

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS.

**EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE
PEREIRA S.A. E.S.P.**

AÑO 2009

1. Introducción

El presente documento describe la manera correcta de instalar cables de fibra óptica para la Empresa de Telecomunicaciones de Pereira. Estas normas¹ son de estricto cumplimiento y mediante su aplicación la empresa debe garantizar un óptimo servicio de Telecomunicaciones para sus clientes.

2. Tipo de cables

Telefónica de Pereira instala cables de fibra ópticas de las siguientes denominaciones.

Cable de fibra óptica monomodo de 6 hilos ADSS.
Cable de fibra óptica monomodo de 12 hilos ADSS.
Cable de fibra óptica monomodo de 24 hilos ADSS.
Cable de fibra óptica monomodo de 36 hilos ADSS.
Cable de fibra óptica monomodo de 36 hilos ADSS vanos de 1000 m.
Cable de fibra óptica monomodo de 72 hilos ADSS.

Cable fibra óptica monomodo de 6 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla
Cable fibra óptica monomodo de 12 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla
Cable fibra óptica monomodo de 24 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla
Cable fibra óptica monomodo de 36 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla
Cable fibra óptica monomodo de 72 hilos instalación en ductos chaqueta sencilla

Cable fibra óptica monomodo de 12 hilos figura 8
Cable fibra óptica monomodo de 24 hilos figura 8
Cable fibra óptica monomodo de 36 hilos figura 8.

3. Descarga y movimiento del cable de fibra óptica

Los carretes de cables de fibra óptica por lo general se entregan en un carrete considerablemente más pesado que los de cable coaxial. Por lo tanto, deben cargarse y descargarse usando una grúa, un camión con elevador especial u horquilla elevadora.

Las horquillas elevadoras deben recoger el carrete con el lado plano del carrete mirando hacia el conductor. Extienda las horquillas por debajo de todo el carrete.

NO recoja el carrete hacia arriba con los cables mirando hacia el conductor. Mantenga los carretes derechos sobre sus bordes rodantes y nunca los coloque planos ni los apile.

Todos los carretes se identifican con una flecha indicando la dirección en la que debe hacer rodar el carrete. Hágalo rodar solamente en la dirección indicada.

¹ Se tomó como referencia el manual de construcción de red de Commscope.

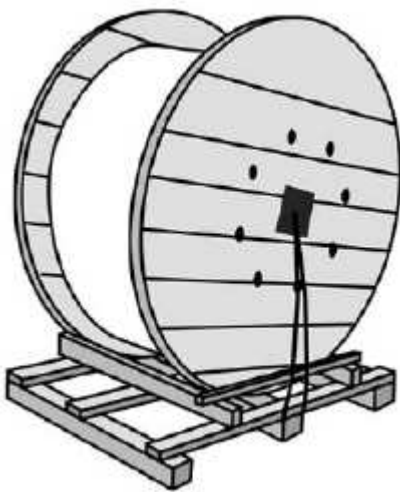
NO deje caer los rieles por la parte posterior del camión sobre una pila de ruedas, sobre el piso o en cualquier otra superficie.

El impacto puede dañar al personal y dañará el cable. Siempre use suficiente personal como para descargar los envíos de cable de manera segura.

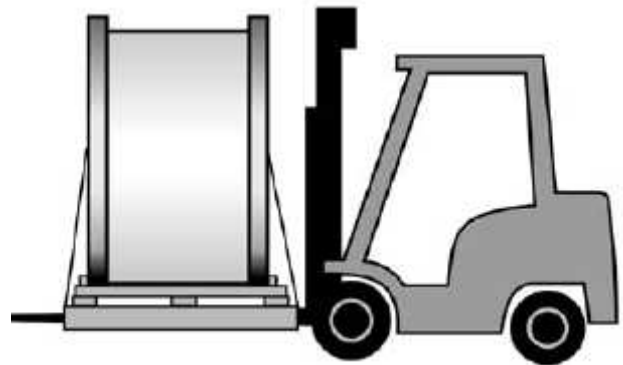
El carrete tiene una etiqueta con direcciones de manejo. Consulte estas direcciones si tiene alguna duda sobre el manejo del carrete.

