



Gerencia de Sector Estudios y Proyectos

Área Trasmisión

CAPÍTULO 3

CABLE DE FIBRA ÓPTICA

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE SUMINISTRADO	5
3.1.1 <i>Generales</i>	5
3.1.2 <i>Condiciones para traslado y almacenamiento de suministros.....</i>	5
3.1.3 <i>Estructura del cable</i>	6
3.1.4 <i>Características nominales del cable de fibra óptica.....</i>	9
3.1.5 <i>Características nominales de las fibras ópticas</i>	9
3.2 SUMINISTRO DE ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA A CARGO DEL CONTRATISTA	11
3.2.1 <i>Cajas Terminales</i>	11
3.2.2 <i>Tubitos Termocontraíbles</i>	12
3.2.3 <i>Pigtail Monomodo FC/UPC</i>	12
3.2.4 <i>Racks para montaje de cajas terminales</i>	13
3.2.5 <i>Caja de Empalme subterráneo.....</i>	14
3.2.6 <i>Tritubo para fibra óptica.....</i>	15

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE SUMINISTRADO

3.1.1 Generales

Las siguientes especificaciones aplican a los cables suministrados por UTE, estos serán cables de fibra óptica totalmente dieléctricos y contarán con 24 fibras de tipo monomodo cada uno.

Los mismos serán instalados entre las estaciones MVA-NOR y NOR-MVP sumando 48 fibras ópticas entre cada estación (dos cables de 24FO por cada tramo).

El cable suministrado es apto para la instalación subterránea y se ajusta a las prescripciones de la publicación CEI/IEC 794.

Las fibras ópticas son monomodo y se adaptan a la especificación G.652.D de la UIT (2005).

3.1.2 Condiciones para traslado y almacenamiento de suministros

El contratista será el encargado de retirar las bobinas de cable necesarias, las cuales se encuentran en Almacén Predio. P/002, sito en Avda. de las Instrucciones esq. Cno. Casavalle, departamento de Montevideo.

El contratista deberá contar con todos los mecanismos adecuados para la carga, traslado y descarga del material siguiendo para ello las recomendaciones del fabricante.

El almacenamiento de las bobinas por parte del contratista previo a la instalación deberá ser el menor tiempo posible (para facilitar este punto, se podrán solicitar entregas parciales).

Las bobinas retiradas deberán resguardarse durante su acopio bajo techo, protegidas del sol y la lluvia a fin de evitar su degradación.

Las bobinas deberán mantenerse almacenadas de forma vertical y sin quitar las protecciones que traen desde fábrica.

Se deben mantener en todo momento, los extremos del cable cubiertos con capuchón hermético contra la humedad.

Las dimensiones y metraje de cada bobina son las siguientes:

- Dimensión: 1.45 m x 0.75 m.
- Peso neto de cada bobina: 480 kg.
- Peso bruto de cada bobina: 610km.
- Largo de cada bobina: 3.000 m

Suministro estimado: 13 bobinas de 3.000 mts, con el fin de cubrir el doble del recorrido total entre las estaciones MVA-NOR y NOR-MVP.

3.1.3 Estructura del cable

Cada fibra con su cubierta primaria está protegida por un tubo de tipo "holgado", extruido, en material termoplástico y relleno con gel repelente de la humedad. Las fibras ópticas se alojan en estos tubos holgados con una sobre longitud tal, que ellas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos inapropiados cuando el cable se somete a las cargas de tracción especificadas. Asimismo, los tubos son capaces de proteger a las fibras ópticas de esfuerzos laterales.

El conjunto de tubos es cableado alrededor de un elemento resistente no metálico y cubierto por una vaina de polietileno o PVC. El tipo de trenzado de los tubos alrededor del elemento central es de tipo "SZ", de forma helicoidal y sentido oscilante.

Los intersticios del cable, entre los tubos y entre éstos y el elemento central, son también rellenados con un compuesto taponeante, dieléctrico, homogéneo, libre de materiales extraños, y de fácil limpieza mediante solventes no tóxicos, capaz de absorber y fijar permanentemente de un modo químico, el hidrógeno presente en el cable, a efectos de impedir su acción sobre las fibras ópticas.

El conjunto formado por el elemento central de tracción, tubos protectores, tubos de relleno, y gel de relleno, se encinta en forma adecuada mediante cintas en forma helicoidal, con un recubrimiento de al menos 10%. Las cintas son de material dieléctrico no higroscópico.

