

# ¿ESTÁ MI RED EN ÓPTIMAS CONDICIONES? GUÍA BÁSICA PARA EL OPERADOR DE CABLE PLANTA EXTERNA

# ¿ESTÁ MI RED EN ÓPTIMAS CONDICIONES?

## GUÍA BÁSICA PARA EL OPERADOR DE CABLE PLANTA EXTERNA

### CONTENIDO

• <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
• <b>¿QUÉ HACER Y QUÉ NO HACER?</b> .....	4
○ CONSTRUCCIÓN.....	4
○ RECOMENDACIONES GENERALES.....	12
○ CONECTORIZACIÓN.....	13
○ SEGURIDAD.....	14
• <b>¿QUÉ MEDIR Y CON QUÉ MEDIRLO?</b> .....	19
○ EQUIPOS Y DISPOSITIVOS.....	19
○ DETECCIÓN DE FUGAS .....	20
○ RUIDO Y DISTORSIONES .....	22
○ SEÑALES DIGITALES.....	23
• <b>GLOSARIO</b> .....	26

## INTRODUCCIÓN

La planta externa [Figura 1], constituida principalmente por la red troncal y la red de distribución, es la columna vertebral de un sistema de cable. Si la planta externa no está en óptimas condiciones, se tendrá como consecuencia un incremento en fallas que, a su vez, ocasionará un aumento de llamadas de servicio y, finalmente, una fuga de suscriptores.

En un principio, las redes de televisión por cable no exigían la calidad ni la confiabilidad que ahora demandan para servicios avanzados e interactivos. Es más, su nombre ha evolucionado a **redes de telecomunicaciones por cable** y ahora se puede proveer a través de ellas una gran variedad de servicios que inicialmente no se habían contemplado.

Por lo anterior, ya no es suficiente cumplir con las exigencias de las normas básicas gubernamentales. Es imperante cumplir no sólo con dichas normas, que fueron creadas para regir la calidad de la transmisión de canales de televisión analógica, sino también con otros parámetros que aseguren un excelente desempeño del sistema.

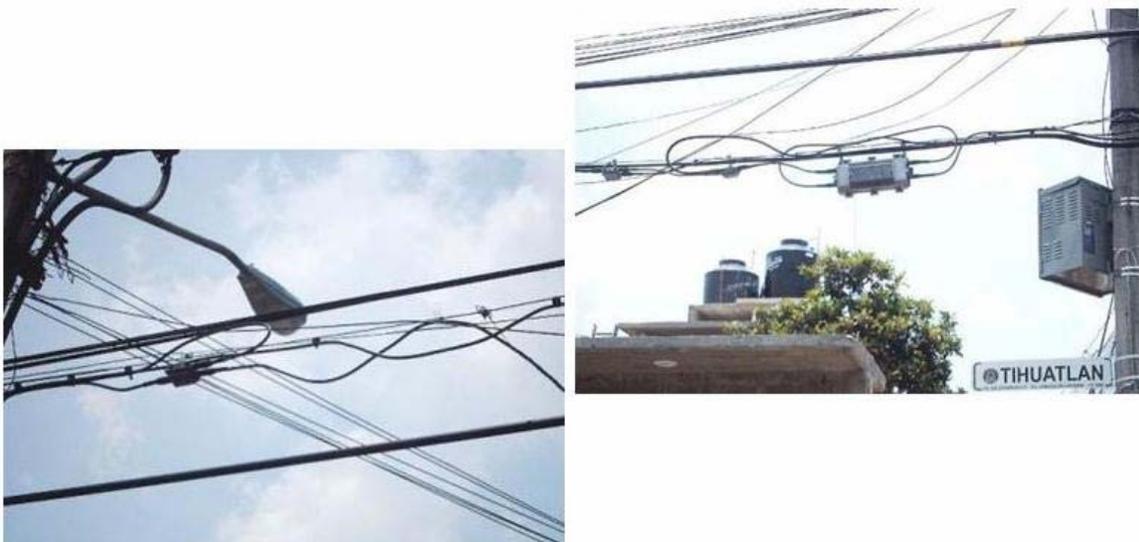


Figura 1. Secciones de la Planta Externa

## ¿QUÉ HACER Y QUÉ NO HACER?

- El fin que persigue esta guía es dar a conocer los puntos más importantes que se deben verificar técnicamente en la planta externa, identificar los problemas más comunes y dar sugerencias para mantener el buen funcionamiento de la misma.

### En la construcción...

- Todo comienza desde el **diseño de la red**. Un buen diseño debe considerar los siguientes puntos:
  - Asegurar y comprometerse con el cumplimiento de las **normas** y de los **parámetros** indicados por el sistema de cable.
  - No tener grandes **cascadas de amplificadores** para no afectar los parámetros de calidad y para degradar lo menos posible a las señales. Las antiguas redes de televisión por cable tenían largas cascadas de amplificadores; actualmente, las nuevas arquitecturas permiten optimizar diseños con menores cascadas.
  - Buscar un equilibrio entre la **densidad de amplificadores** por kilómetro y la cantidad de cable necesario. Por ejemplo, hay algunas arquitecturas que, al buscar utilizar menos amplificadores, necesitan mayor cantidad de cable o viceversa.
- Tenga siempre a la mano los **planos actualizados** de la red para saber exactamente la dirección de las señales y la localización de todos los dispositivos activos y pasivos.
- Revise previamente todos los equipos, herramientas y dispositivos de seguridad. Trate de optimizar el uso de los carretes de coaxial, acero y fibra considerando las distancias a fin de evitar empalmes.
- Cuando elija el cable para la red troncal y de distribución [Figura 2], asegúrese que cumpla con sus necesidades, ya sea para instalación aérea o subterránea [Tabla 1]. Por ejemplo: blindaje, atenuación, compuestos anticorrosivos, recubrimientos resistentes a las llamas, flexibilidad, tiempo de vida, etc. Revise las **especificaciones técnicas del cable** en los catálogos que proporciona el fabricante.



