

3.2.- Sistemas de recepción de TV terrestre

El anexo I del RD 346/2011 establece las características técnicas que debe cumplir una Infraestructura Común de Telecomunicaciones destinada a la captación y distribución de señales de radiodifusión terrestres y satélites.

Se ha visto hasta ahora que las señales a distribuir han de ser TDT, FM, DAB y TV satélite. Se van a nombrar ahora las características de calidad que deben cumplir dichas señales.

Niveles de calidad

Los parámetros de calidad que se contemplan son:

- Nivel de señal
- Relación C/N en tomas
- Relación de intermodulación
- Relación portadora/interferencias
- Parámetros globales de calidad: VER, MER...

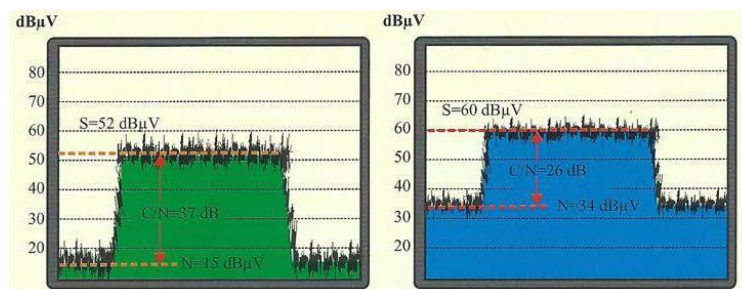
Nivel de señal

Tipo de canal	Nivel de señal
TV AM (*)	57-80 dBμV
TV COFDM	47-70 dBμV
Radio FM	40-70 dBμV
Radio DAB	30-70 dBμV
64 QAM-TV (CATV)	45-70 dBμV
QPSK-TV (TV-SAT)	47-77 dBμV

Calidad de señal

Se denomina como C/N y es una característica importante ya que un nivel de señal elevado no es indicador inequívoco de buena calidad, ya que puede que esa señal también tenga una cantidad de ruido grande. El parámetro C/N indica como de potente es la señal de información con respecto al ruido.

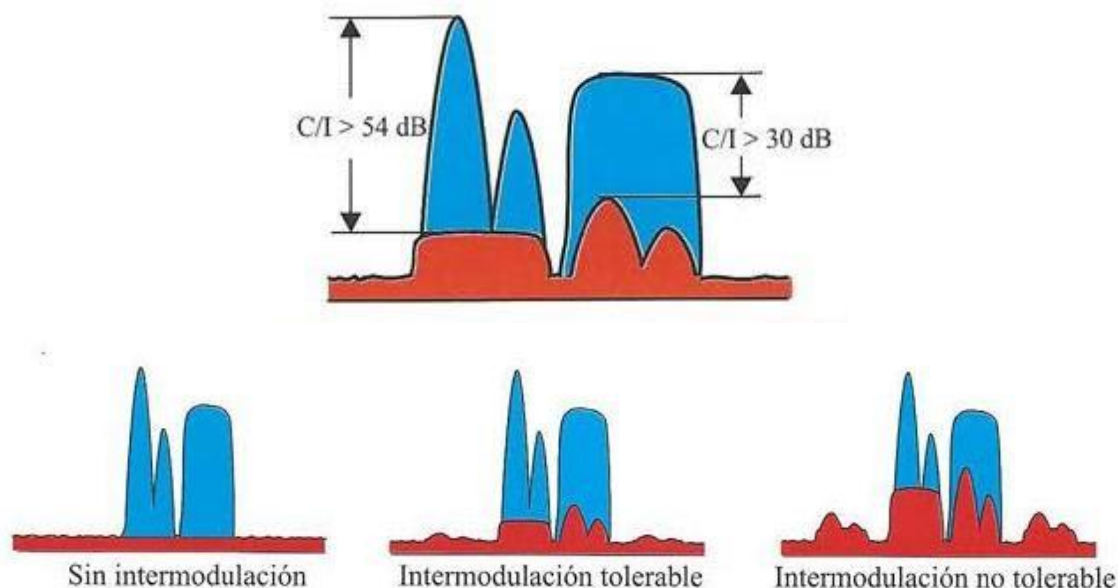
Tipo de canal	Relación portadora/ruido aleatorio
TV AM (*)	≥ 43 dB
TV COFDM	≥ 25 dB
Radio FM	≥ 38 dB
Radio DAB (COFDM)	≥ 18 dB
QPSK-TV	QPSK DVB-S ≥ 11 dB
	QPSK DVB-S2 ≥ 12 dB
8PSK DVB-S2	≥ 14 dB
64 QAM-TV	≥ 28 dB



Distorsión de la señal

Este es un aspecto complejo de las señales. Hay dispositivos que tienen un comportamiento no lineal, que puede introducir señales no deseadas generadas por intermodulación, haciendo que aparezcan dichas señales en combinaciones de frecuencias de las señales presentes en el sistema.

