

Inspección y limpieza de conectores ópticos

Traducción del Boletín Técnico n° 191 de EXFO.

Una de las tareas primordiales, al diseñar un enlace óptico, consiste en definir las pérdidas admisibles. Para ello se tienen en cuenta diversos factores:

- Emisor: potencia inyectada, temperatura, degradación en el tiempo
- Interconexión de fibras: tipos de conectores y empalmes
- Cable: atenuación, efectos de la temperatura ambiente
- Receptor: sensibilidad del detector
- Otros: margen de seguridad y reparaciones.

Cuando una de las variables arriba enumeradas no resulta conforme a las especificaciones, el rendimiento del enlace puede verse muy afectado, o, lo que es aún peor, su degradación puede originar fallos en la red. Si bien todas las variables son difíciles de controlar en las fases de despliegue o mantenimiento, existe un componente, el conector, normalmente subvalorado, o incluso sobre utilizado (cables de parcheo) que puede ser controlado siguiendo los procedimientos adecuados.

La fase de inspección

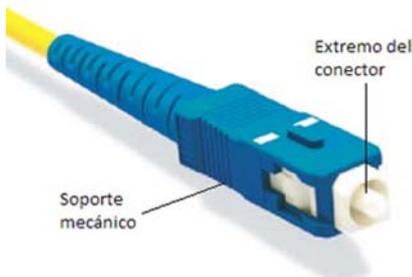
Los conectores son los elementos clave para la interconexión de una red. De ahí que el conservarlos en buen estado sea un factor crítico, ya que con ello se asegura un rendimiento máximo a toda la instalación y se evitan fallos que pueden resultar catastróficos. Dado que los conectores están sujetos a daños invisibles para el ojo desnudo, la inspección resulta imprescindible.

Los componentes.

Al inspeccionar un conector, es preciso tener en cuenta dos componentes principales: El conector en sí y la ferrule.

El conector

Una de las ventajas del conector es su capacidad para restablecer la situación tras un fallo; ya que su causa suele encontrarse en la extremidad del conector (conocida como ferrule) o en su sección mecánica. Otra causa frecuente de fallos suele ser la presencia de suciedad de daños o suciedad en la extremidad. La figura 1 nos muestra las partes de un conector de fibra óptica del tipo SC



(Fig. 1) Conector tipo SC para fibra óptica

La ferrule

Es el elemento, en un conector, que soporta la fibra y posibilita su posicionamiento y alineación. Esta parte del conector permite el conectar un cable, o bien a otro cable, o a un emisor o receptor. Normalmente son fabricadas con cristal, plástico, metal o materiales cerámicos, y comprende tres secciones principales: (Ver figura 2): La zona A, que se corresponde con el núcleo de la fibra óptica, permite la propagación de la señal lumínica; la zona B, o recubrimiento es el material óptico exterior que envuelve el núcleo y refleja la señal en el núcleo; y la zona C es el revestimiento exterior que rodea el recubrimiento y protege la fibra contra las agresiones mecánicas y la humedad, normalmente material plástico.

(Fig. 2 Zonas de una ferrule B) Guiado de la luz en f.o. MM)

