



***ANEXOS***

## **Índice de Anexos:**

**ANEXO I - Red Federal de FO ET Cable de 48 FO Ducto ARSAT**

**ANEXO II - Red Federal de FO ET Cable de 48 FO Anti Roedor**

**ANEXO III - Red Federal de FO ET Tritubo para red de FO**

**ANEXO IV - Red Federal de FO ET Tubo de Polietileno para FO**



# ***ANEXO I***

***Red Federal de FO ET  
Cable de 48 FO Ducto  
ARSAT***

**Tema:** Especificación técnica de material para el proyecto “Red Federal de Fibra Óptica”

**Aplicación:** Red Terrestre.

**Elemento de Red:** **Cable de 48 Fibras Ópticas (instalación en ducto)**

### 1.- Objetivo:

Definir los requerimientos técnicos básicos que debe cumplir el elemento de red de fibra óptica “*Cable de 48 Fibras Ópticas (instalación en ducto)*” que permitan asegurar; calidad, facilidad de instalación/operación y máxima vida útil de la red, para lo cual deberá ser fabricado y suministrado de acuerdo a las condiciones aquí indicadas.

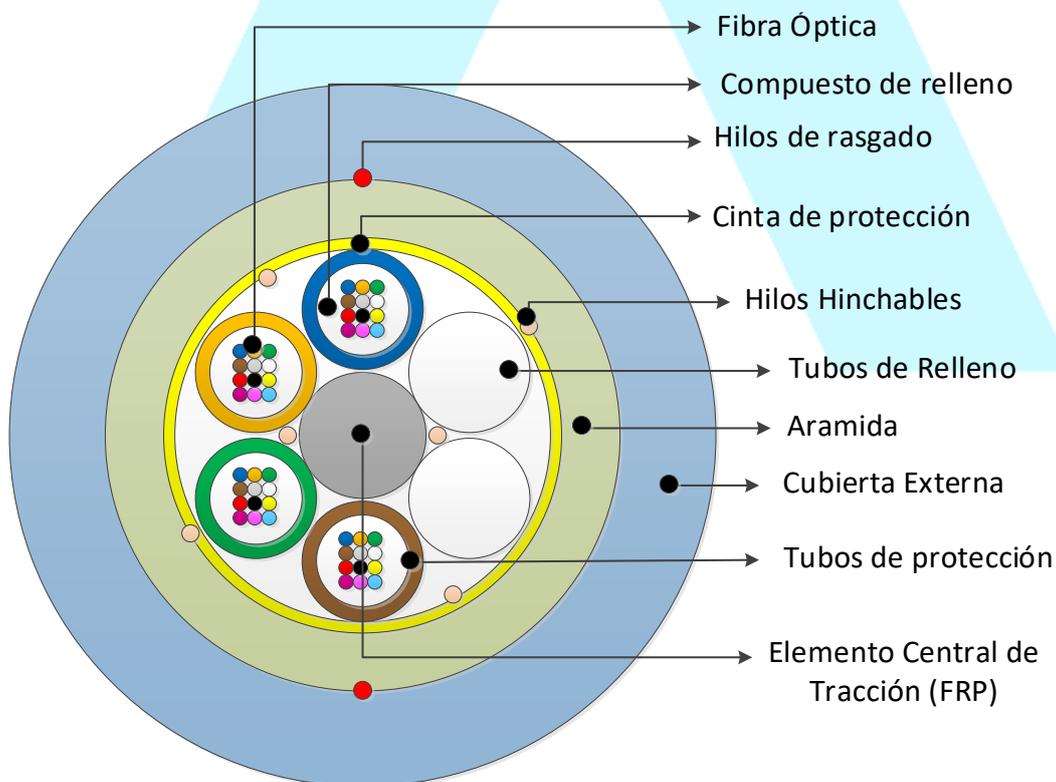
### 2.- Alcance:

Los parámetros técnicos indicados a continuación son parámetros mínimos que deben garantizarse en toda la fabricación, independiente de la cantidad requerida (km) por lo cual deberá el fabricante contar con un sistema de calidad adecuado y con registros auditables, que permita confirmar haber alcanzado los valores técnicos solicitados y mantenerlo uniforme en todas las entregas.

### 3.- Desarrollo:

#### 3.1- Descripción General:

El cable estará compuesto de al menos **48** fibras ópticas monomodo según norma ITU G.652-D de bajo pico de agua (Low Water Peak), con recubrimiento primario, en grupos de **12** fibras dispuestas en **loose tube** dentro de tubos rellenos con material taponante adecuado y totalmente dieléctrico. En la figura A se puede apreciar un corte transversal del cable de FO.



**Figura A (Imagen meramente ilustrativa – No contractual)**

Las protecciones holgadas, tubos Buffer, serán tubos construidos de plástico (PBT o equivalentes), con relleno de compuesto blando que impida la penetración y propagación del agua, con los radios de curvatura normales de trabajo (radio mínimo 35 mm). Dentro de cada tubo protector se dispondrán **12** fibras ópticas.

Como **elemento central de tracción** se empleará una varilla de hilos de plástico reforzado con fibra de vidrio FRP (*Fiber Reinforced Plastic*).

Los tubos protectores de las fibras se reúnen alrededor del elemento central en **forma oscilante (SZ)**, en número adecuado para garantizar el número de fibras requerido para cada caso.

Con el propósito de brindar una protección mecánica externa al núcleo óptico y resistencia a los esfuerzos de torsión, se colocará alrededor de dicho núcleo dos coronas de **hilados de aramidas**, que otorguen al cable la carga de rotura solicitado en el punto seis de la presente.

**Cubierta externa.** Se aplicará una cubierta externa de polietileno de media densidad y de color negro. El polietileno deberá corresponder al tipo ASTM D1248, Tipo II, Clase C, Categoría 4 ó 5, Grado J4. El material deberá poseer un aditivo de negro de humo conforme a la designación N110 en ASTM D1765

<b>Nominal</b>	1,60 mm
<b>Medio</b>	> 1,60 mm
<b>Mínimo absoluto en cualquier punto</b>	> 1,50 mm

**Diámetro externo:** Se proveerá con dimensiones del diámetro externo máximo de 12,50 mm

**Hilos de rasgado:** Se proveerá con dos cordones de rasgado dieléctrico, ubicados a 180 ° entre sí y debajo de la cubierta y de un color distinguible con el resto del núcleo óptico.