El cable consta de dos cubiertas: una interna y otra externa. Sobre las cintas de material dieléctrico se aplica una cubierta interna de polietileno o

similar de baja densidad y alto peso molecular. El material empleado contiene un antioxidante adecuado. El espesor de dicha cubierta interna será como mínimo de 1.0 mm +/- 0.1 mm.

La resistencia a la tracción del cable se consigue por medio de elementos no metálicos, siendo el cable totalmente dieléctrico. El cable contiene, como elemento de refuerzo para cumplir con las cargas especificadas de tracción, capas de hilos de aramida que proporcionen la resistencia a la tracción requerida, dispuestas en hélice. El cable cumple con los siguientes requerimientos:

- Soporta en instalación al menos un valor de tensión de tracción de 2700 N.
- Es capaz de soportar un aplastamiento de 500 N/cm.

El cable está provisto de una cubierta exterior de polietileno o similar de media densidad, construido con las proporciones precisas de antioxidante y negro de humo para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie y contemplar los requerimientos de estanqueidad, compresión, etc. El material de la cubierta es preparado a partir de materia prima virgen. El espesor de la cubierta tiene un valor mínimo de 1.5 mm +/-0.2 mm.

La cubierta exterior del cable presenta leyendas a intervalos de un metro, las cuales contienen los siguientes datos:

- Indicación de que el cable contiene fibras ópticas.
- Tipo y cantidad de fibras que contiene.
- Metraje.
- Fabricante y año de fabricación
- UTE y número de licitación

El cable cuenta con dos cordones de rasgado por debajo de cada una de las dos cubiertas (interna y externa), ubicados a 180°, para facilitar la apertura del cable.

Las fibras ópticas tendrán distintos colores que faciliten su identificación.
El código de colores a aplicar será el siguiente:

FIBRA N°	COLOR TUBO	COLOR FIBRA
1	azul	azul
2		naranja
3		verde
4		marrón
5		gris
6		blanco
7	naranja	azul
8		naranja
9		verde
10		marrón
11		gris
12		blanco
13	verde	azul
14		naranja
15		verde
16		marrón
17		gris
18		blanco
19	marrón	azul
20		naranja
21		verde
22		marrón
23		gris
24		blanco

3.1.4 Características nominales del cable de fibra óptica

Se detallan a continuación valores correspondientes a características mecánicas del cable suministrado:

- Tensión de tracción máxima en instalación: 2700 N
- Tensión de tracción máxima de operación: 2700 N
- Radio de curvatura mínimo en instalación: 0,30 m
- Radio de curvatura mínimo permanente: 0,25 m
- Carga de compresión: 500 N/cm
- Carga de impacto: 3,0 Nm
- Rango de temperatura de operación: -20 a + 70 °C

3.1.5 Características nominales de las fibras ópticas

Las fibras ópticas son el tipo monomodo. Las mismas se ajustan a los requerimientos de la recomendación G.652D de la UIT (2005).

Asimismo, cumplen las siguientes condiciones:

- El valor nominal del diámetro exterior es de 250 μm +/- 15 μm
- La atenuación máxima a 1310 nm es menor o igual a 0.35 dB/km.
- La atenuación máxima a 1383 nm +/- 3nm no excede el valor de la atenuación a 1310 nm.
- La atenuación máxima para longitudes de onda desde 1270 a 1340 nm no excede el valor de la atenuación a 1310 nm en más de 0,10 dB/km.
- La atenuación máxima a 1550 nm es menor o igual a 0.25 dB/km.
- No se aceptan empalmes en las fibras ópticas ni atenuaciones concentradas.

- Las fibras ópticas cableadas tienen un coeficiente de dispersión del modo de polarización (PMD) menor o igual que $0.1 \text{ ps/km}^{1/2}$.
- La longitud de onda de corte de cada fibra con revestimiento primario λ_c es inferior a 1280 nm. La longitud de onda de corte de la fibra cableada en condiciones de instalación λ_{cc} deberá ser inferior a 1260 nm.
- El valor máximo admitido para el coeficiente de dispersión cromática será dado por la siguiente tabla:

Rango de longitud de onda	Coeficiente de dispersión cromática máximo
1288nm - 1339nm	3.5 ps/(nm.km)
1530nm – 1565nm	17 s/(nm.km)

3.2 Suministro de accesorios para la instalación del cable de fibra óptica a cargo del Contratista

3.2.1 Cajas Terminales

Serán de material metálico con tratamiento exterior para darle resistencia a la corrosión, siendo de construcción robusta. Serán cerrados en todas las caras (superior, inferior, frente, posterior, laterales).

Deberán ser de fácil montaje en bastidor normalizado de 19", Permitirán la entrada y salida de 2 o más cables, su fijación y la conexión futura de jumpers con conectores FC-UPC.

