

Consideraciones generales

sobre la instalación de los cables de fibras ópticas

Séptima entrega de la serie de artículos que la revista dedica a la historia, características y aplicación de la fibra óptica.

Por Ing. José de las Nieves Rodríguez Sánchez
Gerencia Territorial de Villa Clara, ETECSA
pepe@vcl.etcusa.cu

Las normas internacionales que recomiendan lo relacionado con las fibras ópticas van desde la G-650 hasta la G-655, G-663, G-955 y de la L-10 a la L-15. Cuba también tiene sus normas dirigidas principalmente a la planta externa de este tipo de instalaciones.

En dicha planta sobresalen algunas de las ventajas de los cables de fibras ópticas como el poco peso, pequeño diámetro, la fácil instalación y muy baja atenuación, esta última trae consigo que los repetidores puedan colocarse a distancias muy largas del orden de los cien kilómetros. Todo esto provoca que los cables se comercialicen en bobinas de dos o cuatro kilómetros fundamentalmente, aunque pueden ser mucho mayores, por ejemplo, para instalaciones submarinas se fabrican cables de 16 kilómetros y más. El tendido de cables tan largos exige la aplicación de medidas para evitar daños sobre el mismo.

Los daños más comunes son el estresado del cable, que ocurre cuando se aplican sobre él tensiones mayores que las recomendadas por los fabricantes, y las curvaturas —macrocurvaturas y microcurvaturas— que aparecen en el proceso de manipulación y posicionamiento del cable en las diferentes instalaciones utilizadas. Estos daños influyen, en esencia, sobre la atenuación del cable y su PMD —*Polarization Mode Dispersion*— características, y son muy difíciles de eliminar, por lo tanto, se recomienda llevar a cabo todas las medidas necesarias para minimizarlos. En sentido general, la calidad del proceso de instalación determina la calidad total de la instalación debido a las bajas atenuaciones, por debajo de 0,1 dB, alcanzadas en los empalmes por las máquinas actuales, entonces deben dedicarse toda la atención y los recursos necesarios para su correcta implementación.

Otra ventaja de las instalaciones de cables de fibras ópticas es la pequeña cantidad de empalmes, debido a la gran longitud de las bobinas. A pesar de la elevada calidad de los módulos de empalme, sus sistemas de sellado y la protección de las fibras, estos siguen siendo los puntos más débiles de la instalación. Para maximizar esta ventaja es necesario extremar los cuidados en la etapa de proyecto en la selección de la ubicación de los empalmes y la utilización de reservas, según las necesidades actuales y las proyecciones, y tratar por todos los medios de incluir la menor cantidad de ellos durante el proceso de mantenimiento. Debe introducirse como máximo un empalme por bobina, permitiéndose dos en casos excepcionales.

Las reservas son tramos de cable que se ubican de forma puntual según el tipo de instalación, por ejemplo en un poste, distribuidas entre postes

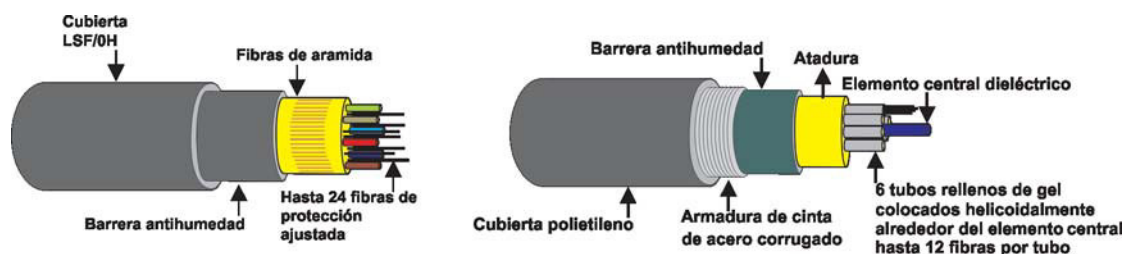


Figura 1 Variantes comunes de fabricación de cables de fibras ópticas

sobre el mismo tensor que el cable, en un registro, etc. La experiencia demuestra que técnicamente son de gran utilidad y que desempeñan un papel importante en el tiempo de vida útil de las instalaciones. Se utilizan para disminuir la introducción de empalmes ante un daño, agilizar el proceso de los mantenimientos correctivos, sortear ángulos grandes existentes en la instalación y resolver cambios imprevistos en las instalaciones sin afectar el servicio —sobre todo en instalaciones aéreas—. Para que sean útiles deben tener como mínimo la misma longitud que el mayor tramo en su radio de acción, y estar ubicadas a una distancia prudencial. Su utilización se lleva a cabo teniendo en cuenta el tipo de instalación. Los métodos más empleados para la instalación en exteriores de los cables de fibras ópticas son: soterrado, canalizado, enterrado, aéreo, adosado y submarino.