**Tubos de relleno:** Se proveerá con dos tubos de relleno como se puede apreciar en la figura A.

Todos los espacios libres de los cables (interior de los tubos de protección, intersticios del núcleo óptico, etc.) deberán estar rellenos con cintas e hilos hinchables.

**Cintas de protección:** Se proveerá preferentemente, una cinta de protección adecuada para garantizar la protección de los tubos o bien un método de manufactura que garantice que las ataduras no marquen los tubos. En cualquier caso, si las ataduras marcan los tubos es motivo de rechazo.

**Fibra ITU G.652-D**

**1.- Atenuación**

1260 a 1625	@ 1310	@1383 nm	@ 1550 nm
0,40 dB/km	0,345 dB/km	0,345 dB/km	0,215 dB/km

Nota: los valores anteriores son optimizados por ARSAT y superan a los indicados por ITU-T G-652 D. Son mandatorios.

**2.- Dispersión cromática**

Longitud de onda de dispersión nula	min 1300 nm max 1324 nm
Pendiente de dispersión @ 1310 nm	$\leq 0,092$ ps/nm <sup>2</sup> .km
<b>Valor de dispersión cromática</b>	
@ 1285 nm a 1330 nm	$\leq 3,20$ ps/nm.km
@ 1550 nm	$\leq 17,00$ ps/nm.km
@ 1625 nm	$\leq 23,00$ ps/nm.km

**3.- Longitud de onda de corte**

Fibra con revestimiento primario	$\leq 1280$ nm
Fibra cableada	$\leq 1260$ nm

**4.- Diámetro modal**

@ 1310 nm	9,10 + - 0,40 $\mu$ m
@ 1550 nm	10,40 +/- 0,80 $\mu$ m

**5.- PMD**

Para FO sin cablear. Máximo	0,070 ps/(Km) <sup>1/2</sup>
Para FO cableadas. Máximo	0,110 ps/(km) <sup>1/2</sup>

Error de concentricidad del campo modal  $< 0,6 \mu$ m.

## 6.- Características Mecánicas.

- **Diámetro del revestimiento:** 125  $\mu\text{m}$  +/- 1  $\mu\text{m}$ .
- **Error de circularidad del revestimiento:** < 1%.
- **Diámetro del recubrimiento primario:** será 250  $\mu\text{m}$ , donde no debe exceder de 15  $\mu\text{m}$ .
- **Concentricidad del recubrimiento:** la relación entre el espesor mínimo y máximo del recubrimiento, deberá ser superior o igual a 0,70.
- **Rango de temperatura de operación:** será de -40°C a +70°C, sin que resulten afectadas las características ópticas y mecánicas de las mismas
- **Variación de Atenuación máxima:** +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
<b>Resistencia a la tracción</b>		<b>IEC-794-1-E1 Y EIA RS-455-33A</b>
-Previo a la instalación	2700 N	
-En condiciones de servicio	1200 N	
<b>Resistencia a la compresión</b>		<b>IEC-794-1-E3 Y EIA RS-455-41A</b>
Cable dieléctrico	220 N/cm	
<b>Resistencia al impacto</b>	25 impactos	<b>IEC-794-1-E4 Y EIA RS-455-25A</b>
<b>Resistencia a la torsión</b>	10 ciclos con rotaciones 180°	<b>IEC-794-1-E7 Y EIA RS-455-85</b>
<b>Resistencia a la curvatura cíclica</b>	25 ciclos de 90°	<b>IEC-794-1-E6 Y EIA RS-455-104</b>
<b>Radio de curvatura mínimo</b>		<b>EIA RS-455-37</b>
Previo a la instalación	20 veces el diámetro del cable	
En condiciones de servicio	10 veces el diámetro del cable	
<b>Resistencia de la cubierta</b>		
MDPE original	1600 psi; 11 Mpa	
MDPE envejecida	1200 psi; 8,3 Mpa	
<b>Elongación de la cubierta</b>		
MDPE original	400 %	
MDPE envejecida	375 %	
<b>Contracción de la cubierta</b>	< 5%	<b>EIA RS-455-86</b>
<b>Adhesión de la cubierta</b>	1,4 N/mm de circunferencia	
<b>Rigidez dieléctrica de la cubierta</b>	10KV / 50Hz durante 0,1 seg 6KVcc durante 2 minutos	

## 7.- Características Ambientales

- Variación de Atenuación máxima: +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
Temperatura de operación	-40°C a +70°C	IEC-794-1-F1 Y EIA RS-455-3A
Envejecimiento térmico	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación.	
Persistencia del color	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación.	
Estanqueidad al agua	24 hs @ presión col. de agua: 1m temp: 20°C +/- 5°C	IEC-794-1-F5 Y EIA RS-455-82A
Esgurrimiento del compuesto de relleno	24 h @ 65°C	
Compatibilidad de los materiales del núcleo	30 días @ temp: 85°C +/- 2°C humedad: 85% +/- 5%	
Resistencia al resquebrajamiento	> 500 hs (Ingepal CO-630 al 10%)	ASTM D 1693-70/80 CONDICION B

## 8.- Ensayos de las Fibras Ópticas

La determinación de los parámetros ópticos y geométricos de las fibras ópticas, se realizarán siguiendo las indicaciones de las normas EIA RS-455

Los mecánicos y ambientales se basaran en las normas IEC 793 o EIA RS-455

Las condiciones de ensayo serán las establecidas como condiciones atmosféricas estándar: 23°C +/- 5°C y 20 a 70% Humedad Relativa.

## 9.- Ensayos de las características de transmisión

Las medidas deberán realizarse en 1310 nm, y 1550 nm para fibra óptica G 652 D (LWP).

