

## Guía Para la Instalación de Cable de Fibra Óptica en Ducto Subterráneo

### Contenido

<b>A. Objetivo</b> .....	<b>1</b>
<b>B. Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>C. Precauciones Generales</b> .....	<b>2</b>
<b>D. Documentos de Referencia</b> .....	<b>3</b>
<b>E. Instalación de Cables de Fibra óptica en Ducto Usando el Método de Halado</b> .....	<b>3</b>
E.1 Limitaciones .....	3
E.2 Planeación de la Instalación .....	4
E.3 Equipo y Materiales .....	4
E.4 Condiciones Iniciales .....	5
E.5 Procedimiento de Instalación .....	6
<b>F. Instalación de Cables de Fibra óptica en Ducto Usando el Método de Aire Comprimido</b> .....	<b>8</b>
F.1 Limitaciones .....	8
F.2 Planeación de la Instalación .....	9
F.3 Equipo y Materiales .....	9
F.4 Condiciones Iniciales .....	10
F.5 Procedimiento de instalación .....	10

### A. Objetivo

**A.1** Este procedimiento describe la instalación de cable de fibra óptica Superior Essex en un sistema de ductos subterráneos usando el método de halado o el método de soplado con aire comprimido. Los objetivos de esta guía son:

- Proveer al instalador de cable con una guía general para instalar cable fibra óptica en ductería subterránea de planta externa. Se asume que la cuadrilla que manipula el cable ya tiene un conocimiento genérico de instalado de cable de fibra óptica. (Este documento no pretende cubrir todos los escenarios o condiciones posibles de instalación. Circunstancias especiales o preguntas pueden ser resueltas contactando el departamento de Ingeniería de Aplicaciones de Superior Essex.)
- Prevenir daños al cable de fibra óptica durante la preparación, manejo e instalación.

**A.2** Esta guía debe ser usada en conjunto con los procedimientos que describen la operación de equipo de instalación. Los procedimientos para el uso de equipo de instalación son suministrados por los proveedores.

## B. Introducción

**B.1** En los últimos años, el proceso de manipulación de cables de fibra óptica se ha vuelto mucho más común. Los cables de fibra óptica son diseñados para soportar las condiciones ambientales y de instalación para las cuales han sido diseñados.

**B.2** Los cables de fibra óptica pueden ser dañados si no son manejados adecuadamente durante el proceso de instalación. De hecho, la instalación del cable es el proceso más agresivo al cual el cable es expuesto durante su vida útil. Durante la instalación es necesario mantener los límites de diseño para **tensión de halado, curvatura mínima, y fuerza de compresión**, para así asegurar un perfecto desempeño del cable a lo largo de toda su vida útil. El mayor error cometido durante la manipulación de cable de fibra óptica es asumir que todos los equipos de instalación en planta externa son adecuados. Esto no es cierto. Si existe alguna duda antes o durante la instalación de cualquier cable de fibra óptica, contacte el **Soporte Técnico de Superior Essex llamando al 1-877-263-2818**.

## C. Precauciones Generales

**C.1** Siempre que se manipule cable de fibra óptica se deben tener las siguientes precauciones.

- NO sobrepase la **Tensión Máxima de Halado** del cable.
- NO sobrepase el **Mínimo Radio de Curvatura** del cable.
- NO sobrepase la **Máxima Carga de Compresión** del cable.
- NUNCA coloque los carretes sobre uno de sus lados (Para prevenir cruces del cable durante la instalación).



- SIEMPRE siga las prácticas locales para seguridad del personal.
- SIEMPRE revise y siga las recomendaciones de seguridad del equipo de instalación.
- SIEMPRE coloque tapas sobre las puntas del cable para prevenir la penetración de agua.



**NOTA:** Revise siempre la hoja de datos del producto para verificar los límites de diseño del cable. Los siguientes son Límites típicos de diseño de acuerdo con la norma Bellcore GR-20:

Máxima tensión de Halado	600 lbs	2700 N
Máxima tensión por Tiempo Prolongado	200 lbs	890 N
Mínimo Radio de Curvatura bajo tensión	20 x Diámetro Externo	
Mínimo Radio de Curvatura sin tensión	10 x Diámetro Externo	
Máxima Carga de Compresión, por un minuto	125 lbs/in	220 N/cm
Máxima Carga de Compresión, por diez minutos	63 lbs/in	110 N/cm

**C.2** Existen precauciones de seguridad adicionales cuando se trabaja en áreas de tráfico congestionado y en bocas de acceso subterráneo (manholes).

