Empresa de Transformación Agraria, S.A., S.M.E., M.P., (en acrónimo, Tragsa). C.I.F.: A-28-476208. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid en el tomo 3.547 del Libro de Sociedades, folio 62, sección 8ª, hoja nº M-59.813, inscripción 171.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONCLUSIÓN DE ACUERDOS MARCO PARA EL SUMINISTRO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA PARA LA OBRA "REDACCIÓ DE PROJECTES I EXECUCIÓ D'OBRES DE CONNEXIÓ A LA XARXA PÚBLICA DE FIBRA ÒPTICA DE DETERMINATS CENTRES DE REFERÈNCIA DE CATALUNYA, EN EL MARC DEL PROGRAMA 'UNICO – SERVICIOS PÚBLICOS' DEL PLA DE RECUPERACIÓ, TRANSFORMACIÓ I RESILIÈNCIA" EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CATALUÑA, EN EL MARCO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACION Y RESILIENCIA FINANCIADO POR LA UNION EUROPEA – NEXTGENERATIONEU, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA.

REF.: TSA000073525

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO

El objeto del presente pliego es la contratación del ACUERDO MARCO PARA EL SUMINISTRO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CATALUÑA.

El alcance del pliego incluye el suministro a pie de obra en cualquier punto de la comunidad autónoma de Cataluña de las unidades que se relacionan a continuación:

Nº Uds estimadas	Ud	Descripción
250.000,00	ml	Suministro de cable de fibra óptica tipo 7 de 144 fibras. Características según pliego CTTI
4.000,00	ml	Suministro de cable de fibra óptica tipo 7 de 96 fibras. Características según pliego CTTI
4.000,00	ml	Suministro de cable de fibra óptica tipo 7 de 72 fibras. Características según pliego CTTI
4.000,00	ml	Suministro de cable de fibra óptica tipo 7 de 64 fibras. Características según pliego CTTI

2. GENERALIDADES

Normativa de cumplimiento obligatorio

-UNE-EN IEC 60793:2018. Fibra óptica.

-UNE-EN IEC 60794:2019. Cables de fibra óptica.

-Recomendación UIT-T G.652 (11/2016)

-Recomendación UIT-T G.655 (11/2009)

-Recomendación UIT-T G.650.1 (10/20)

-Recomendación UIT-T G.650.2 (10/20)

-Plec de prescripcions tècniques de materials, procediments constructius, documentació, codifiació xarxa del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat de Catalunya.

Los materiales a suministrar atenderán en su caso a lo dispuesto sobre el denominado "Marcado CE", de acuerdo con la Regulación UE Nº 305/2011 del Parlamento Europeo y Consejo de 9 de marzo de 2011, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, y la legislación de transposición o modificación que se derive de aquella. Al respecto, el Adjudicatario vendrá obligado a remitir a TRAGSA a petición de ésta, la documentación que corrobore el cumplimiento de la citada directiva.

TRAGSA se reserva el derecho a rechazar aquellos suministros aportados por el Adjudicatario que no cumplan dichos requisitos u homologaciones, estando el último obligado a sustituirlos en un plazo de tiempo que no afecte al buen desarrollo de la obra a la que se destinan.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos y materiales de construcción.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES Y PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Propiedades de la fibra óptica.

Todas las fibras ópticas utilizadas en el cable óptico serán del tipo sílice-sílice monomodo. El perfil del índice de refracción será del tipo salto de índice (SI).

La variación necesaria del índice de refracción se obtendrá dopando el núcleo de la fibra óptica con dióxido de germanio (GeO_2). La fibra seguirá la normativa G.652-D

-Parámetros geométricos de la fibra óptica G.652-D con protección primeria

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS		
Parámetro	Valor nominal	Tolerancia
Diámetro del revestimiento	125 µm	± 1 µm
Diámetro del recubrimiento primario	245 µm	± 7 µm
Error de concentricidad núcleo/revestimiento	≤ 0,6 µm	
Error de circularidad del revestimiento	≤ 1%	
Error de concentricidad del recubrimiento	≤ 12 µm	

-Parámetros mecánicos de la fibra óptica G.652-D.

