

## **UTILIZACIÓN DE CABLES DE F.O. EN INSTALACIONES DE SEGURIDAD CCTV**

Si bien las aplicaciones más conocidas de la fibra óptica se encuentran en la industria de las telecomunicaciones; cada vez es más frecuente el empleo de esta tecnología en otros trabajos, como pueden ser las instalaciones de control industrial y de seguridad, en los sistemas de telecontrol, detección de intrusiones, y en general en todas aquellas que precisan del envío o detección de señales distantes de una forma segura y con un alto nivel de calidad.

Concretamente, dentro del campo de la seguridad, y concretamente en los sistemas de vigilancia CCTV, la utilización de la fibra óptica presenta las siguientes ventajas:

**Mayor longitud** en cada enlace cámara-monitor, sin empleo de repetidores; con relación a la alcanzada con cualquiera de los modelos de cable coaxial empleado habitualmente. Por otra parte, la adecuada elección del cable de fibra óptica a emplear, permitirá un tendido y conectorización de los extremos relativamente sencilla, con un grado de dificultad similar al del cable eléctrico.

**Aumento de seguridad.** La fibra no induce ningún tipo de señal, siendo a la vez inmune a las radiaciones externas; por lo que es imposible la captura o deformación de señales por inducción, contacto superficial, etc... Cualquier actuación sobre un cable de F.O. implica su fuerte aumento de atenuación, lo que lo hace inmediatamente localizable.

**Incremento de la calidad de la imagen.** Por las mismas razones descritas anteriormente, la calidad de la imagen recibida se mantiene en muy altos niveles, incluso en zonas o momentos con fuertes radiaciones electromagnéticas, tormentas atmosféricas o cualquier evento similar.

**Mayor duración del cableado.** Al no contener elementos degradables en el tiempo o por efectos de la oxidación, un tendido de cable de F.O. solo podrá ser destruido como consecuencia de una agresión física, accidental o causada.

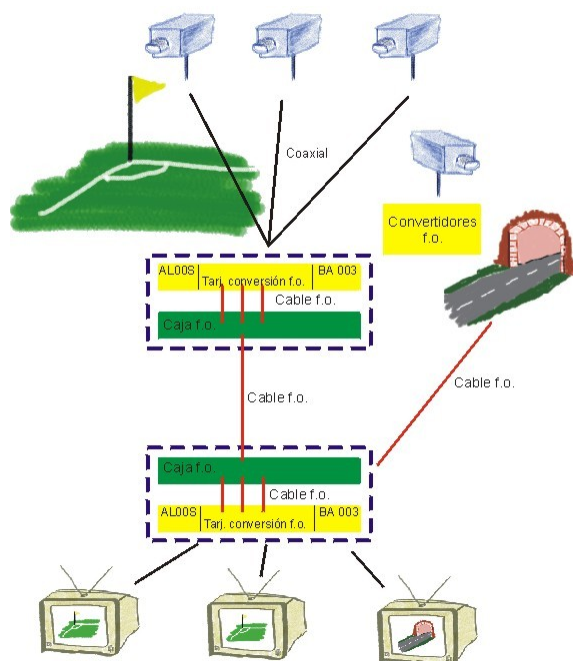
**Fiabilidad.** Las razones apuntadas anteriormente (Inmunidad electromagnética, estabilidad en el tiempo, inaccesibilidad), así como las cada vez mayores prestaciones de calidad de los cables de F.O. aseguran una alta garantía de servicio a los circuitos CCTV realizados con este tipo de materiales. Incluso en caso de incendio, manteniendo la vigilancia de la zona afectada.

**Sencillez del cableado:** Una correcta selección de los equipos utilizados permitirá, en la mayoría de los casos, reducir al mínimo el número de cables a tender, utilizando un mismo cable para el control de movimiento de la cámara y el transporte de la señal de vídeo.

Hasta fecha reciente, estas ventajas evidentes, de sobra conocidas por los proyectistas y realizadores de este tipo de instalaciones, se veían frenadas por una serie de inconvenientes debidos a la puesta en práctica de cada una de ellas, derivados del escaso nivel de desarrollo de la tecnología de la fibra a nivel de instalador no especializado. El impresionante incremento registrado por la industria de las comunicaciones, y en particular por todo lo concerniente a los cableados ópticos de redes locales e industriales; ha permitido simplificar estos trabajos hasta niveles de dificultad similares a los de las habituales instalaciones de cable coaxial.