- Siempre se debe usar conos de seguridad y dispositivos de control de tráfico adecuados. El gerente de proyecto debe coordinar su trabajo con las entidades de tráfico locales. Zonas de seguridad utilizando conos de seguridad y señales de tráfico deben ser establecidas en todos los sitios de trabajo.
- La atmósfera en las bocas de acceso y bóvedas sin ventilación debe ser revisada para verificar la no presencia de gases combustibles o inflamables. Si estos gases se encuentran presentes, la zona debe ser ventilada antes de ingresar en ella.
- A menos que se provea ventilación forzada continua, se debe hacer una prueba de deficiencia de oxígeno. Se debe tomar las precauciones necesarias para garantizar el suministro de aire en las bocas de acceso y en las bóvedas sin ventilación. Coloque los generadores a gasolina o gas propano, etc., y los vehículos no equipados con exosto alto de modo que no contaminen la zona.
- Se deben inspeccionar los cables de energía eléctrica existentes en las bocas de acceso y en las bóvedas para evitar el riesgo de choques eléctricos por contacto con conductores expuestos.

## D. Documentos de Referencia

- **D.1** Bellcore GR-20-CORE, (*General Requirements for Optical Fiber and Fiber Cable*)
- **D.2** USDA Rural Utilities Service Bulletin 1753F-601 (PE-90), (*Specification for Filled Fiber Optic Cables*)
- **D.3** USDA Rural Utilities Service Bulletin 1751F-644, (*Underground Plant Construction*)
- **D.4** USDA Rural Utilities Service Bulletin 1753F-401 (PC-2), (*RUS Standard for Splicing Copper and Fiber Optic Cables*)

## E. Instalación de Cables de Fibra óptica en Ducto Usando el Método de Halado.

### E.1 Limitaciones

**E.1.1** Los cables de fibra óptica deben ser manipulados ateniéndose a sus límites de diseño para prevenir daños en las fibras a corto o largo plazo. Las cuadrillas de instalación deben familiarizarse con las características de diseño del cable y los puntos críticos durante la instalación en los cuales los límites de diseño pueden ser alcanzados. Revise completamente el proceso de instalación con las cuadrillas antes de comenzar los trabajos.

## E.2 Planeación de la Instalación

**E.2.1** Se recomienda un sondeo completo del sistema de ductos subterráneos antes de la instalación. Todas las bocas de acceso deben ser inspeccionadas para verificar su seguridad y la acumulación de agua. Puede ser necesario el uso de bomba para remover el agua.

**E.2.2** Se recomienda que todos los ductos sean revisados para encontrar posibles obstrucciones o deformaciones. Este proceso se puede hacer usando una sonda apropiada o halando un mandril a través del ducto.

**E.2.3** Se debe revisar que exista suficiente espacio en las bocas de acceso para el almacenaje de exceso de cable y la(s) caja(s) de empalme.

**E.2.4** Un plan de tendido puede ser desarrollado a partir de la información recogida durante el sondeo del sistema. La posición del carrete, el malacate y las “figuras ocho” debe ser determinada con base en el número de curvas y los cambios de elevación en el sistema. Se pueden realizar cálculos de ingeniería para estimar las longitudes de halado alcanzables. Las longitudes de halado dependen de la complejidad de la ruta, el uso de lubricante, el peso del cable y la fuerza de tensión del cable. Existen programas de computador que ayudan en el cálculo de estas longitudes de halado.

**E.2.5** En general, las siguientes reglas aplican para facilitar la operación de halado:

- Hale en una dirección en la cual la mayoría de las curvas estén mas cerca al carrete de alimentación.
- Hale desde el sitio de mayor elevación al sitio de menor elevación.
- Donde sea posible, coloque el carrete de alimentación en el mismo lado de la boca de acceso donde esta el ducto de modo que el cable haga una curva en forma de C desde el carrete hasta la entrada del ducto.