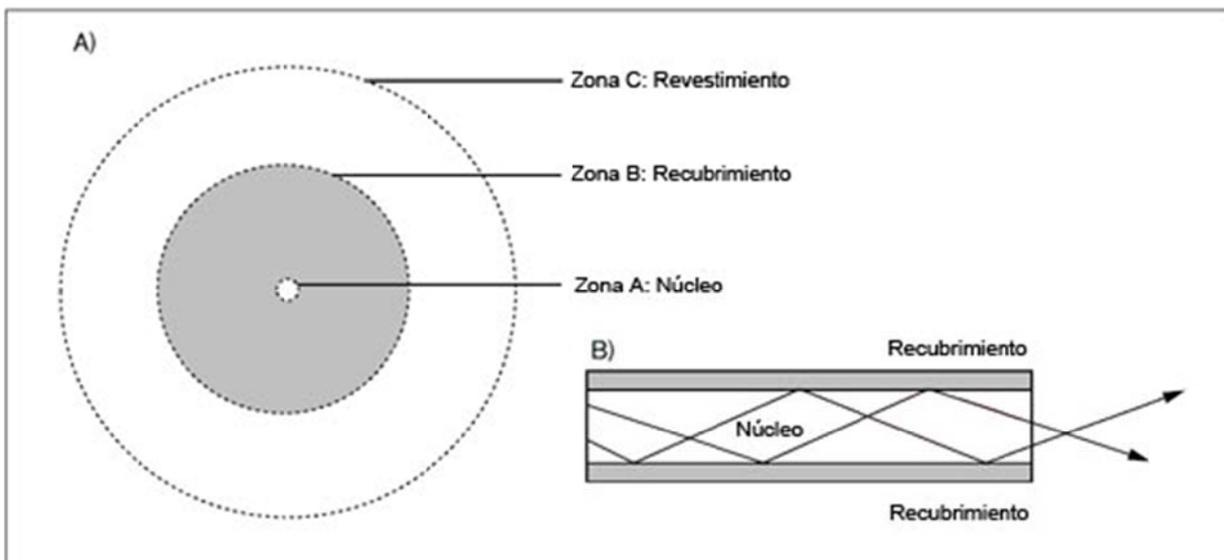
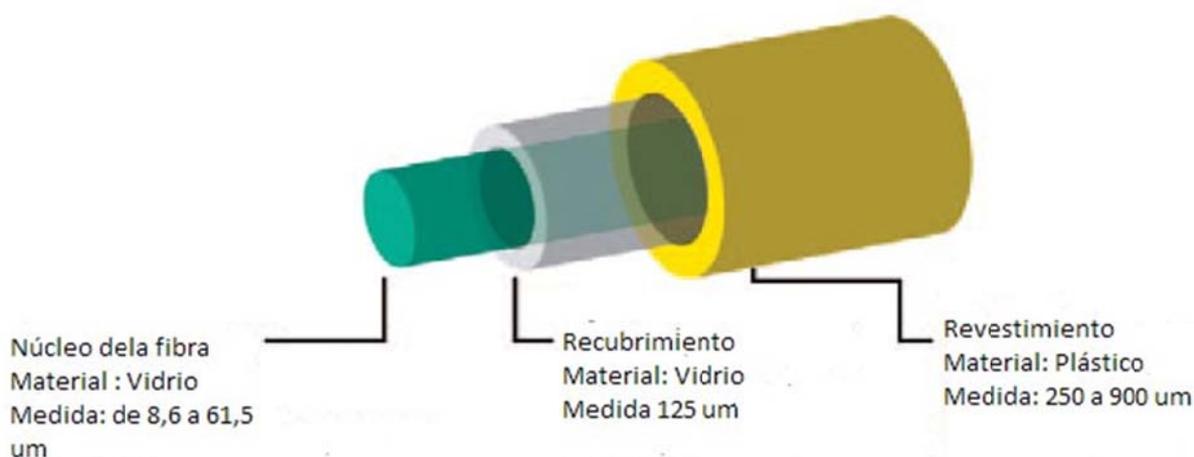


Fig 3 Capas de una cable óptico



La inspección de los conectores

Dado que el núcleo y el recubrimiento son las secciones principales de la ferrule, resulta primordial el conservarlas en buen estado, para reducir la atenuación al enfrentar dos de ellas en una conexión. Para un buen mantenimiento de conectores, sus extremos deben ser, en primer lugar, inspeccionados visualmente. Tal y como se muestra en la tabla 1, el diámetro del núcleo de una fibra mono modo (SM) es inferior a 10 micras, lo que hace imposible el saber si una fibra está o no sucia sin utilizar la herramienta adecuada.