Muchas señales que se generan por intermodulación no afectan al sistema ya que quedan fuera de su ancho de banda y pueden ser filtradas aunque otras pueden interferir.



Parámetros globales de calidad

Otra medida de calidad para la señal digital es el **BER** (Bit Error Rate) que indica la tasa de bits erróneos de la señal.

El **MER** (Modulation Error Rate) indica la calidad de la señal modulada, de manera que un bajo nivel significará que la señal modulada se ha degradado en gran medida, y puede llegar un punto en el que el receptor no sea capaz de interpretarla. Un mayor o menor valor del MER se traduce en una constelación más o menos difuminada.

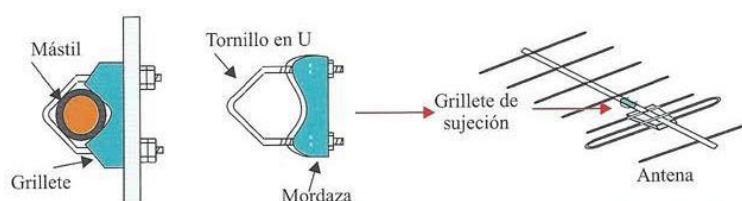
Tipo de canal	Parámetros globales de calidad de la instalación
BER QAM	9×10^{-5}
VBER QPSK	9×10^{-5}
BER COFDM-TV	9×10^{-5}
MER COFDM-TV	$\geq 21 \text{ dB en toma}$

Colocación de antenas en mástiles

Previamente se ha comentado que las antenas han de ir fijadas. Por lo general, esta fijación se realiza mediante un mástil, cuya máxima longitud ha de ser de 6 metros.

En un mismo mástil se pueden colocar varias antenas siempre que se asegure una separación vertical entre ellas de 1 metro como mínimo.

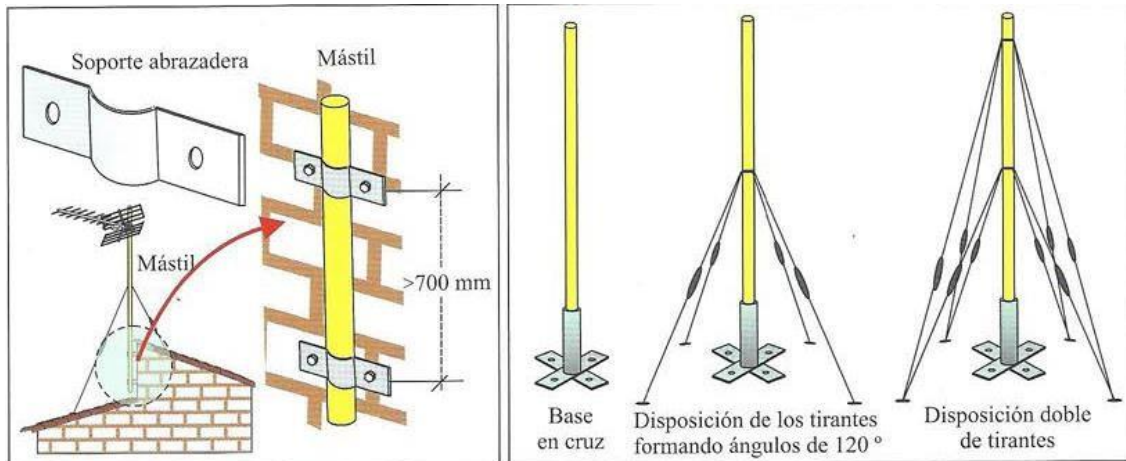
Las antenas se fijan al mástil mediante grilletes que estrangulan el mástil afferándose a él.



Fijación del mástil

El mástil debe fijarse de manera adecuada con los medios más apropiados en función de las circunstancias de la instalación.