4. Almacenamiento del cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica siempre se almacena sobre el borde rodante y por lo general alejado del área de almacenamiento del cable principal para prevenir posibles daños. Para prevenir el deterioro del carrete durante el almacenamiento a largo plazo, almacene el cable de fibra óptica de tal manera que proteja el carrete contra la intemperie.



3



5. Las redes de fibra óptica se instalan para la transmisión de voz, datos y vídeo en distintos entornos

Como subsistema de distribución en Sistemas de Cableado Estructurado donde la distancia entre repartidores es grande

Para enlazar edificios entre ellos, manteniendo un aislamiento eléctrico

Instalación de tendidos de comunicaciones de larga distancia

Para instalaciones con grandes interferencias electromagnéticas

Sistemas de vídeo vigilancia, CCTV y entornos de seguridad

Para comunicaciones de datos con altas tasas de transmisión de bits por segundo

En cuanto a las principales variables que se manejan dentro del aprovisionamiento de las redes de fibra óptica aérea se tienen las siguientes:

Vano máximo (span) del enlace: Es la distancia máxima entre apoyos (postes, torres) que se van a tener en el enlace.

Flecha máxima (sag) que soporta el cable: Es que tanta catenaria puede tener el cable, esta variable es muy estable en ciudad (estándar flecha 1.5%).

Viento para evitar el efecto class ó galopeo: solo aplica para instalación sobre torres de energía y vanos largos.

Campo Eléctrico asociado: para determinar si la chaqueta debe ser antitracking (superior a 12 kV) ó chaqueta convencional (inferior a 12 KV), por lo general se necesita antitracking cuando la línea es de 115 kV, 230 kV y 500 kV.

Herrajes de retención y de suspensión: elementos usados para fijación del cable a la postería.

Características principales de los cables de fibra óptica: número de hilos, tipo de buffer, tipo de fibra teniendo como referencia el vano máximo del enlace y el número de hilos.

6. Tipos de cable a instalar

6.1 Cables ADSS.

Estos son cables ópticos auto-sustentados por rigurosas normas de seguridad mundial, con la aplicación de estos se eliminó la necesidad de un cable mensajero, reduciendo costos y manejabilidad a la hora de instalar redes largas. Estos cables ópticos no son afectados por la caída de rayos ni interferencias, debido a la carencia de elementos metálicos. Los cables ópticos están recubiertos de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico, lo cual aumenta el grosor del cable.

6.2 Cable armado utilización en ducto

Cable de fibra óptica especial para tendido por ductos con protección contra roedores.

6.3 Cable figura 8

El cable óptico Figura "8", tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción.

Entre las características de este tipo de cable Figura "8" presenta la mayor área en su sección transversal, por lo que el elemento de apoyo externo y el cable óptico esta físicamente separadas por una franja de polietileno que aumenta el diámetro del cable.

7. Montaje

Los cables de fibra óptica blindados y dieléctricos se pueden usar en instalaciones aéreas, sin embargo los cables dieléctricos no contienen ningún componente metálico, por tanto tiende a minimizar los rayos y evitar el cruce del campo eléctrico desde las líneas de alimentación. Los cables blindados ofrecen protección mecánica adicional contra los ataques de los roedores, pero deben conectarse a tierra.

Los dos métodos preferidos para la instalación son el método de enrollado retractable/fijo y el método de enrollado móvil. Las circunstancias en el sitio de construcción y la disponibilidad del equipo/mano de obra dictarán el método de tendido de cables a usar.

El método de enrollado retractable/fijo es el método usual de tendido de cables. El cable se coloca desde el carrete yendo hacia arriba por el alambre, tirado por un bloque que solamente viaja hacia adelante y es mantenido en alto por los soportes de cables. El cable se corta de inmediato y se forman los bucles de expansión, la atadura de cables se realiza después de tender el cable.