Herramienta de inspección	Características básicas
Sondas de inspección de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducción de la imagen sobre una pantalla de vídeo externa, ordenador o equipo de medida (ver fig. 4) • Protección de la vista frente a una señal activa • Posibilidad de captura de imagen • Facilidad de empleo en paneles sobrecargados • Idóneas para su empleo en panelas e parcheo y conectores multifibra (por ejemplo MTP) • Posibilidad de ampliación múltiple (100X/200X/400X) • Múltiples boquillas de adaptación
Microscopios ópticos	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de seguridad Laser* para protección de la vista frente a fibras activas • Diferentes tipos de microscopios en función del tipo de conector a inspeccionar: uno para latiguillos y otro para panelas.

- *La utilización de herramientas de comprobación directa (microscopios ópticos) en fibras activas es totalmente desaconsejable*

Fig. 4 Sonda de inspección con vídeo



La inspección de las ferrules

Dos son los problemas a considerar la inspeccionar la ferrule de un conector: la presencia de daños o de suciedad.

Extremos dañados:

Los daños físicos que se encuentran en la extremidad del conector suelen ser permanentes, y suelen originar un cambio de conector (salvo si la ferrule no ha sido dañada). Una buena práctica, en este caso, consiste en separar o reemplazar todos los conectores en los que se observen arañazos cercanos al núcleo de la fibra (ver figura 5 a), ya que pueden originar un aumento importante de la atenuación. Si se dan brechas, roturas de fibra o daños de importancia (ver fig. 5b), desgaste excesivo o demasiado epoxi en el revestimiento, resulta imprescindible reemplazar el conector.

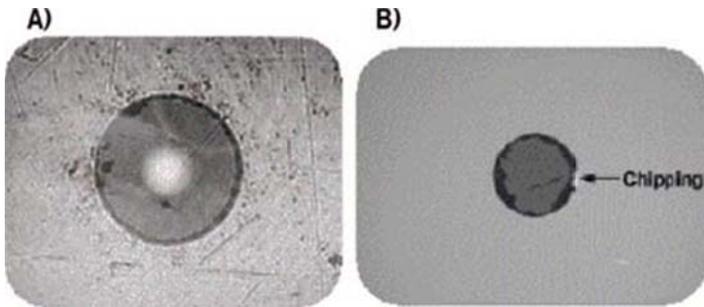


Fig. 5 A) Arañazos en el núcleo y
B) Revestimiento estallado

Extremos sucios.

En un mundo ideal, sin agentes polucionantes, los extremos de los conectores estarían siempre limpios y no precisarían de mantenimiento. Lamentablemente, la realidad es diferente y los contaminantes de conectores ópticos son muy numerosos. Por ejemplo, una partícula de polvo de $1\ \mu\text{m}$ depositada sobre el núcleo de una fibra mono modo puede llegar a bloquear hasta el 1% de la luz (atenuación: 0,05 dB) ¡Qué decir del impacto de una partícula de $9\ \mu\text{m}$! Otro de los motivos, para animarse a mantener limpias las ferrules, es el efecto de los componentes de alta potencia sobre el extremo de los conectores. Algunos de los componentes activos utilizados actualmente en los sistemas de telecomunicación óptica pueden llegar a generar señales con un nivel de potencia de hasta +30dBm (1 W), lo que puede llegar a originar situaciones catastróficas cuando se utilizan con conectores con el extremo dañado o sucio (p. ej. fusión de fibras)

Entre los contaminantes que pueden afectar el extremo de un conector, nos encontramos con el polvo, el alcohol isopropílico, la grasa de las manos, los aceites minerales, el gel adaptador de índice, las resinas epoxi, la tinta oleica negra y el alabastro. Unos actúan aisladamente y otros de forma más compleja. Cada contaminante se presenta de una forma diferente, pero, al margen de su aspecto, las partes con necesidades más críticas de inspección son el núcleo y el revestimiento, ya que en ellas la presencia de contaminación influye sobremanera sobre la calidad de la señal. La figura 7 muestra la imagen de diferentes ferrules inspeccionadas con una sonda óptica

