

Tema 6. Configuración de instalaciones de antenas receptoras de televisión terrestres: Especificaciones funcionales, realización de cálculos, selección de los equipos, materiales y elaboración de la documentación técnica de la instalación. Construcción de la instalación: Interpretación de la documentación, selección de elementos y herramientas, montaje de los elementos, realización de pruebas y ajustes y verificación de las especificaciones de la instalación. Normas de seguridad aplicables.

Índice

6.1. Introducción.....	2
6.2. Configuración de instalaciones de antenas receptoras de televisión terrestres	2
6.2.1. Especificaciones funcionales.	3
6.2.2. Realización de cálculos.....	4
6.2.3. Selección de los equipos y materiales.	5
6.2.4. Elaboración de la documentación técnica de la instalación.	8
6.3. Construcción de la instalación.	9
6.3.1. Interpretación de la documentación.	10
6.3.2. Selección de elementos y herramientas.	10
6.3.3. Montaje de los elementos.	10
6.3.4. Realización de pruebas y ajustes y verificación de las especificaciones de la instalación.	11
6.4. Normas de seguridad aplicables.	12

6.1. Introducción.

Una instalación de antena receptora de televisión tiene como misión captar las señales de TV presentes en la zona en forma de ondas electromagnéticas y transformarlas en señales eléctricas en la toma de antena del usuario, aptas para ser utilizadas por los receptores de televisión.

La instalación comprende un conjunto de elementos tanto mecánicos como electrónicos estudiados en el tema anterior y encargados de recibir la señal de televisión y transmitirla al receptor de televisión en óptimas condiciones. La calidad de imagen y sonido en el televisor dependen fundamentalmente de dicha instalación.

Las instalaciones de antenas receptoras de televisión se pueden clasificar en primera instancia en:

- Terrestres, destinadas a captar las señales procedentes de transmisores y reemisores situados en la superficie terrestre.
- Vía satélite, que reciben las señales emitidas desde un satélite.

En este tema nos centraremos en las instalaciones de TV terrena, que se pueden clasificar en 2 tipos:

- a. Instalaciones individuales, en las que la instalación da servicio a una sola vivienda (instalación unifamiliar).
- b. Instalaciones colectivas, que consisten en un conjunto de dispositivos de diversa índole interconectados entre sí, destinados a recibir las señales de TV, y distribuir las a las distintas viviendas que componen el edificio.

Aunque podría pensarse que la diferencia entre una instalación individual y una colectiva se basa exclusivamente en la utilización de la misma por uno o más usuarios, esto no es de todo cierto. Elementos como material utilizado o niveles de calidad requeridos, son características que diferencian una de la otra.

En este tema trataremos las instalaciones colectivas, pues al ser estas más generales, incluyen también las individuales, de forma que las individuales las podremos considerar como el caso más simple de las colectivas.

6.2. Configuración de instalaciones de antenas receptoras de televisión terrestres

La Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) para la captación, adaptación y distribución de señales de televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite, estará formada por los siguientes elementos:

1. Conjunto de elementos de captación de señales:

Es el conjunto de elementos encargados de recibir las señales de televisión procedentes de emisiones terrenales. Los conjuntos captadores de señales estarán compuestos por las antenas, mástiles, torretas y demás sistemas de sujeción necesarios. Asimismo, formarán parte del conjunto captador de señales todos aquellos elementos activos o pasivos encargados de adecuar las señales para ser entregadas al equipamiento de cabecera.

2. Equipamiento de cabecera:

Es el conjunto de dispositivos encargados de recibir las señales provenientes de los diferentes conjuntos captadores de señales de radiodifusión sonora y televisión y adecuarlas para su distribución al usuario en las condiciones de calidad y cantidad deseadas; se encargará de entregar el conjunto de señales a la red de distribución.

3. Red:

Es el conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde el equipo de cabecera hasta las tomas de usuario. Esta red se estructura en tres tramos determinados, red de distribución, red de dispersión y red interior, con dos puntos de referencia llamados punto de acceso al usuario y toma de usuario.