El método de instalación con desplazamiento de carrete puede requerir cierta mano de obra adicional y ahorrar tiempo con la colocación y atadura del cable. En esto, el cable se acopla al alambre y se desenrolla de un carrete alejándose de él. El cable se ata a medida que se tira, los bucles de corte y expansión se hacen durante la atadura de cables.

Sin importar el método de instalación que se use, el estrés mecánico es de gran importancia durante la instalación, ya que el cable se puede dañar si se excede la tensión de tiro máxima permisible o el radio mínimo de curvatura que el fabricante especifique. Esto con el fin de eliminar por completo la posibilidad que ocurran deformaciones durante la instalación del cable y reste vida útil al cable.

Es necesario asegurarse que todos los cables de soporte de poste en las esquinas (riendas) y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable. Asegurarse de guardar las precauciones de seguridad (desconexión eléctrica etc).

Instalar el cable mensajero correctamente conexionado a tierra (solo para cables F.O. aéreos no autoportados)

Continuar el tendido identificando en cada poste con etiquetas de aviso de cable óptico y cuando sea preciso, las cajas de empalme se pueden montar en postes o en el cable mensajero.

NUNCA EXCEDA la tensión de tracción máxima. La tensión de tracción excesiva hará que el cable se alargue permanentemente. El alargamiento puede causar que la fibra óptica falle al fracturarse. Las buenas técnicas de construcción y el equipo de monitoreo adecuado de tensión son esenciales.

Al halar el cable, no permita que viaje por encima del reborde del carrete porque podría romper o dañar la chaqueta.

7.1 Radio de curvatura

Los cables a menudo se enrutan alrededor de esquinas durante el tendido de cables.

Un cable más flexible (uno con un radio de curvatura más pequeño) requerirá menos tensión de tracción para pasarlo a través de una curvatura en la ruta.

NUNCA EXCEDA el radio mínimo de curvatura. El cable doblado excesivamente podría deformar y dañar la fibra en el interior y causar una alta atenuación. El radio de curvatura para el cable de fibra óptica se da como cargado y no cargado. Cargado significa que el cable está bajo la tensión de tracción y está doblándose simultáneamente.

Descargado significa que el cable no está bajo ninguna tensión o llega hasta una tensión residual de alrededor de 25% de su máxima tensión de tracción. El radio de curvatura de descargado también es el radio permitido para almacenamiento.

7.2 Instalación del cable de fibra óptica en conducto

El cable se puede instalar en una configuración de ducto nueva o existente. El nuevo conducto debería instalarse en una vía tan derecho como fuera posible, las ondulaciones en el sistema de conducto aumentan las tensiones de tracción debido a la presión de la pared lateral. Los sistemas de conducto existentes por lo general requieren algún tipo de mantenimiento antes de colocar los cables en el conducto. Siempre limpie la ruta de cables antes de la instalación. Use un cepillo para quitar los desperdicios y el agua del conducto, cuando a posible. Si hay mucha suciedad la interventoría autorizará otros medios para su limpieza, como agua a presión entre otros.

Una exploración de la ruta del cable dictará el esquema de colocación del cable que debería explicar la dificultad de la tracción, mano de obra y disponibilidad del equipo.

El radio de curvatura en los sistemas de conducto debería ser lo suficientemente largo como para prevenir la tensión de tracción excesiva debido a la fricción de pared lateral. Se recomienda el uso de lubricantes de tracción

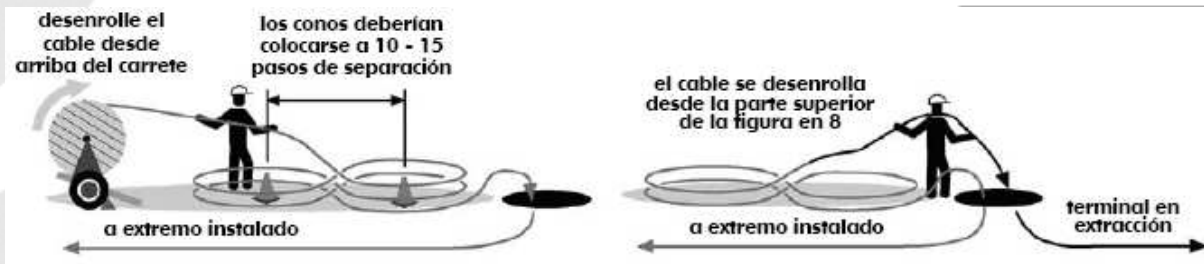
7.3 Tracciones largas a través del conducto - Técnica de tracción a medio punto.