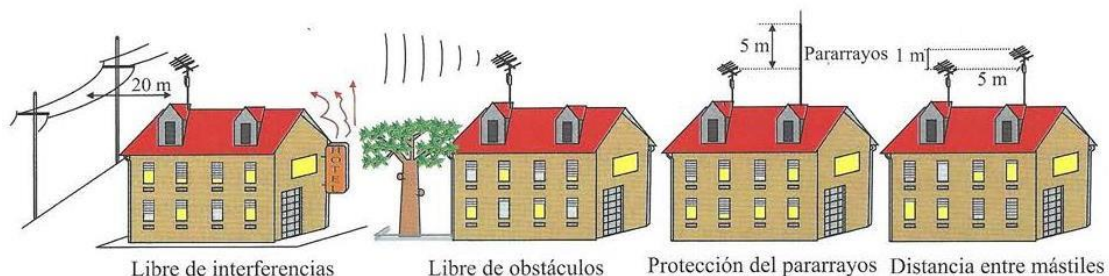
Existe la posibilidad de fijar el mástil sobre pared o sobre suelo, para lo que se utilizarán elementos distintos según la finalidad.



Es común el uso de tirantes y tensores cuando el mástil es de grandes dimensiones, para dotarlo de mayor resistencia y seguridad.

Requisitos físicos y mecánicos de instalación de los mástiles

- El mástil se situará en la parte más alta del edificio.
- El equipo receptor deberá quedar dentro del campo de protección del pararrayos (si existe), pero a distancia vertical igual o superior a 5 metros del mismo.
- La distancia mínima del mástil a la línea eléctrica más próxima deberá de ser de al menos 1'5 veces la longitud del mástil.
- Si existen varios mástiles con antenas, su separación deberá ser de 5 metros entre ellos, y las antenas en un mismo mástil estarán separadas verticalmente 1 metro como mínimo.
- Las antenas y equipos de captación deberán soportar las siguientes velocidades de viento:
 - Para sistemas a menos de 20 metros del suelo: 130 km/h
 - Para sistemas a más de 20 metros del suelo: 150 km/h



Momento flector

Los sistemas de captación, formados por antenas y mástil, estarán sometidos a la acción del viento que ocasionará sobre ellos una determinada fuerza. El diseño debe asegurar que esta fuerza ha de ser soportada por el mástil que sujeta las antenas.

Carga al viento (Q)

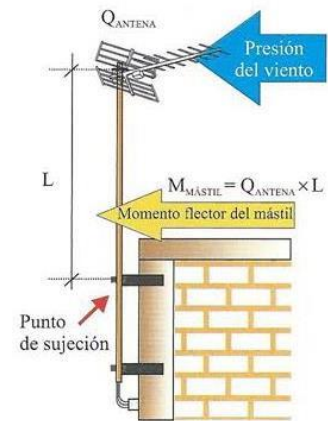
Es la fuerza a la que estará sometida una antena por efecto del viento, en función de las características físicas de la antena su carga al viento será mayor o menor.

La carga al viento al que están sometidas las antenas ocasionará una fuerza en el punto de fijación del mástil, que es el que se denomina técnicamente el momento flector

La carga al viento se mide en newtons (N) y su ecuación sería:

$$Q = P \cdot S$$

Donde Q es carga al viento en N, P es la presión del viento en N/m^2 y S es la superficie equivalente de la antena en m^2 .



El **momento flector** ocasionará en el mástil un estrés, así como un esfuerzo de compresión en una de las caras y un efecto de estiramiento en la otra.

- Para valores de tensión pequeños la deformación del mástil será inapreciable
- Para valores de tensión mayores, habrá un intervalo de fuerzas que el mástil será capaz de soportar, ese intervalo entrará dentro del **límite elástico** y el mástil podrá recuperar su estado original sin sufrir daño
- Si la tensión supera un umbral, se superará el límite elástico y el mástil sufrirá una deformación de la cual no podrá recuperarse y podrá llegarse incluso a la rotura del mismo si se supera el **límite de rotura**

Cálculo del momento flector

Para calcular el momento al que está sometido un mástil se necesitará conocer la carga al viento de las antenas que estén situadas en él, así como el punto en el que se colocan las antenas con respecto al punto de anclaje del mástil. El momento flector se calculará teniendo en cuenta un viento de 130 km/h o 150 km/h en función de la altura a la que esté el mástil.