El método soterrado aprovecha las instalaciones urbanas de distribución de cables. En la misma instalación se tienen en cuenta los cables de uso local y los de larga distancia, ya sean de cobre o de fibra óptica. En el caso de los soterrados antiguos, que no estaban previstos para la instalación de cables de fibras ópticas, en el conducto existente a utilizar, se colocan hasta tres subconductos de 32 ó 42 milímetros de diámetro, en dependencia del tipo y diámetro del conducto, para aumentar el nivel de utilización de estos. En los soterrados modernos generalmente se adicionan conductos específicos para fibras ópticas, que deben colocarse debajo de los conductos tradicionales para que estén más protegidos. La cantidad de estos depende de la instalación específica y la densidad de cables a soportar. Se recomienda proyectar para casos excepcionales, al menos un conducto de reserva para emergencias. Deben sellarse todos los conductos con los aditamentos adecuados para cada caso. En este tipo de instalación se utilizan reservas hasta de 30 metros en los registros de escuadra —donde la trayectoria sufre una inflexión de alrededor de noventa grados— y en los registros adyacentes a los registros de empalme. Se ubican, al igual que los empalmes, alrededor de todo el registro lo más cerca posible al techo. Aunque es el tipo de instalación más segura, debe primar la rigurosidad en la aplicación de los procedimientos de intervención en los registros y el mantenimiento de estos. Es un método muy caro debido a la ejecución de la obra civil.

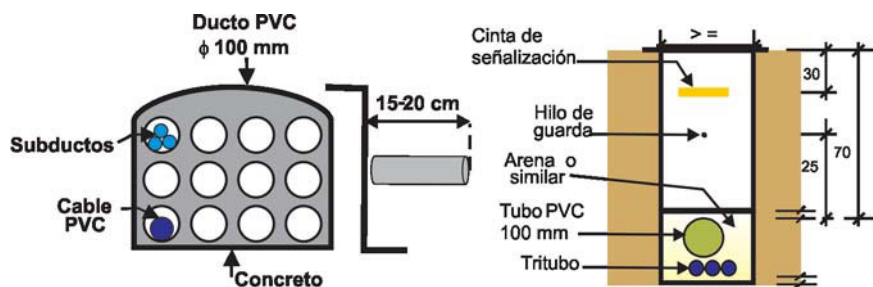


Figura 2 Ejemplos de perfiles de instalaciones soterradas:

a) aprovechamiento de soterrados existentes

b) construcción de nuevas instalaciones —la cantidad de conductos varía en dependencia de la instalación—

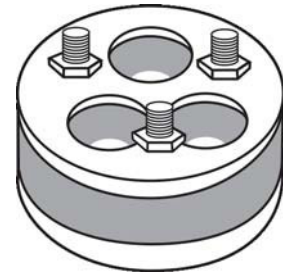
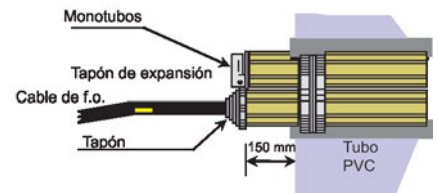


Figura 3 Dispositivos para el sellado de los conductos

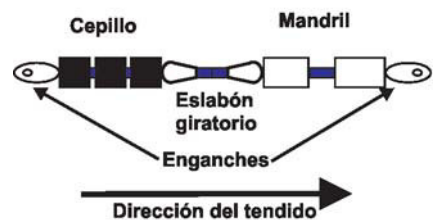
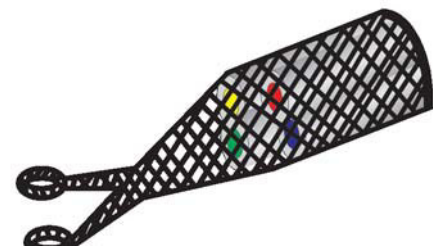