Los cables de fibra óptica se pueden ordenar en longitudes de hasta (12,2 km) y se pueden instalar en un tendido continuo. Sin embargo, aun una instalación típica de 4,8 a 8,0 km ofrece desafíos de instalación debido a la acumulación en la tensión de tracción a lo largo de una trayectoria tan larga. La tracción de un cable a medio punto es un método comprobado para instalar largos tramos de cable de fibra óptica.

Extracción de cable a medio punto



Ubique el punto medio de tracción. A la vez de monitorear la tensión, tire el cable desde el medio punto al extremo de una dirección. La tracción puede ser asistida en un cámara intermedia por un cabrestante o asistente.



- Prepare el cable restante según un diseño en 8. Instale dos conos de tráfico a 10 - 15 pasos de separación (más para cables más grandes).
- Desenrolle el cable desde la parte superior del carrete y entrelácelo holgadamente alrededor de los conos siguiendo un diseño en 8. Los bucles grandes y no demasiado ajustados le ayudarán a que el cable no se enrede. Continúe colocando el cable en forma de 8 hasta desenrollar el resto del carrete. Quite los conos.
- Prepare la terminal del cable en su mano para tirar hacia el otro extremo de la instalación. Cuando reanude la extracción, el cable se desenrollará de la parte de arriba de la forma de 8.

7.4 Largas tracciones a través del conducto - Extracción en etapas a ubicaciones intermedias

Si el cabrestante u otros dispositivos mecánicos no están disponibles o no son prácticos para asistir con la tracción, puede reducir la tensión general al extraer el cable en etapas a las ubicaciones intermedias.

7.5 Instalación subterránea

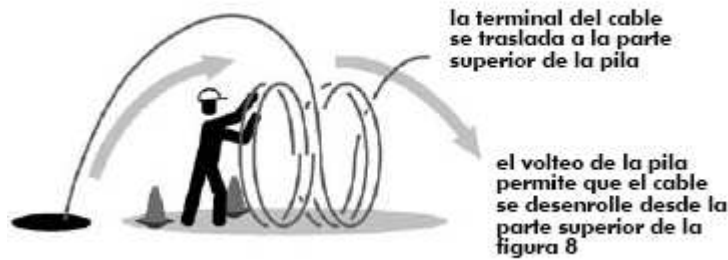
- Ubique el punto medio de tracción. Mientras monitorea la tensión, tire del cable del punto medio a una bóveda o boca de inspección a punto medio. Enrolle el cable hacia arriba, hasta la superficie.



- Instale dos conos de tráfico a 10 - 15 pasos de separación (más para cables más grandes). Entrelace flojamente el cable alrededor de los conos formando una figura de ocho. Los bucles grandes y no demasiado ajustados le ayudarán a que el cable no se enrede.

7.5.1 Repaso de la figura en ocho

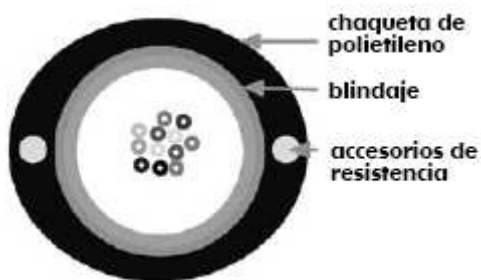
Una vez que deja de tirar, 'repita' la figura 8 otra vez.
 Tenga cuidado - una figura 8 puede llegar a pesar cientos de libras.
 La terminal del cable ahora debería estar en la parte de arriba de la figura 8.
 Prepare la terminal del cable para extracción hacia la siguiente ubicación intermedia o el fin de la extracción.
 Cuando reanude la extracción, el cable se desenrollará de la parte de arriba de la forma de 8. (La terminal del cable se mueve a la parte superior de la pila.)