Fig 6 Efecto de la fusión de dos fibras ópticas

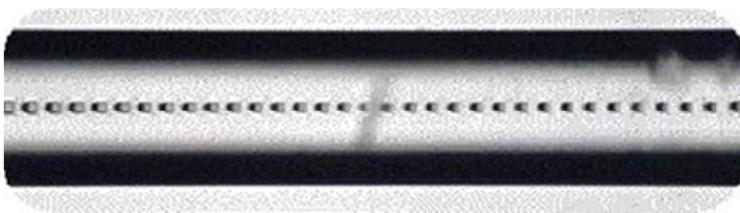
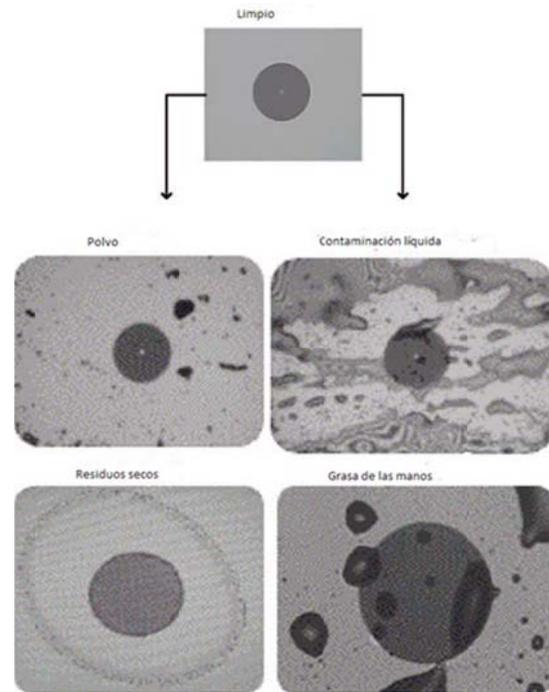


Fig. 7 Extremo de un conector: Limpio y contaminado

Una buena práctica a emplear para evitar la contaminación o daños en los extremos de los conectores, consiste en cubrirlos siempre que no estén utilizados con un capuchón de protección; de ahí la importancia de depositar estos protectores, cuando no se emplean, en un contenedor debidamente sellado, para prevenir su contaminación. Es importante el no insertar a fondo el tapón al situarlo sobre la ferrule, para evitar el ocasional depósito de pequeñas partículas de polvo que pudieran encontrarse ocasionalmente en el protector, en el caso de un contacto directo. Estas partículas pudieran haberse depositado en el tapón en el proceso de fabricación, en su fase final. En consecuencia, la presencia del tapón protector no debe ser considerada como una garantía de limpieza, sino como un dispositivo preventivo frente a posibles daños. Otro aspecto interesante, a tomar en cuenta, es el que los latiguillos y conectores nuevos (extraídos directamente del embalaje sellado del fabricante) pueden no haber sido debidamente limpiados antes de su expedición, por los que estarían sucios antes incluso de su utilización. Felizmente, se cuenta con las herramientas y procedimientos para una limpieza adecuada de los conectores sucios.



La fase de limpieza

La fiabilidad de una red empieza con contar con conectores limpios y con un mantenimiento correcto; habiendo utilizado para ello, a lo largo del tiempo, múltiples procedimientos y herramientas. No obstante, en el pasado, la forma en la que se limpiaba un conector no afectaba demasiado al rendimiento de la red. Actualmente, y habida cuenta de las necesidades crecientes de tráfico exigidas por los consumidores, estos procedimientos son de más en más importantes. En consecuencia, antes de cerrar una conexión, resulta esencial el comprobar que los conectores estén limpios y sin daños. Para asegurar su limpieza, el conector debe ser inspeccionado con un microscopio, o una sonda de inspección con vídeo, y después, si fuera necesario, sometido a un proceso de limpieza.