## E.3 Equipo y Materiales

**E.3.1** Ductos internos con interior corrugado ofrecen los menores coeficientes de fricción entre el cable de fibra óptica y las paredes del ducto, permitiendo mayores distancias de halado. Si se va a instalar un ducto interno en el ducto subterráneo antes del tendido del cable, consulte las guías de instalación del fabricante. Como regla de oro, el cable de fibra no debe ocupar más del 60% del área disponible dentro del ducto interno. Esto garantiza suficiente espacio en el ducto para la instalación del cable.

**E.3.2** El uso de lubricantes para el halado del cable es recomendable para reducir la tensión de halado en el cable de fibra óptica. El lubricante debe ser compatible con cables de fibra óptica para prevenir degradación de la chaqueta de este. Lubricante a base de silicona o agua son aceptables generalmente. También se puede aplicar lubricante en sitios intermedios como bocas de acceso abiertas.

**E.3.3** Se requiere el uso de Mordazas de Halado del tipo canastilla (o calcetín) y deben ser del tamaño adecuado para el diámetro del cable. Las mordazas de halado para cables de fibra óptica son construidas de hilos de acero galvanizado. Son construidas en forma de malla múltiple que provee la fuerza de amarre. Un ojo flexible facilita la conexión de un girador.

**E.3.4** Se requiere el uso de un girador para evitar el paso de fuerzas de torsión de la línea de halado al cable de fibra durante el proceso de tendido. Se recomienda usar un girador de seguridad para el halado a menos que el equipo de halado permita determinar el límite de tensión de la línea. El girador de seguridad está diseñado con un pin de seguridad que evita que la tensión llegue a niveles que puedan dañar el cable. Los giradores vienen clasificados para diferentes cargas de ruptura. Verifique los límites de diseño del cable para escoger el girador adecuado.

**E.3.5** Una línea de halado de baja elasticidad, como por ejemplo cabos de aramida o cuerda de acero, es recomendable para minimizar picos de tensión inducidos en el cable por la elasticidad de la línea durante el proceso de halado. Se puede lubricar la línea de halado para facilitar el proceso o para reducir cualquier tendencia de la línea a cortar el ducto interno.

**E.3.6** Se debe usar un malacate o similar con máxima tensión de halado calibrada. Se puede usar un dinamómetro para monitorear la tensión cerca del malacate. El monitoreo de la tensión debe hacerse cerca al ojo de conexión y debe estar disponible para el operado durante todo el proceso de halado. Si se encuentra disponible, tome nota de los valores de tensión durante el tendido y almacénelos en los archivos del proyecto.

**E.3.7** Todos los accesorios (poleas, bloques, pasos) usados durante la instalación de cables de fibra óptica deben mantener el mínimo radio de curvatura del cable. El mínimo radio de curvatura durante instalación tensionada (dinámica) es 20 veces el diámetro externo del cable. El mínimo radio de curvatura durante el manejo del cable a cero tensiones (estáticas) es 10 veces el diámetro externo del cable.

**E.3.8** Se debe establecer una adecuada comunicación por radio entre el carrete de cable, el equipo de halado, y los sitios intermedios, durante todo el proceso de tendido. Este enlace puede ser establecido usando radios de dos vías y debe ser mantenida para asegurar que las condiciones son seguras para el cable durante la instalación.

**E.3.9** Malacates intermedios pueden ser usados en curvas o sitios donde la tensión de halado puede alcanzar el límite máximo. El uso de malacates en varios sitios puede acelerar la instalación. Una buena comunicación entre estos sitios intermedios es muy importante para controlar la velocidad de movimiento del cable.

## E.4 Condiciones Iniciales

**E.4.1** Antes de comenzar la instalación del cable, se deben completar los siguientes pasos:

- Copias Impresas del sistema de ductos han sido completamente revisadas.
- Completar inspección de todo el sitio de trabajo.
- Definir el plan de instalación y los sitios de ubicación de los equipos.
- Revisar las limitaciones y características del cable de fibra con las cuadrillas.
- Verificar que el equipo de instalación es el adecuado.
- Inspeccionar los carretes de cable para verificar que se encuentran en buen estado
- Revisar el plan de trabajo, al menos un día antes, con la cuadrilla de instalación.
- Verificar que todo el equipo requerido se encuentre en el sitio el día de la instalación.
- Verificar que el ducto interno (si se va a usar) este instalado.