Debido a que el cable autoportado no requiere la atadura de cable, puede ser colocado a menudo por un plantel más pequeño. Hay unas pocas características exclusivas en su tendido:

Se debe verificar el pando y tensión para tramos autoportados en la ficha técnica dada por el fabricante antes de la instalación. Todas las retenidas y anclas deberían instalarse y tensionarse antes del tendido del cable.

El cable autoportado tiene una sección transversal ovalada, debería instalarlo con abrazaderas de suspensión especiales que no separarán el cable de las partes integrantes. Utilice soportes de cable especializados colocados solamente en los postes. El cable de tubo central autoportado también requiere terminales y accesorios especiales para el montaje de poste.



SE REQUIERE QUE EL BLINDAJE Y LOS ACCESORIOS DE RESISTENCIA TENGAN CONEXIÓN A TIERRA A LO LARGO DE LA RUTA Y EN CUALQUIER PUNTO DONDE EL CABLE SE ABRA/TERMINE.

Todo el personal deberá usar guantes aislados, inspeccionados y certificados, hasta que el cable se acople a la red con conexión a tierra.

7.6 Bucles de cable adicional (reservas)

Por lo menos el 5% del tendido total del cable deberá enrollarse y guardarse a lo largo de la ruta.

8. Instalación del cable autoportado - Método de instalación con desplazamiento de carrete

El método de desplazamiento es la manera más simple de colocar el cable de tubo central autoportado.

- Acople el cable al accesorio de la línea de poste en el primer poste del tendido de cable. Deje suficiente cable adicional para facilitar el empalme. El cable debería poder alcanzar el suelo, pasar por un camión/remolque de empalme y colocarse en una caja de empalme. Si tiene dudas sobre la longitud, conviene dejar cable de más y no de menos. Cubra el extremo del cable abierto para prevenir la contaminación con la suciedad o humedad.
- Enrolle el cable, teniendo cuidado de no exceder el radio mínimo de curvatura y ate el bucle a la parte posterior del poste.
- Conecte a tierra y acople el blindaje al primer poste. El contacto con el blindaje se establece mediante una abrazadera serrada que perfora la chaqueta para alcanzar el blindaje.
- Los soportes de cable deberían instalarse en todos los postes no enmarcados en configuraciones de accesorios terminales. Desenrolle el cable desde arriba del carrete y colóquelo manualmente en el soporte de cable.
- Continúe desenrollando el cable lenta y uniformemente para mantener una tensión pareja de tracción. Si la tracción del cable es inconsistente, esto puede hacer que el cable se 'balancee' y se dañe en los bloques del poste. No permita que el carrete del cable sobregire y deje que la reserva del cable se quite del carrete. (Se requerirá el uso de los frenos.)
- Levante el cable de los soportes del cable y colóquelo en la abrazadera de suspensión una vez que la ruta del cable se haya tensionado según las instrucciones. Tensione el cable cada vez que se presenten configuraciones de accesorios terminales. Conecte a tierra y acople el blindaje en estas ubicaciones después de haber tensionado el cable.



9. Instalación del cable autoportado - Enrollado retractable/Fijo

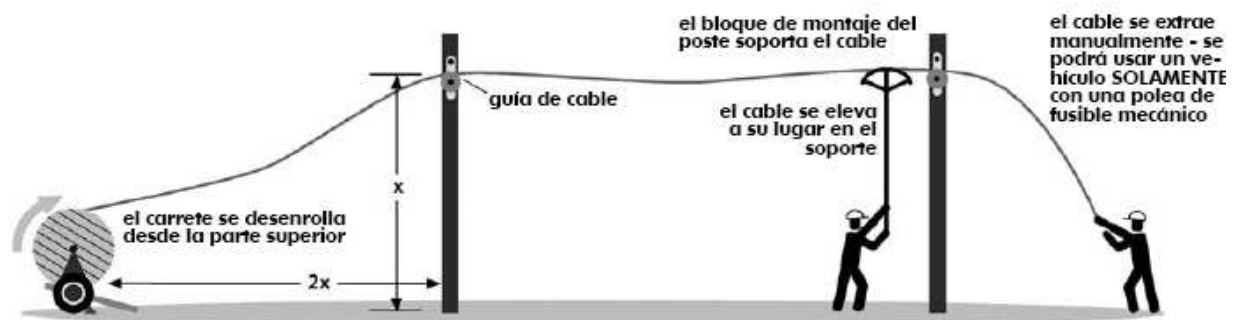
Debido a que es difícil conectar a tierra el cable de tubo central autoportado durante el enrollado retractable, deberán tomarse medidas de precaución durante la instalación. Esto es particularmente cierto si la servidumbre de paso se comparte con cables de alimentación. **SIGA CADA PRECAUCIÓN DE SEGURIDAD ELÉCTRICA, INCLUYENDO EL USO DE GUANTES AISLADOS.**