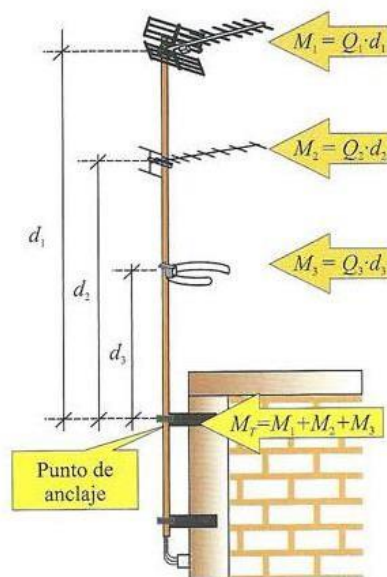
Velocidad del viento	130 km/h	150 km/h
Presión del viento	800 N/m^2	1.100 N/m^2

El momento flector que origina una antena en un mástil viene dado por la siguiente expresión:

$$M = Q_{ANTENA} \cdot L$$

Donde M es el momento flector (medido en Nm), Q la carga al viento de la antena (en N) y L la distancia de la antena al punto de anclaje del mástil (en metros).

Cuando hay varias antenas en un mástil, el momento flector total es la suma de momentos generados por las antenas que en él se sitúan.



Recomendaciones en la instalación de antenas

Por las propiedades físicas propias del momento flector que se genera en un mástil, se percibe que las antenas que más efecto tienen sobre el aumento del momento son las que se sitúan más alejadas del punto de anclaje, por lo tanto, es aconsejable, desde el punto de vista del momento flector, siempre que sea posible, situar las antenas de mayor carga al viento más próximas al punto de anclaje del mástil.

Instalación interior de usuario

El número de tomas según ICT para la instalación interior de usuario se muestra en el siguiente cuadro

Tipo de usuario		Número de BAT
Viviendas		1 toma/estancia (1); mínimo 2.
Locales comerciales y oficinas en edificios de viviendas	Distribución definida	PAU capaz de alimentar un número de tomas fijado en función de la superficie o división interior del local.
	Distribución no definida	Distribuidor en el registro secundario para dar servicio a un número de PAU como mínimo igual al de la planta tipo con mayor número de viviendas del edificio.
Edificios de locales comerciales y oficinas	Distribución definida	PAU capaz de alimentar un número de tomas fijado en función de la superficie o división interior del local u oficina.
	Distribución no definida	Distribuidor en el registro secundario para dar servicio a un número de como mínimo 1 PAU cada 100 m ² o fracción de cada planta.
Estancias o instalaciones comunes de la edificación		1 por cada estancia común, excepto que no requiera servicios de TV por no haber permanencia habitual de personas.
(1) Excluidos baños y trasteros.		

3.3. Recepción y distribución de televisión satélite

En las instalaciones ICT la red de distribución debe estar preparada para llevar señal satélite a los usuarios, si bien no es obligatoria la instalación de las antenas y de los equipos de amplificación.

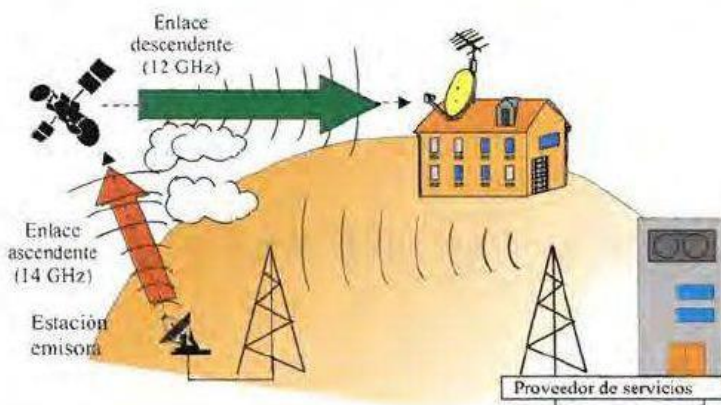
Satélites de comunicaciones

Un satélite de comunicaciones es un equipo que se sitúa en una órbita alrededor de la Tierra. Las órbitas en las que se encuentran estos satélites se denominan **órbitas geoestacionarias**, cuya característica principal es que la velocidad angular a la que giran alrededor de la Tierra es la misma velocidad con la que la Tierra gira sobre sí misma, de manera que los satélites siempre estarán situados en un mismo punto relativo en el cielo. A consecuencia de esto, las antenas parabólicas orientadas a un satélite estarán orientadas a dicho satélite de forma permanente.

Estas órbitas están situadas a 36.000 km de la Tierra.