Figura 2. Algunos tipos de cable coaxial

Cable	Opciones			
	Número de versiones para instalación aérea y/o subterránea	Versión con chaqueta	Compuesto anticorrosión y/o resistencia a llamas	Versión con mensajero
MDU 320	2 aéreo	Sí	Ninguno	Sí
	1 subterránea	Sí	Anticorrosión	No
	1 interior	Sí	Resistencia a llamas	No
QR 540	2 aérea	Sí	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Doble	Anticorrosión	No
	1 interior	Sí	Resistencia a llamas	No
QR 715	2 aérea	Sí	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Doble	Anticorrosión	No
QR 860	2 aérea	Sí	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Doble	Anticorrosión	No
P3 500	3 aérea	Con y sin	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Sí	Anticorrosión	No
	1 interior	Sí	Resistencia a llamas	No
P3 625	3 aérea	Con y sin	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Sí	Anticorrosión	No
P3 750	3 aérea	Con y sin	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Sí	Anticorrosión	No
P3 875	3 aérea	Con y sin	Ninguno	Sí
	3 subterránea	Sí	Anticorrosión	No

Tabla 1. Algunas opciones de cables troncales y de distribución. Fuente: Commscope.

- Antes de instalar el cable, es muy recomendable verificar que el coaxial en el carrete no tenga daños. Además de la inspección visual, puede utilizar un TDR (Reflectómetro en el Dominio del Tiempo) para efectuar una prueba confiable de punta a punta y determinar que el cable se encuentre en buen estado. Nunca almacene carretes de cable a la intemperie.
- Es inevitable someter el cable a tensiones al momento de ser tendido. Durante este proceso, cuide no exceder el **mínimo radio de curvatura** [Figura 3] ni sobrepasar la **tensión de tiro máxima** permisible. Estos dos últimos parámetros se especifican en los catálogos de cada fabricante.



Figura 3. Mínimo radio de curvatura

- Utilice fusibles mecánicos para evitar al máximo el estrés mecánico del cable y controle el mínimo radio de curvatura [Tabla 2] con los dispositivos adecuados como las guías de instalación y los bloques de esquina.

Cable	Mínimo radio de curvatura [cm]	Máxima tensión de tiro [kgf]
QR 320	7.6	54.5
QR 540 blindado	16.5	100
QR 715 blindado	19.1	154
QR 860 blindado	24.1	204
P3 500 estándar	15.2	136
P3 625 estándar	17.8	216
P3 750 estándar	20.3	306
P3 875 estándar	22.9	397

Tabla 2. Mínimo radio de curvatura y máxima tensión de tiro para algunos cables.

Fuente: Commscope

- Se sugiere colocar aislante antes de colocar flejes en postes metálicos, y nunca se deberá colocar dispositivos activos en postes de dicho material.
- Es muy importante tener precaución al cortar el acero. Se deben sujetar los dos extremos próximos a donde se realizará el corte para evitar un accidente debido al movimiento del mismo acero.
- Utilice siempre las herramientas propias para hacer los bucles de expansión. Existen varios tipos de dispositivos para esta labor y al hacer uso de ellos, se garantiza un mayor tiempo de vida del cable (algunos fabricantes indican que puede ser de hasta 50 años). Los dobleces en el cable no realizados con molde causarían rupturas en el mismo con el paso del tiempo.
- Instale bucles de expansión antes y después de cada dispositivo activo y en cada conexión. Considere que un bucle de expansión debe tener, dependiendo del diámetro del cable, de 30 a 38 cm de fondo y aproximadamente 15 cm de profundidad [Figura 4].

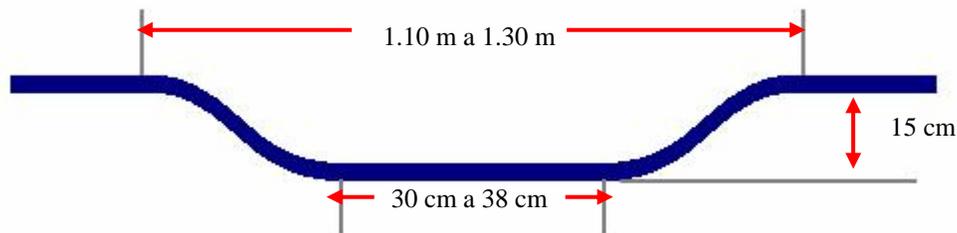


Figura 4. Tamaño típico de un bucle de expansión

- Es recomendable formar dos bucles de expansión cuando el tramo de cable exceda los 50 m. Observe la Figura 5 que ejemplifica algunos bucles de expansión.
- No se recomienda agrupar los bucles de expansión cuando se estén instalando varios cables.



Figura 5. Bucle de expansión

- Es de vital importancia respetar en todo momento las alturas de tendido de cable [Tabla 3]. Esto evitará accidentes y en el mejor de los casos, que el tendido sea derribado.

Zona	Altura mínima del cable
Áreas sujetas sólo al paso de peatones	2.9 m
Calles con circulación de automóviles y camionetas	4.0 m
Calles principales donde circulan camiones de pasajeros	5.5 m
Carreteras en donde circulan hasta camiones de carga	7.0 m
En vías de ferrocarril	8.2 m

Tabla 3. Altura mínima recomendada del cable sobre el nivel del suelo

- El cable coaxial requiere un trato adecuado para no dañar sus propiedades físicas. Los golpes y los dobleces que excedan el mínimo radio de curvatura, modificarán la impedancia del mismo. Esto provocará inevitablemente reflexiones de señal. Utilice las guías y soportes especificados por su empresa para la instalación del cable y evitar este problema.
- Cuando esté instalando el cable, nunca lo coloque en el piso expuesto al tráfico vehicular o peatonal.
- Existen métodos correctos para desenrollar el cable que evitan que sufra deformaciones o daños. En la Figura 6 se muestra gráficamente lo anterior:

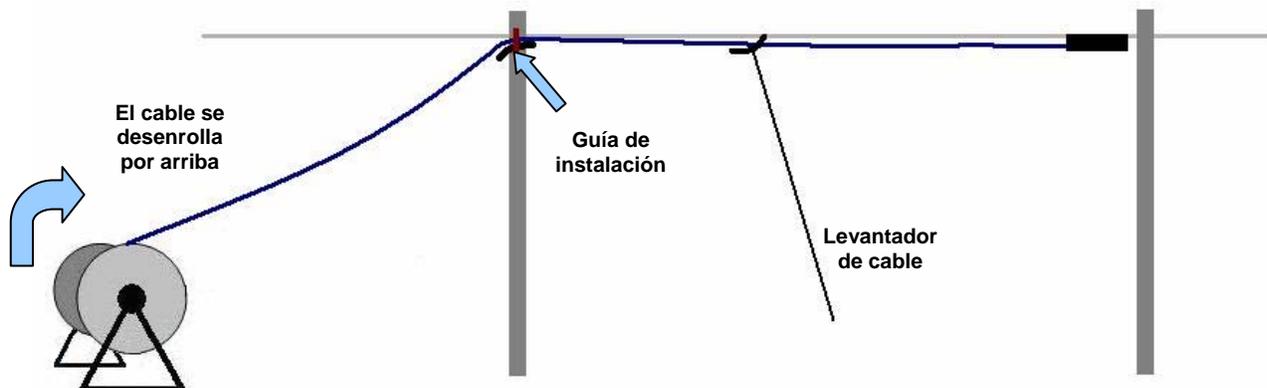


Figura 6. Extracción correcta del cable coaxial

- No ate el cable demasiado justo al acero. Se debe permitir la libre contracción y expansión del cable coaxial para que los bucles de expansión cumplan con su función.
- Recuerde que el uso de cable autoportado [Figura 7] tiene algunas ventajas y desventajas sobre el coaxial sin mensajero. Por ejemplo, la instalación con cable autoportado puede ser más rápida, sencilla y no requiere bucles de expansión porque el cable y el mensajero se contraen y se expanden de manera conjunta. Sin embargo, para múltiples cableados, el uso de cable con mensajero no resulta tan práctico.



Figura 7. Cable autoportado

- Nunca deje un cable a la mitad de su instalación al final de un día laboral. Todos los cables deberán quedar tensos y colocados con sus respectivos herrajes al final de cada jornada de trabajo.

### Construcción subterránea

- Para la construcción subterránea, analice cuidadosamente cuál es el método que mejor se ajuste a sus necesidades: el método de arado de surcos, la excavación de un canal, el método de perforación, etc.
- Recuerde también que existe un coaxial apropiado para cada caso: con compuesto inhibidor de corrosión, de mayor resistencia a impactos, preinstalado en conducto, etc.
- Se sugiere que la profundidad de la zanja para instalar el cable de CATV sea de por lo menos 60 cm. Las distancias hacia otros cables en la instalación subterránea se muestran en la Figura 8.

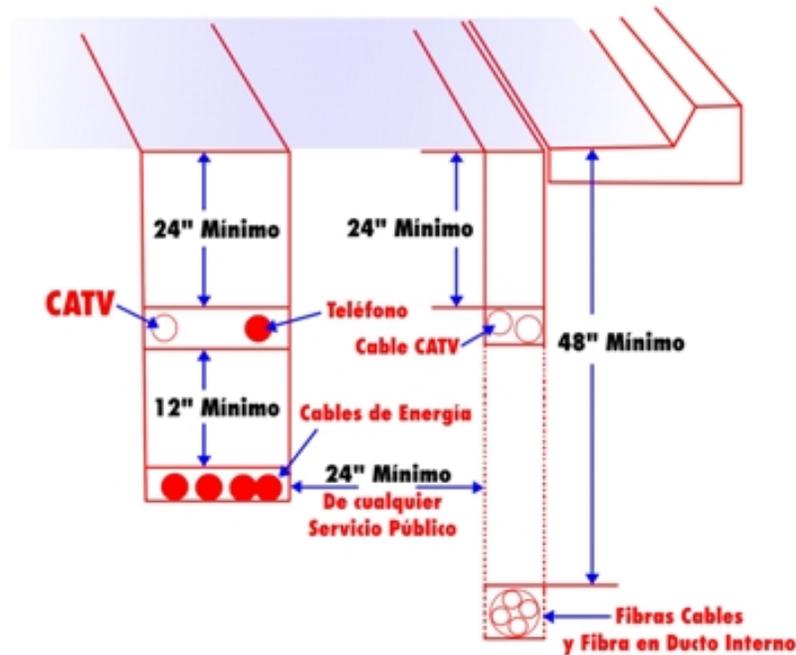


Figura 8. Profundidad recomendada para instalación subterránea del cable para CATV

- Cuando se instala cable en conducto, y si se hace correctamente, se asegura un mayor tiempo de vida para el cable que si se enterrara directamente.
- Al utilizar una zanjadora, recuerde que no se pueden hacer curvas muy pronunciadas. Las curvas deben ser un cambio prolongado y gradual. Cuando la esquina no le permita hacer una gran curva, reinicie la excavación a 90° y recorte la esquina interior para respetar el mínimo radio de curvatura del cable [Figura 9].

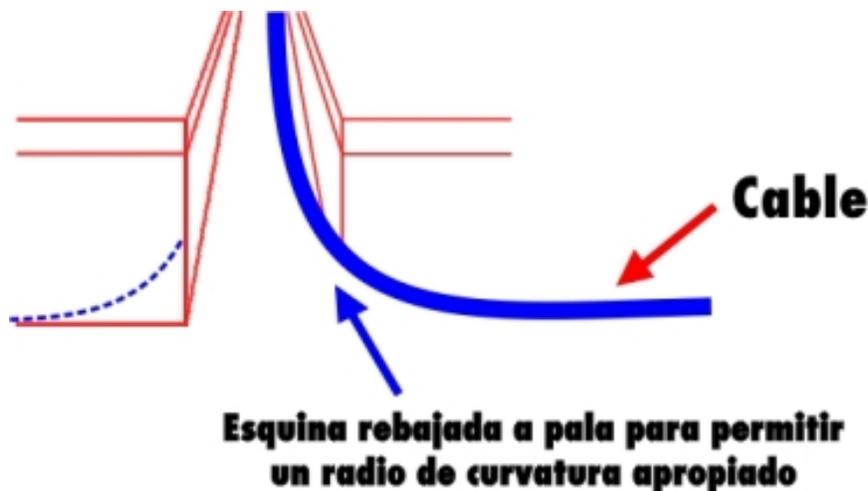
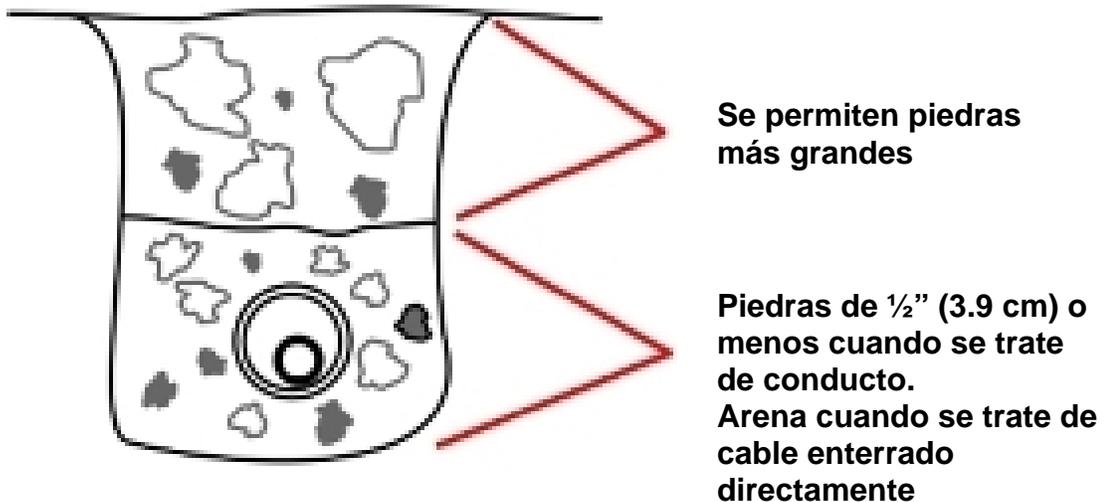