- Red de distribución: Es la parte de la red que enlaza el equipo de cabecera con la red de dispersión. Comienza a la salida del dispositivo de mezcla que agrupa los canales procedentes de los diferentes conjuntos de elementos de captación y adaptación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión, y finaliza en los elementos que permiten la segregación de las señales a la red de dispersión (derivadores).
- Red de dispersión: Es la parte de la red que enlaza la red de distribución con la red interior de usuario. Comienza en los derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución y finaliza en los puntos de acceso al usuario.
- Red interior de usuario: Es la parte de la red que, enlazando con la red de dispersión en el punto de acceso al usuario, permite la distribución de las señales en el interior de los domicilios o locales de los usuarios.
- Punto de acceso al usuario (PAU): Es el elemento en el que comienza la red interior del domicilio del usuario, que permite la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubicará en el interior del domicilio del usuario y permitirá a este la selección del cable de la red de dispersión que desee.
- Toma de usuario (base de acceso terminal): Es el dispositivo que permite la conexión a la red de los equipos de usuario para acceder a los diferentes servicios que esta proporciona. El reglamento de ICT obliga a colocar una toma de usuario en cada una de las estancias de la vivienda, excluidos baños y trasteros.

6.2.1. Especificaciones funcionales.

El Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación establece que, con carácter general, las infraestructuras comunes de telecomunicación para la captación, adaptación y distribución de señales de televisión deberán cumplir las siguientes especificaciones funcionales:

- El apartado 4.5 del anexo I del reglamento de ICT especifica los niveles de calidad para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión, que en los casos que nos interesan son:
 - Nivel QPSK-TV (satélite): 47-77 dB μ V.
 - Nivel COFDM-TV (televisión digital terrestre): 47-70 dB μ V.
- Tanto la red de distribución como la red de dispersión estarán preparadas para permitir la distribución de la señal, de manera transparente, entre la cabecera y la toma de usuario en la banda de frecuencias comprendida entre 47 y 2.150 MHz.
- En cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión se situarán las señales procedentes del conjunto de elementos de captación de emisiones de televisión terrenales, y quedará el resto de ancho de banda disponible de cada cable para situar, de manera alternativa, las señales procedentes de los posibles conjuntos de

elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

- Las señales de televisión terrenales, cuyos niveles de intensidad de campo superen los establecidos (65 o 70 dB μ V/m, según sea BIV o BV), difundidas por las entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, al menos deberán ser distribuidas sin manipulación ni conversión de frecuencia, salvo en los casos en los que técnicamente se justifique en el proyecto técnico de la instalación, para garantizar una recepción satisfactoria.
- La diferencia de nivel, a la salida de la cabecera, entre canales de la misma naturaleza, no será superior a 3 dB.

6.2.2. Realización de cálculos.

Al realizar el diseño de una instalación de antenas de TV, hay que tener en cuenta principalmente los siguientes factores:

1. Nivel de señal en la toma de usuario: Aunque están establecidos por la norma, para mantener un margen de seguridad por encima de los niveles mínimos en UHF que nos proteja de las posibles fluctuaciones que sufra la señal, se acostumbra a tomar para los canales de UHF un nivel mínimo de unos 10 dB μ V superior al regulado. Asimismo, este nivel nos aseguran una posible ampliación posterior de la instalación.
2. Las características del edificio: nº de plantas y nº de viviendas por planta.
3. El nº de tomas de usuario por vivienda.
4. El nº de canales que se desean recibir: su frecuencia o la banda a que pertenecen.
5. El nivel de señal en antena.

Para describir los cálculos que se precisan para el diseño de la instalación vamos a plantear un caso práctico como es el de un edificio de 7 plantas, en el que hay 2 tomas por planta, que se dibuja en la figura 6.1. Aquí se representan todas las distancias y la red de distribución realizada con derivadores, que es la más frecuente.

El cálculo de la instalación consiste en determinar el nivel de tensión de señal necesaria a la salida del equipo de amplificación para cumplir las especificaciones técnicas.

Para hacer el cálculo de las pérdidas en las distintas tomas de usuario para cada uno de los canales sintonizados, se empieza por el último piso:

- Pérdidas en las tomas de la 7ª planta:
Pérdidas en el cable + Pérdidas en derivación del derivador de 7ª planta + Pérdidas en la toma.
- Pérdidas en las tomas de la 6ª planta:
Pérdidas en el cable + Pérdidas en prolongación del derivador de 7ª planta + Pérdidas en derivación del derivador de 6ª planta + Pérdidas en la toma.
- Pérdidas en las tomas de la 5ª planta:
Pérdidas en el cable + Pérdidas en prolongación del derivador de 7ª planta + Pérdidas en prolongación del derivador de 6ª planta + Pérdidas en derivación del derivador de 5ª planta + Pérdidas en la toma.