## E.5 Procedimiento de Instalación

- E.5.1** Previo a la instalación, todas las zonas de tráfico seguro, barricadas y personal de señalización deben estar en sitio. Siga todas las leyes de seguridad locales.
- E.5.2** Todas las bocas de acceso (manholes) en el sistema deben ser revisadas para establecer la presencia de gases tóxicos y proveer ventilación adecuada. El agua debe ser bombeada y todos los obstáculos deben ser removidos. Inspeccione las bocas de acceso para verificar condiciones generales de seguridad como escaleras, cables existentes y condiciones de los estantes.
- E.5.3** Si se usa ducto interno, verificar que esta en su sitio. Amarre el ducto interno expuesto en todas las bocas de acceso para prevenir que se arrastre durante el halado del cable.
- E.5.4** Prepare malacates, dispositivos de monitoreo, equipo de comunicaciones y poleas de acuerdo al plan de instalación. Establezca comunicación entre el carrete y el malacate y los sitios intermedios.
- E.5.5** Inspeccione visualmente cada carrete de cable para ubicar posibles daños físico. Asegúrese que las paredes internas del carrete están en buen estado y libres de clavos para permitir una salida libre del cable. Coloque el carrete y el remolque en el sitio predeterminado de acuerdo al plan de instalación. El cable debe salir por encima del carrete. Alinee el carrete de modo que el cable llegue suavemente a la boca de acceso y al ducto.
- E.5.6** Instale la mordaza de halado tipo canastilla en el cable, si no viene pre-instalada de fábrica, y conecte el girador de seguridad al ojo flexible de la mordaza para prevenir torsión del cable durante la instalación

### Instalación de la Mordaza de Halado

- E.5.6.1** Coloque la mordaza del tamaño adecuado sobre el extremo del cable y marque la distancia de agarre sobre la chaqueta del cable. Continúe introduciendo la mordaza en el cable hasta exponer completamente la longitud marcada.
- E.5.6.2** Remueva la chaqueta del cable en la mitad de la distancia marcada en dirección al extremo. Tenga cuidado de no marcar o maltratar los cabos de fuerza que están sobre el núcleo del cable. Aplique una capa apretada de cinta de fricción alrededor de la porción de cable sin chaqueta.



**NOTA:** No use cinta de vinilo bajo la mordaza debido a su superficie lisa.

- E.5.6.3** Deslice la mordaza nuevamente sobre el extremo del cable de modo que sobre salga aproximadamente 6-13 mm ( $\frac{1}{4}$ " a  $\frac{1}{2}$ ") de cable en el extremo de la canastilla. Bajo la canastilla de alambre debe quedar aproximadamente mitad de cable con chaqueta y mitad de cable con cinta de fricción. Aprete la mordaza contra el cable.

**E.5.6.4** Aplique una capa apretada de cinta de vinilo sobre la mordaza. Comience la capa de cinta aproximadamente 25 mm (1 pulgada) sobre la chaqueta en dirección al extremo del cable hasta cubrir aproximadamente 25 mm (1 pulgada) sobre la canastilla.

**E.5.6.5** Conecte el girador al ojo de la mordaza.

**E.5.7** Conecte el girador a la línea de halado. Coloque una cinta a 3-6 m (10-20 pies) adelante en la línea de tendido para que sirva como señal de que el extremo del cable se encuentra cerca.

**E.5.8** Aplique el lubricante de cable.

**E.5.9** Verifique el enlace de comunicación entre el carrete, el equipo halador y los sitios intermedios.

**E.5.10** Comience el tendido lentamente. Hale el cable de fibra óptica tan constante como sea posible asegurándose que el cable entre correctamente en todas las poleas a y malacates para evitar exceder el mínimo radio de curvatura. Aplique lubricante, como sea necesario, en el extremo de alimentación usando el embudo de alimentación del cable. Siga las instrucciones del fabricante del equipo

**E.5.11** La tensión de halado debe ser monitoreada y los datos deben ser almacenados en los archivos del proyecto. No exceda la máxima tensión de halado del cable.

**E.5.12** Incremente gradualmente la velocidad de halado hasta alcanzar la velocidad deseada de 15-30 m/minuto (50-100 pies/minuto)

**E.5.13** A medida que el cable alcance los sitios intermedios, asegúrese que entra adecuadamente en los malacates y poleas. Asegúrese que no haya curvas muy cerradas que sobrepasen el mínimo radio de curvatura del cable. Aplique lubricante.

