

PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE CONEXIÓN DEL ANILLO
NORTE "PART ALTA" Y DEL ANILLO SUR "PL. DE LES CORTS"



EMPREN SOLUCIONS INTEGRALS PER A L'EMPRESA

C/Higini Anglès 4, 1ªª.
43001 Tarragona

21 de Diciembre de 2009

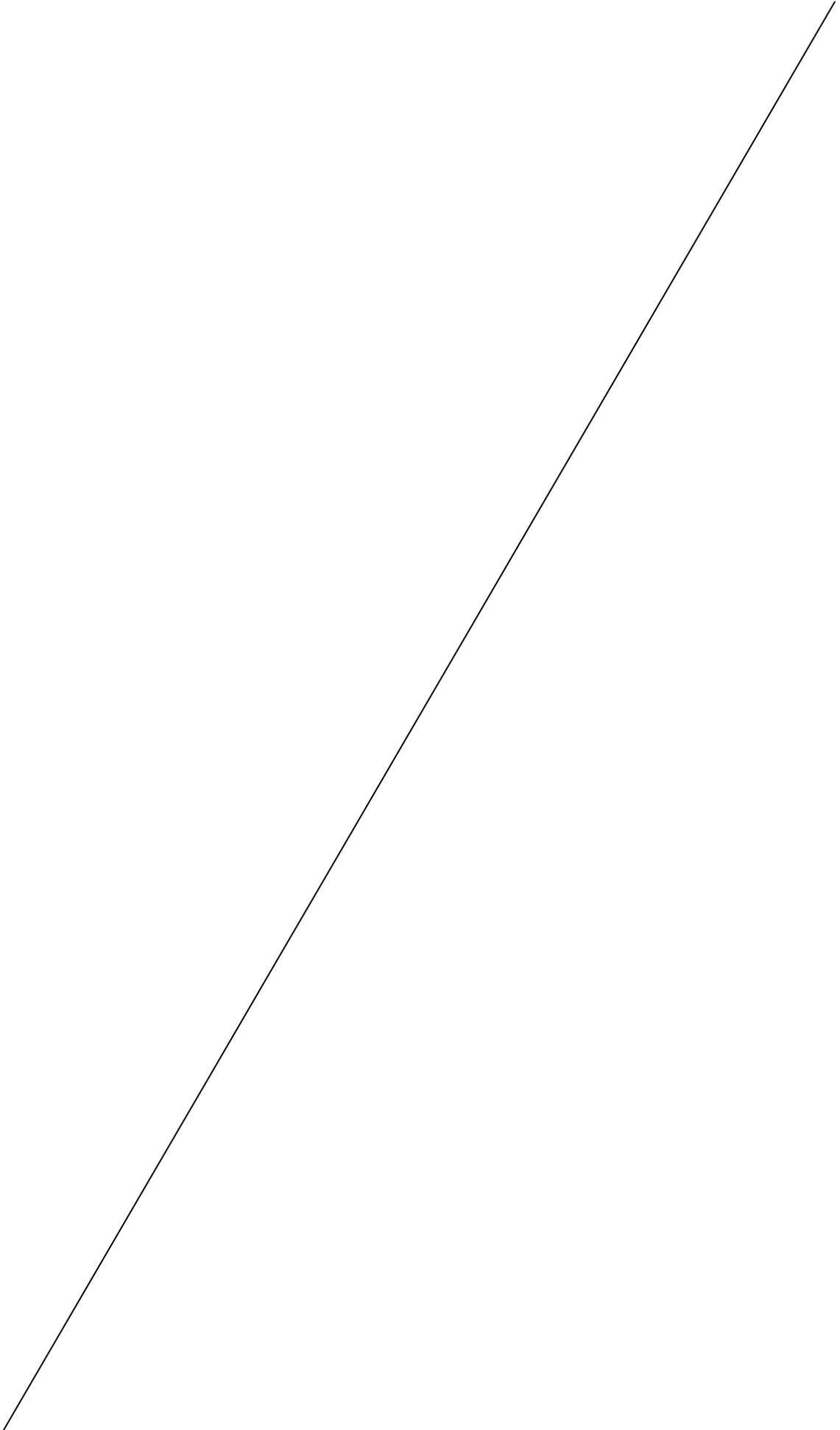
Versión 1

Autor: José María Galiá Tejerina



AJUNTAMENT DE TARRAGONA

Plaça de la Font, 1
43001 Tarragona

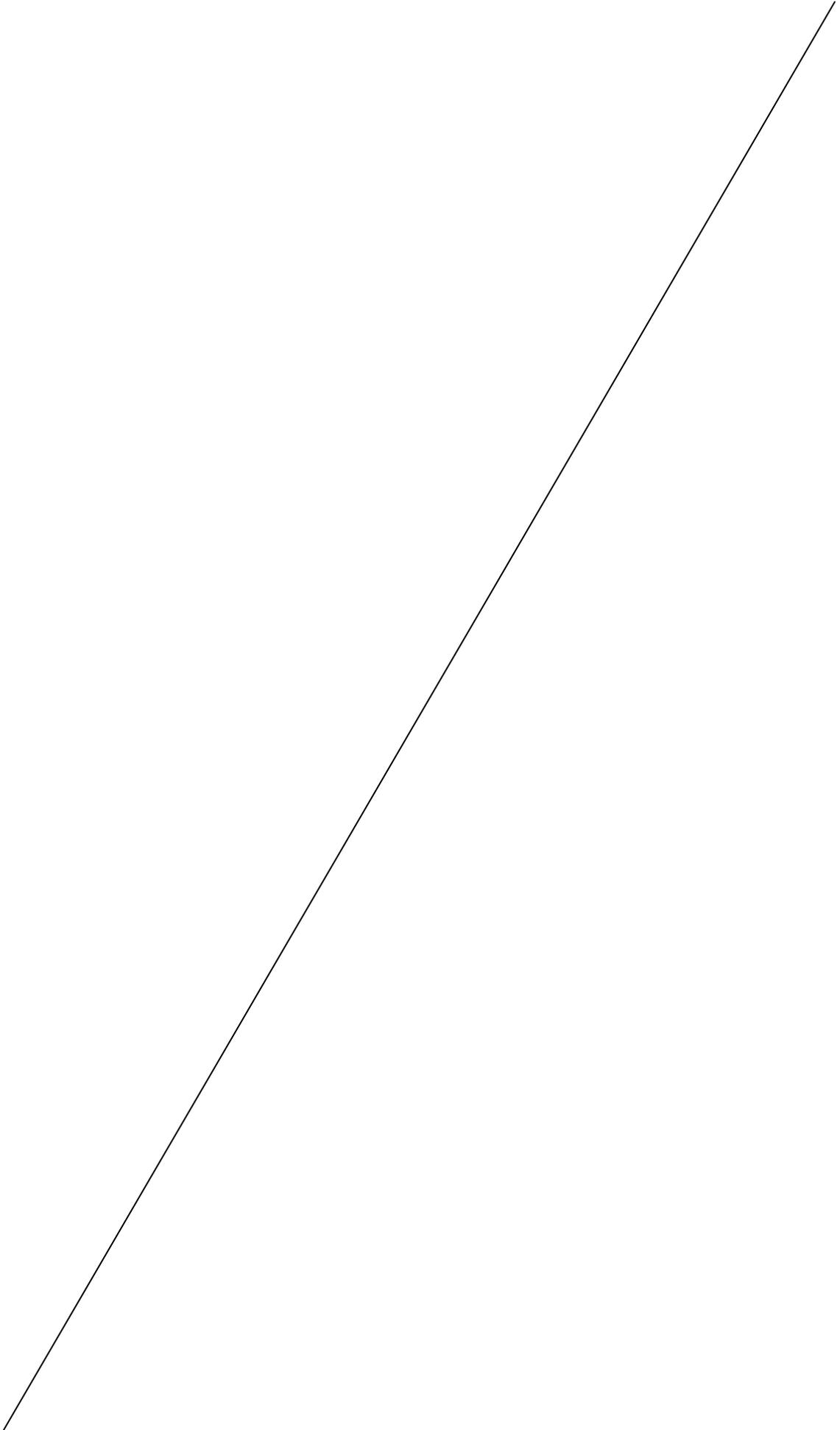




1

Tabla de Contenidos

1 ANTECEDENTES	5
2 AUTOR DEL ESTUDIO.....	5
3 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	6
4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	6
5 OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES.....	8
5.1 Características constructivas.....	9
5.2 Criterios y consideraciones generales	13
5.3 Cámaras de registro y arquetas.	13
5.4 Tipo de prisma y asignación de conductos.....	14
5.5 Servicios afectados.....	14
6 TOPOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA DE RED	16
6.1 Características Constructivas	16
6.2 Ejecución de la obra.....	18
6.3 Autocontrol de Calidad	29