Figura 9. Excavación de zanja en esquina.

- Cuide que la pendiente de la zanja no sea muy pronunciada. El piso del surco debe ser lo más nivelado y recto posible. Proporcione cambios graduales entre las diferentes profundidades en caso de tener que esquivar obstáculos.
- En el método de excavación de un canal, prepare el surco con arena de relleno y retire todas las piedras antes de colocar el cable. Una vez colocado el coaxial, rellene y compacte el surco según lo requerido. No coloque piedras grandes directamente sobre el cable. Se recomienda utilizar sólo arena cuando se entierre coaxial directamente, mientras que para cable en conducto se puede utilizar arena con piedras pequeñas [Figura 10].



**La tierra deberá ser apropiadamente compactada cuando sea devuelta a la zanja**

Figura 10. Entierro del cable

- No olvide que rellenar y compactar la zanja de manera no apropiada, causará que se siga sedimentando tiempo después.
- En cualquiera de los métodos anteriores, desenrolle el cable por debajo del carrete y en una trayectoria lo más directa posible para evitar cualquier flexión innecesaria o algún roce contra el borde del mismo carrete [Figura 11].

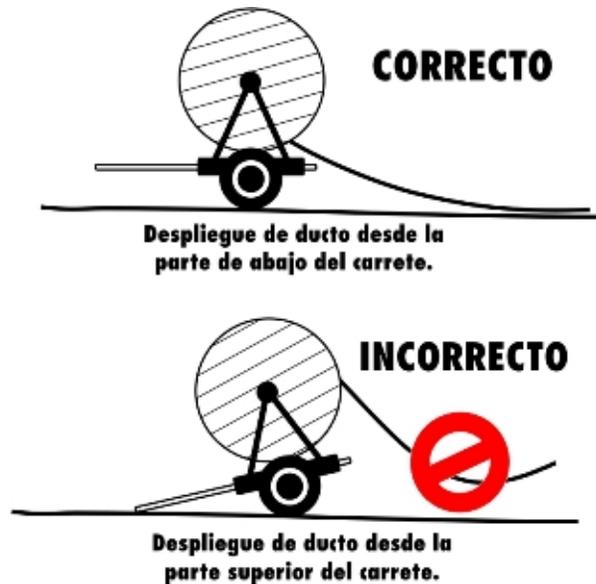


Figura 11. Disposición correcta del coaxial en instalaciones subterráneas

- No olvide realizar el mantenimiento a los ductos existentes antes de instalar el cable. Es necesario retirar los desperdicios y el agua que en ellos se acumula.
- Considere que entre mayor sea el radio de la curva, se evitará que el cable sufra una tensión excesiva en la instalación.
- Recuerde que el método de instalación de cable por soplado o propulsión de cable reduce la tensión puesto que no se jala el coaxial. Mediante esta técnica se puede “empujar” cable a través de largas distancias.

### Recomendaciones generales

- Todas las salidas no usadas de cualquier dispositivo deben estar terminadas a  $75 \Omega$ .
- Verifique el estado de las baterías de las fuentes de alimentación periódicamente para asegurar que el respaldo sea efectivo en caso de necesitarlo.
- No se debe pasar por alto el uso de tierras. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) recomienda aterrizar todas las partes de instalaciones eléctricas que en condiciones normales no se encuentran bajo tensión, pero que podrían, en determinado momento, presentar una diferencia de potencial a causa de fallas o por inducción electromagnética.
- En la planta externa se recomienda colocar una tierra para cada dispositivo activo y al final de cada línea. La CFE especifica que el valor óhmico de la tierra física debe oscilar entre 1 y  $5 \Omega$ .

### Y en cuanto a la conectorización...

- Un cable coaxial conectorizado inadecuadamente o dañado es una fuente importante de ruido, fugas e ingresos. Todos los elementos de la red deben ser convenientemente instalados para su correcto funcionamiento en cualquier condición ambiental.
- Consulte las instrucciones que dicta cada fabricante para la correcta instalación de los conectores.
- No sustituya o reemplace las herramientas por alguna improvisada para instalar un conector. Utilice cada herramienta únicamente para lo que fue diseñada: cortadores, preparador de cable, limpiador de conductor central, llaves, etc.
- El procedimiento para instalar un conector se describe a continuación:
  - Prepare el extremo del cable usando un cortador de cable para dejarlo uniforme.
  - Remueva la chaqueta, si es que la tiene, del extremo del cable.
  - Inserte en coaxial dentro de la preparadora de cable hasta el tope. Presione y comience a girar la herramienta en el sentido de las manecillas del reloj para quitar el dieléctrico y dejar expuesto el conductor central. Gire hasta que llegue al tope de la herramienta [Figura 12].



Figura 12. Preparadora de cable y cable coaxial sin chaqueta

- Quite los residuos del conductor central con una herramienta no metálica hasta que quede totalmente limpio. Evite tocar el conductor central con los dedos debido a que la grasa de las manos con el tiempo daña al conductor.
- Inserte y ajuste el conector según las especificaciones de cada fabricante [Figura 13]. Generalmente, basta con ajustar las roscas del conector.



Figura 13. Cable y conector

- Coloque las mangas termocontráctiles teniendo cuidado de no sobrecalentar el coaxial para no derretir la chaqueta ni el dieléctrico. Las mangas termocontráctiles [Figura 14] incrementan el tiempo de vida de los conectores y ayudan a evitar el ingreso de humedad.