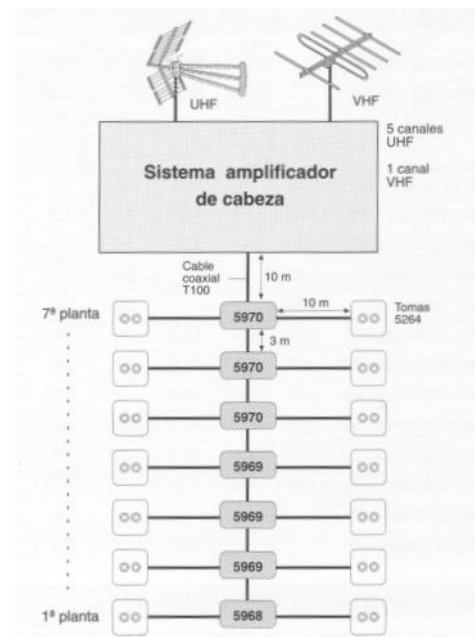


Figura 6.1. Instalación colectiva

- ... Procediendo de forma análoga para las demás plantas, se confecciona una tabla con las pérdidas en cada canal en todas las plantas.
- Observando la tabla se determinan las tomas más desfavorecidas en las que se producen las mayores pérdidas.
- Sumando el valor de estas pérdidas con el nivel mínimo de señal fijado en la toma, se calcula el nivel mínimo de señal a la salida del amplificador.
- Por otro lado y en la misma tabla se observan las tomas con menores pérdidas en cada banda de frecuencias.
- Sumando el valor de estas pérdidas con el nivel máximo de señal en la toma, 70 dB μ V, se determina el máximo nivel de señal en la salida del sistema amplificador.

Conocidos los niveles máximo y mínimo en la salida del amplificador, para determinar los componentes del sistema de antenas y del equipo de cabecera, se deben tener en cuenta:

- Los niveles de señal que se presentan en la entrada del sistema, es decir, que capta la antena.
- La ganancia de la antena.
- La atenuación del cable que baja desde la antena hasta el amplificador.
- La ganancia del amplificador.

6.2.3. Selección de los equipos y materiales.

Con lo visto anteriormente, hemos sido capaces de cuantificar una instalación de antena colectiva sencilla. No obstante hemos obviado muchas consideraciones imprescindibles a la hora de llegar a cabo dicha instalación. Para analizar más en profundidad una instalación de antena colectiva y tener en cuenta todas las consideraciones que intervienen en la configuración de dicha instalación, vamos a dividir esta en las partes que la componen.

A. Selección de la antena:

Las condiciones en que estas señales captadas son entregadas al equipo de cabecera son fundamentales para un buen funcionamiento de la instalación. Problemas no solucionados en esta parte de la instalación se convierten en muchos casos en irresolubles. Es imprescindible tener una baja relación señal/ruido (S/N), porque el ruido también es amplificado por el equipo de cabecera y podría llegar a superar los niveles exigidos. Desde un punto de vista general, a la salida del sistema captador, las señales han de tener un nivel adecuado y estar libres de reflexiones e interferencias.

A la hora de seleccionar la antena o antenas a utilizar, debemos de tener muy en cuenta el diagrama de radiación y la curva de ganancia-frecuencia de la antena. La primera nos da una idea muy clara de cómo la antena recibe las señales en función de las direcciones de las que estas proceden. La segunda nos da la ganancia que presenta la antena en cada canal. Ambos diagramas deberán ser suministrados por el fabricante en sus catálogos.

En general, para recibir los distintos canales utilizaremos una antena de para la banda de VHF, donde se emite la actual radio FM y en el futuro la radio digital, DAB, y una antena banda ancha para la recepción de los canales de UHF ya que suele suceder que los canales de UHF a recibir se encuentren cercanos unos de otros, en cuyo caso recurriremos a una antena por grupo de canales.

A veces, es necesaria la utilización de dos antenas para los canales de UHF; esto es así cuando los canales se reciben de direcciones distintas o cuando un canal tiene un nivel de señal muy bajo y requiere la utilización de una antena de mayor ganancia y un preamplificador.

Para reducir las interferencias ha de recurrirse a antenas de alta directividad.

Otra consideración a tener en cuenta es la utilización de circuitos adaptadores de antena con cable coaxial que nos permiten, además de adaptar las impedancias, transformar una entrada simétrica en una salida asimétrica sin perder el nivel de señal captado por la antena.