MEMORIA

Proyecto Constructivo de Conexión del Anillo Norte "Part Alta" y del Anillo Sur "Pl. de les Corts"

1 ANTECEDENTES

El Ayuntamiento de Tarragona, ha ido construyendo, en el último periodo, una red de canalizaciones para poder desplegar una red corporativa de telecomunicaciones que conecte edificios públicos de la ciudad.

Debido a la variada posición de los emplazamientos a conectar a la red corporativa, esta requiere de una jerarquía compuesta por varios anillos troncales según los edificios a abarcar. El Ayuntamiento encarga el presente proyecto para ejecutar la conexión del anillo norte (Part Alta) y sus conexiones con el anillo sur (Plaça de les Corts Catalanes).

El Ayuntamiento encarga el presente proyecto para la ejecución de la conexión del anillo norte "Part Alta" que permitirá la conexión de la Diputación, como nodo central, con el anillo sur de la Plaça de les Corts.

	Ajuntament de Tarragona Plaça de la Font,1 43003 Tarragona Teléfono: 977 296 100 http://www.tarragona.cat
---	--

2 AUTOR DEL ESTUDIO

La ingeniería redactora del proyecto constructivo es:

	EMPREN C/Higini Anglès 4, 1º4º 43001 Tarragona Teléfono: 977 25 20 92 http://www.empren.es
---	---

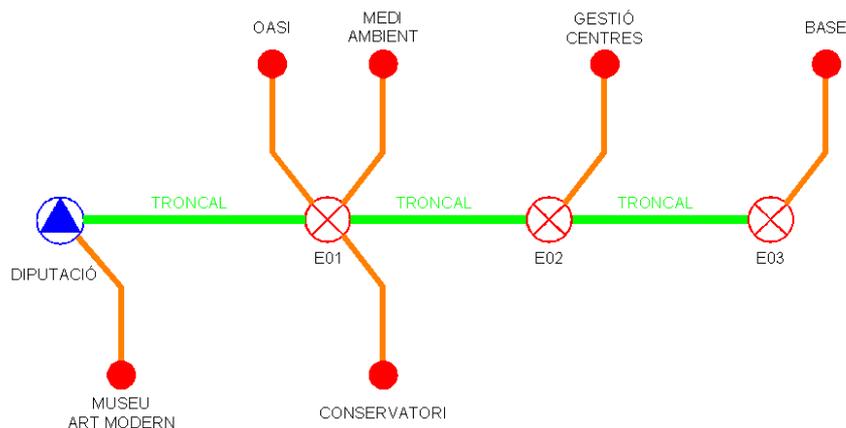
El autor de este proyecto es Don José María Galiá Tejerina, Ingeniero Superior de Telecomunicaciones, con número de colegiado 8.379.

3 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto del presente documento es la realización de la canalización y tendido de fibra óptica necesarios para los anillos troncales norte y sur y las conexiones de las dependencias de la Diputación de Tarragona, las oficinas de Medio Ambiente, Gestión de Centros, el Museo de Arte Moderno, la escuela Conservatorio de Música, las oficinas del Organismo Autónomo de la Sociedad de la Información (OASI) y las oficinas de BASE. Toda esta infraestructura pertenecerá a la red corporativa municipal, y se realizará mediante mangueras de fibra óptica tendidas en canalizaciones de telecomunicaciones en su mayoría existentes y, en su defecto, se realizará la construcción de nuevas canalizaciones en vía pública que permitan dicha conexión. También se contempla en este proyecto la instalación de los equipos de patch-panel que permitirán la terminación de las fibras ópticas en los armarios racks de los emplazamientos.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

Se basa en el nuevo tendido de manguera de fibra troncal de 96f.o. desde la cabecera situada en el Palacio de la Diputación hasta las cajas de empalme desde las que partirán las mangueras de fibras (16f.o.) de acceso a las diferentes ubicaciones.



E *Esquemático de la red de fibra óptica proyectada.*

La conexión del Museo de Arte Moderno se realizará directamente desde la cabecera (Diputación) debido a la proximidad de este emplazamiento con el Palacio de la Diputación.

La manguera troncal de 96 fibras ópticas se tenderá por tramos de canalización nuevos, tramos del ayuntamiento y tramos de otros operadores cedidos al ayuntamiento mediante convenios. Concretamente se construirá un nuevo tramo para la conexión del edificio del Palacio de la Diputación con la canalización existente de ALPI en el Paseo Sant Antoni, a continuación se utilizará un tubo de esta hasta la canalización del ayuntamiento en las calles Granada y Portella. Después de esta se seguirá por el tubo cedido de ALPI hasta la infraestructura propia del ayuntamiento existente desde la Rambla Vella hasta la plaza de las Corts Catalanes, donde la fibra troncal finalizará en el empalme E03.



Una de las arquetas de ALPI en la zona.

Las distintas sedes a conectar carecen de conexión con la canalización existente, por lo que se deberá realizar la obra civil suficiente para conectarlas. Para ello se instalarán dos tubulares partiendo de arquetas existentes, o bien, interceptándola con nuevas arquetas.



Calle por la que discurre la canalización del Ayuntamiento en la Calle Granada, al fondo, la Casa Canals.

Una vez tendida la manguera troncal de fibra óptica en cuestión, se tirará una manguera de fibra óptica (16 f.o.) desde la fibra troncal hasta los racks de las distintas sedes, donde se instalarán los patch-panel y se conectarán mediante empalmes ubicadas en las arquetas del Ayuntamiento por las que discorra la fibra troncal según carta de empalme adjunta al proyecto.

5 OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES

El trabajo a efectuar consistirá en la construcción de varios tramos de canalización, para el posterior tendido de cable de fibra óptica.

Se trata, de realizar la conexión de los edificios a la canalización existente cedida o propiedad del Ayuntamiento.

Para ello, se pretende construir la canalización suficiente con un prisma hormigonado de dos conductos de 125 mm. de tubo de polietileno de alta densidad corrugado de doble capa con pared interior lisa e instalar arquetas prefabricadas de hormigón del tipo 2C en los cruces de calle y puntos clave.