Figura 14. Manga termocontráctil

### ¿Y la seguridad?

- La construcción, operación y mantenimiento de una red de telecomunicaciones por cable debe ser realizada por personal calificado, siguiendo la reglamentación y las prácticas establecidas por organismos como la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Desarrollo Social y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, tal y como lo indica la **Norma Oficial Mexicana para los Sistemas de Televisión por Cable**.
- Evite realizar maniobras de alto riesgo durante la instalación, siga los procedimientos establecidos por su empresa y por las normas oficiales.
- No se debe permitir laborar a aquellas personas que no estén física o mentalmente aptos para llevar a cabo el trabajo de manera adecuada, y bajo ninguna circunstancia deben laborar bajo la influencia de alcohol o drogas.

- Muchos de los accidentes ocurren por exceso de confianza. Por muy capaz y experimentado que sea el trabajador, **no arriesgue su integridad al no usar un equipo de protección necesario**: casco, anteojos, guantes protectores, cinturón de seguridad y zapatos especiales [Figura 15].



Figura 15. Equipo de seguridad personal

- Nunca utilice un equipo de protección defectuoso o dañado ya que puede resultar contraproducente. Inspeccione cada uno de los equipos antes de cada uso.
- Utilice **casco** siempre que ascienda, descienda o trabaje en postes, en espacios de difícil acceso y cerca de líneas o equipos energizados. Los cascos de telecomunicaciones deben cumplir con ciertas características como resistencia a la penetración de objetos, absorción de impactos, resistencia al agua y al fuego, y estar hechos de material dieléctrico para protección a descargas eléctricas. No altere las características originales del casco al agregarle partes, pintarlo o perforarlo.
- Use el **cinturón y la correa de seguridad** (o bandola) [Figura 16] cuando trabaje en escaleras o postes como protección contra caídas y para darle libertad de movimiento a las manos. Es muy recomendable utilizar el cinturón y la correa de la misma marca puesto que así fueron diseñados. Tenga cuidado con las aristas filosas u orillas que puedan dañar la correa de seguridad. No utilice el cinturón o bandola para elevar materiales o para otros

finos que no sea su función exclusiva. Cuando una bandola se encuentre en malas condiciones, se debe destruir.



Figura 16. Uso de cinturón y correa de seguridad.

- Se debe utilizar **protección ocular** cada vez que taladre, martille, trabaje entre árboles y, en general, cuando trabaje por encima de su cabeza o al utilizar herramientas y materiales que puedan desprender partículas.
- Los **guantes** de trabajo deben ser de material flexible para permitir libre movilidad de la mano y los dedos. Asimismo, deben ofrecer protección contra descargas eléctricas. Es recomendable también que los guantes tengan una porción extra que cubra la muñeca y parte del antebrazo. Deben utilizarse al manipular cables, herrajes y siempre que se manejen objetos cortantes, con rebabas, o al utilizar herramientas que produzcan astillas.
- Las **botas** deben ofrecer protección a los tobillos y permitir una firme pisada al trepar. Se sugiere que tengan también protección para los dedos, pero no se recomienda que sea de acero.
- La camisa del uniforme de trabajo debe ser de algún material resistente al fuego y debe tener mangas largas para mayor protección. Use siempre la camisa fajada y abotonada para evitar tropiezos o enredarse en alguna escalera o cable. No modifique el diseño del uniforme y evite el uso de cadenas, pulseras o anillos metálicos.
- **Cada herramienta debe ser utilizada únicamente para lo que fue creada**; respete sus limitaciones y no las sustituya. Además de su correcto uso, los trabajadores deben transportarlas, mantenerlas y guardarlas correctamente.
- En caso de que se utilicen **maneas** para escalar postes, debe siempre inspeccionarse que no tengan desgaste excesivo que pueda hacer peligroso su uso. El material de fabricación de las maneas no debe desintegrarse al destorcerse. Nunca las use para otro fin distinto al de subir postes [Figura 17]. Se considera que la manea de seguridad es la que se encuentra en la corva de la pierna, por lo tanto, evite quitarla para esquivar obstáculos.



Figura 17. Uso correcto de las maneas.

- Nunca utilice escaleras de aluminio o de algún material conductor. Todas las escaleras deben ser de algún material dieléctrico, las más comunes son las de fibra de vidrio.
- Para el transporte de las escaleras, utilice sólo los métodos autorizados por la empresa.
- Coloque siempre la escalera en una superficie firme y nivelada a una relación de 1 a 4. Es decir, la altura debe ser 4 veces la distancia de la base de la escalera hacia el poste para lograr un ángulo de inclinación de aproximadamente  $75^\circ$  (algunas escaleras tienen una indicación en "L" como referencia). Cuando no pueda lograrse este ángulo o cuando la escalera se pueda deslizar, asegure o amarre la escalera para mantenerla en su posición.
- Evite hacer reparaciones improvisadas o modificaciones a las escaleras.
- Al trepar por la escalera, siga la regla de los tres puntos. Ésta señala que siempre se debe mantener en la escalera tres extremidades: dos pies y una mano o dos manos y un pie. Nunca deberá subir ni permanecer en la escalera más de una persona a la vez.
- Nunca intente subir a un poste inseguro ni apoye una escalera a un cable o elemento sostenido por un poste en malas condiciones. Visualmente se puede determinar si existen grietas, astillas, clavos u otros daños que puedan dificultar el ascenso. Inspeccione también el empotramiento de los postes cuando se vayan a retirar cables.
- No suba a las escaleras con equipos en las manos ni en los bolsillos de su ropa. Utilice siempre una cuerda y las bolsas o cubetas portaherramientas.
- La seguridad también se aplica en los vehículos de la empresa. Siga los procedimientos indicados por su compañía para el mantenimiento del vehículo y respete las reglas de operación.

- Respete todas las indicaciones del fabricante para el manejo, transporte y almacenamiento de los carretes de cable coaxial. De esta manera evitará causar daños al mismo cable o al personal.
- Utilice la **señalización** adecuada (conos y letreros) toda vez que realice trabajos que afecten el flujo normal del tránsito y para proteger el cable del paso peatonal y vehicular.
- Siempre que se trabaje en las alturas, deberá colocar señalamientos para bloquear el paso de peatones y evitar así accidentes. Coloque avisos preventivos en lugares perfectamente visibles al tráfico.
- Dejar excavaciones pendientes es un riesgo extra en la instalación subterránea. No haga más excavaciones de las que pueda terminar en el mismo día.
- Antes de iniciar las excavaciones, determine la ubicación de los otros servicios que estén cerca de la ruta de trabajo.
- La presencia de arena durante una excavación puede ser señal de que se está acercando a la instalación de otros servicios.
- En caso de que se presente una obstrucción en la maquinaria de excavación, apáguela antes de tratar de retirar el objeto atorado.
- Cualquier otra duda que pueda surgir, consúltela con el encargado de seguridad de su empresa o con su supervisor. También revise las normas y reglamentos relacionados con las actividades y procesos de la empresa.