## 10.- Atenuación

La medición de atenuación deberá realizarse al 100% y el procedimiento a seguir es el correspondiente a la norma EIA-455-78 ó EIA-455-61.

### Uniformidad de atenuación

La uniformidad de atenuación deberá verificarse al 100% y mediante el procedimiento descrito en la norma EIA-455-59.

## 11.- Atenuación debido a macrocurvaturas

La medición se efectuará siguiendo el procedimiento descrito en la norma EIA-455-62.

## **12.- Longitud de onda de corte de la fibra cableada**

El procedimiento y esquema de medición será acorde a la técnica de la potencia transmitida, correspondiente a norma EIA-455-170.

## **13.- Diámetro modal**

El procedimiento de medición será el descrito por norma EIA-455-164 ó EIA-455-167.

## **14.- Coeficiente y pendiente de dispersión cromática**

El procedimiento de medición será el descrito en la norma EIA-455-175.

## **15.- PMD**

La medición del PMD se realizará de acuerdo al procedimiento de las normas EIA-455-113, EIA-455-122 ó EIA-455-124.

## **16.- Ensayos de las características geométricas**

Se adopta la técnica de imagen del campo próximo transmitido.

## **17.- Resistencia a la remoción del recubrimiento**

Las mediciones se efectuarán según la metodología propuesta por la norma EIA RS-455-178.

## **18.- Prueba de tracción**

La prueba se realizará según los procedimientos EIA RS-455-31A e IEC 793-1-D1.

## **19.- Dependencia de la atenuación con la temperatura**

Las fibras se comprobarán de acuerdo con EIA-455-52.

## **20.- Ciclos térmicos y de humedad**

Las fibras se comprobarán de acuerdo con las normas EIA-455-73 e IEC 793-1-D1.

## **21.- Inmersión en agua**

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-75.

## **22.- Envejecimiento térmico**

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-70.

## 23.- Longitud de Cable por Carrete

Los largos nominales de las bobinas de cables serán de: 4060 m de promedio +/- 30 m con su extremo interno de 5,00 m +/- 0,50 m, en carrete con caracol interno.

**Importante:** la presente especificación cubre el diseño de cable de FO para:

- ser instalado en ducto en la Planta Externa
- ser instalado en la Planta Interna al que se le deberá modificar la composición de la cubierta que deberá ser ignifuga con mínima emisión de halógenos. Se instalará en el ingreso al edificio y la transición del cable de Planta externa a planta interna será mediante una caja de empalme en cámara frente edificio (cámara cero) o en ubicación próxima al mismo, asegurando que el recorrido del cable en el interior sea solo de cable de fibra óptica ignifugo.

## 24.- Marcaciones

Los cables deberán ser provistos con la identificación, N.º de bobina y marcas de longitud que se indican a continuación, las que se efectuarán en relieve o grabadas en forma bien legible a lo largo de la superficie exterior de su cubierta y a intervalos de 1 m, a los fines de la trazabilidad de cada metro de cable, de cada bobina.

- **ARSAT SA REFEFO**
- **Nombre del fabricante**
- **Código del fabricante**
- **Cable Dieléctrico para Instalación en Ducto**
- **Cantidad y tipo de fibras ópticas OM4**
- **Nº de bobina**
- **Marcación secuencial**
- **Mes - Año de fabricación. (MM-AAAA)**

**25.- Identificación de las Fibras Ópticas y de los Tubos Buffer:** se hará en base al código de colores de la tabla siguiente, de acuerdo con la norma EIA/TIA-598-A.

Código de colores ARSAT para identificar cables de FO:

Número / Color de pelo y tubo de FO	
1	Azul
2	Naranja
3	Verde
4	Marrón
5	Gris
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa
12	Celeste

**26.- Pruebas de control de calidad para cable de FO ARSAT (Según IRAM15)**

- Todos los Ensayos deberán ser realizados en Laboratorio Local del Fabricante, según Norma IRAM 15, AQL = 0,4 %.

Items	Descriptions	Sample		Check List	Schedule		
		Drum	Fibers				
<b>Performance of Optical Fibers</b>	1) Fiber Attenuation Test	at 1310nm at 1383nm at 1550nm at 1625nm	<b>By IRAM15 (Min 32 / 500)</b>	<b>All</b>			
	2) PMD per Drum (no PMDq)						
	3) Cable length measurement						
	4) Chromatic Dispersion.	at 1285~1330nm at 1550nm at 1625nm					
	5) Zero Dispersion Wavelength						
	6) Zero Dispersion Slope						
	7) Cut-off Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )						
	8) Mode Field Diameter	at 1310nm at 1550nm			<b>1</b>		
	9) Mode Field Concentricity Error						
	10) Cladding Diameter						
	11) Cladding Non-circularity						
	12) Compatibility and Interoperability	at 1310nm at 1550nm PMD			<b>2</b>		
<b>Construction of the cable</b>	1) Number of Fibers		<b>5</b>	-			
	2) No. of Fibers per Tube			-			
	3) Loose Buffer Tube			-			
	4) Filling compound in Loose buffer tube			-			
	5) Filler			-			
	6) Central strength member			-			
	7) Water Blocking Material			-			
	8) Core Wrapping Tape			-			
	9) Outer Strength Member			-			
	10) Rip cord 's			-			
	11) Outer Jacket	Material Thickness		-			
	12) Overall Diameter measurement			-			
<b>The Mechanical and Environmental Performance of the cable</b>	1) Tensile Performance	Attenuation Fiber strain	<b>1. (Variac. At máx: +/- 0,050 dB)</b>	<b>3 x tube</b>			
	2) Crush Resistance						
	3) Impact Resistance						
	4) Repeated Bending						
	5) Torsion						
	6) Water penetration				<b>All</b>	-	
	7) Temperature cycling Test						
	8) Attenuation at stabilized temp	-40°C +70°C			<b>1</b>	<b>All</b>	
	9) PMD at stabilized temp	-40°C +70°C					

# ***ANEXO II***

***Red Federal de FO ET  
Cable de 48 FO Anti  
Roedor***

**Tema:** Especificación técnica de material para el proyecto “Red Federal de Fibra Óptica”

**Aplicación:** Red Terrestre.

**Elemento de Red:** **Cable de 48 Fibras Ópticas anti roedor (instalación en ducto)**

### 1.- Objetivo:

Definir los requerimientos técnicos básicos que debe cumplir el elemento de red de fibra óptica “*Cable de 48 Fibras Ópticas anti roedor (instalación en ducto)*” que permitan asegurar; calidad, facilidad de instalación/operación y máxima vida útil de la red, para lo cual deberá ser fabricado y suministrado de acuerdo a las condiciones aquí indicadas.