El tramo de canalización a construir se indica a continuación:

CALLE	TRAMO	LONG. (m)	ACERA (m)	ASF. (m)	AC.ESP. (m)
TRONCAL PALAU DIPUTACIÓ					
Psg.St.Antoni	PD - A01	5,00	5,00		
Psg.St.Antoni	A01 - ALPI1	45,00	45,00		
CONEXIÓN OASI					
c/August	B01 - B02	90,00		90,00	
c/August	B02 - OASI	5,00	5,00		
CONEXIÓN BASE					
Av.President Lluís Companys	Ayto.Ex.3 -D01	25,00			25,00
Av.President Lluís Companys	D01- BASE	5,00			5,00
CONEXIÓN MUESU ART MODERN					
Pl.Angels	J01 - J02	60,00			60,00
C/Sta.Anna	J02 - MAM	5,00			5,00
CONEXIÓN MEDI AMBIENT					
C/Gasòmetre	K01 - MA	16,00	4,00	12,00	
CONEXIÓN GESTIÓ DE CENTRES					
Rbla.Nova	L01 - L02	55,00			55,00
Rbla.Nova	L02 - L03	46,00			46,00
Rbla.Nova	L03 - GC	5,00			5,00
CONEXIÓN CONSERTVATORI					
C/Cavallers	M01 - CM	45,00			45,00
TOTAL		407	59,00	102,00	246,00

La obra perteneciente a la canalización nueva tiene un total de **407 metros.**

5.1 Características constructivas

5.1.1 Definición de canalización subterránea

La canalización subterránea engloba todos los procesos constructivos que tienen por objeto la construcción de canalizaciones de conductos para el paso de cables, protegidos con arena o bien con hormigón, bajo calzadas o bajo aceras y aprovechando los prismas existentes en obras de fábrica. También quedan incluidos la demolición y reposición de pavimentos así como movimientos manuales o mecánicos de tierras, dejando los prismas totalmente terminados, incluyendo así mismo material auxiliar, maquinaria, y cualquier otro elemento necesario para su correcta ejecución.

Las unidades de obra civil de canalización subterránea se componen principalmente de combinaciones de los siguientes parámetros:

- Número de conductos.
- Tipo de conductos (corrugados de doble pared o lisos).
- Diámetro de los tubos.
- Tipo de pavimento por el que discurre la canalización (acera, calzada,...).
- Tipo de protección de la canalización (hormigón o arena).

En general la definición geométrica de los diferentes tipos de canalización es la que se refleja en los planos incluidos en el presente documento.

5.1.2 Materiales necesarios

- Tubos de polietileno corrugado de doble pared de 125mm
- Hilo guía para conductos
- Manguitos de empalme para tubo corrugado de 125mm
- Obturadores tripolares
- Separadores de polietileno para tubos de 125mm
- Tapones ciegos con elemento de amarre para tubos de 125mm
- Marcos y tapas de fundición

Además de todo aquello que sea necesario para la correcta ejecución del siguiente proceso constructivo.

5.1.3 Ejecución de la obra

Se construirá una canalización subterránea, formada por prisma de 2 tubos de 125 mm o de alguna otra dimensión siempre que lo solicite la Dirección Facultativa, según sea necesario. Los conductos serán de polietileno de alta densidad corrugado por fuera y liso por dentro, y protegidos con prisma de hormigón.

Asimismo, las arquetas necesarias a construir serán tipo 2C (700x700x1000 mm de dimensiones interiores).

Estas arquetas de registro son las obras de fábrica que se disponen intercaladas en la canalización con objeto de efectuar empalmes, derivaciones, cambios de sección, para facilitar el tendido o manipulación del cable.

Las zanjas indicadas en proyecto se replantean sobre el suelo, autorizando la Dirección de Obra el inicio de las excavaciones.

La excavación se ejecutará hasta la profundidad señalada en los planos, obteniéndose una superficie firme y limpia. Se admite una tolerancia de 4cm respecto a las dimensiones teóricas

Se dispondrán las entibaciones y apeos necesarios para garantizar el sostenimiento del terreno.

Todas las canalizaciones de servicios y servidumbre existentes se respetarán; y se tomarán las precauciones necesarias para evitar que las lluvias o nieves inunden las zanjas abiertas.

Las tierras procedentes de excavación no reutilizadas se acopiarán en sacos para su posterior transporte al vertedero.

En caso de disponer las tierras de la excavación al borde de la zanja, éstas no formarán un cordón continuo, sino que deberán dejar pasos para el tránsito general y para entradas a edificios y fincas afectadas por las obras. Estos pasos se establecerán mediante pasarelas rígidas protegidas con barandillas de 0.90 m de altura para peatones y chapas de acero para vehículos, convenientemente fijadas. Durante el tiempo en el que permanezcan abiertas las zanjas, el Contratista establecerá señales de peligro y aviso, especialmente por la noche con la iluminación y balizado necesarios.

Los tubos se colocarán en el fondo de la zanja con los distanciadores prescritos, garantizando las separaciones entre los mismos con las paredes y fondo de la excavación. Deberán quedar perfectamente dispuestos, evitando que puedan producirse estrangulamientos y codos en su trazado y respetando los radios de curvatura que se indiquen en el proyecto.

En caso de formar el prisma con hormigón, éste será del tipo H-150, suministrado y puesto en obra según se especifica en la Instrucción EH-91 para obras de hormigón en masa o armado.

Siempre que sea posible, el relleno de las zanjas se efectuará con materiales procedentes de la excavación de las mismas. Únicamente los suelos inadecuados no podrán emplearse en el relleno de zanjas, salvo especificación taxativa ordenada por la Dirección de Obra.

El material se extenderá en capas de 15 cm de espesor como máximo. A continuación se humectará cada capa, si procede, con objeto de obtener una compactación de al menos el 95% de la que resulte en el ensayo Proctor Modificado. En el caso de prismas protegidos con hormigón, se intercalará en el relleno una banda de aviso de polietileno micro perforada de 15 cm de anchura, colocándose una tabla de polietileno de 250 por 10 mm como aviso y protección en el caso de prismas protegidos con arena.

Una vez completado el relleno hasta la cota que corresponda, la Dirección de obra aprobará el mismo, efectuando los ensayos oportunos, tras lo cual se podrá reponer el firme, de acuerdo con las secciones tipo que figuran en los planos de canalización que se adjuntan en este documento.

Corresponde al contratista la entrega de documentación y acatamiento de los siguientes puntos:

- Plano de las diferentes compañías de servicios existentes, agua, gas, media y baja tensión, teléfonos, saneamiento, alumbrado público...
- Se realizarán los trabajos de obra según la planificación adjunta.
- Todo el material procedente de demoliciones, así como el material sobrante se trasladará a vertedero autorizado.
- En el caso de romper una acometida domiciliaria se procederá inmediatamente a su reparación respetando el mismo

- En el caso de imbornales y sus conexiones al saneamiento, se actuará del mismo modo que el punto anterior.
- Si se detecta algún servicio que no estuviera identificado en planos, se notificará inmediatamente al técnico supervisor del Ayuntamiento.
- Los últimos sesenta (60) centímetros de coronación de las zanjas se rellenarán siguiendo los criterios que fije el Ayuntamiento.
- El solicitante de la licencia se comprometerá a reparar a su cargo y durante un período de diez (10) años, los posibles blandones o hundimientos que se produzcan en la calzada como consecuencia de las obras.
- Las aceras estarán siempre expeditas para facilitar la circulación de viandantes.
- El borde de la zanja que esté en contacto con la zona de circulación de viandantes estará siempre protegido por vallas.
- Los pasos de peatones han de permanecer el mínimo tiempo cortados y una vez efectuada la zanja se colocará una chapa y se flanqueará por vallas.
- En los vados de vehículos se actuará del mismo modo que en el punto anterior.
- En los pasos de peatones y vados de vehículos no podrá quedar la zanja abierta durante la noche.
- El Ayuntamiento fijará para las zonas comerciales un horario para carga / descarga durante el cual han de poder circular libremente los vehículos de reparto.
- Frente a los locales comerciales, bares, cines y cualquier tipo de local público no podrá quedar la zanja abierta durante la noche.
- Póliza de RESPONSABILIDAD CIVIL.

La Policía Local se encargará de regular la circulación en aquellas calles que por sus dimensiones se tenga que cortar al tráfico durante el día, siendo a cargo del solicitante de la licencia todos los costes que ello origine. Por la

noche han de quedar libres al tráfico. Se facilitará siempre la entrada / salida de vecinos con plaza de parking.