Se mantiene, obviamente, el incremento de coste en cada enlace debido al obligado empleo de convertidores electroópticos; pero su precio y la amplitud de la oferta presente en el mercado los hacen cada vez más asequibles; como consecuencia directa del incremento de la demanda.

Analicemos a continuación la estructura básica de una instalación de CCTV, con enlaces cámara/ monitor realizados con Fibra Óptica:



Como se puede observar en la figura adjunta, básicamente se trata de establecer enlaces en estrella entre cada una de las cámaras que precisen, por algunas de las razones antes descritas, del empleo de fibra óptica; y la entrada de señal (Vídeo o vídeo+ señal de control de cámara) del centro de control.

Lógicamente, el hecho de emplear cable de fibra óptica en un montaje no obliga a realizar toda la instalación con este tipo de material; pudiendo establecerse la conexión óptica solo entre aquellos equipos que

lo necesiten. El resto se interconectarán de la forma habitual.

Los elementos básicos de un proyecto de este tipo, en lo referente al enlace óptico quedan resumidos como sigue:

**Convertidores electroópticos:** Son los responsables de la conversión y el envío de la señal óptica en eléctrica y vice-versa; instalándose uno de ellos en cada extremo del enlace (Tx. Vídeo en lado cámara y Rx Vídeo en lado control.).

De utilizarse cámaras con posibilidad de movimiento (domos) será preciso contar con equipos mixtos Vídeo+ señal de telemetría (habitualmente RS-232 ó RS 422). En la mayoría de los casos es posible el envío de ambas señales por una sola fibra.

En función de la distancia a cubrir, estos equipos contarán con emisores LED que inyectarán la señal lumínica en la fibra en las longitudes de onda de 850 nm ó 1300 nm (fibras multimodo) o con emisores LASER que lo harán a 1300 nm (fibras monomodo.) Sus características varían en función de este aspecto, siendo la más relevante la correspondiente a las pérdidas máximas en el enlace; cuyos valor medio oscila en torno a los 14-16 dB.

La instalación de los mismos puede realizarse a pié de cámara, o incluso yuxtapuesto a la misma (Tx), empleando equipos modulares; y mediante receptores (Rx) modelo tarjeta incluidos en bastidores de rack 19" , situados en un armario próximo al monitor del centro de control.



**Equipos convertidores electroópticos para CCTV, modelos modulares y para rack 19"**

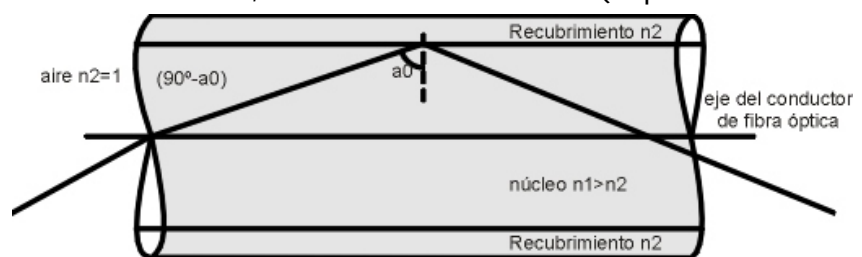


*Convertidor acoplable directamente a cámara*

Para su conexión al sistema, todos los modelos cuentan con un conector tipo BNC (Interfaz de cámara o monitor), y un conector óptico (habitualmente tipo ST para la fibra multimodo y FC o SC para la fibra Monomodo)

**Cables de fibra óptica:** Destinado a la transmisión de la señal óptica entre ambos convertidores (Tx y RX); está formado por un guiaondas óptico(fibra óptica)y una serie de elementos de protección mecánica que posibilitan su manejo e instalación.

**TIPOS DE FIBRA ÓPTICA:** Está formada por dos capas concéntricas de silice (SiO<sub>2</sub>) con diferente índice de refracción, denominados: núcleo (capa central), y revestimiento (capa externa) , que posibilitan la propagación de la señal en su interior.



Conducción de la luz en un conductor de fibra óptica

Ambos se encuentran recubiertos de una protección mecánica de material plástico (recubrimiento) hasta alcanzar un diámetro exterior de 250/ um.

