ dB a 1550 nm para pruebas de fibras con splitters tipo 1/64	El rango dinámico no es relevante
	Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente	Zonas muertas de splitter/red PON lo más cortas posible y adquisición de multipulsos automática	Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente y adquisición de multipulsos automática

### CWDM y DWDM

Tipo de prueba	Instalación, suministro de longitud de onda o solución de problemas
Longitudes de onda CWDM	De 1271 nm a 1611 nm con una separación entre canales de 20 nm
Longitudes de onda DWDM	Ajuste de banda C: C62-C12 (1527,99 nm-1567,95 nm)
Especificaciones clave	Rango dinámico $\geq 35$ dB para pruebas de multiplexores, multiplexores ópticos de adición/supresión (OADM) y demultiplexores Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente Capacidad de fuente de luz de longitud de onda continua integrada para comprobar la continuidad de punto a punto

### Redes metropolitanas y de larga o ultralarga distancia

Tipo de red	Metropolitanas/larga distancia	Muy larga distancia	Ultralarga distancia
Longitudes de onda	1310/1550/1625 nm	1310/1550/1625 nm	1550 nm/1625 nm
Especificaciones clave	Rango dinámico $\geq 40$ dB a 1550 nm	Rango dinámico $\geq 45$ dB a 1550 nm	Rango dinámico $\geq 50$ dB
	Zonas muertas lo más cortas posible para localizar y categorizar eventos situados cerca físicamente		

### Varias aplicaciones

Tipo de red	Instalaciones/acceso	Metropolitanas/muy larga distancia
Longitudes de onda	850/1300/1310/1550 nm (1625 nm opcional)	1310/1550/1625 nm (si se añade un filtro externo en la longitud de onda de 1625 nm, el OTDR es apto para la solución de problemas de redes FTTH/PON)
Especificaciones clave	Rango dinámico: no es relevante para fibras multimodo; $\leq 35$ dB a 1550 nm para fibras monomodo Zonas muertas lo más cortas posible Plataforma modular que evoluciona en función de las necesidades de las pruebas y proporciona la máxima flexibilidad	Rango dinámico máximo

## Otras especificaciones importantes de los OTDR en las pruebas de las redes FTTH/PON

Para poder medir con un OTDR tradicional cada segmento de una red PON y detectar todos los “eventos” a lo largo del enlace de fibra óptica desde el terminal de red óptica u ONT (cliente) hasta el terminal de línea óptica u OLT (oficina central), es necesario realizar varias pruebas manuales (adquisiciones) con distintos parámetros en cada una.

Los OTDR para redes PON más recientes ajustan los parámetros de las pruebas y realizan automáticamente varias adquisiciones con diversos anchos de pulso para obtener los resultados óptimos en las pruebas y detectar todos los “eventos” (pliegues, empalmes y conectores) antes y después de los splitters de la red PON. Se recomienda encarecidamente comprobar si el OTDR se puede equipar con esta función antes de optar por él para realizar pruebas en las fibras con un splitter óptico para redes PON o varios en cascada.

## Resultados de las pruebas con OTDR

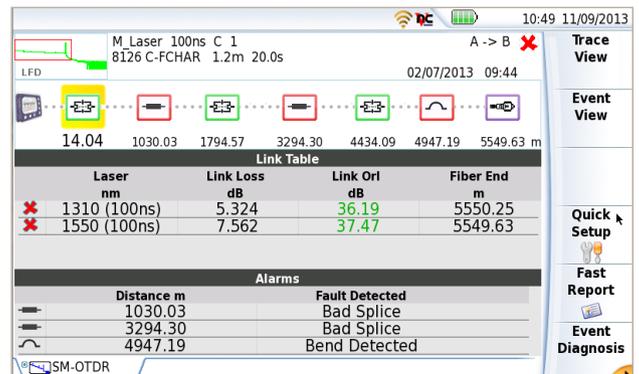
El funcionamiento de un OTDR no es especialmente difícil, pero requiere cierta familiaridad con las prácticas recomendadas para las pruebas de fibra óptica a fin de realizar las mediciones correctamente. Solo técnicos cualificados y con experiencia pueden analizar e interpretar correctamente las trazas de OTDR. A un técnico sin la debida formación le resulta difícil utilizar un OTDR e interpretar los resultados. Una aplicación de software inteligente integrada en el instrumento puede ayudar a los técnicos a utilizar un OTDR de forma más efectiva, sin necesidad de comprender ni interpretar las trazas. Muestra esquemáticamente el enlace de fibra óptica sometido a las pruebas y reconoce e interpreta automáticamente cada evento del OTDR, que lo representa con un sencillo icono para facilitar la comprensión. No obstante, se tiene que ser capaz de asociar los resultados a la traza de OTDR original si fuese necesario.