5.2 Criterios y consideraciones generales

El diseño de obra civil reflejará la ubicación de los elementos y el trazado, normalmente se usará bajo las premisas siguientes:

- Todo el trazado de fibra óptica discurrirá por canalización subterránea.
- Teniendo en cuenta que la obra civil se realizará en el casco histórico de la ciudad la reposición del pavimento se realizará, en la medida de lo posible, con el mismo material extraído, con la finalidad de mantener el carácter singular de la zona.
- Aquellos edificios singulares que se consideren de interés para el complejo (edificios tematizados, históricos, de interés medioambiental, etc...)
- De necesitar instalar cables de energía, éstos siempre discurrirán por canalización subterránea.
- Aquellos tramos de red donde la gran cantidad de cables a instalar así lo aconseje.

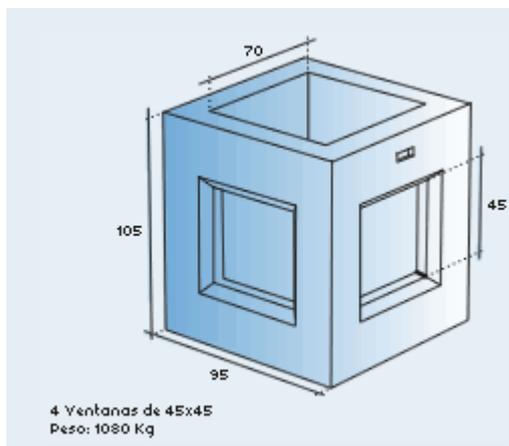
El dimensionado final de la canalización irá en función de la red diseñada y del desarrollo previsto de ésta, en un horizonte de 5-10 años, así como de la previsión de uso compartido de la nueva infraestructura o parte de ella, por diferentes redes.

Previamente al diseño del trazado de la zanja y situación de los registros, se han de solicitar en lo posible a otras compañías de prestación de servicios de telefonía, electricidad, aguas, gas, etc., los planos de afectación de servicios en la zona de estudio. También se habrá de comprobar in situ la situación de tapas, registros de las otras compañías.

5.3 Cámaras de registro y arquetas.

Las cámaras de registro (CR) y arquetas se situarán siempre en zona accesibles, en la medida de lo posible fuera de calzada, aunque cuando esto no sea posible, se situarán en calzada pero evitando situarlas en mitad de calzadas o cruces de calle.

Típicamente se instalará una arqueta de tipo telecomunicaciones de **70x70x105**, que permita la instalación de torpedos de empalme estancos.

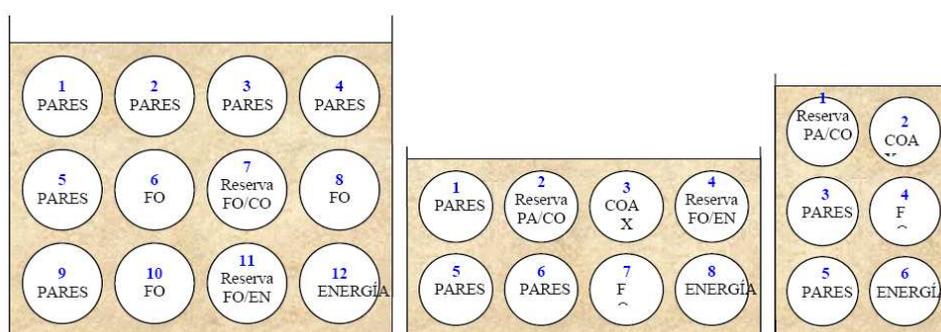


5.4 Tipo de prisma y asignación de conductos.

Todos los prismas de canalización se formarán con tubos de polietileno de 125 mm de diámetro y en prisma de hormigón. El prisma será en base 2.

5.4.1 Asignación de conductos

La numeración de conductos se hace de arriba abajo, y de izquierda a derecha mirando desde el Nudo más cercano, la asignación de los tipos de cable a cada conducto será de manera orientativa la siguiente:



El orden de instalación de los cables en los conductos en aquellos casos que haya varias posibilidades es siempre empezar por el conducto más bajo.

5.5 Servicios afectados

Debido a la particular incidencia de la red que se pretende construir sobre el subsuelo de zonas urbanas frecuentemente ocupadas por numerosos servicios de todo tipo, se considera imprescindible la adopción de medidas preventivas respecto a las instalaciones existentes.

Será responsabilidad del contratista comprobar la existencia de Servicios Afectados en la zona por la que deba discurrir la canalización en zanja, además de tomar las medidas oportunas respecto a la presencia de Servicios Afectados en el caso de que éstos existan.

El contratista de obras solicitará a las diferentes compañías de servicios sus instalaciones existentes que afectan al trazado de la red. Con este objeto el contratista recibirá de todas las compañías de servicios, previamente al inicio de los trabajos y de forma fehaciente, toda la información que sea posible referente a instalaciones existentes, haciendo mención expresa de los escritos de solicitud del Decreto 1844/74 del 20 de junio de 1974 que reglamenta estas situaciones.

Sin perjuicio de que el Proyecto pueda incluir, a título informativo, un anexo que identifique los servicios o instalaciones existentes en la zona donde se sitúen los trabajos, el Contratista adjudicatario de las obras será responsable de solicitar, en nombre de la propiedad, a las diferentes compañías de servicios o instalaciones, los planos y detalles necesarios para reconocer y situar sobre el terreno las instalaciones existentes, facilitando a la propiedad la oportuna copia, de manera que una vez realizadas las pertinentes catas de reconocimiento, pueda situar correctamente los diferentes elementos de canalización indicados en el Proyecto, no pudiendo alegar el Contratista ignorancia frente a las consecuencias que suponga la inobservancia de este extremo, estando a su cargo la exclusiva responsabilidad civil y/o penal, con entera indemnidad de la propiedad, los daños que durante la ejecución de los trabajos o con posterioridad a los mismos se produjesen en las mencionadas instalaciones o elementos próximos, con independencia del agente causal.

Se entiende que los precios unitarios de la obra comprenden los costes que se puedan producir por la existencia de servicios e instalaciones en zonas de dominio público de agua, gas, electricidad, teléfono, alcantarillado, iluminación, señalización, comunicaciones, etc. El Contratista deberá colocar los elementos de protección y sustentación necesarios para que no se produzca daño alguno en los servicios durante la realización de las obras, siguiendo, al mismo tiempo, las instrucciones de las Compañías propietarias para dejar los servicios correctamente instalados al finalizar sus trabajos.

6 TOPOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA DE RED

6.1 Características Constructivas

La longitud total de fibra óptica troncal en el proyecto es de 1344 metros. Puesto que dicha fibra troncal transcurre por un conducto cedido en base a un convenio entre el Ayuntamiento de Tarragona y el operador de telecomunicaciones ALPI, sólo se tenderá dicha manguera troncal no se colocará ningún equipamiento adicional que no sea la propia manguera. La longitud total de la red de acceso, mangueras de 4 f.o. es de 420 metros. Se dejarán reservas de fibra suficientes para, en el futuro, poder recuperarlas cuándo sea necesario, tal y como se especifica mas adelante.

Las mediciones por tramos de fibra a instalar son:

CALLE	TRAMO	FIBRAS	LONGITUD
Pg. Sant Antoni/Pl. Corts	Diputació – Empalme E03	96 F.O.	2.850 m
C. Portella-C.Granada	Diputació – MAM	16 F.O.	512 m
C.St Francesc-C. August	E01-OASI	16 F.O.	420 m
C. Unió-C.Gasometre	E01-MA	16 F.O.	897 m
Via Imperi-C. Cavallers	E01-CT	16 F.O.	510 m
Rambla Nova	E02-GC	16 F.O.	248 m
Av. Francesc Macià	E03-BS	16 F.O.	660 m

La tirada total de Fibra Óptica de 96 fibras es de **2.850m** y de 16 fibras es de **3.247m**.