## ¿QUÉ MEDIR Y CON QUÉ MEDIRLO?

- Para medir los parámetros en la planta externa es indispensable contar con equipo especializado. La Norma Oficial Mexicana para los Sistemas de Televisión por Cable indica que es necesario contar con los siguientes dispositivos: **medidor de intensidad de señal** o medidor de campo, **osciloscopio**, **multímetro** y **analizador de espectros**. Señala que este último equipo es obligatorio únicamente para los sistemas que cuenten con más de 5000 suscriptores; sin embargo, actualmente es muy recomendable que cualquier sistema de cable cuente con un analizador de espectros sin importar el número suscriptores.
- Los nuevos servicios demandan otros dispositivos (además de los anteriores) como **analizador QAM** para servicios digitales, **generadores de barrido** para analizar la respuesta en frecuencia en todo el espectro y **detectores de fugas**. Actualmente, sin el equipo de medición adecuado es prácticamente imposible llevar a cabo el balanceo o el mantenimiento de una red.
- La inversión en equipos de medición puede ser gravosa. Sin embargo, con el incremento de suscriptores, el crecimiento de la red y los nuevos servicios, la inversión se justifica e incluso se convierte en una necesidad para el sistema.
- No olvide que el principal objetivo es tratar de alcanzar la **regla de los cuatro nuevos**. Ésta señala que la red de cable debe tener una disponibilidad del 99.99%. En otras palabras, quiere decir que la red no debe presentar fallas más del 0.01% del tiempo de operación, porcentaje equivalente a 52.56 minutos a lo largo de un año de funcionamiento.
- A pesar de los esfuerzos que se realizan para evitar fallas en el servicio, inevitablemente siempre existirán interrupciones. De ahí la importancia del **monitoreo** para asegurar el buen desempeño de los servicios que cada vez son más complejos y sofisticados.
- Existen **puntos estratégicos** en la red que deben ser verificados periódicamente, por ejemplo, en los nodos ópticos y al final de las líneas de distribución. En estos puntos se debe medir:
  - El nivel de las portadoras de RF para corregir la ganancia de los amplificadores y para detectar atenuaciones anormales
  - La potencia óptica recibida en los nodos
  - Los niveles de tensión y corriente de alimentación en los equipos.
- El **balanceo de una red** tiene como finalidad equalizar toda la banda de frecuencias para lograr que todos los canales lleguen con un nivel plano a los equipos terminales del suscriptor. Esto se logra ajustando los niveles de entrada y salida de los amplificadores y ajustando su ganancia.

- Después del balanceo es recomendable dejar indicada la siguiente información:
  - Fecha del balanceo
  - Nombre del técnico
  - Niveles de entrada y salida antes y después de balancear
  - Valor de los dispositivos atenuadores y ecualizadores utilizados
  - En caso de un receptor óptico, voltaje directo proporcional a la potencia óptica
- Tome nota de los valores que mida para referencias futuras. Esto podrá ahorrarle mucho tiempo, ya que no tendrá que recalcular valores o volver a medir.
- Recuerde que entre menor sea el nivel de entrada al amplificador, más cerca estará del piso del ruido y más ruido se amplificará en el proceso. No obstante, si el nivel de la señal de entrada es muy grande, se pueden producir distorsiones.
- Siempre que instale un nuevo amplificador, es muy importante que coloque los atenuadores y ecualizadores antes de energizar el dispositivo.
- En cuanto a los transmisores ópticos, lo más importante es ajustar el nivel de RF a la entrada: debe ser una entrada plana, es decir, que todos los canales de la banda de frecuencia tengan el mismo nivel. Estos niveles se ajustan en el CRC.

## Detección de fugas

- La detección de fugas es vital para una red de cable. No sólo es importante para corregir radiaciones de señal, sino también para evitar **ingresos**.
- La Norma Oficial Mexicana señala que la **radiación** de un Sistema de Televisión por Cable no debe ser mayor a 20  $\mu\text{V}/\text{m}$  medidos a una distancia de 3 m en frecuencias comprendidas entre 54 y 216 MHz. Cabe señalar que los requerimientos de los nuevos servicios han superado este parámetro. Se sugiere que la empresa de cable sea más exigente en esta norma para evitar cualquier problema.
- El Reglamento del Servicio de Televisión y Audio Restringidos es más exigente con las radiaciones, e indica que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes puede solicitar la reubicación del CRC si éste causa interferencias a otros servicios de telecomunicaciones establecidos con anterioridad.
- Existe una gran variedad de dispositivos para detectar fugas en una red. Algunos tienen opciones para programar el nivel de señal a detectar y permiten discernir entre radiaciones de otros sistemas.
- No es muy recomendable el método de detección de fugas insertando portadoras en la banda de FM, ya que no es tan exacto como el usar plataformas o dispositivos más sofisticados.

- Hay un método para la medición de radiaciones con una antena dipolo y un analizador de espectros bastante práctico. Para realizarlo se deben seguir los siguientes pasos:
  - Primeramente, se elige una frecuencia para la portadora que se va a insertar en la red de cable que servirá para detectar fugas. Es recomendable utilizar una portadora de la banda media del sistema.
  - Se procede a ajustar la antena antes de realizar el barrido de la red tomando en cuenta que las antenas dipolos son de media longitud de onda. Por ejemplo, si la portadora insertada tiene una frecuencia de 139.25 MHz, entonces se puede conocer fácilmente la longitud del dipolo mediante las siguientes fórmulas:

$$\lambda = c / f$$

$$L = \lambda / 2$$

Donde:

$\lambda$  = longitud de onda

$c = 300 \times 10^6$  m/s

f = frecuencia

L = longitud del dipolo

Sustituyendo valores en las fórmulas, se tiene que la longitud del dipolo para la frecuencia del ejemplo (139.25 MHz) es de 1.07 m

- Se conecta la antena con un cable de longitud no muy larga a un analizador de espectros.
- El analizador de espectro debe estar sintonizado a la frecuencia que se seleccionó para la portadora. También se debe convertir los valores de medición de dB a mV y escoger una escala adecuada.
- El barrido de la red se efectúa colocando la antena dipolo de forma paralela a la red a una distancia aproximada de 3m.
- Cada vez que suba el nivel de la portadora seleccionada, se debe orientar la antena dipolo para tratar de buscar un nivel mayor de radiación.
- Una vez que la medición indique que hay una fuga cercana, se debe hacer un barrido a aproximadamente 6 ó 7 metros de distancia del primer punto para localizar el lugar exacto de la fuga.
- Se recomienda ir anotando todas las fugas encontradas y su nivel correspondiente en  $\mu\text{V/m}$  en el mapa de la red.
- No se aconseja tratar de reparar la fuga en el momento que sea detectada, sino barrer la red completa para registrar todas las fugas.