PARÁMETROS MECÁNICOS	
Parámetro	Valor nominal
Carga de rotura	≥100 kpsi (0,7 GN/m^2)
(Alargamiento)	(1%)

-Parámetros ópticos de la fibra óptica G.652-D.

PARÁMETROS ÓPTICOS		
Parámetro	Valor nominal	Tolerancia
Diámetro del campo modal en λ= 1310 nm	9,2 µm	± 0,5 µm
Dispersión máxima entre λ=1285 nm y λ=1330 nm	3,8 ps/(nm*km)	
Dispersión máxima en λ=1550 nm	18,2 ps/(nm*km)	
Longitud de onda de dispersión nula	1.300 nm a 1.324 nm	
Pendientes de dispersión nula	≤ 0,093 ps/(nm^2*km)	
Longitud de onda de corte	Valor nominal	Tolerancia
Antes del cableado	≤ 1.324 nm	

Después del cableado	≤ 1.260 nm	
Coeficiente de atenuación en λ=1310 nm	≤ 0,36 dB/km	
Coeficiente de atenuación en λ=1550 nm	≤ 0,23 dB/km	
Coeficiente de atenuación en λ=1383 nm	≤ 0,37 dB/km	
PMD	≤ 0,1 ps/Sqrt(km)	
Pérdida de macroreflexión (100 vueltas con Ø de 60 nm a 1625nm)	≤ 0,1 dB	

Identificación de las fibras. Código de colores

Las fibras ópticas se recubrirán con una capa de pintura para identificarlas. Esta pintura se depositará sobre el recubrimiento primario y su espesor no superará los 6 µm. Dispondrán, como mínimo, de 8 colores diferentes y distinguibles.

El código de los colores dependerá del número de fibras del cable, el código de identificación de los elementos que se trenzan en el núcleo será el siguiente:

Fibras	64	72	96	144
Tubo 1	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Tubo 2	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Tubo 3	Rojo	Blanco	Blanco	Rojo
Tubo 4	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Tubo 5	Azul	Rojo	Rojo	Azul
Tubo 6	Azul	Rojo	Rojo	Verde
Tubo 7	Verde	Azul	Azul	Blanco
Tubo 8	Verde	Azul	Azul	Blanco
Tubo 9		Azul	Azul	Blanco
Tubo 10			Verde	Rojo
Tubo 11			Verde	Rojo

Tubo 12			Verde	Rojo
Tubo 13				Azul
Tubo 14				Azul
Tubo 15				Azul
Tubo 16				Verde
Tubo 17				Verde
Tubo 18				Verde

En los cables de doble corona se comenzará a contar el orden de los tubos por la corona interior.

El código de los colores para la identificación de las fibras ópticas dentro del tubo será la siguiente:

	CTTI	
	TUBOS	FIBRAS
1	BLANCO	VERDE
2	ROJO	ROJO
3	AZUL	AZUL
4	VERDE	AMARILLO
5		GRIS
6		VIOLETA
7		MARRÓN
8		NARANJA

Estructura de los cables de fibra óptica

Las fibras definidas y agrupadas en tubos, deberán de estructurarse dentro de un cable siguiendo las siguientes especificaciones.

Protección secundaria

El tipo de protección secundaria será de tubo holgado. Un conjunto de ocho fibras ópticas se alojará en un tubo hueco.

El material del tubo y su acabado habrá de cumplir los siguientes criterios:

-Elevado módulo de Young para pequeños alargamientos.

-Grado de elasticidad suficientemente alto para permitir radios curvatura mínimos de 3 cm.

-Elevada resistencia a la abrasión.

-Coeficiente de fricción reducido.

-Coeficiente térmico de dilatación lineal lo más próximo posible al de la fibra óptica.

-Homogéneo, libre de poros, grietas, bultos y otras imperfecciones.

-Uniformidad de las dimensiones transversales en todo el largo del tubo.

-Conservación de las propiedades anteriores ante cambios térmicos.