B. Características del conjunto para captación de señales:

Según el apartado 4.2.1 del anexo I del reglamento de ICT, el conjunto de elementos para la captación de servicios terrestres debe cumplir las siguientes características:

- Las antenas y elementos anexos: soportes, anclajes, riostras, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos.
- Los mástiles o tubos que sirvan de soporte a las antenas y elementos anexos deberán estar diseñados de forma que se impida, o al menos se dificulte, la entrada de agua en ellos y, en todo caso, se garantice la evacuación de la que se pudiera recoger.
- Los mástiles de antena deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto posible, con cable de, al menos, 25 mm² de sección.
- La ubicación de los mástiles o torretas de antena será tal que haya una distancia mínima de 5 m al obstáculo o mástil más próximo; la distancia mínima a líneas eléctricas será de 1,5 veces la longitud del mástil.
- La altura máxima del mástil será de 6 m. Para alturas superiores se utilizarán torretas.
- Los mástiles de antenas se fijarán a elementos de fábrica resistentes y accesibles y alejados de chimeneas u otros obstáculos.
- Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:
 - a. Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
 - b. Para sistemas situados a más de 20 m del suelo: 150 km/h.
- Los cables de conexión serán del tipo intemperie o en su defecto deberán estar protegidos adecuadamente.

C. Selección de preamplificadores:

Un elemento muy importante en el sistema captador de señales son los preamplificadores. Su función principal es la de recibir señales débiles sin empeorar la relación señal/ruido y aumentar dicho nivel para que puedan ser debidamente tratadas por el equipo de cabecera.

Como criterio general se utilizará un preamplificador siempre que el nivel de señal recibido sea tan bajo que requiera un dispositivo con figura de ruido suficientemente pequeña para garantizar una relación señal/ruido de, al menos, 40 dB.

También puede utilizarse un preamplificador cuando se necesite aumentar el nivel de señal a la entrada del amplificador de cabecera y conseguir con ello el nivel de señal requerido para entregar a la red de distribución.

D. Selección del amplificador de cabecera:

El elemento más importante y que siempre estará presente en el equipo de cabecera de una instalación de antena colectiva es el sistema de amplificación. La tensión máxima de salida de un amplificador se define como el nivel máximo de señal que el amplificador es capaz de entregar a su salida sin distorsión.

Esta distorsión está unida al concepto de modulación cruzada e intermodulación. Dichos conceptos son de gran importancia en los procesos de amplificación de señales puesto que son los que nos limitan los niveles de tensión de salida que podemos obtener de un determinado amplificador.

Cuando el sistema de amplificación es monocanal, debemos considerar la intermodulación, que es un efecto debido a la falta de linealidad de los amplificadores que produce señales indeseadas (productos de intermodulación) dentro del canal amplificado, como consecuencia de la interacción entre las portadoras.

Por el contrario, si el sistema de amplificación es un sistema en banda ancha, debemos considerar la modulación cruzada que consiste en la interacción entre las señales moduladoras de diferentes canales, produciéndose señales indeseadas dentro de la banda a amplificar.

Otra consideración a tener en cuenta cuando se utilizan amplificadores banda ancha es que los canales a amplificar deben estar ecualizados, ya que de lo contrario los efectos de modulación cruzada generados por un canal muy superior en nivel, afectaría a los canales con niveles de señal más bajo. El reglamento no permite diferencias de nivel entre canales superiores a 3 dB en la salida de la cabecera.

Hemos de procurar que los canales a la salida del amplificador tengan más o menos la misma amplitud. Si es necesario, habrá que recurrir a dispositivos que permitan ecualizar dichos canales (ecualizadores).

Por otra parte el reglamento establece el límite de 30 viviendas para cabeceras que utilicen centrales amplificadoras en su cabecera.

En consecuencia, los sistemas de amplificación monocanal presentan ventajas claras sobre los sistemas en banda ancha.

Como conclusión práctica a la hora de realizar una instalación, diremos que se podrá utilizar una central amplificadora en pequeñas instalaciones en las que sea suficiente ecualizar por bandas; cuando sea necesario ecualizar por canales utilizaremos sistemas de amplificación monocanal, ya que en estos últimos no se incorpora ningún amplificador banda ancha antes de filtrar los canales.

Las centrales amplificadoras programables tratan de recoger las ventajas de cada uno de los sistemas anteriores, la amplificación monocanal (el programa configura mediante filtros los canales a amplificar) y la presentación en un solo equipo. Es útil en instalaciones individuales y en comunidades pequeñas.