Nota: Inspecciona siempre un conector antes de limpiarlo. La inspección nos indicará la necesidad o no de limpieza posterior.

La limpieza en seco:

La limpieza en seco es una técnica eficaz que permite eliminar contaminantes tales como finas partículas de polvo o la grasa de las manos. Se trata frecuentemente de una tecnología apropiada en ámbitos de fabricación con atmósfera controlada, en los cuales la velocidad y la facilidad de utilización resultan cruciales. Esta técnica de limpieza está también muy extendida en instalaciones en exterior, incluso si resulta insuficiente para eliminar los múltiples contaminantes presentes en ese ambiente. Uno de los inconvenientes mayores de la limpieza en seco es el que las partículas arrastradas por el elemento limpiador pueden arañar la superficie del conector al res arrastradas sobre su extremidad, causando así un aumento de atenuación de la señal, incluso dañando definitivamente el conector. También, en determinadas circunstancias y con ciertos productos de limpieza en seco, se pueden dar cargas electrostáticas que atraigan partículas de polvo suspendidas en el aire.

El gel hidrófugo utilizado en los cables de fibra es otro de los contaminantes que se encuentra con frecuencia en los conectores, y la limpieza en seco no suele ser demasiado eficaz para su eliminación. Asimismo, este procedimiento requiere el empleo de bombonas de gas comprimido, conocido habitualmente como “aire comprimido”. Habitualmente se trata de gases comprimidos, ineficaces para una limpieza precisa de las extremidades de la fibra (p.ej. ineficaces para eliminar partículas incrustadas en una superficie pre-pulida). Por el contrario, estos gases han demostrado su eficacia para restaurar conectores dañados por el agua, antes de iniciar un proceso de limpieza de precisión.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de buena disponibilidad • Utilizables fácil y rápidamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede originar cargas electrostáticas • Ineficaz para algunos tipos de contaminantes • Costes eventuales

Tabla 3: Ventajas e inconvenientes de la limpieza en seco

Están presentes en el mercado diversos tipos de herramientas para la limpieza en seco, cada una con características propias en función de los conectores a tratar.

La tabla 4 resume las propiedades de las más conocidas:

Limpieza en seco	Aplicación	Imagen
Varillas libres de partículas	Conectores, receptáculos y extremidades de latiguillos	
Paños libres de partículas	Bobinas de lanzamiento y extremidades de latiguillos	
Bombonas de aire comprimido	Bobinas de lanzamiento y extremidades de latiguillos	
Paños específicos libres de partículas	Bobinas de lanzamiento y extremidades de latiguillos	
Cartuchos (Reel Cleaner /CLETOP)	Bobinas de lanzamiento y extremidades de latiguillos	
Limpiador especial	Conectores, receptáculos y extremidades de latiguillos	

Tabla 4: Herramientas para limpieza en seco

La limpieza en húmedo

Uno de los principales elementos activos de la limpieza húmeda es el disolvente utilizado. Su correcta elección, y un secado eficaz y fiable son esenciales para una limpieza eficaz. El objetivo principal de este sistema de limpieza es la retirada del polvo y los contaminantes de la superficie del conector, evitando el arañarla. El disolvente de mayor aplicación industrial es el alcohol isopropílico, eficaz para retirar la mayoría de los contaminantes, incluso si en algunos casos (como el gel adaptador de índice o la mayoría de los lubricantes) la resistencia a la eliminación puede depositar residuos de suciedad.

El alcohol isopropílico es un disolvente higroscópico, esto es, capaz de absorber la humedad existente en el ambiente al cual está expuesto. Dado que tiende a restablecer su estado de equilibrio natural (65% de alcohol isopropílico y 35% de humedad), se transforma, según aumenta el tiempo de exposición, en un limpiador de eficacia decreciente. Otro de los problemas que presenta este producto es el método de aplicación empleado por el técnico. Un bastoncillo demasiado impregnado de alcohol isopropílico (o de cualquier otro disolvente) y empleado para limpiar el extremo de un conector, puede llegar a la absorción progresiva de humedad, según se evapora sobre su superficie, produciéndose el

efecto de halo o residuos (ver fig.7) sobre su superficie. Existen nuevos disolventes, específicos, con un mayor poder de absorción, tasa de evaporación más rápida y mejor acción sobre los contaminantes.