En su interior dispondrán de bandejas cerradas que permitirán la separación y diferenciación de cada fibra, así como el alojamiento de sobrelongitud de fibra y de empalmes por fusión.

Capacidad mínima total (cada terminal): 2 cables, 48 fibras ópticas.

Dispondrán de paneles de "patcheo" de marcada firmeza y robustez, que resistan sin problemas los esfuerzos ocasionados por la operativa normal de conexión y desconexión de "jumpers".

Los paneles de "patcheo" contarán al menos con 48 acopladores FC/UPC a los cuales se conectarán los "pigtails" que se hayan fusionado a las fibras ópticas de los cables. Los acopladores serán de fácil acceso para el conexionado de "jumpers" desde el exterior, y el "patcheo" interno al mismo sistema.

La caja terminal deberá incluir además de los acopladores, 48 pigtails y 48 tubitos termocontríbles como mínimo para su instalación. Las especificaciones de los pigtails y de los tubitos termocontríbles se describen a continuación.

3.2.2 Tubitos Termocontraíbles

Serán aptos para protección y otorgamiento de rigidez mecánica a empalmes por fusión de fibra óptica.

Dispondrán de una guía de metal en su interior.

Longitud: 5 a 7 cm., apropiada para su montaje en las cajas terminales.

3.2.3 Pigtail Monomodo FC/UPC

- Cada pigtail estará constituido por una fibra óptica monomodo norma G.652D UIT de longitud mínima 2 metros.
- En uno de sus extremos estará montado adecuadamente un conector de tipo FC/UPC
- La calidad de los conectores FC/UPC debe ser tal que las pérdidas de inserción sean menores a 0.1 dB y las pérdidas por retorno menores a -55 dB.
- La fibra óptica estará correctamente recubierta y protegida frente a la acción de agentes externos (mecánicos, humedad, etc.), siendo igualmente el conjunto flexible
- La fibra óptica en su interior no estará adherida a cubiertas ni a otros componentes del latiguillo, siendo entonces de fácil pelado.
- Los pigtails tendrán marcado en el cable el nombre del fabricante, año de fabricación y tipo de fibra. La cubierta deberá ser ignífuga, y con baja emisión de halógenos. Además permitirá el pasaje de luz visible a efectos de detectar fallas.

3.2.4 Racks para montaje de cajas terminales

El contratista deberá suministrar los racks para instalación de las cajas terminales correspondientes.

Rack cerrado de 19" sobre base de pie, ensamblado en chapa de hierro o acero, con bandeja extraíble en el fondo del rack para pasaje de cableado

Deberán ser desarmables y capaces de soportar una carga máxima distribuida de 400 Kg sobre ruedas y 800kg sobre base.

Con sistema de montajes de 19" al frente y fondo con 4 perfiles de hierro o acero con la totalidad de las perforaciones roscadas correspondientes 6M (6 mm sistema métrico) o tuercas en jaula o sistema similar para fijación en perfil no roscado, auto sostenidas.

Las medidas deberán ser: ancho 800 mm, altura 2055 mm, profundidad 800 mm.

La base debe contar con 4 pies de nivelación para compensar los desniveles.

Capacidad de 42 U R (unidades de rack, 1 UR = 44,45 mm)

Contarán con puerta frontal de mínimo 2 mm de espesor con marco de chapa, integrada con vidrio frontal de mínimo 2mm de espesor de manera de ver el frente del gabinete, la puerta deberá brindar un Angulo de apertura de 120 grados mínimo. Debe contar con piso interior y tener la posibilidad de permitir la entrada de cables desde el piso del local. Los laterales deberán ser desmontables.

La pintura debe ser texturizada y tener un espesor mínimo 70 micras.

La apertura y cierre de puerta tendrá un sistema de manivela giratorio con llave, (tipo Bombín). Grado de protección IP20.

3.2.5 Caja de Empalme subterráneo

Las cajas de empalme o unión de fibra óptica serán recintos estancos al polvo y al agua, para montaje exterior y tendrán alta resistencia física y química, frente a agentes naturales, tales como la radiación solar, lluvia, granizo, vientos, corrosión, etc.

La caja de empalme permitirá la unión de cuatro o más cables dieléctricos.

Deberán poder alojar como mínimo 48 empalmes de fibra óptica.

Dispondrán de organizadores y bandejas que permitirán la separación de cada fibra, su empalmado y el alojamiento de los tubitos termocontraíbles de protección de empalmes. Las bandejas tendrán capacidad para alojar 12 o 24 empalmes.