Por último, es importante tener en cuenta que nunca debe utilizarse un amplificador por encima de su tensión máxima de salida ya que los efectos de intermodulación o modulación cruzada se harían visibles, degradando la señal.

Además, se hará uso de la documentación técnica para comparar en cada modelo principalmente las siguientes características: ganancia, posibilidad de ajustar la ganancia, tensión máxima de salida, figura de ruido, alimentación y consumo.

E. Selección de los distribuidores:

Entre los 2 sistemas de distribución, los repartidores reparten la señal por igual entre todas sus salidas. Se suelen utilizar para repartir la señal en los dos cables de bajada que exige la ICT, para distribuir la señal a diferentes escaleras de un edificio y para repartir en el PAU a las diferentes tomas de la vivienda.

Los derivadores ofrecen una atenuación de paso diferente a la atenuación de derivación. Este sistema es el más extendido para hacer la distribución a las viviendas de las diferentes plantas de cada escalera. En este caso es importante tener en cuenta que el tipo de derivador depende de la planta del edificio en la que se va a colocar.

En ambos casos, buscaremos en el catálogo el distribuidor que presenta mínimas pérdidas de inserción y los mayores rechazos entre entradas y salidas.

F. Selección de los otros elementos de la instalación:

Los **cables** empleados para realizar la instalación deberán reunir las características técnicas que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad descritos. En el caso de cables coaxiales deberán reunir las siguientes características técnicas:

- a) Conductor central de cobre y dieléctrico polietileno celular físico.
- b) Pantalla cinta metalizada y trenza de cobre o aluminio.
- c) Cubierta no propagadora de la llama para instalaciones interiores y de polietileno para instalaciones exteriores.
- d) Impedancia característica: 75Ω
- e) Relación de ondas estacionarias: <2
- f) Atenuación mínima.

Aquél que cumpla las características especificadas a más bajo precio será la mejor elección.

En el caso de los **mezcladores**, las características técnicas que se valorarán son las bandas mezcladas, el rechazo entre entradas, la adaptación de impedancias tanto en la entrada (antena) como en la salida (cable de bajada), y las pérdidas de inserción.

6.2.4. Elaboración de la documentación técnica de la instalación.

El artículo "9. Proyecto técnico" del reglamento de ICT establece:

1. Con objeto de garantizar que las redes de telecomunicaciones en el interior de los edificios cumplan con las normas técnicas establecidas en este reglamento, aquellas deberán contar con el correspondiente proyecto técnico. En el proyecto técnico se describirán detalladamente todos los elementos que componen la instalación y su ubicación y dimensiones con mención de las normas que cumplen.

En el proyecto técnico original, se proyectarán y describirán la totalidad de las redes que pueden formar parte de la ICT, de acuerdo a la presencia de operadores que despliegan red en la ubicación de la futura edificación.

El proyecto técnico de ejecución incluirá, al menos, los siguientes documentos:

- a) **Memoria:** en ella se especificarán, como mínimo, los siguientes apartados: descripción de la edificación; descripción de los servicios que se incluyen en la infraestructura; previsiones de demanda; cálculos de niveles de señal en los distintos puntos de la instalación; y elementos que componen la infraestructura.
- b) **Planos:** indicarán, al menos, los siguientes datos: esquemas de principio de la instalación; tipo, número, características y situación de los elementos de la infraestructura, canalizaciones de telecomunicación de la edificación; situación y ordenación de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones; otras instalaciones previstas en la edificación que pudieran interferir o ser interferidas en su funcionamiento con la infraestructura; y detalles de ejecución de puntos singulares, cuando así se requiera por su índole.
- c) **Pliego de condiciones:** se determinarán las calidades de los materiales y equipos y las condiciones de montaje.
- d) **Presupuesto:** se especificará el número de unidades y precio de la unidad de cada una de las partes en que puedan descomponerse los trabajos, y deberán quedar definidas las características, modelos, tipos y dimensiones de cada uno de los elementos.

El proyecto técnico, firmado por el profesional encargado por el promotor de la edificación para el diseño de la ICT, debe ser verificado por una entidad que disponga de la independencia necesaria respecto al proceso de construcción de la edificación y de los medios y la capacitación técnica para ello.