Para una identificación fácil y clara se dispondrá de tubos de diferentes colores que tendrán que ser opacos e intensos.

Los tubos tendrán que estar rellenos de un compuesto hidrófugo que rodee y proteja a las fibras.

Varillas de relleno

Cuando la geometría y la estructura del cable lo requiera, se utilizarán varillas de relleno que no estén huecas. El diámetro exterior de estas varillas será igual al diámetro externo de los tubos huecos, estarán hechos de un material compatible con el resto de los materiales y tendrán que cumplir las mismas propiedades mecánicas y térmicas que el tubo vacío. Todas las varillas de relleno serán del mismo color entre sí y diferente a los colores utilizados para los tubos vacíos.

Elemento central

El elemento central soportará el esfuerzo de tracción sobre el cable durante las fases de tendido y las tensiones mecánicas provocadas por variaciones térmicas. Igualmente actuará como soporte para el cableado de los tubos portadores de las fibras ópticas y las varillas de relleno.

Los materiales que formen el elemento central habrá de cumplir los siguientes criterios:

-Ser dieléctrico.

-Elevado módulo de Young.

-Bajo coeficiente de dilatación térmica.

-Reducido peso por unidad de longitud.

-Flexibilidad suficiente que permitirá al cable adaptarse a la curvatura de la canalización.

Se utilizarán materiales tipo F.R.P. (fibra de vidrio con resina de poliéster) o similares. El elemento central se podrá utilizar desnudo o recubierto con polietileno según la configuración del núcleo del cable.

Cableado

Los tubos huecos y las varillas de relleno se trenzarán en torno al elemento central. El núcleo del cable estará formado por el elemento central, los tubos trenzados y la cubierta, en caso de existir, que cubrirá a todos los elementos citados.

El tipo de trenzado a utilizar será el S-Z. Los tubos y las varillas se disponen helicoidalmente en torno al eje del elemento central, cambiado el sentido de giro cada 6 pasos de hélice. En los puntos donde se producen los cambios del sentido del giro, los tubos y las varillas serán paralelos al eje del elemento central.

Relleno del núcleo

El núcleo del cable se rellenará con cintas o hilos hidrocarbonantes de forma que ocupe todos los espacios. En ambos casos, se asegurará la estanqueidad longitudinal del cable de fibra óptica y tendrán que cumplir las siguientes propiedades:

-El cable debe ser seco.

-Debe ser compatible con los demás materiales del cable.

-No tóxico.

-Fácilmente procesable.

-Coeficiente de dilatación relativamente bajo.

-Efecto expansivo insignificante sobre las coberturas del núcleo del cable.

Cinta envolvente y ligaduras

Dependiendo del proceso de fabricación, el núcleo del cable se recubrirá con una o varias cintas de plástica. Esta cubierta protegerá al núcleo del cable en las fases posteriores de fabricación y servirá como barrera frente al agua y la humedad. Estas cintas se aplicarán longitudinalmente con un solapamiento superior a 5 mm.

Sobre el núcleo o cinta envolvente se dispondrán una o dos capas de material no higroscópico de forma helicoidal en todo el eje del núcleo y en sentido de giro contrarios.

Con el fin de facilitar el pelado de la cubierta interna e impedir que los tubos se dañen por el uso de herramientas, se dispondrá longitudinalmente al núcleo un hilo guía que deberá ser capaz de romper la cubierta.

Estructura del núcleo del cable

Se dispondrán varios tubos alrededor del elemento central de la forma descrita en el apartado anterior. El número de tubos irá en función del dimensionado del cable. En cada uno de los tubos huecos se situarán ocho fibras ópticas, cada una de ellas fácilmente identificable de las demás por el color de las mismas. El orden será en el sentido de las agujas del reloj.

Cubierta de los cables de fibra óptica

Sobre el núcleo del cable se aplicará una serie de capas de diferentes materiales que deberán de proteger al cable de los siguientes agentes:

-Esfuerzos mecánicos como tracciones y torsiones.

-Variaciones térmicas.

-Agentes químicos.

-Acción del agua y la humead.

-Protección ante temperaturas elevadas.