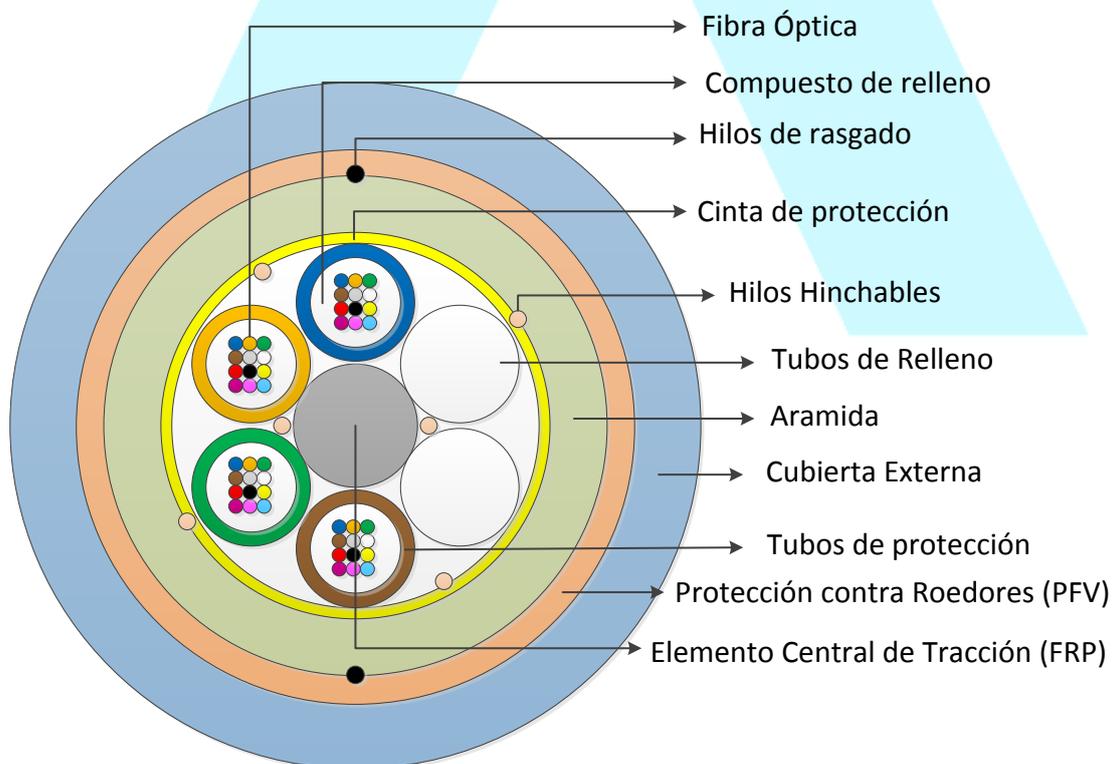
### 2.- Alcance:

Los parámetros técnicos indicados a continuación son parámetros mínimos que deben garantizarse en toda la fabricación, independiente de la cantidad requerida (km) por lo cual deberá el fabricante contar con un sistema de calidad adecuado y con registros auditables, que permita confirmar haber alcanzado los valores técnicos solicitados y mantenerlo uniforme en todas las entregas.

### 3.- Desarrollo:

#### 3.1- Descripción General:

El cable estará compuesto de al menos **48** fibras ópticas monomodo según norma ITU G.652-D de bajo pico de agua (Low Water Peak), con recubrimiento primario, en grupos de **12** fibras dispuestas en **loose tube** dentro de tubos rellenos con material taponante adecuado y totalmente dieléctrico. En la **Figura A** se puede apreciar un corte transversal del cable de FO. Se aplica una camada de fibra de vidrio para protección contra roedores de PFV con un espesor de 1,3 mm



**Figura A (Imagen meramente ilustrativa – No contractual)**

Las protecciones holgadas, tubos Buffer, serán tubos construidos de plástico (PBT o equivalentes), con relleno de compuesto blando que impida la penetración y propagación del agua, con los radios de curvatura normales de trabajo (radio mínimo 35 mm). Dentro de cada tubo protector se dispondrán **12** fibras ópticas.

Como **elemento central de tracción** se empleará una varilla de hilos de plástico reforzado con fibra de vidrio FRP (*Fiber Reinforced Plastic*).

Los tubos protectores de las fibras se reúnen alrededor del elemento central en **forma oscilante (SZ)**, en número adecuado para garantizar el número de fibras requerido para cada caso.

Con el propósito de brindar una protección mecánica externa al núcleo óptico y resistencia a los esfuerzos de torsión, se colocará alrededor de dicho núcleo dos coronas de **hilados de aramidas**, que otorguen al cable la carga de rotura solicitado en el punto seis de la presente.

**Cubierta externa.** Se aplicará una cubierta externa de polietileno de media densidad y de color negro. El polietileno deberá corresponder al tipo ASTM D1248, Tipo II, Clase C, Categoría 4 ó 5, Grado J4. El material deberá poseer un aditivo de negro de humo conforme a la designación N110 en ASTM D1765

<b>Nominal</b>	1,60 mm
<b>Medio</b>	> 1,60 mm
<b>Mínimo absoluto en cualquier punto</b>	> 1,50 mm

**Diámetro externo:** Se proveerá con dimensiones del diámetro externo máximo de 12,50 mm.

**Hilos de rasgado:** Se proveerá con dos cordones de rasgado dieléctrico, ubicados a 180 ° entre sí y debajo de la cubierta y de un color distinguible con el resto del núcleo óptico.