Entre los factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un OTDR, se encuentran los siguientes:

- **Tamaño y peso:** es importante si tiene que subirse a la torre de una estación base o trabajar en el interior de un edificio.
- **Tamaño de la pantalla:** 5 pulgadas debería ser el tamaño mínimo para una pantalla; los OTDR con pantallas más pequeñas cuestan menos, pero dificultan el análisis de las trazas.
- **Duración de la batería:** un OTDR debería poder utilizarse durante toda una jornada en campo; 8 horas debería ser el mínimo.
- **Almacenamiento de resultados y trazas:** la memoria interna debe tener una capacidad mínima de 128 MB y ofrecer opciones de almacenamiento externo como memorias USB.
- **Tecnología Bluetooth o inalámbrica mediante Wi-Fi:** la conectividad inalámbrica permite exportar fácilmente los resultados a equipos PC, portátiles y tabletas.
- **Modularidad y capacidad de actualización:** una plataforma modular o actualizable se adaptará más fácilmente a las cambiantes necesidades de las pruebas; puede resultar más caro en el momento de la compra, pero será más barato a largo plazo.
- **Disponibilidad de software de postprocesamiento:** aunque es posible editar y documentar las fibras desde el equipo de pruebas, resulta mucho más fácil y cómodo analizar y documentar los resultados de las pruebas mediante un programa de software de postprocesamiento.



Vista de traza de OTDR



Vista de resultados de OTDR basada en iconos

## Prácticas recomendadas de los OTDR

Varias prácticas recomendadas garantizan que las pruebas realizadas con un OTDR sean confiables.

### Uso de cables de lanzamiento y recepción

Los cables de lanzamiento y recepción, que constan de bobinas de fibra de determinadas distancias, se deben conectar a ambas terminaciones del enlace de fibra óptica sometido a las pruebas para calificar los conectores cercanos y distantes con un OTDR. La longitud de los cables de lanzamiento y recepción depende del enlace de fibra óptica que se vaya a someter a las pruebas, pero generalmente es de entre 300 m y 500 m para pruebas de fibras multimodo, y de entre 1000 m y 2000 m para pruebas de fibras monomodo. En el caso de las redes de muy largo alcance, se pueden utilizar 4000 m de cable. La longitud de la fibra depende en gran medida de la zona muerta de atenuación del OTDR, que responde al ancho de pulso. Cuanto mayor sea el ancho de pulso, más largos serán los cables de lanzamiento y recepción. No obstante, si el OTDR cuenta con una función de multipulso, la longitud del cable de lanzamiento y el cable de recepción se puede reducir a 20 m. Los cables de lanzamiento y recepción deben ser del mismo tipo que la fibra sometida a las pruebas.

### Inspección proactiva de conectores

Una sola conexión de fibra óptica sucia puede afectar al rendimiento general de la señal. Mediante una inspección preventiva de cada conexión de fibra óptica con un microscopio de sonda de fibra se pueden reducir significativamente los tiempos de inactividad y la solución de problemas. Siga siempre este simple proceso de inspección previo a la conexión —“Inspect Before You Connect™” — para garantizar que las terminaciones de fibra están limpias antes de acoplar los conectores. Si un puerto del OTDR o un conector del cable de lanzamiento o recepción está sucio, la medición del OTDR se verá afectada. Es necesario inspeccionarlos y limpiarlos antes de conectar el cable de lanzamiento.

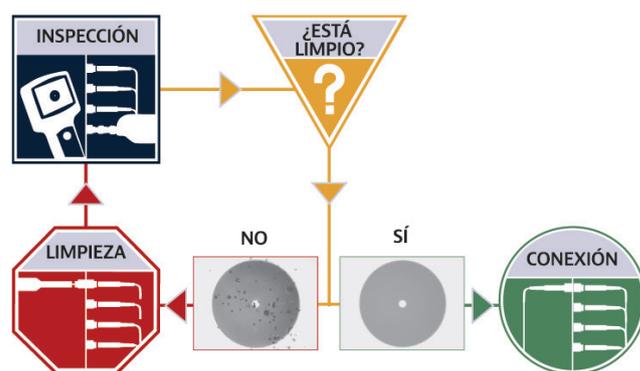


Diagrama del proceso de inspección previa a la conexión

## Resumen

La infraestructura de una red de fibra óptica optimizada ofrece unos servicios sólidos y confiables a los clientes. Una experiencia positiva por parte del cliente afianza su lealtad, lo que permite un retorno de la inversión rápido y una rentabilidad duradera. Un OTDR es un probador en campo clave para el mantenimiento y la solución de problemas de las infraestructuras de fibra óptica. Antes de elegir un OTDR, tenga en cuenta las aplicaciones para las que se utilizará el instrumento y compruebe las especificaciones del OTDR para asegurarse de que se adaptan a dichas aplicaciones. Para obtener más información, visite la [página de pruebas con OTDR de VIAVI](#).

## Referencias

1. Documento técnico de VIAVI Solutions: *Cumplimiento de la norma IEC sobre la calidad de conectores ópticos a través de la automatización del proceso de inspección proactiva sistemática de terminaciones de conectores*.
2. Folleto de VIAVI: *Guía de referencia de VIAVI sobre las pruebas de fibra óptica (volumen 1)*
3. Póster de VIAVI: *Cómo funciona un reflectómetro óptico en el dominio de tiempo*



Contáctenos +34 91 383 9801  
+1 954 688 5660

Para localizar la oficina VIAVI más cercana,  
por favor visítenos en [viavisolutions.es/contactenos](http://viavisolutions.es/contactenos)

© 2019 VIAVI Solutions Inc.  
Las especificaciones y descripciones del producto  
descritas en este documento están sujetas  
a cambio, sin previo aviso.  
otdr-wp-tfs-nse-es  
30187607 902 0319