La cubierta del cable será de clase 7 debido al uso que se le dará:

-Clase 7: cable anti-roedores de hilos de vidrio específico para tendido y extensión en microzanjas.

TIPO 7

Fibras totales	64	72	96	144
Tubos activos/pasivos	8/0	9/0	12/0	18/0
Fibras por tubo	8	8	8	8
Diámetro máximo exterior (mm)[1]	10	12,1	12,1	12,3
Peso aprox. (Kg/Km)	90	130	131	141

(1) Tolerancia=+/- 0,5 mm

Cubierta interna

La cubierta interna estará formada por polietileno negro (RAL 9005), de baja densidad y alto peso molecular, tipo I, clase C y categoría 5. También puede estar formada exclusivamente por hilos de aramida o añadirse por encima de la cubierta interna. La cubierta interna deberá cumplir las siguientes propiedades:

-Uniformidad de las dimensiones transversales de cubierta de todo el cable.

-Homogeneidad de la cubierta, no presentará poros, rayones ni ningún defecto.

-Superficie lisa de tonalidad uniforme.

-Se ajustará perfectamente al elemento de refuerzo.

Capa anti-roedores

Sobre la cubierta interna o directamente sobre la cinta alrededor del núcleo, se dispondrán hilos de fibra de vidrio en forma helicoidal o de acero corrugado que servirán como elementos de protección anti-roedores. Los elementos de fibra de vidrio tendrán que cubrir un 100% de la superficie de la cubierta interna.

La fibra de vidrio deberá cumplir los siguientes parámetros:

-Módulo de elasticidad: 50 kN/mm^2.

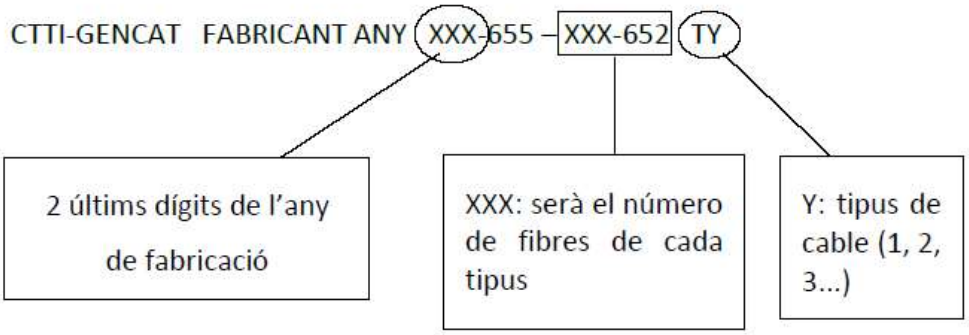
-Tensión máxima de tiro: ≥1.400 N/mm^2.

Cubierta externa

La cubierta externa estará formada por polietileno negro, de alta densidad y bajo peso molecular, tipo III, clase C y categoría 4.

Marcado de la cubierta externa

Se grabará a intervalos de un metro en tinta blanca una inscripción del tipo que se muestra a continuación:



Además, se indicará la longitud del cable con un error, por exceso, inferior al 1%.

Estructura y dimensiones del cable de fibra óptica

Las dimensiones, características y parámetros básicos mecánicos de los cables diseñados por el CTTI no son estándares, aunque cumplen con todas las normativas vigentes al respecto.

PARÁMETROS MECÁNICOS Y AMBIENTALES	
Resistencia a la tracción sin alargamiento de las fibras [N]	≥4.000 N
Aplastamiento	≥2.000 N/100mm
Radio mínimo de curvatura en servicio (D= diámetro exterior del cable)	20xD
Temperatura de almacenamiento	-40ºC a +70ºC
Temperatura de instalación	-5ºC a +50ºC
Temperatura de operación	-30ºC a +70ºC

Fabricación y entrega en bobinas

Se utilizarán bobinas de madera especiales para cables de fibra óptica. El diámetro del tambor será al menos de 30 veces el diámetro del cable. La longitud estándar de cable que debe contener la bobina es de 4000 metros. De todas formas, según el proyecto constructivo y las necesidades de la obra, podrán ser de otro tamaño.