Figura 4 Dispositivos para halar cables y subconductos

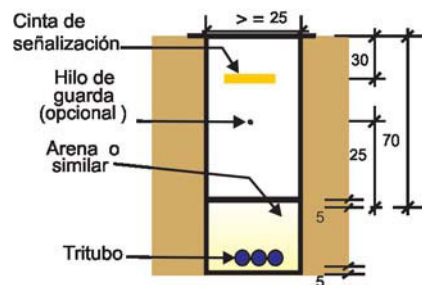


Figura 5 Colocación de los cables en los registros:

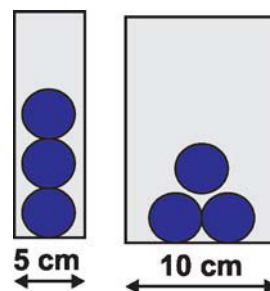
a) reserva

b) registro de paso

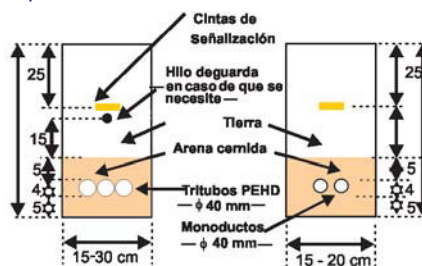
El método de canalizado se realiza enterrando una cantidad determinada de conductos específicos para fibras ópticas en una zanja estrecha de aproximadamente 20 centímetros. Es muy importante la selección de los áridos utilizados para los rellenos y sus granulados para la protección de los conductos. La forma más común de fabricación de los conductos son los tritubos, también conocidos por triductos, que tienen tres conductos unidos, los bitubos o biductos que tienen dos y los monoductos con uno. Si se necesitan más conductos en una instalación se combinan. Estos mismos se utilizan en los soterrados modernos. De forma general, se embeben los conductos en una capa de relleno de granulado muy fino —suele ser arena—, en el fondo de la zanja de 100 a 150 centímetros de profundidad. Luego se rellena la zanja con otro árido de granulado no mayor que la altura del relleno fino sobre los conductos, y se compacta para disminuir el asentamiento futuro. Embebidas en esta capa se colocan, primero, el hilo de guarda que es un alambre de acero de alrededor de seis milímetros de diámetros y más arriba una cinta de señalización, que es de *nylon* con carteles oportunos impresos, los cuales describen la instalación que está debajo. Los registros se ubican a una distancia máxima de 1 000 metros, en dependencia de la linealidad y los obstáculos del trazado, de los posibles puntos de derivación y de la posición de los empalmes. Quedan, entonces, enterrados a una profundidad de 30 centímetros y para su localización se coloca un dispositivo llamado *minimarker*. Este método es caro por la ejecución de la obra civil, aunque menos que el soterrado. Hay otras dos variantes de este método: la minizanja y la microzanja, que son variantes específicas más económicas para determinadas ubicaciones de las instalaciones. Las reservas se utilizan de 20 a 30 metros en cada registro.



a)



b)



c)

Figura 7 Perfiles de zanja: a) canalizado, b) minizanja, c) variantes



Figura 6 Ejemplos de registros utilizados:

a) concreto de 1x1 y tapa de hierro

b) fibra de vidrio —ver colocación de *minimarker* y reserva—



Figura 8 *Minimarker*



Figura 9 Zanja

El método enterrado es similar al canalizado, en este el cable se deposita directamente en la tierra así como los módulos de empalme. Al no utilizar conductos ni registros lo hace mucho más económico, pero no tiene posibilidades de reutilización. Los módulos de empalme son específicos para este método de tendido y deben ser muy resistentes al deterioro por la acción del terreno. De existir algún cable en desuso en el trazado, se coloca el cable dentro de sus cubiertas protectoras. Este método no utiliza reserva.

De todos, el método aéreo es el de mayores ventajas económicas, aunque también es el que más expone al cable a accidentes, fenómenos atmosféricos, etc. Generalmente se implementa con el uso de rutas de postes existentes donde se coloca el cable de tres formas fundamentales: devanado, autoportante o figura 8 y autoportante. El devanado se implementa **cociendo** el cable a un tensor de acero de 8 ó 10 milímetros que se coloca en los postes con los procedimientos tradicionales. Esta es la variante aérea más segura pues el tensor le ofrece protección al cable. Este tensor debe vincularse al sistema de tierra de la ruta y en los cruzamientos deben colocarse convenientemente protectores eléctricos. Los módulos de empalme y las reservas también se colocan de forma conveniente en los postes, en soportes especializados. El autoportado se caracteriza por tener el tensor unido al cable por la cubierta exterior, utiliza aditamentos específicos para suspenderlo de los postes. El tensor es más