6.1.1 Materiales Necesarios

6.1.1.1 Cables de Fibra Óptica (F.O.)

Los cables de F.O. tienen como denominador común el ser dieléctricos, con protección antihumedad de cintas (secos) y códigos de colores estándar TIA-598-A como principales características. \$

Los podemos agrupar según su utilización por el tipo de cubierta, protecciones y número de fibras. Los tubos holgados se reúnen en todos los cables en SZ, entorno al elemento central. Los diferentes tipos de cubierta y protecciones son:

- PAP y PXP : Cubierta de polietileno (P), capa de ligaduras de aramida (A) o vidrio (X) y cubierta de polietileno (P). Composición

básica de uso normal, de condiciones mínimas para el presente proyecto.

- TAT y TXT: Cubierta de termoplástico ignífugo (T), capa de ligaduras de aramida (A) o vidrio (X) y cubierta de termoplástico ignífugo (T). Composición para uso en circunstancias que por ley se pidan cables ignífugos.
- PADP y PXDP: Cubierta de polietileno (P), capa de ligaduras de aramida (A) o vidrio (X), cinta especial antirroedores (D) y cubierta de polietileno (P). Composición básica mas protecciones especiales antirroedores para usos especiales donde se contemple la posibilidad de actuaciones de roedores.
- PACP y PXCP: Cubierta de polietileno (P), capa de ligaduras de aramida (A), o vidrio (X), cinta de fibra de aramida resistente a disparos (C) y cubierta de polietileno. Composición básica mas protecciones especiales anticazadores, para uso en tendidos aéreos donde se contemple la posibilidad de recibir el cable disparos de cazadores.
- PAP-ADSS Antitracking: Cubierta de polietileno (P), capa de ligaduras de aramida (A) y cubierta de polietileno con características Antitracking (P). Composición básica con cubierta exterior especial antitracking para uso líneas aéreas de alta tensión.

El número de fibras de los cables es: 24 en grupos de 4 fibras por tubo según tablas adjuntas.

Las fibras que incorporarán los cables, son conformes con la última versión de la especificación de requisitos correspondientes a las fibras ópticas monomodo de dispersión no desplazada EN 188000 (B1.1). ITU G. 652.

Características técnicas principales de las fibras:

ATENUACIÓN	
Máxima media a 1310 nm:	0,35 dB/Km
Máxima media a 1550 nm:	0,22 dB/Km
Máxima a 1310 nm:	0,36 dB/Km
Máxima a 1550 nm:	0,23 dB/Km
DISPERSIÓN CROMÁTICA	
A 1310 nm:	< 2,8 ps/(nm.Km)

A 1550 nm:	< 18 ps/(nm.Km)
Entre 1285 nm y 1330 nm:	< 3,5 ps/(nm.Km)
Entre 1525 nm y 1575 nm:	< 20 ps/(nm.Km)
Cero de dispersión:	entre 1300 nm y 1325 nm
Pendiente de cero de dispersión:	< 0,092 ps/(nm ² .Km)
COEFICIENTE DE DISPERSIÓN POR MODO DE POLARIZACIÓN	
PMD en fibra	< 0,2 ps/ Km ^{1/2}
PMD en cable	< 0,3 ps/ Km ^{1/2}

El estudio realizado no contempla la instalación de equipamiento específico de comunicaciones, únicamente se considera incluida la parte proporcional de cajas de empalmes y operación sobre las fibras: preparación de las puntas de cable, empalmes necesarios y cordones de conexión requeridos.

6.2 Ejecución de la obra

6.2.1 Instalación en Canalización

Para el desarrollo de este punto, supondremos que las canalizaciones y/o la instalación de los subconductos han sido realizadas previamente, además del mandrilado y comprobación de los subconductos, aplicando las normas establecidas para este tipo de trabajos. En cualquier caso, si se encontrara en el tendido un tramo sin mandrilar o carente de hilo guía, este se tendrá que realizar.

Como paso previo al tendido de cualquier manguera, se pasará, ayudados por la guía existente, una nueva guía de dimensiones adecuadas al cable que se vaya a tender.

6.2.1.1 Replanteo

Antes de proceder al replanteo, se deberá estar en posesión de la documentación que se menciona a continuación, para comprobar "in situ" que la ejecución de las instalaciones sea tal y como han sido diseñadas. Si fuese necesario realizar alguna modificación motivada por una imposibilidad manifiesta, se procederá a modificar el diseño, siendo estas labores previas a la ejecución de las instalaciones, con el consiguiente ahorro de tiempo y material.

6.2.1.2 Planos de instalación y detalles

Los planos de instalación son aquellos donde se indica el trazado proyectado que deberá seguir el cable. Los planos de detalle indicarán cualquier detalle constructivo a tener en cuenta en el proceso de instalación.

Así mismo, se fijarán en el momento del replanteo la posición de las reservas de cable de fibra que quedarán en arquetas o cámaras intermedias. Estas reservas se dejarán siguiendo los siguientes criterios:

Se ubicará una valona de **5 m** de cable de FO en arquetas cada 200 m aproximadamente, procurando en la medida de lo posible la ubicación de estos puntos sean en bifurcaciones de ruta. Cuando coincida este punto con una bifurcación de ruta, la valona será de 20 m en previsión de empalmes futuros.

Se dejarán **20 metros** de valona de cable de FO en la arqueta donde se vaya a realizar un empalme.

Se dejará un mínimo de **50 metros** de cable en las arquetas de entrada a los Racks finales de empalme o fusión.

6.2.1.3 Precauciones iniciales

En las labores de tendido de cables fibra óptica se deben tomar una serie de precauciones iniciales que permitan desarrollar el proceso con las mayores garantías.

Antes del inicio de la instalación o desmonte del cable, deberá de señalizarse la zona. Las arquetas que se encuentre abiertas para tal efecto, deberán de estar provistas de las correspondientes barandas con las señales de peligro bien visibles. Cuando por circunstancias, los trabajos se realicen en horas nocturnas, las banderolas se sustituirán por luces rojas.

Al desenrollar el cable de la correspondiente bobina, se observará si la cubierta se presenta en perfecto estado. En caso de encontrar defectos, grietas o roturas se parará el tendido y se avisará a la D.O.

El personal empleado para la instalación de cables en canalización, deberá de estar lo suficientemente instruido y uniformado para tal efecto. El personal deberá de contar con los medios de seguridad, vehículos y herramientas necesarias para la ejecución correcta de esta actividad.

En los procesos de transporte, carga y descarga se empleara un camión con grúa que disponga de los materiales y herramientas necesarios para estas operaciones.

Debe realizarse un replanteo previo en el terreno comprobando la veracidad y exactitud del diseño en los planos, midiendo con una rueda las distancias entre arquetas o cámaras de registro.

La longitud media de los bobinas de F.O. es de unos 2000 metros, y para el tendido se elegirá un punto intermedio para que como máximo se pueda tirar de 1000 metros que es la distancia de seguridad establecida.

La bobina se colocará junto a la cámara o arqueta asignada, se suspenderá sobre gatos de forma que gire en el sentido indicado por el fabricante y saliendo el cable del bobina por la parte superior.

Se realizara el tendido hacia uno de los extremos y posteriormente se desenrollará el resto del bobina sobre el suelo en forma de lazos (comúnmente denominados "ochos") por lo que hay que asegurarse anteriormente de que han sido eliminadas todas las piedras u otros elementos que puedan dañarlo y se procederá al tendido del cable por el otro extremo, cuidando que el cable no forme enredos ó torsiones y que no se sobrepase el radio mínimo de curvatura.