- Una vez que se tenga el mapa de la red con las fugas, se procede a reparar el 10% de las fugas más graves.
- Después se debe volver a “peinar” el área y corregir nuevamente el 10% de las radiaciones más altas. Repetir el proceso cuantas veces sea necesario hasta que no se lean radiaciones superiores a los parámetros indicados en la norma o por la empresa.
- Es importante recordar que más de la mitad de las radiaciones son consecuencia de acometidas mal instaladas.

## Ruido y distorsiones

- El ruido que aporta el CRC al sistema es mínimo en comparación con el ruido que se genera en la planta externa de la red de cable.
- Para localizar eficazmente ruido y distorsiones en una parte de la red, se requiere que se encuentre bien balanceada tanto en la parte coaxial como en la parte óptica.
- Si no está **correctamente balanceada** y los niveles no se encuentran bien ajustados, es muy probable que se encuentren niveles excesivos de ruido que no permitirán dar un diagnóstico exacto.
- Una vez que se encuentre bien balanceada la red, es muy recomendable seccionar la red para buscar ruido y distorsiones.
- Es muy importante tener muy clara la diferencia entre el ruido, las distorsiones y el CPD, que son algunos de los problemas más comunes de una red.
- El **ruido** se manifiesta constante en toda la banda de frecuencias. Recuerde que los amplificadores no sólo amplifican las señales deseadas, sino también al ruido.
- El **ingreso** se observa como una portadora a cierta frecuencia. Se debe generalmente a un mal aislamiento de la red. No olvide que las principales fuentes o causante de ingresos pertenecen a las siguientes categorías:
  - Banda civil
  - Radio localizadores
  - Aparatos electrodomésticos.
- Y se deben principalmente a:
  - Cables rotos, deformados, con blindaje deficiente y conectores mal instalados, flojos o sin mangas termocontráctiles
  - Amplificadores mal sellados o de baja calidad
  - Cajas de amplificadores corroídas, dañadas o mal cerradas
  - Tierras mal instaladas o ausencia de las mismas
  - Salidas de taps, divisores o acopladores direccionales no terminadas con 75  $\Omega$

- Opresores flojos
- Empalmes ópticos mal realizados
- Conectores ópticos sucios
- Fuentes de voltaje dañadas
- Use un TDR para corroborar fallas en los lugares que sospeche y revise cada uno de los puntos anteriores para evitar ingresos.
- Una de las fallas más comunes en una red es la provocada por el **CPD**. El CPD se presenta como un patrón repetitivo cada 6 MHz. El CPD es ocasionado principalmente por:
  - Opresores mal apretados, oxidados o húmedos. Sin embargo, tenga cuidado de no apretar excesivamente los opresores, ya que si se hace de esta manera, se corre el riesgo de romper el conductor central.
  - Acometidas o conectores sueltos en las instalaciones del suscriptor
  - Altos valores en los taps terminales
  - Cualquier ingreso de humedad en equipos activos o pasivos
- Para evitar el CPD se recomienda sellar herméticamente todos los equipos de la red, usar conectores de calidad e instalarlos correctamente.
- Recuerde que el “**clipping**” es provocado por no linealidades en los amplificadores. Este problema se manifiesta como rayas que aparecen de manera aleatoria en el televisor del cliente. Tenga cuidado de que el nivel de entrada de los amplificadores no sea demasiado grande. Cuando el nivel de entrada excede los parámetros del amplificador, parte de la señal se corta porque sale del umbral de amplificación del dispositivo.
- Tenga siempre en mente que los niveles recomendados en una red de cable para el CNR, CSO, XMOD y para el HUM son los siguientes:

CNR > 43 dB

CSO > 52 dB

CTB > 51 dB

XMOD > 51 dB

HUM < 4%

## Señales digitales

- Es importante recordar que las portadoras digitales en sentido descendente (*forward*), se balancean entre 8 y 10 dB por debajo de la portadora de video de las señales analógicas.
- El nivel que llega a la televisión debe ser de 0 dBmV para los canales analógicos y la potencia de la portadora digital deberá llegar en un rango de -15 dBmV a +15 dBmV a los

cablemodems (aunque algunas redes prefieren tomar un rango de -5dBmV a +5dBmV de entrada al cablemódem).

- Para medir correctamente el desempeño de las señales digitales, se utiliza el **BER** (Tasa de Bits con Error), el **MER** (Tasa del Error de Modulación) y se analiza la **constelación** de la modulación QAM [Figura 18].

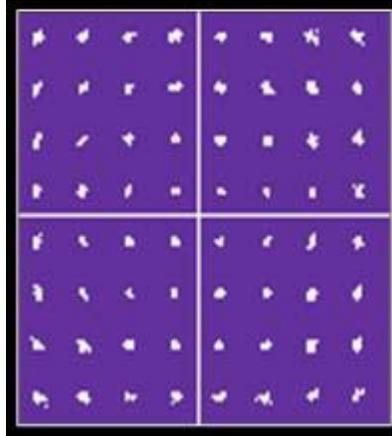


Figura 18. Constelación 64 QAM con MER aceptable

- Para realizar mediciones como el BER, MER y para analizar la constelación, existen equipos como analizadores de espectros y medidores de campo de varios fabricantes que ya cuentan con estas opciones.
- Una constelación relativamente buena presentará **puntos bien definidos** en una posición **formando un cuadrado**. Si los puntos no se encuentran bien definidos, o bien, si se observa cualquier tipo de deformación, será síntoma de problemas como:
  - Ruido en el sistema o de fase
  - Desbalance I-Q
  - CNR o MER deficiente
  - Compresión de ganancia
  - Interferencia coherente o intermitente
  - Distorsión de cuadratura
- Recuerde que el MER y el **EVM** (Magnitud del Vector de Error) aportan esencialmente la misma información. No obstante, el MER es mucho más popular debido a que es equivalente a la Relación Portadora Ruido (CNR) de los sistemas analógicos.
- El **FEC** (Corrección Directa de Errores) puede arreglar algunos errores, pero es muy importante conocer el BER del Pre-FEC y del Post-FEC para saber qué tan cerca está el sistema de fallar. Recuerde que un MER pobre afectará la calidad de imagen justo antes de que el sistema se colapse.