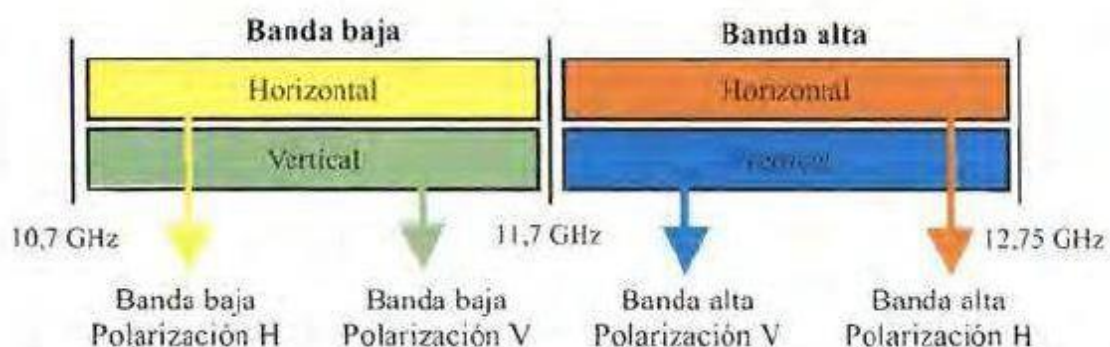
Enlaces de radiodifusión satélite

- **Módulo de servicio:** proporciona la alimentación que mantiene el satélite en funcionamiento y en órbita.
- **Módulo de comunicaciones:** está formado por los **transpondedores** que son los elementos que convierten un canal del enlace ascendente (14 GHz) en un canal de enlace descendente (12 GHz) que se envía de vuelta a la Tierra previa amplificación. Cada transpondedor (que se pueden asumir como los canales en TDT) tendrá un número determinado de programas.



Bandas de difusión

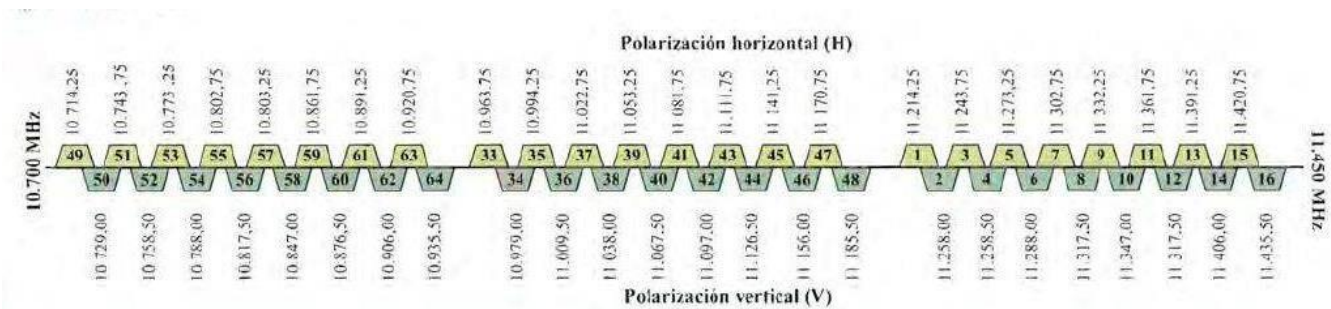
La banda dedicada a los servicios de radiodifusión satélite se denomina la banda Ku, que se divide en banda alta y banda baja.



Polarización

Para aumentar la capacidad de la banda de frecuencias dedicada a la difusión de señales de televisión satélite se utiliza una técnica denominada **polarización**. Las ondas electromagnéticas son una combinación de un campo eléctrico y un campo magnético que siempre son perpendiculares entre sí. La posición del campo eléctrico determinará la polarización de una señal.

Las polarizaciones pueden ser lineales o circulares y son las lineales las que se utilizan en la transmisión satélite, de manera que en un mismo espacio frecuencial, se podrán enviar señales tanto en polarización horizontal como en polarización vertical, doblando la capacidad original del canal.