Un ejemplar de dicho proyecto técnico deberá obrar en poder de la propiedad, a cualquier efecto que proceda. Es obligación de la propiedad recibir, conservar y transmitir el proyecto técnico de la instalación efectuada. Otro ejemplar del proyecto verificado, habrá de presentarse electrónicamente por la propiedad a través del Registro electrónico del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a los efectos de que se pueda inspeccionar la instalación, cuando la autoridad competente lo considere oportuno.

6.3. Construcción de la instalación.

En el momento del inicio de las obras, el promotor encargará al director de obra de la ICT, la redacción de un acta de replanteo del proyecto técnico de ICT, que será firmada entre aquél y el titular de la propiedad o su representación legal, donde figure una declaración expresa de validez del proyecto original o, si las circunstancias hubieren variado y fuere necesario la actualización de este, la forma en que se va a acometer dicha actualización, bien como modificación del proyecto, si se trata de un cambio sustancial, o bien como anexo al proyecto original si los cambios fueren de menor entidad.

A la hora de llevar a cabo una instalación de recepción de TV terrena son múltiples las consideraciones que hay que tener en cuenta. Dichas consideraciones como planificación, ejecución, etc., dependen mucho del tipo de instalación. Así, por ejemplo, cuando se recibe un aviso para realizar una instalación colectiva, es conveniente su **planificación en el taller** y proceder a una simulación de las características que posteriormente nos encontraremos en el lugar de la instalación.

Esto nos permitirá comprobar el correcto funcionamiento del material y nos evitará posibles problemas que después, en la instalación, serán de más difícil solución.

Antes de llevar a cabo una instalación es importante la realización de una **inspección del lugar de la instalación**, que nos permita la toma de datos que determinarán la instalación. En este sentido los tipos de datos a tener en cuenta serán:

- Ubicación de la antena:
 - Obtención de los niveles de señal y orientación de las antenas.
 - Se debe procurar ubicar la antena en lugares accesibles y evitar la existencia de obstáculos en la orientación de la misma.
 - Asimismo se procurará que la antena no esté próxima a posibles fuentes de interferencias.
 - Si existen otras antenas en el lugar de ubicación se procurará evitar la proximidad entre estas y la nueva antena a instalar.
 - Se procurará mantener alejada la antena de las líneas eléctricas existentes.
- Ubicación del equipo de cabecera:
 - Se buscarán lugares posibles de ubicación no muy alejados de la antena o antenas.
 - Se procurará que el lugar elegido sea de fácil acceso y con la amplitud suficiente para que se pueda trabajar cómodamente.
 - Otro aspecto a tener en cuenta son las temperaturas que se alcanzan en el lugar de ubicación.

Finalizados los trabajos de ejecución del proyecto técnico mencionado en el artículo anterior, la propiedad presentará electrónicamente, en el Registro electrónico del Ministerio con competencias en telecomunicaciones, un boletín de instalación expedido por la empresa instaladora que haya realizado la instalación y un certificado cuando la

complejidad de la instalación lo requiera, expedido por el director de obra de que la instalación se ajusta al proyecto técnico, o bien un boletín de instalación, en instalaciones que no superan las 20 viviendas.

La forma y contenido del boletín de instalación y del certificado de fin de obra se establecerán por orden ministerial. Es obligación de la propiedad recibir, conservar y transmitir todos los documentos asociados a la instalación efectuada.

6.3.1. Interpretación de la documentación.

La construcción de la instalación deberá basarse en todo momento en el proyecto técnico elaborado previamente. El instalador debe conocer las partes que integran el proyecto y la utilidad de cada una. En primer lugar, leerá la memoria y el pliego de condiciones del proyecto que le han de proporcionar una idea clara de la instalación.

A continuación el instalador debe estudiar los planos; actualmente no existe una simbología normalizada para ICT pero la difundida por los principales fabricantes es utilizada por proyectistas e instaladores.

Los planos y esquemas habituales en las ICT son:

- Plano general del edificio, donde el instalador observará los lugares por donde discurren las canalizaciones y los registros principales de la instalación.
- Esquema de canalizaciones, donde identificará el nº de tubos de cada canalización, su diámetro y su longitud.
- Esquema de principio, donde se observan los elementos y sus medidas para cada una de las instalaciones de la ICT
- Plano de planta, donde se identifican las redes de dispersión e interior de usuario.
- Planos de detalle, que permiten observar con mayor precisión una parte de la instalación que requiere una atención especial: un equipo de cabecera, un recinto, etc.

6.3.2. Selección de elementos y herramientas.

La selección de los **elementos** se realiza siguiendo los criterios expuestos en el apartado 6.2.3. y cumplirán con las especificaciones establecidas en el pliego de condiciones del proyecto.