No obstante, estos nuevos productos son más eficaces al ser utilizados de forma conjunta con procedimientos de limpieza en seco. La sobreutilización de disolvente puede ocasionar la oclusión de producto en el espacio vacío que rodea el costado de la ferrule. Incluso si el disolvente parece seco al ser observado con la sonda, el excedente queda almacenado en los costados de la ferrule, después de la conexión. El resultado final es un residuo de disolvente/contaminante de difícil eliminación, y que obstaculiza el paso de la señal.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de disolución de contaminantes y suciedad compleja • Evita la formación de cargas electrostáticas en la ferrule 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede depositar residuos en la ferrule, en caso de utilización de exceso de producto y con secado inadecuado • Precisa adecuada selección de disolvente

Tabla 5: Ventajas e inconvenientes de la limpieza en húmedo

La tabla 6 nos indica las herramientas disponibles para la limpieza en húmedo

Limpieza con líquido	Aplicación	Imagen
Contendor tipo bolígrafo	Limpieza de los extremos de los conectores	
Pañitos de impregnados de alcohol isopropílico	Limpieza de los extremos de los conectores	
Disolventes de precisión	Limpieza de los extremos de los conectores, utilizando un sistema de secado apropiado	

Tabla 6: Herramientas para limpieza en húmedo

La limpieza híbrida:

La limpieza híbrida (llamada también "limpieza combinada"), reúne las ventajas de los sistemas en seco y en húmedo. La primera etapa de un método híbrido consiste en limpiar el extremo del conector utilizando disolvente, secando después los residuos con un paño o un bastoncillo, en función del tipo de conector a tratar.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, la limpieza en seco es especialmente eficaz cuando los contaminantes son pequeñas partículas o la grasa de las manos.

No obstante, para disolver o eliminar otro tipo de contaminantes del extremo de los conectores (p.ej. gel adaptador de índice, contaminantes líquidos, residuos de calcio, pelusas, fósforo, aceites o residuos secos), puede ser necesaria la utilización de disolventes. Estos contaminantes se encuentran frecuentemente en trabajos de mantenimiento o de campo, en las que los extremos de los conectores se encuentran expuestos a condiciones ambientales más severas, que requieren de una técnica de limpieza más especializada. Es recomendable el adoptar una sola tecnología de limpieza, y utilizarla en todas las ocasiones. Con ello se evita el tratar de adivinar cuál es la técnica más apropiada, en función del tipo de suciedad a eliminar; dado que el mismo procedimiento de limpieza ha demostrado su eficacia para prácticamente todos los tipos de contaminante.

Es preciso resaltar el que la limpieza híbrida no solamente actúa sobre el extremo del conector, sino que previene y elimina la acumulación de cargas electrostáticas sobre la ferrule (La limpieza híbrida ha sido concebida para superar los inconvenientes de los otros dos tipos de limpieza, utilizados individualmente). Este procedimiento ofrece una técnica de limpieza más eficaz, que permite la eliminación completa de los contaminantes, reduciendo los riesgos de daño al extremo del conector. Si se utiliza alcohol isopropílico, es preciso evitar el emplearlo en cantidad excesiva, limpiando rápidamente con un paño seco, para evitar así los riesgos debidos a la evaporación, tal y como se ha descrito.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Limpia todo tipo de suciedad • Reduce la posibilidad de acumulación de cargas electrostáticas • Seca automáticamente la humedad y el disolvente utilizado en el proceso de limpieza • Captura la suciedad con los productos de limpieza (Aspecto integrado del procedimiento de limpieza) • Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere varios productos, y el reciclado de los procedimientos