- Para evitar que el sistema deje de funcionar correctamente, es necesario tener un valor de **BER en Post-FEC** menor a  $1 \times 10^{-8}$ . Algunos autores señalan que es suficiente un valor menor a  $1 \times 10^{-6}$  para dicha medida; sin embargo, es importante recordar que entre menor sea el BER, menores serán las probabilidades de fallas en el sistema.
- Las cajas decodificadoras que trabajan con **64 QAM** requieren un MER de por lo menos **27 dB**. Por otro lado, las cajas decodificadoras que trabajan con **256 QAM** necesitan un MER de al menos **31 dB** para operar correctamente.
- Para 16 QAM y QPSK, el MER límite para que el sistema pueda trabajar es de 18 dB y 12 dB respectivamente. Sin embargo, se recomienda trabajar por lo menos 6 dB arriba de este umbral para evitar fallas, es decir a **24 dB** para **16 QAM** y **18 dB** para **QPSK**.
- Nunca olvide la importancia del mantenimiento preventivo y tome en cuenta que la inversión que realice para este fin, siempre será menos costosa que para realizar un mantenimiento correctivo mayor. Cuando las actividades se centran en el mantenimiento correctivo y no preventivo, es señal de que las cosas no andan bien.
- Realice programas de mantenimiento preventivo donde especifique las actividades a realizar en un determinado periodo. Entre más tiempo se invierta en actividades de mantenimiento preventivo, menor será el tiempo destinado a las correctivas.



Para obtener más información al respecto, enriquecer esta guía o hacernos llegar cualquier duda y/o comentario, visite la sección de [Foros de Discusión](#) del portal del CINIT o envíe un correo a [proyectos@cinit.org.mx](mailto:proyectos@cinit.org.mx)

## GLOSARIO

- **Analizador QAM:** Equipo de prueba y medición empleado para analizar la constelación de la modulación digital QAM.
- **BER:** Tasa de Bits con Error. Unidad adimensional que generalmente se expresa como una relación entre la cantidad de bits erróneos con respecto al número total de bits recibidos y permite evaluar, junto con otros parámetros, la calidad de la transmisión.
- **Bloques de esquina:** Dispositivo empleado en la construcción de una red de cable que permite encaminar o instalar cables a través de esquinas interiores o exteriores sin exceder el mínimo radio de curvatura. Hay varios modelos diseñados para distintos ángulos de esquina.
- **Bucle de expansión:** Conjunto de curvaturas que se hacen al cable coaxial con el fin de permitir la libre expansión y contracción del mismo por cambios de temperatura.
- **Cablemódem:** Equipo modulador-demodulador colocado en las instalaciones del suscriptor para establecer comunicaciones de datos a altas velocidades en un sistema de televisión por cable.
- **Clipping:** Efecto de recorte de algunas partes de una señal provocado por un nivel de entrada muy grande a los amplificadores. Las crestas y/o valles de la señal se cortan porque salen del umbral de amplificación del dispositivo. Este problema se manifiesta como rayas que aparecen de manera aleatoria en la imagen de los televisores.
- **CPD:** Distorsión de Trayecto Común. Tipo de distorsión causado por un mal mantenimiento en la red, acometidas deficientes o por conectores dañados. Típicamente se presenta como un patrón repetitivo cada 6 MHz.
- **CSO:** Batido Compuesto de Segundo Orden. Es un tipo de disturbio causado por dos portadoras, o por una armónica de una portadora, que cae dentro de los 6 MHz de un canal. Se visualiza en la imagen como rayas delgadas diagonales.
- **CTB:** Batido Compuesto de Tercer Orden. Es el tipo de disturbio causado por tres portadoras, o una armónica y una portadora, que cae sobre la portadora de un canal. El efecto que causa sobre la imagen es la aparición de rayas horizontales.
- **EVM:** Magnitud del Vector de Error: Parámetro empleado en las mediciones digitales que asigna un valor a la nube de puntos de símbolos en una constelación QAM. Es similar al MER.
- **Fleje:** Dispositivo de sujeción utilizado para tensar el acero que soportará al cable mediante la ayuda de herrajes y otros dispositivos.

- **FEC:** Corrección Directa de Errores. Es un método de corrección que consiste en agregar información adicional al flujo de datos para reparar errores que ocurren en la transmisión.
- **Fusible mecánico:** Dispositivo de seguridad utilizado para no exceder la máxima tensión del cable coaxial al momento de instalarlo. Está diseñado para desactivarse en caso de exceder un límite de tensión preconfigurado.
- **Generadores de barrido:** Plataformas de medición que permiten analizar todas las frecuencias dentro del ancho de banda de un sistema con el fin de detectar ruido, distorsiones y otros problemas.
- **Guías de instalación:** Dispositivo utilizado para guiar los cables desde el carrete hacia el acero en la instalación aérea.
- **HUM:** Modulación de zumbido. Es la modulación de la portadora de video por señales armónicas a la misma. Generalmente es causado debido a problemas en las fuentes de alimentación o en cualquier otro dispositivo activo. Se expresa en porcentaje de modulación de portadora.
- **Levantador de cable:** Se usa para elevar los cables a su lugar sin daño alguno. Tiene una forma curva para respetar el mínimo radio de curvatura del coaxial.
- **MER:** Tasa de Error de Modulación. El MER se expresa en dB y es un parámetro empleado en mediciones digitales equivalente a la relación portadora a ruido (CNR) de los sistemas analógicos.
- **QAM:** Modulación por Amplitud en Cuadratura. Forma de modulación digital en la cual ambas, la información en amplitud y en fase, son simultáneamente modificadas de un símbolo a otro.
- **XMOD:** Modulación cruzada. Es un batido similar al batido de tercer orden (CTB) cuyo efecto sobre la imagen de video es la aparición de bandas diagonales e imágenes superpuestas.