En función de la proporción núcleo/revestimiento, las fibras ópticas utilizadas en CCTV pueden clasificarse como sigue:

Norma aplicable	UIT G-652	CEI 793-2
Tipo de F.O.	Monomodo (SM)	Multimodo (MM62)
Diámetro núcleo (um)	9,3 +/- 0,4	62,5 +/- 3
Diámetro revestimiento (um)	125 +/- 1	125 +/- 2
Atenuación a 850 nm (dB/Km.)	-	3,2
Atenuación a 1300 nm (dB/Km.)	0,45	1,0
Atenuación a 1500 nm (dB/Km.)	0,30	-

La elección de la fibra a emplear se hará en función de la distancia a cubrir, empleándose habitualmente la fibra monomodo (SM) para distancias superiores a 10 Km y la fibra multimodo 662,5/125 (MM 62) para las inferiores.

**CABLES DE FIBRA ÓPTICA:** Están formados por una o varias fibras cableadas alrededor de un elemento de conformación, y protegidas por una o varias capas de distintos materiales destinadas a dotar al conjunto de la resistencia a la tracción, protección mecánica, etc... necesarias para su utilización.

Habida cuenta del sistema de protección antihumedad utilizado, este tipo de cables se clasifican en dos grandes grupos:

**CABLES DE ESTRUCTURA AJUSTADA:** Cada fibra es protegida individualmente con material plástico hasta 900 um. (buffer o recubrimiento ajustado) .Sin necesidad de elementos rígidos de protección, lo que los hace extremadamente flexibles y resistentes al aplastamiento

**CABLES DE ESTRUCTURA HOLGADA:** Las fibras a 250 um se agrupan, en número de hasta 12 , en el interior de tubos de PE de un diámetro aprox. De 2,5-4 mm. Este tubo contiene gel hidrófugo como protector antihumedad. En la mayoría de los casos presentan elementos rígidos de protección de las fibras.

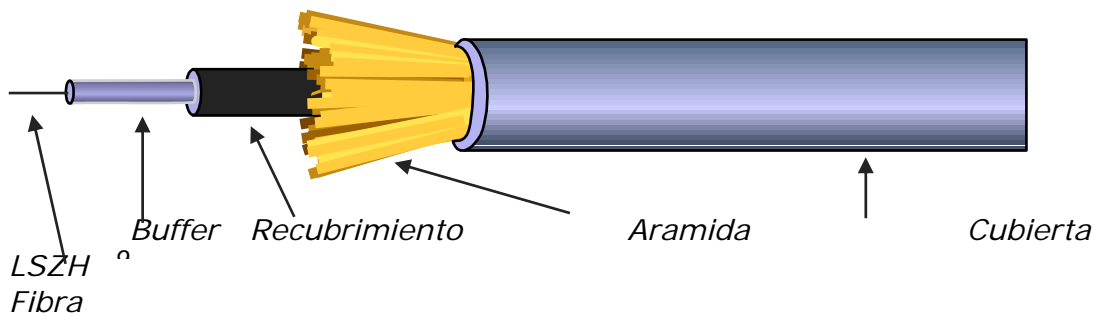
Se reseñan a continuación las ventajas inherentes a cada uno de los dos tipos de construcciones:

**HOLGADO**

- Varias fibras por tubo
- Con gel hidrófugo intrínseca)
- No Flexibles
- Conectorización delicada
- Densidad fibras alta
- Redes MAN / WAN

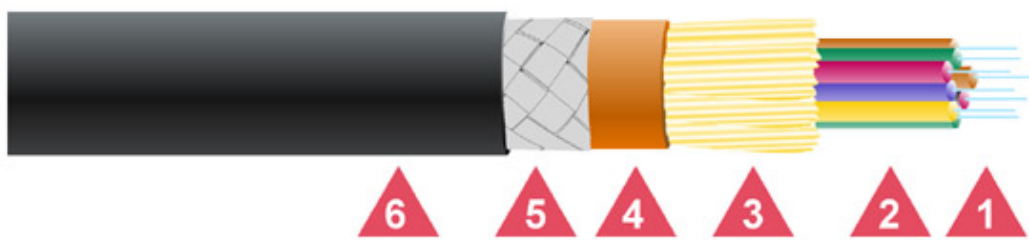
**AJUSTADO**

- 1 fibra por buffer
- Sin gel (prot. antihumedad
- Extremadamente flexibles
- Conectorización sencilla
- Densidad fibras baja
- Redes LAN / MAN



Descripción básica de un cable de f.o. estructura ajustada (Monofibra, interior)