Poseerán sellamiento IP-68 según la norma para no permitir la penetración de humedad en una inmersión prolongada. Se exige que el ensayo a presentar sea con una inmersión en 6 metros de agua sobre el punto más bajo, durante 24 horas.

Se indicarán los procedimientos recomendados por el fabricante para el sellado de las cajas, a efectos de asegurar su estanqueidad. Serán de fácil operación, apertura y cierre, lo que se realizará de forma sencilla con medios mecánicos.

Deberán contar obligatoriamente con un elemento que permita verificar la estanqueidad de la caja sin necesidad de su apertura (Ej.: válvula para inyección de aire a presión). Se incluirá junto con la información técnica un detalle de dicho elemento, así como su principio de funcionamiento.

Deberán disponer de elementos para amarrar los cables con alta resistencia a esfuerzos mecánicos en los mismos.

Deberán ser particularmente inmunes a los efectos de la corrosión y a impactos de bala.

Deberán ser aptas para instalarse directamente bajo tierra.

El oferente deberá presentar certificados de los ensayos realizados a las

cajas de empalme, de forma que avale las características exigidas.

Se adjuntará a la oferta la documentación de las cajas de unión ofrecidas, a efectos de la comprobación de las características indicadas.

Cada caja deberá contar como mínimo con 48 tubitos termocontraíbles (especificados anteriormente) para su instalación.

3.2.6 Tritubo para fibra óptica

El cable de fibra óptica se instalará dentro de un triducto flexible de polietileno virgen de calidad reconocida y a entera satisfacción del director de obra. El espesor de pared será de al menos $3 \pm 0.3\text{mm}$, el diámetro interior aceptable será de $34 \pm 0.5\text{ mm}$, diámetro exterior $40 \pm 0.3\text{ mm}$.

El tubo debe obtenerse por extrusión, siendo bobinado durante dicho proceso.

Deberá contar con un estriado interior longitudinal, a efectos de facilitar el tendido de la fibra óptica.

La identificación de cada ducto, se realiza grabando el marcado establecido en uno de los ductos laterales. De esta forma se identifican internamente como:

- Ducto lateral sin marcado.
- Ducto central.
- Ducto lateral marcado.

A lo largo del mismo contará con la siguiente inscripción:

- UTE F.O. fecha del día

En la siguiente tabla se presenta un detalle de los parámetros, así como los ensayos que se realizan sobre el tritubo. También se establece la frecuencia de ensayo.

ENSAYOS		MÉTODO DE ENSAYO	VALOR DE ESPECIFICACIÓN	FRECUENCIA DEL ENSAYO MINIMA
Sobre la materia prima utilizada	% negro humo	UNE 53-131-90 o similar	2.5 +/- 0.5 %	200 Km
	MFI	ASTM 1238 (190°, 2.16 kg)	Máx. 1.0 g/10'	
	Carga de rotura	ASTM D 638	mín. 200 Kg/cm ²	
	% estiramiento en la rotura	ASTM D 638	mín. 600 %	
Sobre el tubo sin envejecer	Aspecto y control de fabricación	Interno		1m
	Marcado	Interno		2 Km
	Resistencia a la compresión (245N)	Reducción Diám. interior	Máx. 5 %	200 Km
	Resistencia a la perforación (2 Kg, 500mm)	CTI ET-P01 3.9	No presentar perforación	200 Km
	Resistencia a la percusión (9 Kg, 2300mm)	Reducción Diám. interior	Máx. 50%	200 Km
	Peso Especifico	ASTM D 1505	0.95+/-0.01g/cm ³	200 Km
	Vicat	ASTM D1525	Min 115°C	200 Km
	MFI	ASTM 1238 (190°, 2.16 kg)	Máx. 50% más que PE/AD	200 Km
	Curvatura	Interno	No debe presentar arrugamientos, fisuras o estrangulamientos	200 Km
	Fragilidad a baja temperatura (2 horas a -35 °C)	CTI ET-P01 3.7	no notar resquebrajaduras o roturas a simple vista	200 Km

Sobre el tubo envejecido (48 h 100 °C)	Carga de rotura	ASTM D 638	mín. 75% de sin envejecer	200 Km
	% estiramiento en la rotura	ASTM D 638	mín. 75% de sin envejecer	200 Km
Ataque químico con : Na₂SO₄, NaCl, H₂SO₄, NaOH, Fuel Oil N 1 24h, 23°C	Carga de rotura	ASTM D 638	mín. 75% de sin envejecer	200 Km
	% estiramiento en la rotura	ASTM D 638	mín. 75% de sin envejecer	200 Km