Tabla 7: Ventajas e inconvenientes de la limpieza híbrida

Limpieza de un conector utilizando la técnica híbrida:

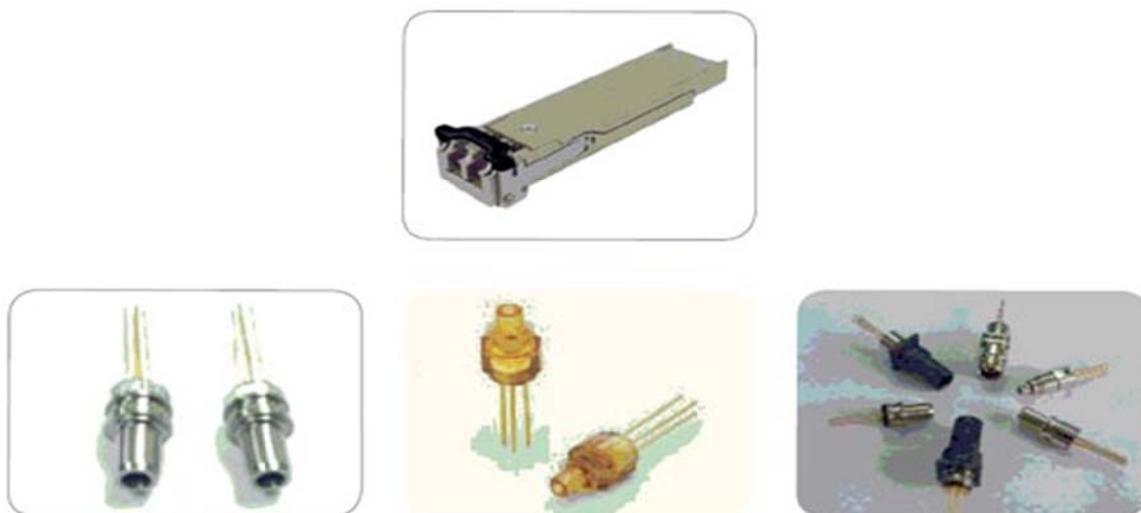
1. Extraiga un paño del contenedor de paños especiales
2. Vaporice una pequeña cantidad de disolvente sobre el paño
3. Sitúe el extremo del conector sobre la parte húmeda del paño. En el caso de pulido estándar (UPC), mantenga el extremo con una inclinación de 90^a,

- perpendicular, a la superficie del contenedor de paños. Incline el contenedor, o el conector hasta alcanzar el ángulo de pulido (APC)
4. Aplicando un leve movimiento lineal, deslice el extremo del conector sobre al plato, pasando del sector húmedo al seco, sin levantar el conector. No ejerza una presión excesiva, ni mantenga el mismo recorrido. Se recomienda repetir tres veces la operación.
 5. Empleando una sonda con vídeo, u otro aparato de inspección, verifique el extremo del conector para asegurarse de la total eliminación de residuos de disolvente o de contaminantes.

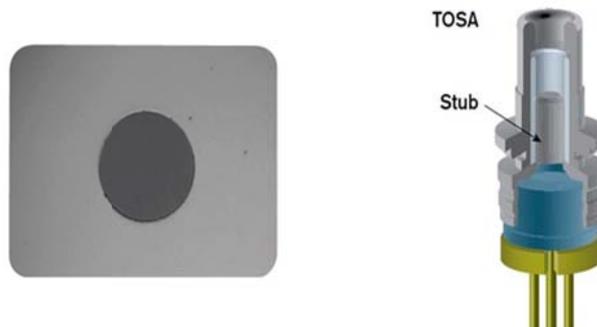


Fig. 8 Procedimiento de limpieza

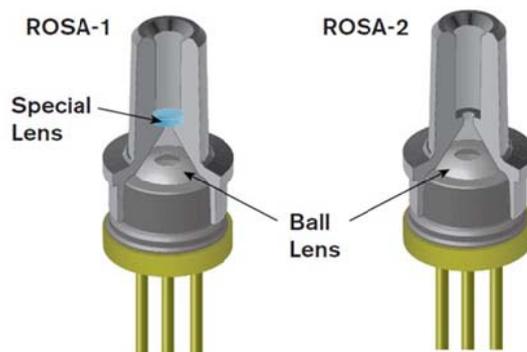
Caso especial: Limpieza de los emisores DFP (SFFP), XFP, CFP y MSA