**E.5.14** Si alguno de los siguientes ocurre, detenga el tendido y corrija:

- El cable alcanza la tensión máxima de instalación.
- El cable no está colocado correctamente en alguna de las poleas o malacates.
- El ducto interno comienza a moverse con el cable.

**E.5.15** Cuando el cable alcance el final del trayecto, detenga el halado y haga los ajustes necesarios en las bocas de acceso intermedias para almacenar exceso de cable. En los extremos del cable y en los puntos de empalme intermedio se debe dejar suficiente exceso de cable para que alcance el vehículo de empalme en la superficie más 9 metros (30 pies) mínimo.

**E.5.16** Las bobinas de exceso en los extremos del segmento pueden ser armadas en configuración del tipo vuelta continua o en configuración “figura ocho”. La configuración “Figura ocho” minimiza la torsión y el esfuerzo acumulado en las fibras del cable en longitudes largas y es preferida a la configuración de vuelta continua.

- Embobinado en configuración de vuelta continua debe ser usado solamente para longitudes menores a 30 metros (100 pies). No exceda el mínimo radio de curvatura del cable.
- El tamaño de la bobina “figura ocho” debe ser aproximadamente 5 metros (15 pies) de un extremo al otro y las vueltas deben tener un diámetro cercano a 1.5-2.5 metros (5-8 pies).

Las bobinas de exceso deben ser aseguradas en el sitio adecuado para prevenir daños. Asegure las bobinas en su sitio utilizando correas de cable adecuadas para prevenir el roce y el desgaste a largo plazo de la cubierta del cable.

**E.5.17** Una vez terminado el halado, corte el cable a aproximadamente 3 metros (10 pies) del extremo. Coloque una tapa protectora sobre los extremos y encinte para prevenir el ingreso de agua. Envuelva el exceso de cable y fíjelo en un sitio seguro con amarras para cable para prevenir cualquier daño.

**E.5.18** En las bocas de acceso, asegure el ducto interno en su lugar. Comience por la boca de acceso central y continúe el trabajo en dirección a los extremos del sistema de ductos. Es recomendable que todas las bobinas de cable que queden expuestas sean montadas en cajas de almacenamiento especialmente diseñadas para almacenar el exceso de cable y la caja de empalme.

## F. Instalación de Cables de Fibra óptica en Ducto Usando el Método de Aire Comprimido

### F.1 Limitaciones

**F.1.1** Los cables de fibra óptica deben ser manipulados ateniéndose a sus límites de diseño para prevenir daños en las fibras a corto o largo plazo. Las cuadrillas de instalación deben familiarizarse con las características de diseño del cable y los puntos críticos durante la instalación en los cuales los límites de diseño pueden ser alcanzados. Revise completamente el proceso de instalación con las cuadrillas antes de comenzar los trabajos.

**F.1.2** La Instalación de cable de fibra en ductos usando aire comprimido, requiere el uso de equipos de aire especiales. Este documento pretende ser una guía general y debe ser usada en conjunto con los procedimientos de operación de los equipos a ser usados.

**F.1.3** La instalación de cable de fibra usando aire comprimido requiere tramos continuos de ducto interno, probado a alta presión. La calidad de las juntas del ducto interno es crítica para el éxito de la instalación usando aire comprimido.



## F.2 Planeación de la Instalación

**F.2.1** Se recomienda un sondeo completo del sistema de ductos subterráneos antes de la instalación. Todas las bocas de acceso deben ser inspeccionadas para verificar su seguridad y la acumulación de agua. Puede ser necesario el uso de bomba para remover el agua.

**F.2.2** Se recomienda que todos los ductos sean revisados para encontrar posibles obstrucciones o deformaciones. Este proceso se puede hacer usando una sonda apropiada o halando un mandril a través del ducto.

**F.2.3** Se debe revisar que exista suficiente espacio en las bocas de acceso para el almacenaje de exceso de cable y la(s) caja(s) de empalme.