**Tubos de relleno:** Se proveerá con dos tubos de relleno como se puede apreciar en la figura A.

Todos los espacios libres de los cables (interior de los tubos de protección, intersticios del núcleo óptico, etc.) deberán estar rellenos con cintas e hilos hinchables.

**Cintas de protección:** Se proveerá preferentemente, una cinta de protección adecuada para garantizar la protección de los tubos o bien un método de manufactura que garantice que las ataduras no marquen los tubos. En cualquier caso, si las ataduras marcan los tubos es motivo de rechazo.

## Fibra ITU G.652-D

### 1.- Atenuación

1260 a 1625	@ 1310	@1383 nm	@ 1550 nm
0,40 dB/km	0,345 dB/km	0,345 dB/km	0,215 dB/km

Nota: los valores anteriores son optimizados por ARSAT y superan a los indicados por ITU-T G-652 D. Son mandatorios.

### 2.- Dispersión cromática

<b>Longitud de onda de dispersión nula</b>	min 1300 nm max 1324 nm
<b>Pendiente de dispersión @ 1310 nm</b>	<= 0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km

Valor de dispersión cromática	
@ 1285 nm a 1330 nm	<= 3,20 ps/nm.km
@ 1550 nm	<= 17,00 ps/nm.km
@ 1625 nm	<= 23,00 ps/nm.km

### 3.- Longitud de onda de corte

Fibra con revestimiento primario	<= 1280 nm
Fibra cableada	<= 1260 nm

### 4.- Diámetro modal

@ 1310 nm	9,10 +/- 0,40 $\mu$ m
@ 1550 nm	10,40 +/- 0,80 $\mu$ m

### 5.- PMD

Para FO sin cablear. Máximo	0,070 ps/(Km) <sup>1/2</sup>
Para FO cableadas. Máximo	0,110 ps/(km) <sup>1/2</sup>

Error de concentricidad del campo modal < 0,6  $\mu$ m.

### 6.- Características Mecánicas.

- **Diámetro del revestimiento:** 125  $\mu$ m +/- 1  $\mu$ m.
- **Error de circularidad del revestimiento:** < 1%.
- **Diámetro del recubrimiento primario:** será 250  $\mu$ m, donde no debe exceder de 15  $\mu$ m.
- **Concentricidad del recubrimiento:** la relación entre el espesor mínimo y máximo del recubrimiento, deberá ser superior o igual a 0,70.
- **Rango de temperatura de operación:** será de -40°C a +70°C, sin que resulten afectadas las características ópticas y mecánicas de las mismas
- **Variación de Atenuación máxima:** +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
<b>Resistencia a la tracción</b>		<b>IEC-794-1-E1 Y EIA RS-455-33A</b>
-Previo a la instalación	2700 N	
-En condiciones de servicio	1200 N	
<b>Resistencia a la compresión</b>		<b>IEC-794-1-E3 Y EIA RS-455-41A</b>
Cable dieléctrico	220 N/cm	
<b>Resistencia al impacto</b>	25 impactos	<b>IEC-794-1-E4 Y EIA RS-455-25A</b>
<b>Resistencia a la torsión</b>	10 ciclos con rotaciones 180°	<b>IEC-794-1-E7 Y EIA RS-455-85</b>

<b>Resistencia a la curvatura cíclica</b>	25 ciclos de 90°	<b>IEC-794-1-E6 Y EIA RS-455-104</b>
<b>Radio de curvatura mínimo</b>		<b>EIA RS-455-37</b>
Previo a la instalación	20 veces el diámetro del cable	
En condiciones de servicio	10 veces el diámetro del cable	
<b>Resistencia de la cubierta</b>		
MDPE original	1600 psi; 11 Mpa	
MDPE envejecida	1200 psi; 8,3 Mpa	
<b>Elongación de la cubierta</b>		
MDPE original	400 %	
MDPE envejecida	375 %	
<b>Contracción de la cubierta</b>	< 5%	<b>EIA RS-455-86</b>
<b>Adhesión de la cubierta</b>	1,4 N/mm de circunferencia	
<b>Rigidez dieléctrica de la cubierta</b>	10KV / 50Hz durante 0,1 seg 6KVcc durante 2 minutos	

## 7.- Características Ambientales

- Variación de Atenuación máxima: +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
Temperatura de operación	-40°C a +70°C	<b>IEC-794-1-F1 Y EIA RS-455-3A</b>
Envejecimiento térmico	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación.	
Persistencia del color	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación.	
Estanqueidad al agua	24 hs @ presión col. de agua: 1m temp: 20°C +/- 5°C	<b>IEC-794-1-F5 Y EIA RS-455-82A</b>
Escurrecimiento del compuesto de relleno	24 h @ 65°C	
Compatibilidad de los materiales del núcleo	30 días @ temp: 85°C +/- 2°C humedad: 85% +/- 5%	
Resistencia al resquebrajamiento	> 500 hs (Ingepal CO-630 al 10%)	<b>ASTM D 1693-70/80 CONDICION B</b>

## 8.- Ensayos de las Fibras Ópticas

La determinación de los parámetros ópticos y geométricos de las fibras ópticas, se realizarán siguiendo las indicaciones de las normas EIA RS-455

Los mecánicos y ambientales se basaran en las normas IEC 793 o EIA RS-455

Las condiciones de ensayo serán las establecidas como condiciones atmosféricas estándar: 23°C +/- 5°C y 20 a 70% Humedad Relativa.

## 9.- Ensayos de las características de transmisión

Las medidas deberán realizarse en 1310 nm, y 1550 nm para fibra óptica G 652 D (LWP).

## 10.- Atenuación

La medición de atenuación deberá realizarse al 100% y el procedimiento a seguir es el correspondiente a la norma EIA-455-78 ó EIA-455-61.