El fabricante estará obligado en la entrega del cable, a adjuntar un certificado conforme la fibra cumple con las especificaciones técnicas.

Se dispondrá en los laterales de la bobina de forma clara y visible, la siguiente información:

-Nombre del fabricante.

-La inscripción de "CABLE ÓPTICO".

-El sentido de giro de la bobina.

-Identificación de la bobina por parte del fabricante.

-Identificación de la bobina por parte del comprador.

-Tipo y composición del cable.

-Longitud.

-Marca de metraje de la punta interna.

-Peso bruto y peso neto de la bobina de cable.

Las bobinas de cables de fibra óptica deben almacenarse en lugares adecuados que cumplen:

-Secos y protegidos frente a lluvias y tormentas.

-Estructuras que garanticen que ninguna bobina apoye sobre el cable de fibra óptica de otra.

-Temperatura ambiente dentro de los límites de tolerancia de las fibras.

Terminación de las bobinas

Los dos extremos del cable irán firmemente asegurados de modo que no se produzcan movimiento del cable durante las fases de transporte, manipulación o tendido.

Las dos puntas del cable se sellarán mediante cierre hermético. La punta interna se enrollará de forma que resulten accesibles, al menos, 5 metros de cable para medidas.

Se colocará un elemento de color rojo sobre el lugar donde se encuentre la punta interna y se procurará que la punta externa sea colocada junto a la interna.

Garantía y calidad de los cables de fibra óptica

Tiempo de vida útil

Se exigirá al fabricante la realización, de una forma justificada, de la estimación de la vida útil del cable de fibra óptica. Para este requerimiento se tendrá en cuenta las siguientes variables:

-Humedad.

-Corrosión.

-Vida útil de la fibra óptica. Como mínima ésta debe ser de 25 años.

-Tensiones permanentes a las que se va a someter el cable.

-Tensión máxima de tiro.

Ensayos

A continuación, se presentan los ensayos más comunes a realizar sobre la fibra óptica, cubierta del cable y cable terminado antes de ser validada por el fabricante. Todos ellos a realizar en la laboratorio o sala de ensayos y siguiendo las normas ITU-T G.650.1 y ITU-T G.650.2. TRAGSA se reserva el derecho a exigir la realización de lo ensayos que estime pertinentes.

Los ensayos serán los siguientes:

-Atenuación: se determina el coeficiente de atenuación en las longitudes de onda de 1.310 nm y 1.550 nm.

-Longitud de onda de corte: se determina la longitud de onda por debajo de la fibra óptica multimodo.

-Diámetro del campo modal: se determina el diámetro del campo modal en la longitud de onda de 1.310 nm o 1.550 nm. El diámetro de campo modal (MFD) representa una medida de alcance transversal de la intensidad de campo electromagnético en una sección transversal.

-Atenuación inducida: se establece en este ensayo la variación de la atenuación cuando la fibra óptica se dispone en bucles de radio determinado.

-Dispersión cromática: es un hecho provocado por las diferentes velocidades de propagación de las distintas longitudes de onda que conforman un pulso de luz, haciendo que éste se ensanche. El efecto que provoca es una limitación en el ancho de banda que puede transmitirse por la fibra.

-Dimensiones: se comprueba que las dimensiones de los distintos elementos del cable cumplen las presentes especificaciones de cable de fibra óptica.

-Carga de rotura y alargamiento: se determina la carga máxima que puede soportar una probeta extraída de la cubierta del cable sin romper, así como el alargamiento de la cubierta sometida a un esfuerzo de tracción.

-Carga de rotura y alargamiento de muestras envejecidas: se determina la carga máxima que puede soportar una probeta envejecida de la cubierta del cable sin romper, así como el alargamiento de la cubierta sometida a un esfuerzo de tracción.

-Índice de fluidez: se comprueba la fluidez del compuesto de relleno que tienen los cables de fibra óptica.

-Tracción: se comprueba el comportamiento óptico de las fibras en el cable ante los esfuerzos de tracción a los que éste puede estar sometido durante el proceso de tendido.