**F.2.4** Un plan de tendido puede ser desarrollado a partir de la información recogida durante el sondeo del sistema. La posición de la maquina de soplado, los sopladores de soporte, y las "figuras ocho" debe ser determinada con base en el número de curvas y los cambios de elevación en el sistema. En general, las siguientes reglas aplican para facilitar la operación de soplado:

- Instale desde el sitio de mayor elevación al sitio de menor elevación.
- Donde sea posible, coloque el carrete de alimentación en el mismo lado de la boca de acceso donde esta el ducto de modo que el cable haga una curva en forma de C desde el carrete hasta la entrada del ducto.

## F.3 Equipo y Materiales

**F.3.1** Ductos internos con interior corrugado ofrecen los menores coeficientes de fricción entre el cable de fibra óptica y las paredes del ducto, permitiendo mayores distancias de halado. Si se va a instalar un ducto interno en el ducto subterráneo antes del tendido del cable, consulte las guías de instalación del fabricante. Como regla de oro, el cable de fibra no debe ocupar más del 60% del área disponible dentro del ducto interno. Esto garantiza suficiente espacio en el ducto para la instalación del cable.

**F.3.2** El uso de lubricantes para el tendido del cable es recomendable para reducir la fricción en el cable de fibra óptica. El lubricante debe ser compatible con cables de fibra óptica para prevenir degradación de la chaqueta de este. Lubricante a base de silicona o agua son aceptables generalmente.

**F.3.3** Se requiere el uso de Mordazas de Halado del tipo canastilla (o caletín) y deben ser del tamaño adecuado para el diámetro del cable. Las mordazas de halado para cables de fibra óptica son construidas de hilos de acero galvanizado. Son construidas en forma de malla múltiple que provee la fuerza de amarre. Un ojo flexible facilita la conexión de un girador y del pistón (o portador).

**F.3.4** Se requiere el uso de un girador para evitar el paso de fuerzas de torsión del pistón o portador al cable de fibra durante el proceso de soplado.

**F.3.5** El equipo de soplado generalmente se compra como un sistema completo. El equipo consiste de una unida de soplado y sus accesorios, soporte o remolque, fuente de hidráulica, compresor y un generador eléctrico. El sistema de soplado incluye instrucciones de instalación detalladas.

**F.3.6** Todos los accesorios (poleas, bloques, pasos) usados durante la instalación de cables de fibra óptica deben mantener el mínimo radio de curvatura del cable. El mínimo radio de curvatura durante instalación tensionada (dinámica) es 20 veces el diámetro externo del cable.

**F.3.7** Se debe establecer una adecuada comunicación por radio entre el equipo de soplado, el extremo final y los sitios intermedios, durante todo el proceso de tendido. Este enlace puede ser establecido usando radios de dos vías y debe ser mantenida para asegurar que las condiciones son seguras para el cable durante la instalación.

**F.3.8** Unidades de asistencia intermedia pueden ser usadas para extender la distancia de tendido de cable. Una adecuada comunicación entre estos sitios es muy importante para coordinar el paso del cable.

## F.4 Condiciones Iniciales

**F.4.1** Antes de comenzar la instalación del cable, se deben completar los siguientes pasos:

- Copias Impresas del sistema de ductos han sido completamente revisadas.
- Completar inspección de todo el sitio de trabajo.
- Definir el plan de instalación y los sitios de ubicación de los equipos.
- Revisar las limitaciones y características del cable de fibra con las cuadrillas.
- Verificar que el equipo de instalación es el adecuado.
- Inspeccionar los carretes de cable para verificar que se encuentran en buen estado
- Revisar el plan de trabajo, al menos un día antes, con la cuadrilla de instalación.
- Verificar que todo el equipo requerido se encuentre en el sitio el día de la instalación.
- Verificar que el ducto interno este instalado.

## F.5 Procedimiento de instalación

**F.5.1** Previo a la instalación, todas las zonas de trafico seguro, barricadas y personal de señalización deben estar en sitio. Siga todas las leyes de seguridad locales.

**F.5.2** Todas las bocas de acceso (manholes) en el sistema deben ser revisadas para establecer la presencia de gases tóxicos y proveer ventilación adecuada. El agua debe ser bombeada y todos los obstáculos deben ser removidos. Inspeccione las bocas de acceso para verificar condiciones generales de seguridad como escaleras, cables existentes y condiciones de los estantes.

**F.5.3** Prepare las unidades de soplado, los sistemas hidráulicos y el compresor de acuerdo al plan de instalación. Establezca comunicación entre el carrete y el malacate y los sitios intermedios.