## Uniformidad de atenuación

La uniformidad de atenuación deberá verificarse al 100% y mediante el procedimiento descrito en la norma EIA-455-59.

## 11.- Atenuación debido a macrocurvaturas

La medición se efectuará siguiendo el procedimiento descrito en la norma EIA-455-62.

## 12.- Longitud de onda de corte de la fibra cableada

El procedimiento y esquema de medición será acorde a la técnica de la potencia transmitida, correspondiente a norma EIA-455-170.

## 13.- Diámetro modal

El procedimiento de medición será el descrito por norma EIA-455-164 ó EIA-455-167.

## 14.- Coeficiente y pendiente de dispersión cromática

El procedimiento de medición será el descrito en la norma EIA-455-175.

## 15.- PMD

La medición del PMD se realizará de acuerdo al procedimiento de las normas EIA-455-113, EIA-455-122 ó EIA-455-124.

## 16.- Ensayos de las características geométricas

Se adopta la técnica de imagen del campo próximo transmitido.

## 17.- Resistencia a la remoción del recubrimiento

Las mediciones se efectuarán según la metodología propuesta por la norma EIA RS-455-178.

## 18.- Prueba de tracción

La prueba se realizará según los procedimientos EIA RS-455-31A e IEC 793-1-D1.

## 19.- Dependencia de la atenuación con la temperatura

Las fibras se comprobarán de acuerdo con EIA-455-52.

## 20.- Ciclos térmicos y de humedad

Las fibras se comprobarán de acuerdo con las normas EIA-455-73 e IEC 793-1-D1.

## 21.- Inmersión en agua

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-75.

## 22.- Envejecimiento térmico

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-70.

### 23.- Longitud de Cable por Carrete

Los largos nominales de las bobinas de cables serán de: 4060 m de promedio +/- 30 m con su extremo interno de 5,00 m +/- 0,50 m, en carrete con caracol interno.

**Importante:** la presente especificación cubre el diseño de cable de FO para:

- ser instalado en ducto en la Planta Externa
- ser instalado en la Planta Interna al que se le deberá modificar la composición de la cubierta que deberá ser ignifuga con mínima emisión de halógenos. Se instalará en el ingreso al edificio y la transición del cable de Planta externa a planta interna será mediante una caja de empalme en cámara frente edificio (cámara cero) o en ubicación próxima al mismo, asegurando que el recorrido del cable en el interior sea solo de cable de fibra óptica ignifugo.

### 24.- Marcaciones

Los cables deberán ser provistos con la identificación, N° de bobina y marcas de longitud que se indican a continuación, las que se efectuarán en relieve o grabadas en forma bien legible a lo largo de la superficie exterior de su cubierta y a intervalos de 1 m, a los fines de la trazabilidad de cada metro de cable, de cada bobina.

- AR-SAT SA REFEFO**
- Nombre del fabricante.**
- Código del fabricante.**
- Cable Dieléctrico para instalación en ducto.**
- Cantidad y tipo de fibras ópticas G- 652 "D" bajo pico de agua**
- N° de bobina.**
- Marcación secuencial.**
- Mes - Año de fabricación. (MM-AAAA)**

**25.- Identificación de las Fibras Ópticas y de los Tubos Buffer:** se hará en base al código de colores de la tabla siguiente, de acuerdo con la norma EIA/TIA-598-A.

Código de colores ARSAT para identificar cables de FO:

Nro. de FO	Color de pelo de FO y tubo holgado
1	Azul
2	Naranja
3	Verde
4	Marrón
5	Gris
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa
12	Celeste

**26.- Pruebas de control de calidad para cable de FO ARSAT (Según IRAM15)**

- Todos los Ensayos deberán ser realizados en Laboratorio Local del Fabricante, según Norma IRAM 15, AQL = 0,4 %.

Items	Descriptions	Sample		Check List	Schedule
		Drum	Fibers		
<b>Performance of Optical Fibers</b>	1) Fiber Attenuation Test	at 1310nm at 1383nm at 1550nm at 1625nm	<b>By IRAM15 (Min 32 / 500)</b>	<b>All</b>	
	2) PMD per Drum (no PMDq)				
	3) Cable length measurement				
	4) Chromatic Dispersion.	at 1285~1330nm at 1550nm at 1625nm			
	5) Zero Dispersion Wavelength				
	6) Zero Dispersion Slope				
	7) Cut-off Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )				
	8) Mode Field Diameter	at 1310nm at 1550nm			<b>1</b>
	9) Mode Field Concentricity Error				
	10) Cladding Diameter				
	11) Cladding Non-circularity				
	12) Compatibility and Interoperability	at 1310nm at 1550nm PMD			<b>2</b>
<b>Construction of the cable</b>	1) Number of Fibers		<b>5</b>	-	
	2) No. of Fibers per Tube			-	
	3) Loose Buffer Tube			-	
	4) Filling compound in Loose buffer tube			-	
	5) Filler			-	
	6) Central strength member			-	
	7) Water Blocking Material			-	
	8) Core Wrapping Tape			-	
	9) Outer Strength Member			-	
	10) Rip cord 's			-	
	11) Outer Jacket	Material Thickness		-	
	12) Overall Diameter measurement			-	
<b>The Mechanical and Environmental Performance of the cable</b>	1) Tensile Performance	Attenuation Fiber strain	<b>1. (Variac. At máx: +/- 0,050 dB)</b>	<b>3 x tube</b>	
	2) Crush Resistance				
	3) Impact Resistance				
	4) Repeated Bending				
	5) Torsion				
	6) Water penetration			<b>All</b>	-
	7) Temperature cycling Test				
	8) Attenuation at stabilized temp	-40°C +70°C		<b>1</b>	<b>All</b>
	9) PMD at stabilized temp	-40°C +70°C			

# ***ANEXO III***

***Red Federal de FO ET  
Tributo para red de FO***

**Tema:** Especificación técnica de material para el proyecto “Red Federal de Fibra Óptica”.

**Aplicación:** Red Terrestre.

**Elemento de red:** Tritubo para red de fibra óptica

## 1.- Objetivo:

Definir los requerimientos técnicos básicos que debe cumplir el elemento de red de fibra óptica “Tritubo para red de fibra óptica” que permitan asegurar; calidad, mejor condición de instalación, operación y máxima vida útil, para lo cual deberá ser fabricado y suministrado de acuerdo a las condiciones aquí indicadas.