-Torsión: se determinan las posibles variaciones de la atenuación inducida en las fibras ópticas dentro del cable cuando está sometido a esfuerzos de torsión, así como comprobar la resistencia a esfuerzos de torsión del cable.

-Impacto: se comprueba la resistencia de las fibras y cables ópticos al impacto de algo con una energía determinada.

-Aplastamiento: se comprueba el comportamiento óptico de las fibras ópticas y el comportamiento mecánico del cable bajo esfuerzos de aplastamiento.

-Doblado en frío: se determina la resistencia del cable a soportar esfuerzos repetidos de doblado a una temperatura especificada.

-Estancamiento: se comprueba que el compuesto hidrófugo que llena los cables no presenta discontinuidades que permitan el paso de agua a través del cable.

-Flexión por esfuerzo: se comprueba la resistencia de las fibras y cables ópticos a soportar repentinamente esfuerzos de tracción en la dirección perpendicular al eje longitudinal.

-Curvatura: se comprueba la resistencia del cable para ser doblado con un radio determinado y estudiar el comportamiento óptico de las fibras en el cable.

-Ciclos térmicos: se comprueba la estabilidad de la atenuación óptica de las fibras en el rango de temperaturas al que puede ser sometido el cable durante las fases de almacenamiento, transporte, tendido y vida útil.

Otros ensayos

Se valorará la realización de otros ensayos que, sin ser obligatorios, sí son recomendables:

-Dispersión por modo de polarización.

-Atenuación espectral de las fibras.

-Área efectiva.

-Diámetro del revestimiento de la fibra, error de concentricidad del campo modal, y no circularidad de la cubierta.

4. CONDICIONES PARTICULARES DEL CONTRATO

Los materiales se suministrarán en entregas parciales en el lugar o lugares indicados por Tragsa a lo largo de la obra

de extensión de la estructura de fibra óptica en la comunidad autónoma de Cataluña.

La empresa adjudicataria deberá concertar con los encargados de obra la fecha y hora de descarga con al menos 48 horas de antelación de manera que puedan organizarse los horarios de descargas de los camiones, para que no se produzcan interferencias con otros trabajos que se estén desarrollando en la obra.

El transporte del material hasta obra correrá por cuenta del adjudicatario. El suministrador deberá poner a disposición del contrato los medios necesarios para garantizar que las tareas de descarga se realizan con suficiente seguridad para evitar daños en los cables o en las bobinas.

Todos los materiales empleados dispondrán de la documentación indicada en su UNE de referencia y, en cualquier caso, todos dispondrán de marcado CE y la correspondiente declaración de prestaciones.

El período de garantía del fabricante sobre sus materiales comenzará tras la recepción de la obra por parte de la Propiedad.

El adjudicatario proporcionará a TRAGSA los Certificados de Calidad que deba tener el material suministrado y utilizado, así como toda la documentación que acredite el cumplimiento de las medidas de aseguramiento de la calidad de los productos suministrados y de los controles a los que se han sometido.

Cada uno de estos documentos pueden ser reclamados por Tragsa a la empresa adjudicataria durante el transcurso de la obra, sin necesidad de esperar a la terminación de la misma. Toda la documentación será entregada también en soporte informático.

5. OTRAS CONDICIONES

Los suministros parciales se harán, previo pedido por parte de TRAGSA, mediante método fehaciente, con un máximo de 20 días de antelación a la fecha y hora del requerimiento.

5.1. MATERIALES

El adjudicatario proporcionará a TRAGSA los Certificados de Calidad que deba tener el material suministrado y utilizado, así como toda la documentación que acredite el cumplimiento de las medidas de aseguramiento de la calidad de los productos suministrados y de los controles a los que se han sometido.

El adjudicatario será responsable del transporte, de la carga y de la descarga de los materiales que deberá realizar en el lugar señalado por TRAGSA para su acopio, y en las condiciones pertinentes que, en todo caso, deberán asegurar su correcto almacenamiento permitiendo, en su caso, la identificación de las distintas partidas de que se componga el suministro.