**F.5.4** Inspeccione visualmente cada carrete de cable para ubicar posibles daños físico. Asegúrese que las paredes internas del carrete están en buen estado y libres de clavos para permitir una salida libre del cable. Coloque el carrete y el remolque en el sitio predeterminado de acuerdo al plan de instalación. El cable debe salir por encima del carrete. Alinee el carrete de modo que el cable pase suavemente a través de la unidad de soplado y al ducto.

**F.5.5** Instale la mordaza de halado tipo canastilla en el cable (ver Sección E.5.6), si no viene pre-instalada de fabrica, y conecte el girador de seguridad al ojo flexible de la mordaza para prevenir torsión del cable durante la instalación. El girador será conectado mas adelante al pistón o portador.

*(Para los pasos 5.6 a 5.12 refierase a las instrucciones del equipo. Los pasos siguientes son suministrados solamente como información general)*

**F.5.6** Desempaque y prepare la unidad(es) de soplado de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Asegúrese de revisar todas las guías de seguridad.

**F.5.7** Haga un chequeo a presión del ducto interno de acuerdo a la documentación del fabricante.

**F.5.8** Prepare el ducto interno para recibir el cable de acuerdo a la documentación del fabricante.

**F.5.9** Haga una inspección final del equipo y de la colocación del cable y revise el enlace de comunicación entre el carrete / unidad de soplado y, todas las unidades intermedias.

**F.5.10** Opere la unidad de soplado de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para instalar el cable de fibra en el sistema de ductos. Asegúrese que no se exceda el mínimo radio de curvatura y el límite de compresión del cable. Asegúrese que la unidad de tracción no continúe operando sí el cable no esta en movimiento. La operación de la unidad de tracción en un cable detenido puede resultar en daños a la chaqueta.

**F.5.11** A medida que el cable alcance los sitios intermedios, asegúrese que pasa adecuadamente. Asegúrese que no haya curvas muy cerradas que sobrepasen el mínimo radio de curvatura del cable. Aplique lubricante.

**F.5.12** Una vez el cable alcance el final del tramo, detenga la unidad soplado y la unidad de tracción de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Desensamble la unidad de soplado.

**F.5.13** Haga los ajustes necesarios en las bocas de acceso intermedias para almacenar exceso de cable. En los extremos del cable y en los puntos de empalme intermedio se debe dejar suficiente exceso de cable para que alcance el vehículo de empalme en la superficie más 9 metros (30 pies) mínimo.

**F.5.14** Las bobinas de exceso en los extremos del segmento pueden ser armadas en configuración del tipo vuelta continua o en configuración "figura ocho". La configuración "Figura ocho" minimiza la torsión y el esfuerzo acumulado en las fibras del cable en longitudes largas y es preferida a la configuración de vuelta continua.

- Embobinado en configuración de vuelta continua debe ser usado solamente para longitudes menores a 30 metros (100 pies). No exceda el mínimo radio de curvatura del cable.
- El tamaño de la bobina "figura ocho" debe ser aproximadamente 5 metros (15 pies) de un extremo al otro y las vueltas deben tener un diámetro cercano a 1.5-2.5 metros (5-8 pies).

Las bobinas de exceso deben ser aseguradas en el sitio adecuado para prevenir daños. Asegure las bobinas en su sitio utilizando correas de cable adecuadas para prevenir el roce y el desgaste a largo plazo de la cubierta del cable.

**F.5.15** Una vez terminado el halado, corte el cable a aproximadamente 3 metros (10 pies) del extremo. Coloque una tapa protectora sobre los extremos y encinte para prevenir el ingreso de agua. Envuelva el exceso de cable y fíjelo en un sitio seguro con amarras para cable para prevenir cualquier daño.

**F.5.16** En las bocas de acceso, asegure el ducto interno en su lugar. Comience por la boca de acceso centra y continúe el trabajo en dirección a los extremos del sistema de ductos. Es recomendable que todas las bobinas de cable que queden expuestas sean montadas en cajas de almacenamiento especialmente diseñadas para almacenar el exceso de cable y la caja de empalme.

Para preguntas o información adicional, por favor comuníquese con el **Soporte Técnico de Superior Essex al 1-877-263-2818**.