Habida cuenta las características propias de las instalaciones CCTV, (Distancias de enlace relativamente cortas, habitualmente inferiores a 10 Km; posible entrada en interiores, tramos verticales, recorridos sinuosos, necesidad de funcionamiento en condiciones de riesgo, número de fibras por cable inferior a 24, etc...) son de aplicación las ventajas de los cables de estructura ajustada; la descripción de uno de cuyos modelos es la siguiente:



*Cable de F.O. tipo CDAD (OPTRAL):*

1. Fibra óptica (250  $\mu$ m)
2. Buffer (900  $\mu$ m)
3. Refuerzo de fibras de aramida (Elemento resistente)
4. Cubierta interior
5. Armadura antirroedores de trenza de fibra de vidrio
6. Cubierta exterior LSZH

Además de las ventajas inherentes a su característica de cable de estructura ajustada, el cable anteriormente descrito presenta la de ser un resistente al fuego, de acuerdo con lo indicado por la norma UNE 20431. De acuerdo con ello, la transmisión de señal se mantendrá durante un espacio de tiempo, aunque el cable estuviera sometido a la acción directa de la llama.

Esto, al margen de contar con una cubierta no emisora de humos corrosivos, opacos o peligrosos (libres de halógenos según UNE 50 266); lo que permitirá mantener la vigilancia, a pesar del fuego, en el área siniestrada.

Característica	Normativa	Comportamiento de CDAD
Resistencia al fuego	UNE 20431	PASA
No propagador de la llama	UNE 50265	PASA
No propagador del incendio	UNE 50266	PASA
Emisión Cero Halógenos	UNE 50266	LIBRE
Corrosividad de los humos	UNE 50267	PH mínimo: 4,3
Índice de oxígeno	ASTM D-2863	> 35%
Emisión de humos opacos	UNE 21172	Baja densidad

#### *Comportamiento ante el fuego del cable standard CDAD de OPTRAL*

Una vez seleccionado el cable y la fibra adecuados, el enlace entre el centro de control y las diferentes cámaras puede realizarse siguiendo dos esquemas:

1. Mediante cables de una o cuatro F.O. (En función de que se trate de señal de vídeo ó vídeo más telemetría) que interconecten el C.C. con cada una de las cámaras.
2. Mediante cables multifibras, de los que se segregaran las necesarias en cada punto de utilización.

La utilización de uno u otro de los métodos apuntados dependerá de las características propias de cada proyecto.

#### **Accesorios Varios:**

##### CONECTORES

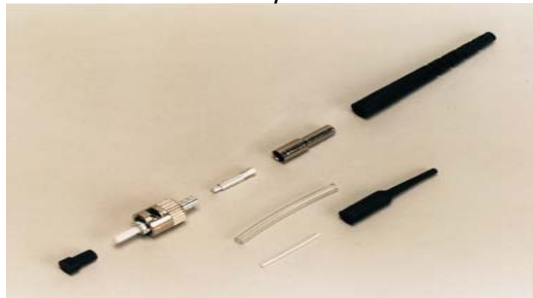
El acabado final de los cables de fibra óptica (conectorización), ha sido considerado una de las dificultades para la realización de instalaciones con este tipo de cable, debido a lo costoso de los equipos necesarios, y la necesidad de una técnica especializada.

Si bien esto puede seguir siendo cierto para las instalaciones a realizar con F.O. monomodo (SM); no lo es tanto para aquellas que precisen de f.o. multimodo (MM) (Distancia de enlace de hasta 10 Km.) que constituyen la casi totalidad de los circuitos de vigilancia CCTV.

En cualquier caso, el gran desarrollo de las telecomunicaciones por F.O. ha propiciado la aparición en el mercado de un gran número de Empresas instaladoras muy habituadas a la realización de este tipo de trabajos en F.O. SM con un alto nivel de calidad.

Con referencia a la F.O. MM, el acabado final de los cables puede realizarse con conectores de cualquiera de los sistemas que permiten su montaje en obra con herramientas de gran sencillez, como el descrito en la figura siguiente:

Conector para fibra óptica tipo ST : en la figura se pueden observar los diferentes componentes del mismo:

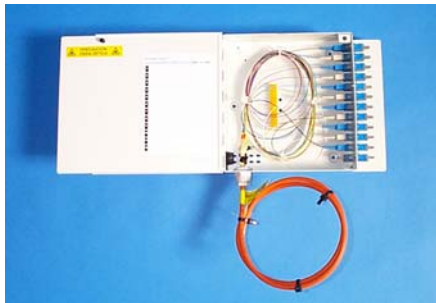


- ❖ Cuerpo del conector
- ❖ Pinza de fijación de la fibra
- ❖ Protectores de acabado