Cuando se desenrolle la bobina, el cable no deberá tocar el suelo, ni elementos próximos al tendido que pudiesen producirle daños de ningún tipo.

No se debe liberar la punta del cable hasta el momento de iniciar el tendido.

Cuando se realice el tendido, el personal destinado junto al bobina observará el cable a medida que se desenrolle con el fin de detectar posibles anomalías del mismo.

Todo el material y equipos a utilizar serán inspeccionados previamente al tendido para verificar su estado.

Cualquier anomalía en los materiales o equipos así como en el cable, antes ó durante el proceso de tendido serán comunicados inmediatamente al responsable del tendido.

Al instalar el cable de F.O. debe limitarse la carga de tracción con algún dispositivo mecánico, o medirse la tensión mediante un dinamómetro donde se pueda visualizar el valor de tensión. El dinamómetro se colocará en el extremo del cable por donde se tira.

6.2.1.4 Preparación del cable

Siempre que sea necesario se utilizarán lubricantes para disminuir el rozamiento del cable durante el tendido, eligiendo aquellos que no deterioren la cubierta del cable.

Así mismo, deberán utilizarse todos aquellos medios auxiliares precisos para la correcta ejecución de la unidad, como cabezales o codos para cables con rodillos para colocación en las cámaras como elementos separadores.

Las valonas que se dejarán en cada una de las arquetas deberán quedar sujetas a las paredes de las mismas mediante taco clavo, al menos 30 cm por encima de la base del drenaje.

Se instalará una sola manguera de fibra por subconducto caso de disponer de subconductos en la canalización.

6.2.1.5 Distribución del personal

En las operaciones de tendido de cable se necesita mantener la comunicación permanente de todo el personal implicado en dicho tendido. Deberán observar atentamente el cable, a fin de denunciar cualquier deterioro aparente en éste, lo cual será comunicado instantáneamente al responsable del tendido para decidir si se debe continuar o no con el tendido.

Para realizar las operaciones de tendido, se requieren dos encargados que supervisen los trabajos:

El primero permanecerá en la cámara o arqueta donde se encuentre el bobina y supervisará la velocidad de giro del bobina, así como su parada y avance, cuando se requiera por parte del resto del personal implicado en el tendido.

El segundo recorrerá la ruta a medida que avance la maniobra para asegurar que las operaciones que se realicen sean las correctas (subconducto que debe seguir el cable y lazo para realizar las valonas correspondientes).

En la cámara o arqueta donde se encuentra la bobina, además del encargado se requieren una serie de operarios que realicen las funciones de control de giro del bobina, que introduzcan en la cámara o arqueta el cable dándole la curvatura adecuada y evitando el roce del mismo con el suelo ó la boca de la cámara o arqueta, otro operario embocará el cable en los conductos.

En cámaras o arquetas intermedias en las que el cable continúe recto un operador se situara en su interior y otro en la boca de la cámara o arqueta.

En cámaras o arquetas intermedias en las que el cable realice un cambio de dirección se situarán dos operarios en el interior, uno para extraer el cable del conducto y otro ayudando en el emboque del mismo en la nueva dirección procurando que no se deforme el cable en la operación de cambio de dirección, además existirá en la boca de la cámara o arqueta otro operario.

En la ultima cámara o arqueta se situara un operario que extraiga el cable del conducto y otro la boca de la cámara o arqueta.

6.2.1.6 Tendido del cable

La bobina se colocará junto a la cámara o arqueta escogida, suspendida sobre gatos o grúa, de manera que pueda girar libremente, y de forma que el cable salga por su parte superior.

Una vez que se ha instalado la bobina sobre los gatos en la cámara o arqueta de inicio, se procede a examinar las cámaras o arquetas y comprobar su estado, verificar que no hay gases y desaguar la cámara o arqueta que lo requiera, comprobar el estado de los subconductos y la presencia de la cuerda.

Se distribuye a los operarios por las cámaras o arquetas y se procede a la operación de tendido.

Se tenderá siempre un hilo de guía junto con la manguera, en previsión de posibles tendidos posteriores. Esta guía será tal que circule libremente por el conducto y, si fuera necesario, posibilite el tendido de un nuevo cable.

Si fuera necesario tender varios cables por un mismo conducto o subconducto, se tenderán simultáneamente.

Durante la operación de tendido, así como en la instalación definitiva del cable, éste no debe ser sometido en ningún momento a curvaturas

excesivas. Los radios mínimos corresponderán a los marcados por el fabricante, aumentándolos aproximadamente en un 20% como margen de seguridad.

La tracción del cable deberá realizarse en el sentido de su generatriz. En ningún caso se doblará el cable para obtener mejor apoyo durante su tendido.

6.2.1.7 Tendido Manual

Para el tendido manual, será imprescindible que un encargado controle el avance y parada de la bobina de cable, según le informen desde todas las arquetas, mientras otro supervisa la ruta por la que avanza el cable y deja el lazo en cada arqueta para realizar las valonas correspondientes.

En cada extremo del cable habrá un operario ejerciendo el tiro en el subconducto de entrada, y otro embocando el cable en el subconducto de salida para evitar que el cable sufra deformaciones axiales.

Los operarios que intervengan en la embocadura del cable en los subconductos de salida y en la operación de tiro, controlarán la longitud de cable almacenado ("valona"), para disminuir, si fuese necesario, la presión de tendido en la cámara adyacente y regular así la velocidad, de modo que se garantice que no se cierra el lazo y que se mantiene ampliamente el radio mínimo y la independencia de tensiones ente secciones.

La operación de tendido no dará comienzo hasta que esté asegurada la comunicación entre los operarios situados en las diferentes arquetas.

Realizados los preparativos (desagüe de cámaras, detección de gases, bobina en posición de tiro, elemento de refuerzo preparado, comprobación de la instalación del hilo guía en el subconducto, etc.), el operario situado junto a la bobina dará comienzo a la operación de tendido "manual distribuido", así denominado porque la tracción se realiza manualmente de forma que la tensión total del tendido es distribuida independientemente por secciones de canalización entre arquetas de registro, esto es, en cada arqueta el operario sólo tendrá que vencer la tensión generada por el peso del cable y el rozamiento de éste y el subconducto correspondiente a la sección de canalización comprendida entre la arqueta anterior y la suya.

El operario de la primera arqueta intermedia (arqueta 2) tirará del hilo guía del subconducto de entrada del cable hasta que éste llegue, momento en

que lo comunicará a la arqueta donde se inició el tendido (arqueta 1), para que desde allí detengan la bobina.

Una vez parada la bobina, el operario desatará el hilo guía utilizando esa sección y atará al nudo giratorio el hilo situado en el subconducto de salida del cable hacia la arqueta 3, comunicando a la arqueta 1 que se continúe el tendido.

Reanudado el trabajo, el operario de la siguiente arqueta (arqueta 3) realizará las mismas operaciones que realizaba el operario de la arqueta anterior (arqueta 2). Mientras, éste tirará del cable paralelamente al eje del mismo, sin retorcerlo, y dejando suficiente longitud de formación de lazo para que la operación se realice como se ha indicado.

El proceso se repetirá hasta llegar a la última arqueta, en la que el operario almacenará la longitud de manguera necesaria para poder realizar el empalme de las fibras.

En el caso en que la arqueta corresponda a un cambio de dirección el operario desatará el hilo guía utilizado en esa sección y creando previamente un lazo, con un radio tan amplio como le permita el lugar donde esté ubicada la arqueta, atará igualmente al nudo giratorio el hilo situado en el subconducto de salida del cable hacia la arqueta 3, tal y como se ha explicado anteriormente.

El ritmo de tendido lo establece el operario que tira del hilo guía.