fino y de menor resistencia. Utiliza las mismas protecciones eléctricas que el devanado. Hasta este punto los cables están soportados y protegidos por tensores de acero. El caso del autoportante, como su nombre lo describe, no utiliza elementos de soporte aunque tiene la misma estructura interna que los demás cables, se le aumenta una cantidad de hilos de aramida, previamente calculada, para que el cable soporte todas las tensiones. En este momento se establece un compromiso entre el costo de fabricación y comercialización del cable y las tensiones máximas a soportar, por lo tanto, este es un parámetro que debe tenerse muy en cuenta según el lugar donde se instalará. Como en este caso no existe ningún elemento metálico no es necesario colocar las protecciones eléctricas.

Los métodos aéreos son los más baratos para implementar, y los que más expuestos presentan los cables; lo cual aumenta la importancia de la utilización de las reservas que deben ser proyectadas cuidadosamente. Cada empresa o país tiene sus normativas al respecto, en dependencia de los factores económicos y de utilización. Según sus funciones, las reservas se dividen en tres tipos fundamentales: las empleadas para evitar inflexiones grandes en el tendido —conocidas como senos o vanos—, se colocan donde las rutas introducen ángulos mayores de 30 grados al recorrido del cable, normalmente utilizan de 2 a 3 metros de cable; las reservas para la solución de daños serán ubicadas convenientemente a una distancia en el entorno de un kilómetro y en los postes adyacentes a ambos lados de los empalmes, utilizan 50 ó 70 metros de cables en dependencia de las normativas para las rutas aéreas de cada lugar; y las reservas para pronosticar cambios de recorrido en las instalaciones deben colocarse en los postes de escuadra y utilizan entre 5 y 10 metros de cable. Además, para futuras derivaciones que no se ejecuten en el momento de la inversión, el proyecto debe prever en el lugar apropiado 30 metros de cable para realizar empalmes de inserción.



Figura 10 Ejemplos de instalaciones aéreas, devanadas y autoportante —arriba a la derecha—

En el proceso de mantenimiento la relación económica de los métodos, desde los más costosos por su instalación y seguros hasta los más baratos por su instalación y expuestos, se invierte y los ahorros en inversión hacen más costosa la operación en el mismo orden.

El método adosado es un método auxiliar que se utiliza para sortear obstáculos —puentes, edificios grandes, acceso a instalaciones, etc.— que aparezcan en los demás métodos. Normalmente se colocan monotubos dentro de una protección metálica que se soporta convenientemente del obstáculo, pueden ser canales, tubos, etc. Existen numerosas formas de implementarlo y es muy importante la selección adecuada de los materiales y los soportes para evitar un deterioro.



Figura 11 Adosado a un puente

El método submarino se implementa cuando es necesario atravesar grandes extensiones de agua. Los cables se fabrican con longitudes mayores para minimizar el número de empalmes, de 16 kilómetros o más, tienen un mayor número de protecciones y utilizan materiales para evitar la acción de los peces y el medio agresivo. Generalmente, además de las fibras ópticas tienen elementos de cobre destinados a la telealimentación de los regeneradores. Los cables, los módulos de empalme y los contenedores donde se ubican los equipos de transmisión se depositan en el fondo del mar desde un barco especializado, en el cual se realizan los empalmes y demás montajes. Los cables a instalar se depositan arrollados convenientemente en la bodega del barco desde donde se sacan para ser tendidos —algunos barcos ya tienen, además, implementada la fábrica de cable—



Figura 12 Buque cablero

Conclusiones

Como puede observarse para el tendido de cables de fibra óptica existen diferentes métodos posibles a aplicar. Hasta el momento hemos abarcado las características fundamentales de cada método de instalación, en próximos artículos nos detendremos a detallar cada uno de ellos. 

Bibliografía

- Rec. UIT-T K25. Protección de los cables de fibra óptica.
- Rec UIT-T L10. Cables de fibra óptica para aplicaciones en conductos y en galerías.
- Rec UIT-T L26. Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.
- Rec UIT-T L34. Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guarda.
- Rec UIT-T L35. Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso.
- Rec UIT-T L43. Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.
- Rec UIT-T L48. Técnica de instalación con mini-zanjas.
- Rec UIT-T L49. Técnica de instalación con micro-zanjas.