En cuanto a la **herramienta** básica, para llevar a cabo la instalación hemos de disponer de un medidor de campo con monitor y de una antena de ganancia conocida en cada canal y que en adelante llamaremos "antena patrón". Dicha antena patrón puede ser para UHF una antena de banda ancha con una ganancia aproximada de 12 dB. Lo importante de esta antena patrón es que esté adecuadamente caracterizada en ganancia.

Con la antena patrón y el medidor de campo realizaremos en el lugar previsto de ubicación de antena la medida de las señales que nos llegan, así como la dirección de procedencia.

Otra herramienta útil para realizar la instalación, además de la específica del electricista es la peladora de cables coaxiales y la herramienta de crimpar.

6.3.3. Montaje de los elementos.

Una vez diseñado el sistema captador de señales se fijarán las antenas de forma segura, se orientarán hacia el emisor, se montarán preamplificadores y se hará el conexionado de las distintas bajadas de antena. También se instalará la toma de tierra y la protección frente a descargas eléctricas.

Los módulos monocanales se colocarán de mayor a menor canal a partir de la salida, conectándose cargas de 75 Ω en las entradas y salidas no utilizadas.

Actuando ahora sobre los atenuadores de los módulos amplificadores de los canales de televisión, se ajustará la ganancia de forma que a la salida de cada amplificador de TV y en el de FM se obtengan los valores calculados.

Una vez realizado esto se conectarán los puentes de conexión de las salidas. Se actuará de nuevo sobre los distintos atenuadores hasta dejar todos los niveles de los distintos canales ecualizados al valor mínimo.

A la hora de llevar a cabo la instalación de antena colectiva es conveniente tener en cuenta algunos detalles que a continuación se enumeran:

- Procurar evitar la existencia de obstáculos en la orientación de la antena.
- Procurar no colocar la antena en el lado de calles con mucho tráfico, anuncios luminosos, etc., que son causa de innumerables interferencias.
- En el caso de que en el tejado de la casa haya varias antenas para distintos usuarios, habrá que respetar una distancia entre ellas de por lo menos 3 m y una diferencia de altura de al menos 1 m.
- Si en las cercanías hubiera líneas eléctricas, mantener la antena separada al menos 20 m de la misma.
- Cuando se coloquen varias antenas en un mismo mástil, estas irán colocadas a una distancia de 1 m entre ellas y 2 m al tejado.
- La instalación debe estar puesta a tierra, estando así protegida contra el peligro de los rayos o contra cualquier carga electrostática.
- La alimentación de los amplificadores debe estar enchufada a la red general y no sobre el circuito de un usuario.
- La longitud de cable entre cada aparato será realizado en un solo trozo.
- Las bridas o puentes sobre el cable no se apretarán excesivamente, evitando la deformación del mismo.
- Ningún elemento de la instalación de antena colectiva deberá ser colocado en los huecos de los ascensores, chimeneas o en las proximidades de cualquier elemento que pueda dañarlo o producir interferencias.
- El equipo de amplificación deberá ser colocado en un lugar accesible y de uso común, protegido contra efectos perjudiciales de temperatura y humedad en cofre con cerradura.
- Los derivadores o cajas de derivación deberán situarse en los registros secundarios, en lugares accesibles para su examen y mantenimiento.
- Una vez realizada una instalación de antena colectiva, es conveniente suscribir con la comunidad de propietarios un contrato de mantenimiento de la instalación.

6.3.4. Realización de pruebas y ajustes y verificación de las especificaciones de la instalación.

La verificación antes de la puesta en servicio de la instalación, la ejecuta la empresa que realiza la instalación, según norma UNE, mediante examen visual y mediante pruebas y ajustes.

Examen visual de la instalación, sin tensión:

- Verificación del material eléctrico y electrónico:
 - Conforme con las prescripciones de seguridad.
 - Elegido e instalado correctamente.
 - No presenta daño visible que pueda afectar a la seguridad.
- Verificación de las condiciones de la instalación:
 - Existencia de medidas de protección contra descargas eléctricas.
 - Utilización correcta de cables de alimentación, según la intensidad admisible.

- Comprobación del conexionado.
- Colocación de cargas para evitar desadaptaciones.
- Accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento, con disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones.
- Ausencia de cortes, codos y cambios bruscos de dirección en el tendido del cable coaxial.