Terminado el tendido, se debe proceder a la instalación del cable en su recorrido por las arquetas, comenzando por la penúltima y terminando por la segunda, de modo que si sobrara o faltara cable, éste podría ser recuperado desde la arqueta anterior. Este proceso deberá realizarse con especial cuidado, puesto que se deberá colocar el sobrante de cable dentro de la arqueta manteniéndose siempre por encima del radio mínimo establecido.

En cada una de las arquetas de cambio de dirección deberá quedar la correspondiente longitud de valona, debidamente recogida, sujeta a la pared en al menos dos puntos mediante taco clavo, de forma que la valona quede situada como mínimo 30 cm por encima del nivel de drenaje de la arqueta, y siempre manteniendo el radio mínimo de curvatura.

Finalmente se cortará la bobina dejando almacenados y debidamente "peinados" en la estructura dispuesta a tal efecto, con la longitud suficiente para alcanzar la zona donde se realizará el empalme holgadamente.

6.2.1.8 Instalación en arquetas o cámaras

Los cables se instalarán en las arquetas, siendo el recorrido más largo posible, procurando evitar la obstrucción de paso de futuros cables por los conductos que han quedado vacantes.

El cable puede quedar instalado directamente en el suelo, grapado a la pared o sobre algún tipo de herraje soporte. El tipo de anclajes a utilizar dependerá del tipo de arqueta o cámara, de las condiciones ambientales (posibilidad de filtración de aguas tratadas químicamente, corrosivas, humedad, gases, incursiones de animales, etc.) y del tipo de cable (diámetro, peso, etc.). El herraje utilizado no debe causar daño al cable ni por compresión ni por filo cortante a la cubierta exterior.

En las arquetas o cámaras de paso, el cable se situará procurando dar el máximo recorrido sin entorpecer la instalación de otros cables y elementos, fijándolos preferentemente con una grapa en el centro de la cara de apoyo. Si la distancia que el cable recorre sobre la pared de la arqueta es mayor de 40cm, se dispondrán dos grapas para su fijación.

En aquellas arquetas o cámaras en las que se haya determinado dejar una reserva de cable, ésta se situará en la pared prevista para ello, en forma de rollo, con cuatro grapas diametralmente opuestas para su fijación.

El cable ha de ser identificado en cada una de las arquetas o cámaras. Finalmente se procederá a la obturación de los conductos.

Para la obturación de los conductos se utilizarán tapones o selladores.

Por otra parte, una vez terminadas las operaciones de tendido, si no se realiza a continuación el proceso de empalme del cable, es necesario proteger las puntas del mismo en ambos extremos.

Identificación del cableado

Todos los cables de fibra óptica deberán quedar identificados.

El etiquetado se realizará siempre en el mismo momento de la instalación del cable.

Se deberá etiquetar el cable en un punto visible dentro de la arqueta.

6.2.2 Instalación de Caja de Empalmes

6.2.2.1 Instalación en Arqueta o Cámara

Para la instalación en arqueta o cámara de la caja de empalme se seguirán las siguientes recomendaciones. La situación de la caja de empalme y la valona en la arqueta o cámara ha de permitir la extracción de estos dos, sin necesidad de desmontar otros cables o empalmes que convivan en la misma cámara o arqueta.

Por cada uno de los cables de entrada a la caja se deberá dejar una valona de 7 metros para permitir que la caja pueda ser extraída y los empalmes realizados en el exterior de la arqueta o cámara. El almacenamiento de la valona dentro de la arqueta o cámara a de respetar en todo momento el radio de curvatura de la fibra. Cuando se instale más de una caja de empalme en la arqueta o cámara lo ideal será instalar las valonas en la pared contraria a las cajas de empalme.

6.2.2.2 Identificación de los Cables

Se debe etiquetar siempre en el momento de la instalación del cable. La etiqueta debe ser metálica para evitar su deterioro con el paso del tiempo; y su sujeción al cable debe realizar-se con brida de plástico.

6.2.2.3 Realización de Fusiones de Fibra Óptica

La longitud de las bobinas de cables de F.O. es variable en función del número de fibras y del tipo de cubierta que lo forman. Esto hace que para determinados tramos se haga precisa la ejecución de empalmes de las fibras y permitan la continuidad del enlace (se aconseja no realizar tendidos superiores a 1000 metros de cable debido a la problemática mecánica que tiene esta longitud o superiores).

Estos empalmes deben ir convenientemente protegidos en cajas, que se adaptarán al tipo y número de fibras que componen el cable, siendo de distintos tamaños y materiales.

Por lo general se componen de dos cuerpos unidos mediante tornillos o bridas, una junta de separación entre ambos cuerpos que asegure la estanqueidad de la unión y en su interior un cuerpo de bandejas para el alojamiento ordenado de los empalmes y de los cabos de fibra sobrantes.

Las manipulaciones que se realizan en una caja de empalmes para su utilización son las siguientes:

- Sujetar la caja sobre una mesa ó algún apoyo para facilitar las tareas a realizar.
- Desmontar los tornillos ó abrir la brida que sujetan los dos cuerpos de la caja.
- Los cables a instalar en la caja se habrán cortado a una longitud que permita su instalación en la posición final de la caja, teniendo en cuenta el recorrido que va a tener en la cámara o arqueta. En caso de que el lugar de instalación lo permita se dejará un sobrante de cable en cada extremo que permita modificaciones posteriores.
- Introducir los cables de F.O. en la caja a través de los tubos de entrada. Los cables ya deben estar preparados de acuerdo con las pautas de ejecución de empalmes de fibras. Previamente se habrá introducido en cada cable un manguito termoretráctil para los tipos de cajas que así lo requieran.
- Una vez introducida la longitud de cable calculada se sujetará éste a la caja con las bridas o piezas de fijación de la que está dotada. Se debe utilizar la pieza apropiada al diámetro del cable.
- Sujetar el elemento de refuerzo en el punto de anclaje.

6.2.2.4 Preparación de las Puntas de Cable

Los cables están constituidos por un elemento central de refuerzo sobre el que se cablean en paso de hélice los tubos que contienen las fibras (con 4 u 8 fibras por tubo).

El cable puede estar relleno de gel, y las cubiertas pueden ser de varios tipos diferentes, según las características con las que han sido fabricadas.

Los pasos a seguir para la preparación de las puntas de cable son los siguientes:

Se cortan los extremos de los cables a empalmar en la longitud apropiada a la ubicación del empalme. Esta longitud será suficiente para en función del tamaño de la arqueta donde se ubique el empalme, poder llevar la caja a la zona de trabajo fuera de la arqueta, habitualmente son suficientes 5 metros de cable en la arqueta para facilitar estos trabajos.

Se hace un corte circular y perpendicular a la cubierta a 1.5 m. de su extremo y si el cable dispone del hilo de rasgado, se eliminan 6 cm. de

cubierta en el extremo del cable para tener acceso a éste. A continuación tirar del hilo de rasgado hasta el corte realizado y retirar la cubierta.

En el caso de que el cable no disponga de hilo de rasgado se retirarán trozos de 30 cm efectuando cortes circulares y deslizando los trozos de cubierta hasta el extremo del cable.

Estas mismas operaciones se repiten para retirar la cubierta interna.

Se cortan las cintas de ligadura y la envoltura del núcleo a ras de la cubierta.

Si el cable se encuentra relleno de gel hay que proceder a la limpieza y secado de cada uno de los tubos.

El elemento central de refuerzo se corta a unos 14 cm. de la cubierta.

Si existe malla de aramida, esta se cortará a 30cm de la cubierta y se trenzará para su fijación a la caja de empalmes.