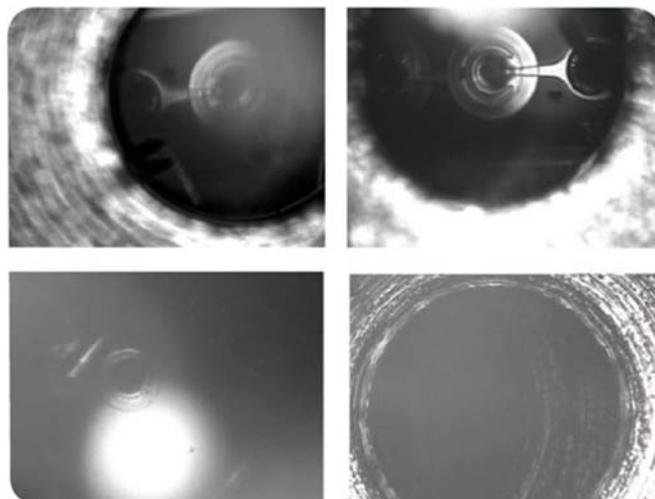
La mayoría de los módulos SFFP cuentan con conectores LC o SC. Estos emisores son relativamente fáciles de limpiar si se siguen los procedimientos de limpieza de conectores, tal y como se describe en este documento.



Sin embargo, los receptores SFFP pueden contar con lentes internas o con cámaras de estanqueidad; por ello resultan de una inspección y limpieza más dificultosa.



Al inspeccionar los emisores de estos tipos con una sonda de inspección de fibra, su propia concepción interna nos ofrece una imagen no demasiado clara





He aquí el procedimiento a aplicar para la limpieza de estos emisores:

1. Abrir el tapón protector, o retirar el tapa polvos del módulo
2. Utilizar un limpiador no abrasivo (bombona de aire comprimido) para retirar residuos o suciedad
3. Insertar un bastoncillo sin partículas del tamaño apropiado (2,5 mm o 1,25 mm) y girarlo en el sentido de las agujas del reloj (Se recomienda la limpieza en seco, y la no utilización de bastoncillos impregnados con alcohol)
4. Repetir los pasos 2 y 3 si fuera necesario
5. Retirar el bastoncillo, cerrar el tapón o tapa-polvos del módulo. El módulo debe tener cerrado, siempre que no sea utilizado, el tapón protector o tapa polvo)
6. Asegúrese de una correcta conexión del módulo, para evitar contaminación cruzada



Este procedimiento debe aplicarse cada vez que se conecte o desconecte una fibra.

Conclusión

Numerosas son las razones que llevan, en el mundo de las telecomunicaciones ópticas, a un cierto grado de saturación tecnológica. Con la llegada de la transmisión a 40 Gbit/s, e incluso de mayores velocidades en el futuro, se plantean nuevos desafíos. No obstante, no hay que dejar de considerar que, lo que pueda parecer una tarea rutinaria (como el asegurarse de que los conectores estarán limpios antes de conectarlos) puede ser uno de los mayores desafíos en obra. En consecuencia, es importante un correcto mantenimiento de los conectores y unos procedimientos de limpieza adecuados para evitar fallos en la red

ANEXO

Procedimiento de limpieza

La figura 14 ilustra el procedimiento de inspección y limpieza que deberá seguirse siempre antes de conectar una fibra a cualquier componente óptico. Estas sencillas operaciones pueden evitar costosos paros en la red.

Fig. 14 Inspección de un conector y procedimiento de limpieza