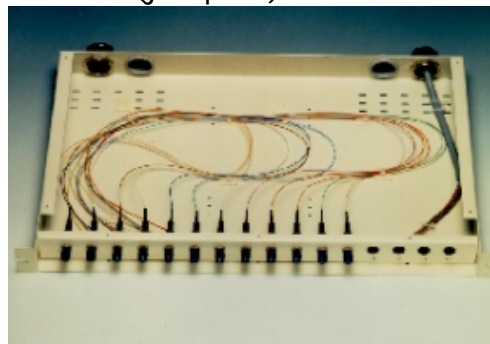


*Kit de montaje de conectores de F.O. ST y SC LightCrimp XTC*

Una vez conectorizados los extremos de las fibras, y situadas en las correspondientes cajas, que serán para rack 19" o murales; en función del emplazamiento; se unirán a los equipos optoelectrónicos mediante los necesarios latiguillos de interconexión de f.o. (jumpers) .

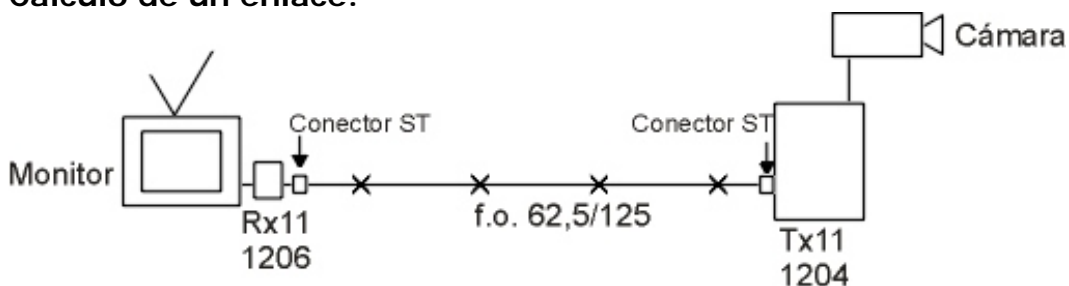


*Caja mural para f.o.*



*Caja rack 19" para F.O.*

**Cálculo de un enlace:**



L=2.500

**Esquema de un enlace f.o. (TVCC)**

Dado el esquema indicado en la figura, donde:

- ❖ (Tx11 1204) y (Rx11 1206) forman un conjunto emisor-receptor electroóptico con unas pérdidas admisibles de 14 dB
- ❖ X indica un empalme de F.O. con una pérdida de 0,3 dB ( $A_e$ )
- ❖ Cada enlace con conectores ST presenta una atenuación de 0,5 dB ( $A_c$ )
- ❖ Ha sido prevista F.O. MM 62,5/125, con una atenuación media de 3,2 dB/Km a 850 nm y 1,2 dB/km a 1 300 nm ( $A_f$ )
- ❖ Margen de seguridad: 2 dB (M)

La atenuación total ( $A_t$ ) en el tramo sería:

$$A_t = A_e + A_c + A_f + M$$
$$(4 \times 0,3) + (2 \times 0,5) + (2,5 \times 3,2) + 2 = 12,2 \text{ dB}$$

12,2 < 14, luego la elección es correcta.

Si la distancia hubiera sido de L= 5 Km., el resultado sería

$$(4 \times 0,3) + (2 \times 0,5) + (5 \times 3,2) + 2 = 20,2 \text{ dB}$$

20,2 > 14, luego será preciso trabajar con equipos a 1 300 nm, más costosos.

El resultado será:

$$(4 \times 0,3) + (2 \times 0,5) + (5 \times 1,2) + 2 = 10,2$$

10,2 < 14; luego esta sería la elección correcta.

Si la atenuación total no nos permitiera el empleo de F.O. MM, nos veríamos obligados a trabajar con F.O. SM (Atenuación a 1300 nm= 0,45 dB/Km.); empleando equipos con emisor LASER, de precio superior a los LED MM para 1300 nm.

### **Conclusiones:**

Cómo se puede deducir de lo anteriormente expuesto, la utilización de cables de F.O. en las instalaciones de CCTV permite asegurar unos niveles óptimos de seguridad, calidad, y fiabilidad, utilizando unas técnicas de aplicación en extremo sencillas, y con materiales de disponibilidad inmediata

Madrid, Junio 2 004