9.1 Instalación del remolque

El remolque deberá colocarse en línea con el alambre y a doble distancia de la guía de instalación al piso desde la guía. Esto impedirá que el cable roce el poste (o carrete) o que se acople a la guía. Si el remolque no se puede ubicar allí, mueva la guía de instalación y el remolque del cable a un poste adyacente.

El cable debería desenrollarse desde la parte superior del carrete del cable. El desenrollo del cable desde el carrete debería originar una fuerza descendente en el enganche del remolque.

Asegure las ruedas del remolque. Ajuste los frenos según sea necesario. Coloque barreras y conos protectores según necesite para proteger a los peatones



9.2 Instalación del cable autoportado - Enrollado retractable/Fijo Extracción del cable

Acople el agarre de cable del tamaño correcto. De inmediato acople un fusible y una línea de extracción al agarre. Deberá prestarse atención a la tensión infringida sobre el cable. No hay un método práctico de monitorear la tensión en el cable mismo.

Aunque se recomienda que el cable de fibra óptica se extraiga manualmente, SOLAMENTE se podrá usar un vehículo junto con un fusible mecánico o un dinamómetro.

9.2.1 Colocación de soportes de cable

Use soportes de cable diseñados para acoplarse directamente a los accesorios del poste. Tire del cable a lo largo de la línea del poste y levántelo para llevarlo a los soportes de cable con un levantador de cable o manualmente desde un camión.

9.2.2 Tensión del cable autoportado

Por lo general, el cable de fibra óptica autoportado debería tensionarse entre cada cuatro a seis postes y cada rotación en la línea del poste, aunque esto puede variar, dependiendo de sus circunstancias.

10. Prueba de cables de fibra óptica, prueba de instalación

La prueba de instalación por lo general se hace con un reflectómetro óptico en el dominio tiempo (OTDR). La prueba de empalme se lleva a cabo después de cada empalme para asegurarse de haber hecho una conexión nítida y de baja pérdida.

10.1 Postinstalación - Prueba de aceptación final

El método de prueba de postinstalación normal es realizar una prueba de reflectómetro (OTDR) de punta a punta.

10.2 Prueba de atenuación con un OTDR

La prueba de atenuación con un *Reflectómetro óptico en el dominio tiempo (OTDR)* debería realizarse como parte de cualquier régimen de prueba de preinstalación. **Todas las fibras en un cable deberán probarse y deberán registrarse y documentar los resultados.**

La atenuación se define como la pérdida en potencia óptica a medida que viaja a través del cable de fibra óptica y normalmente se expresa en decibeles por 1,000 metros (dB/km). La prueba de atenuación se puede usar para comparar los datos actuales de atenuación con las especificaciones proporcionadas por el fabricante. Las características de atenuación de campo de un carrete de cable de fibra óptica deberían ser las mismas que cuando se probó en la fábrica. Otras pruebas generales de atenuación incluyen la aceptación de carrete de cables, verificación de pérdida de empalme y mediciones finales de punta a punta. Deberán realizarse pruebas de todas las fibras después del empalme y la conectorización para mostrar la ruta completa del cable. Estos trazados serán invaluable en caso de ocurrir problemas en la planta de cables pasiva.