## 2.- Alcance:

Los parámetros técnicos indicados a continuación son parámetros mínimos que deben garantizarse en toda la fabricación, independiente de la cantidad requerida (km) por lo cual deberá el fabricante contar con un sistema de calidad adecuado y con registros auditables, que permita confirmar haber alcanzado los valores técnicos solicitados y mantenerlo uniforme en todas las entregas.

## 3.- Desarrollo

### 3.1.- Descripción

El tritubo está formado por tres tubos de iguales dimensiones unidos entre sí por medio de una membrana, presentándose dispuestos paralelamente en un plano y será fabricado al mismo tiempo, no en procesos individuales.

### 3.2.- Definición de material

#### Polietileno

- De alta densidad (PEAD) tipo III clase C, de la norma ASTM D 1248/84.
- Carga de rotura mínima: 200 Kg/cm<sup>2</sup>
- Alargamiento de rotura mínimo: 350 %.
- Negro de humo  $2,5 \pm 0,5$  % en peso. Control según norma UNE 53-131-90.
- Índice de escurrimiento (Melt Index): máx 0,5. Control según norma ASTM D 1238/85 condición 190/2,16.
- Se admite utilizar material recuperado libre de impureza generado por el mismo fabricante

#### Dimensiones:



### 3.3.- Características de la fabricación (visual)

- a) El tritubo debe presentar una superficie exterior/interior homogénea, continua, libre de imperfecciones como grietas o fisuras o burbujas o curvaturas en los dos ejes que impidan la correcta instalación horizontal.
- b) La superficie interior debe asegurarse que esté libre de obstrucciones por lo cual se dispondrá de calibre apropiado para realizar el test en fábrica como parte de la producción y luego podrá ser inspeccionado por AR-SAT SA. Esto se verificara realizando el pasaje de una esfera de 29mm mediante aire a presión.
- c) Los extremos deberán tener un corta perpendicular al eje del tubo para asegurar su correcto empalme con la bobina que continúe en el tendido.
- d) Deberá estar marcado de manera indeleble en los tubos laterales (no solo) cada 2m los siguientes datos: identificación de fabricante, nro. de partida, metros certificados (marcación secuencial), rotulo "ARSAT S.A." y fecha de fabricación.
- e) La ovalización máxima permitida para cada uno de los tubos será de 2,3mm. Dicho parámetro es resultado de la diferencia existente entre el diámetro máximo y mínimo medido en el interior del tubo.

### 3.4.- Características de la fabricación (ensayos)

- a) Extracción de probeta de las partidas (bobinas por 600m Long) fabricadas: en los extremos descubiertos de la bobina controlada y deben preservarse como "testigo de fabricación" y podrá ser requerido dentro del año calendario de la fabricación. Las probetas consistirán en trozos de tubo de 200 mm longitud y de una sección transversal máxima de 16 mm<sup>2</sup>
- b) Condiciones ambientales requeridas para los ensayos: T 25 °C +/- 10°C, humedad 60% +/- 15% y Presión 1020 hPa +40 hPa -60 hPa.
- c) Masa volumétrica (densidad relativa): Polietileno sin pigmentar > de 0,940 g/cm<sup>3</sup> y Polietileno pigmentado > 0.952 g/cm<sup>3</sup>. Control según norma ASTM D 792 (método A)
- d) Temperatura de ablandamiento (vicat): no menor de 115 °C. Según ASTM D 1525.
- e) Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura: mínima valor envejecido 75% del valor sin envejecer.
- f) Envejecimiento: someter la probeta a 100°C (+-5%) durante 48 hs a presión atmosférica retenida de manera vertical y cumplido el tiempo indicado se debe dejar enfriar 24 hs a temperatura ambiente y después realizar el ensayo sobre las probetas envejecidas.
- g) Índice de escurrimiento (Melo Índice):% de incremento admitido máximo 50%.
- h) Resistencia al ataque químico: según norma ISO 175 sumergido en reactivos agresivos y luego de 24 hs deberá soportar las pruebas de Resistencia de tracción y alargamiento de rotura debiendo alcanzar un valor del 75% respecto del valor original.
- i) Fragilidad a baja temperatura: mantener la probeta 2hs a -30 C y luego impactar con una carga de 60 N a una distancia de 400 mm y no deberá generar roturar o fisuras visible.
- j) Resistencia a la compresión: a 20°C , carga 0,65 KN , 5% de deformación máxima, sobre una probeta de 10 cm de longitud, con una placa de 10x10 cm, a una velocidad de 0,5 mm/min.
- k) Los tubos resistirán el impacto de una masa de 9 kg en caída libre desde una altura de 2,30 m sin presentar grietas o roturas, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM D 3485 Parágrafo 9.3.

**3.5.- Características de la fabricación (entrega)**

- a) ARSAT podrá realizar por intermedio de sus Inspectores que designe al efecto, el control del proceso de fabricación y/o sobre el producto terminado, listo para la entrega. debiendo el fabricante dar todas las facilidades que los Inspectores juzguen necesarias para comprobar si los elementos cumplen con las condiciones aquí establecidas.
- b) Los tubos múltiples se entregarán en bobinas conteniendo 600 metros medida su longitud en fábrica con una tolerancia -0% 2%, con embalaje adecuado para asegurar su perfecto estado hasta llegar a obra, brindando además la protección adecuada tanto en su transporte como en su manipuleo.
- c) Las bobinas deberán estar correctamente acondicionadas para el transporte a larga distancias, deberán incluir tapones "ciegos" en ambos extremos para evitar el ingreso de agua o suciedad al interior, dichos tapones deberán ser de color diferente al tritubo, de forma tal que su contraste permita advertir a simple vista su presencia en las bobinas (en la siguiente **Figura A** se muestra un tapón a modo de ejemplo).