6.2.2.5 Preparación de las Fibras

Se asignarán las fibras a cada bandeja siguiendo la documentación de ingeniería (cartas de empalme), de forma que vayan repartiéndose proporcionalmente para que los tubos (2ª protección) queden completos y considerando la capacidad total de éstas.

El guiado de los tubos hasta las bandejas depende del fabricante de la caja de empalmes o de conexiones, para su instalación se seguirán las instrucciones concretas de la caja que se esté utilizando.

La secuencia para la preparación de las fibras es la siguiente:

Cortar los tubos con la herramienta correspondiente realizando primeramente un marcado circular en un punto por encima de la sujeción de los cintillos y posteriormente separar los tubos con la mano teniendo mucho cuidado de no romper las fibras.

Limpiar las fibras del gel protector antihumedad con una gasa y alcohol.

Sujetar los tubos a la bandeja correspondiente con cintillos pequeños o las piezas suministradas por el fabricante de la caja para este fin.

Introducir los protectores de empalme en todas las fibras de uno de los dos cables, para que no se olviden en el momento de realizar la fusión y evitar la realización de segundos empalmes.

6.3 Autocontrol de Calidad

Para la aceptación de obras ejecutadas, desde el punto de vista de la calidad de las mismas, la Dirección Facultativa seguirá unas directrices que tienen por objeto determinar el cumplimiento de los requisitos y criterios generales de construcción establecidos en el proyecto, más criterios específicos de cada obra en función del tipo de actividad y también aspectos medioambientales.

6.3.1 Inspección y descarga de los cables de fibra óptica

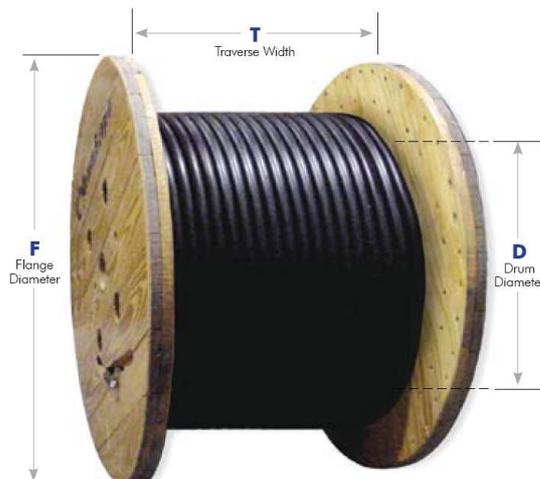
La descarga sin problemas comienza con el comunicar al fabricante cualquier tipo de requerimiento especial de empaque o entrega (no hay una plataforma de empaque disponible, llamar antes del envío, etc.).

Cuando llegue el envío, hay que asegurarse que los tipos y cantidades de cables coincidan con el pedido realizado.

Se debe de inspeccionar cada bobina y paleta de material para detectar cualquier tipo de daño durante la descarga. Si se sospecha que algún material está dañado, colóquelo a un lado para inspeccionarlo más detalladamente antes de firmar los documentos de aceptación del envío.

Las bobinas de cables de fibra óptica se envían colocadas sobre sus lados rodantes, no se apilan sobre sus bases.

Si se detecta o sospecha que el cable está dañado, se debe registrar el tipo de daño y el número de bobina para notificarlo inmediatamente al fabricante, a través de su departamento de atención al cliente.



Con cada bobina se proporcionan los resultados de la prueba de rendimiento del cable tomada en el fabricante, esos documentos se entregarán a la DF como prueba de la calidad de la fibra.

6.3.2 Comprobaciones específicas en instalaciones

6.3.2.1 Tendido de cables subterráneos

Verificación de que el recorrido de los cables se realiza según planos del proyecto.

Se comprobará que las características del cable instalado coinciden con lo proyectado (tipo, sección, cubierta, capacidad, etc.).

Los radios de curvatura de los cables deben ser superiores a los establecidos en el pliego de condiciones técnicas para cada tipo de cable.

Se comprobará que el sistema de fijación de cables en arquetas y cámaras es el establecido y, en cualquier caso, es adecuado.

Las valonas en origen, extremo, arquetas y cámaras son las establecidas.

Disposición de cables en conductos, según plan de ocupación establecido.

Obturación de conductos correcto y según está establecido, tanto en los conductos ocupados como en los libres.

Protección de cables en punta mediante sistema adecuado y según esté establecido, de forma que se evite la penetración de la humedad.

Etiquetado y rotulado correcto de cables. Tipo de etiqueta (material, serigrafado, tamaño, etc.), sistema de fijación, tipo de pintura, color, tamaño de letra, ubicación, etc.

6.3.2.2 Empalmes y Sangrías

Se comprobará que el tipo de empalme coincide con lo proyectado.

Montaje correcto físicamente, ubicación adecuada y de acuerdo a proyecto y elementos de fijación adecuados.

Se comprobarán las que entradas/salidas de cables a cajas o empalmes se realizan adecuadamente.

Conexiones y continuidad de pantallas correcto.

Se comprobará que el cierre del empalme es correcto (estanqueidad, sellado, etc.).

Etiquetado y rotulado correcto de cables de entrada/salida y del empalme (fibra óptica) según sistema de rotulación establecido por la DT o la propiedad.

6.3.2.3 Elementos y equipos situados en arquetas

Se comprobará que el tipo y las características de los elementos o equipos coinciden con lo proyectado.

Montaje correcto físicamente, ubicación adecuada y de acuerdo a proyecto y elementos de fijación adecuados.

Conexión correcto de cables y elementos y según esquemas de conexionado.

Las pantallas de los cables de entrada/salida a equipos se conectan según sistema especificado.

Se comprobará que las conexiones a tierra de los elementos y carcasas metálicas de equipos se realizan según lo establecido y que las secciones de los cables son las especificadas.

En las conexiones de los cables a elementos o equipos mediante conectores se comprobará que la ejecución del conector es correcta. El conexionado o fijación del conector es correcto y quedarán protegidos mediante el sistema establecido (termoretráctil, etc.).

Se comprobarán las que entradas/salidas de cables a cajas y equipos se realizan adecuadamente y por los puntos establecidos para tal fin en los mismos.

En caso de emplear contenedor estanco, se comprobará que ha quedado correctamente sellado.

Se comprobará que, en los elementos que así lo requieran, se quedan colocadas las cargas de terminación.

Etiquetado y rotulado correcto de los elementos, equipos y cables que estén especificados, según sistema de rotulación establecido.

Las mediciones de fibra óptica a realizar para la correcta recepción por parte de la DF, serán:

1. Medidas de atenuación en un solo sentido y para 2ª y 3ª ventana. Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba; para ello se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica.
2. Medidas de retroesparcimiento realizadas con ecómetros ópticos (OTDR) trabajando en 2ª y 3ª ventanas. Estas medidas permitirán evaluar la

continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. El índice de refracción a introducir en el aparato de medida es 1,465.

MEDICIÓN DE ATENUACIÓN

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al valor obtenido con la siguiente fórmula:

$$A=L \cdot aT + Ne \cdot aE + Nc \cdot aC$$

A: Atenuación máxima de la sección.

L: Longitud de la fibra (Km).

aT: Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra (0.36 dB/Km para 2ª ventana-1310

nm; 0.25 dB/Km para 3ª ventana-1550 nm).

Ne : Numero de empalmes en el tramo medido.

aE : Atenuación media máxima por empalme permitida (0.15 dB).

Nc : Número de conectores.

aC : Atenuación media máxima por conector permitida (0.3 dB).

PRUEBAS REFLECTOMÉTRICAS

Dada la excesiva longitud del tendido lo dividiremos en diferentes tramos por troncal, dejando empalmes intermedios en cada línea, por ello se realizará pruebas reflectométricas en cada empalme que se efectúe.

José María Galía Tejerina

Ingeniero Superior de Telecomunicaciones

Colegiado Nº 8.379