Los OTDR tienen varias ventajas considerables en comparación con otros métodos de prueba. Los OTDR son instrumentos extremadamente versátiles que pueden ser operados por un solo técnico.

A través de comparaciones periódicas con los trazados de pruebas anteriores, los OTDR pueden enviar advertencias tempranas de una falla catastrófica potencial al indicar puntos de estrés en el cable.

El OTDR opera mediante la transmisión de un pulso óptico a través de la fibra. La pérdida de señal se mide al graficar las reflexiones de un pulso de luz a medida que se retrodispersa por la estructura de vidrio o se refleja más definidamente debido a una falla o rotura en la fibra o en el extremo del cable mismo. La distancia a la falla se mide por el tiempo transcurrido entre el momento de originarse el pulso y la llegada de la luz retroreflejada en el OTDR. El resultado (un trazado lineal de la fibra indicado como la distancia desde el origen [eje horizontal] comparado con la potencia relativa [eje vertical]) se visualiza en una pantalla o se imprime. La

operación de los OTDR varía según el fabricante. Consulte la documentación del OTDR para obtener instrucciones.

Parámetros de medición:

- Índice de refracción
- Ancho de pulso
- Rango de medición en Km
- λ (longitud de onda)
- Cantidad de muestras
- Monomodo, multimodo, etc.

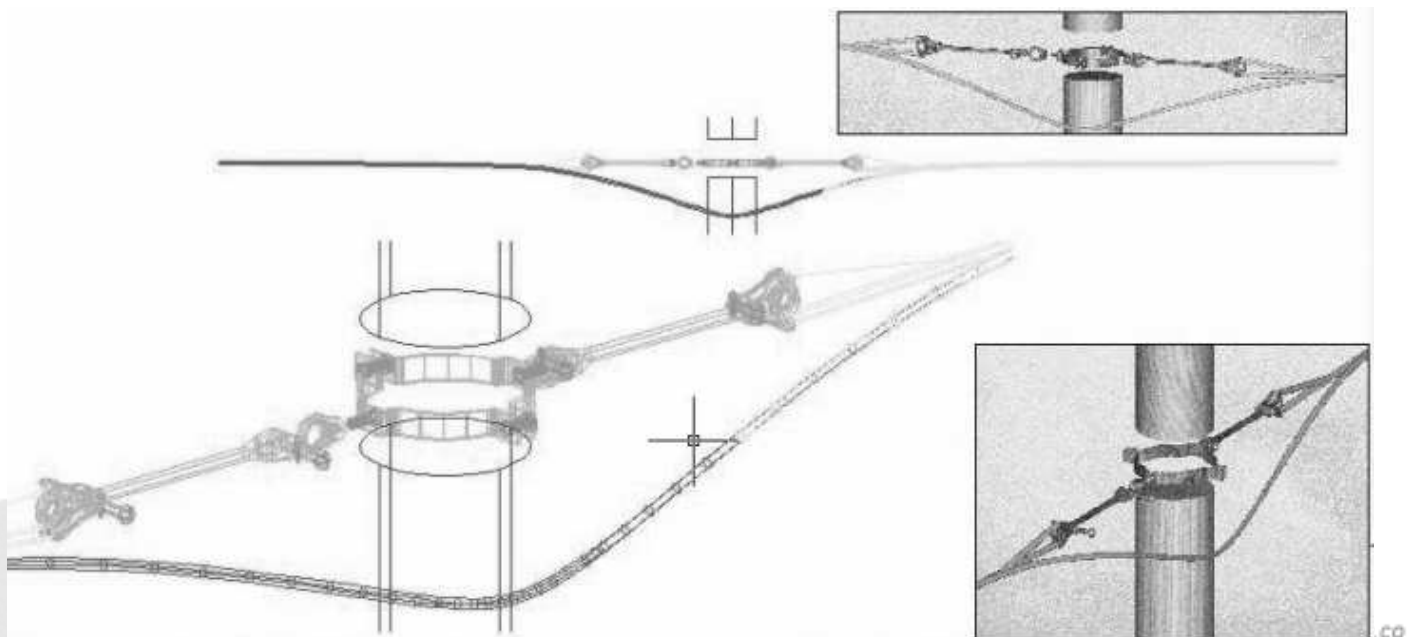
Mediciones de:

- Atenuación entre 2 puntos
- Pérdida en empalme
- Pérdida de retorno
- Atenuación por tramo
- Distancias a empalmes, cortes, tramos, etc

11. Herrajes

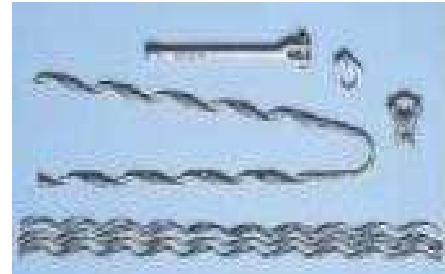
Los Herrajes de retención y de suspensión se determinan dependiendo del diámetro del cable ADSS y el span que van a soportar, hay para vano corto, mediano y largo. Varían dependiendo el agarre que deben tener, a menos vano menos agarre, para vanos más grandes se necesita mas agarre por lo que las varillas de retención son mas largas. Los herrajes de Suspensión se instalan uno por poste de paso donde no hay cambio de ruta del cable.

Los herrajes de retención se utilizan dos por poste en rutas de cable donde hay cambios de dirección y/o existen vanos considerablemente largos (mayor a 100 metros)

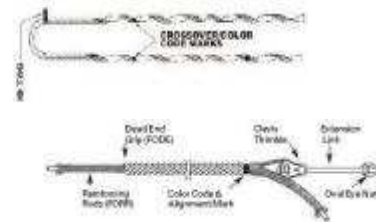




Herraje de suspensión



Espiral antivibratoria

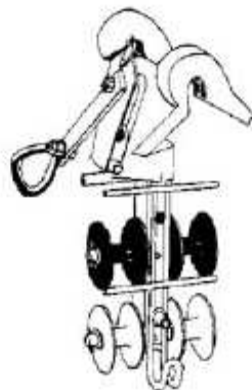


Herraje de retención

12. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR.

Soporte de cables múltiples

Usado para soportar cables múltiples en rodillos independientes. Los soportes de cables múltiples no necesitan un posicionador de cables cuando se atan cables múltiples.



Montaje de postes Soporte de cables

Se usa para instalar cables auto soportados y se acopla al accesorio del poste para soportar el cable a medida que se extrae.



Bloque de rodillo individual

Normalmente se usa para soportar un cable individual antes del atado y se puede usar cuando los cables se atan directamente al alambre o en aplicaciones adicionales.
En situaciones con nuevos alambres, los bloques de rodillo individuales se pueden fijar al alambre.

En las aplicaciones adicionales, este bloque no debería empujarse al frente del atador de hilos de cable.



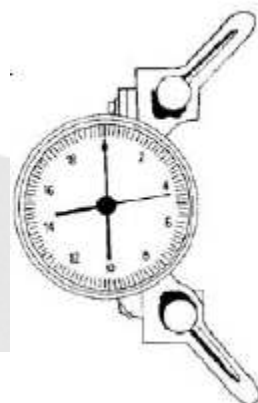
Bloque económico

Se usa para soportar un solo cable antes de atarlo y, dependiendo del soporte actual, se puede usar cuando los cables se atan directamente al alambre o en aplicaciones adicionales.



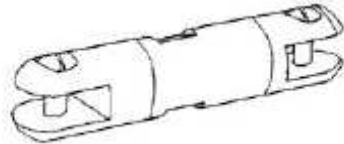
Dinamómetro

Usado para monitorear la tensión de extracción aplicada a los cables de fibra óptica.



Fusible mecánico

Usado para prevenir la tensión de extracción excesiva. Se ha diseñado para desactivarse en el caso de exceder un límite de tensión preconfigurado.



Agarre Kellems

Este agarre reusable está hecho de un tejido de alambres de acero inoxidable, actúa como los 'atrapa dedos chinos' y se comprime una vez relajado.

Proporciona un agarre distribuido y parejo a la chaqueta del cable.