**Figura A (Imagen meramente ilustrativa – No contractual)**

- **Todos los Ensayos deberán ser realizados en Laboratorio Local del Fabricante, según Norma IRAM 15, AQL = 0,4 %.**



***ANEXO IV***  
***Red Federal de FO ET***  
***Tubo de Polietileno para***  
***FO***

**Tema:** Especificación técnica de material para el proyecto “Red Federal de Fibra Óptica”.

**Aplicación:** Red Terrestre.

**Elemento de red:** **Tubo de Polietileno**

## 1.- Objetivo:

Definir los requerimientos técnicos básicos que debe cumplir el elemento de red “**Tubo de Polietileno**” que permitan asegurar; calidad, facilidad de instalación/operación y máxima vida útil, para lo cual deberá ser fabricado y suministrado de acuerdo a las condiciones aquí indicadas.

## 2.- Alcance:

Los parámetros técnicos indicados a continuación son parámetros mínimos que deben garantizarse en toda la fabricación, independiente de la cantidad requerida, por lo cual deberá el fabricante contar con un sistema de calidad adecuado y con registros auditables, que permita confirmar haber alcanzado los valores técnicos solicitados y mantenerlo uniforme en todas las entregas.

## 3.- Desarrollo:

### 3.1.- Descripción General

#### 3.1.1.- Designación

#### TUBOS DE POLIETILENO

- Tubo de polietileno de 32 mm de diámetro exterior.
- Tubo de polietileno de 63 mm de diámetro exterior.
- Tubo de polietileno de 90 mm de diámetro exterior.
- Tubo de polietileno de 110 mm de diámetro exterior.
- Tubo de polietileno de 125 mm de diámetro exterior.

### 3.2.- CONDICIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES

#### 3.2.1.- Material

- Polietileno de alta densidad (PEAD), Tipo III, clase C, con antioxidante adecuado, virgen.
- Se aceptara material recuperado siempre y cuando la cantidad implementada NO altere las propiedades físicas y químicas del tubo.
- En el caso de utilizar material recuperado se debe respetar:
  - a) Corresponderá al tipo III de la norma ASTM D 1248/84 con  $2,5 \pm 0,5$  % en peso, de negro de humo (según norma UNE 53-131-90).
  - b) Índice de escurrimiento (Melt Index): máx. 0,5. (Ensayo: ASTM D 1238/85 condición 190/2,16)
  - c) Carga de rotura mínima: 200 Kg/cm<sup>2</sup> y Alongamiento
- La estabilidad térmica será de un valor mínimo de 20 minutos (según norma ISO/TR 10837)

### 3.2.2.- MRS (resistencia mínima requerida)

- El material debe cumplir la PE 80 (ISO 4427) o MRS 80, superara el valor de 80 kg/cm2.
- Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas presentando en sus superficies exterior e interior un aspecto libre de cualquier defecto que pueda perjudicar su utilización.

Diámetro exterior medio	Espesor de pared	
	Mínimo	Máximo
110 (PN8)	6,6	8,0
110 (PN10)	8,1	9,5
125 (PN8)	7,4	9,1
125 (PN10)	9,2	10,7

- La ovalización de los tubos no será mayor que 2 mm en ninguna sección de los mismos.
- Las pruebas, salvo en aquellos casos en los que se especifique especialmente, deberán realizarse bajo las siguientes condiciones:
  - Temperatura: 15 °C a 35 °C
  - Presión atmosférica: 860 a 1060 hPa
  - Humedad relativa: 45 a 75 %
- Masa volumétrica (densidad relativa)
  - Polietileno sin pigmentar > de 0,940 g/cm3
  - Polietileno pigmentado > 0,952 g/cm3
  - Polipropileno: no menor de 0,911 g/cm3
- La prueba se efectuará según lo indicado en la norma ASTM D 792 (método A)

## **3.3.- Ensayos**

Para toda prueba no incluida en la presente, estos tubos responderán a la Norma ISO 4427.

### **3.3.1.- Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura**

Luego de someter los elementos al ensayo de envejecimiento indicado en 3.2.2 estos deberán satisfacer los valores siguientes:

Valor Min. Resistencia a la tracción: 75 % del valor original.

Valor Min. Alargamiento de rotura: 75 % del valor original.

El ensayo será efectuado a temperatura ambiente de 20 a 28 °C.

### **3.3.2.- Envejecimiento**

El ensayo de envejecimiento consiste en someter a las probetas durante 48 hs a una temperatura de  $100 \pm 1$  °C.

En el periodo comprendido entre las 18 hs y las 96 hs posteriores a la terminación del ensayo de envejecimiento, se deberá realizar sobre las probetas envejecidas la prueba de tracción y alargamiento de rotura.

### **3.3.3.- Melt Index**

El porcentaje de incremento admitido Melt Index será como máximo de 50 %.

### **3.3.4.- Ovalización**

La diferencia entre el diámetro exterior (cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo en exceso) y el diámetro máximo o mínimo de la misma.

### **3.3.5.- Resistencia al ataque químico**

El ensayo según la norma ISO 175.

### **3.3.6.- Resistencia a la compresión**

No deberá experimentar una reducción de su diámetro interior, mayor al 5 % cuando es sometida a una compresión de 245 N.

### **3.3.7.- Resistencia a la perforación**

Como elemento de perforación se utilizará un cilindro metálico de 2 kg de masa en cuyo extremo de impacto tendrá una forma esférica de 5 mm de diámetro, el que se colocará en forma vertical y se lo dejará caer sobre el centro del tubo desde una altura de 500 mm.

### **3.3.8.- Vicat**

Esta será no menor de 115 °C efectuándose la prueba según lo indicado en la norma ASTM D 1525.

- Todos los Ensayos deberán ser realizados en Laboratorio Local del Fabricante, según Norma IRAM 15, AQL = 0,4 %.