Pruebas y ajustes:

- Medidas de señal en la antena.
- Medidas de señal en la toma de usuario.
- Visualización en el monitor de la señal recibida en los canales especificados.
- Pruebas de funcionamiento.
- Ajuste de la altura de la antena.
- Ajuste de la orientación de la antena.
- Ajuste de la ganancia de los amplificadores, atenuación de los atenuadores, etc.

6.4. Normas de seguridad aplicables.

Las normas de seguridad aplicables a los componentes eléctricos de baja tensión emanan de directivas europeas. La ICT deberá estar diseñada y ejecutada, en los aspectos relativos a la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, de modo que se cumpla lo establecido en:

a) La Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

b) Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula *la* compatibilidad electromagnética *de los* equipos eléctricos y electrónicos, por el que se incorporó al derecho español la Directiva 2004/108/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética. Por otra parte, la Directiva 1995/5/CE, de 9 de marzo, sobre equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación, ha permitido una modificación de la evaluación de la conformidad de los aparatos de telecomunicación, establecida en el Real Decreto 1890/2000, de 20 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento que establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad de los aparatos de telecomunicaciones. Para el cumplimiento de las disposiciones anteriores, podrán utilizarse como referencia las normas:

- UNE-EN 60728-11 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 11: Requisitos de seguridad.)

- UNE-EN 50083-2 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos).

- UNE-EN 50083-8 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 8: Compatibilidad electromagnética de las redes).

En las instalaciones de antenas, únicamente puede montarse material eléctrico si está en conformidad con los requisitos de la Directiva, decreto, orden y norma UNE.

La Directiva 73/23/EEC se aplica a todo material eléctrico destinado a utilizarse entre unos límites de tensión de 50 y 1.000 V (corriente alterna) y 75 y 1.500 V (corriente continua). Los límites de tensión se refieren a la alimentación o a la salida del material, no a los voltajes que pueden aparecer en el interior del mismo.

La normativa cubre todos los riesgos derivados del uso del material eléctrico, no solamente los eléctricos, sino también los mecánicos, químicos (en particular, las emisiones de sustancias tóxicas) y cualesquiera otros.

También cubre aspectos de salud como ruido y vibraciones, y aspectos ergonómicos, en la medida en que los requisitos ergonómicos sean necesarios para la protección contra riesgos en el sentido de la Directiva.

Algunos aspectos relacionados con las radiaciones electromagnéticas también afectan directamente a la salud y la seguridad de las personas.

Los principales elementos de los objetivos de seguridad referentes al material eléctrico destinado a emplearse en baja tensión son:

1. Condiciones generales:

a) Las características fundamentales de cuyo conocimiento y observancia depende la utilización acorde con el destino y el empleo seguro del material figurarán en el material eléctrico o cuando esto no sea posible, en la nota que lo acompañe.

b) La marca de fábrica o la marca comercial irá colocada de manera distinguible en el material eléctrico o no siendo esto posible, en el embalaje.

c) El material eléctrico y sus partes constitutivas se fabricarán de modo que permitan una conexión segura y adecuada.

d) El material eléctrico habrá de diseñarse y fabricarse de modo que quede garantizada la protección contra los peligros, a condición de que se utilicen de manera acorde con su destino y sean objeto de un adecuado mantenimiento.

2. Protección contra los peligros provenientes del propio material eléctrico. Se preverán medidas de índole técnica, a fin de que:

a) las personas y los animales domésticos queden adecuadamente protegidos contra el riesgo de heridas u otros daños que puedan sufrir a causa de contactos directos o indirectos;

b) no se produzcan temperaturas, arcos o radiaciones peligrosas;

c) se proteja convenientemente a las personas, los animales domésticos y los objetos contra los peligros de naturaleza no eléctrica causados por el material eléctrico y que por experiencia se conozcan;

d) el sistema de aislamiento sea el adecuado para las condiciones de utilización previstas.

3. Protección contra los peligros causados por efecto de influencias exteriores sobre el material eléctrico. Se establecerán medidas de orden técnico a fin de que:

a) el material eléctrico responda a las exigencias mecánicas previstas con objeto de que no corran peligro las personas, los animales y los objetos;

b) el material eléctrico resista las influencias no mecánicas en las condiciones previstas de medio ambiente con objeto de que no corran peligro las personas, los animales domésticos y los objetos;

c) el material eléctrico no ponga en peligro a las personas, los animales domésticos y los objetos en las condiciones previstas de sobrecarga.