Características de los canales satélite

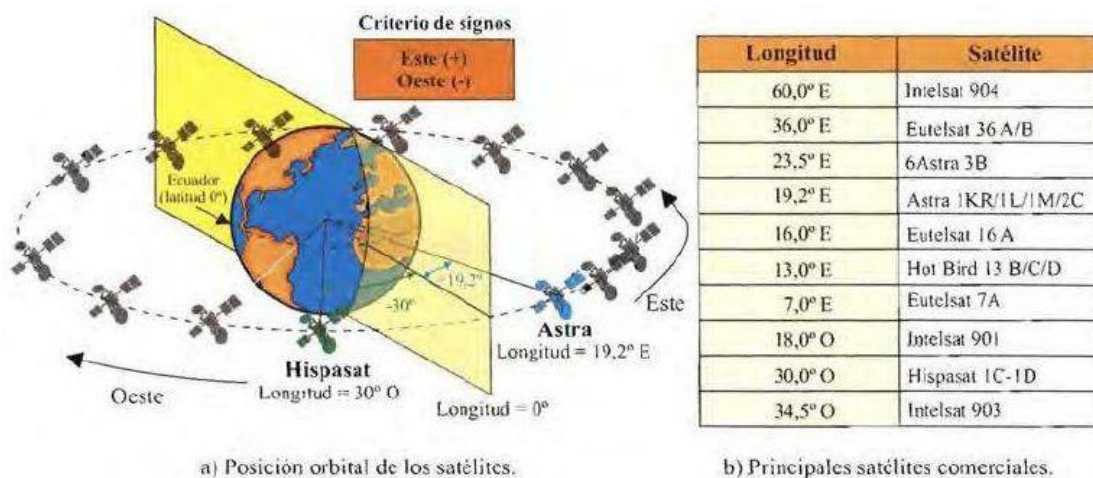
Las características que definen un transpondedor de televisión satélite son:

- **Modulación**
- **Frecuencia/banda de transmisión:** alta o baja
- **Polarización:** vertical u horizontal.

Además de lo anterior, habrá que tener en cuenta la posición del satélite para la orientación de la antena.

Posición orbital

La posición orbital de un satélite queda definida por la longitud en la que se encuentra. No es necesario el dato de latitud ya que están siempre situados sobre el ecuador.



Transpondedores digitales

El estándar para comunicaciones satélite es DVB-S y la modulación de los canales digitales vía satélite es QPSK.

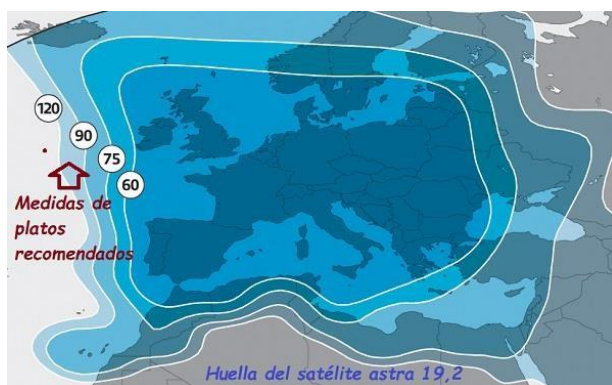
El ancho de banda de los canales satélite puede oscilar entre los 32 y los 36 MHz.

Un transpondedor digital suele tener asociado un número variable de programas, que va típicamente desde los 6 hasta los 20.

Potencia emitida por el satélite

La potencia con la que emite un satélite se conoce con el término **PIRE** (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva) y se mide en dBw.

El PIRE con el que emite un satélite dependerá de la zona geográfica en la que nos encontremos, y por lo general, cada señal satélite tendrá lo que se denomina su **huella satelital**, que da información de la potencia con la que llega su señal a cada punto de la Tierra y se ilustra mediante el uso de curvas de nivel. El PIRE va a tener una influencia directa sobre el tamaño de antena parabólica a utilizar para la recepción de señal.



Sistema de recepción de la señal de TV satélite

La recepción de la señal satélite estará formada por:

- Antena (plato parabólico)
- Unidad externa o LNB
- Unidad interior

Antena

Las antenas utilizadas para captación de televisión satélite constan de un plato parabólico en el que se reflejará el frente de ondas de la señal y la concentrará en el alimentador del LNB (unidad externa).

La ganancia de estas antenas viene dada por la siguiente ecuación:

$$G = 10 \log \left(\frac{4\pi S \eta}{\lambda^2} \right)$$

De ella se deduce que la ganancia depende de S, la superficie de la antena parabólica y de lambda, la longitud de onda de la señal que se quiere recibir.

Tipos de reflectores

En función de la construcción de una antena parabólica se van a distinguir los siguientes tipos:

- **Antenas de foco centrado o de foco primario:** el LNB estará situado en el foco de la parábola, es decir, en el centro. Tienen rendimiento bajo.
- **Antenas offset:** Es una antena formada por una sección transversal de una parábola, en la que el LNB no estará situado en el centro, si no escorado hacia un extremo.
- **Antena multisatélite:** antenas con un reflector único pero varios LNB, capaces de recibir señal de varios satélites si sus órbitas están próximas.

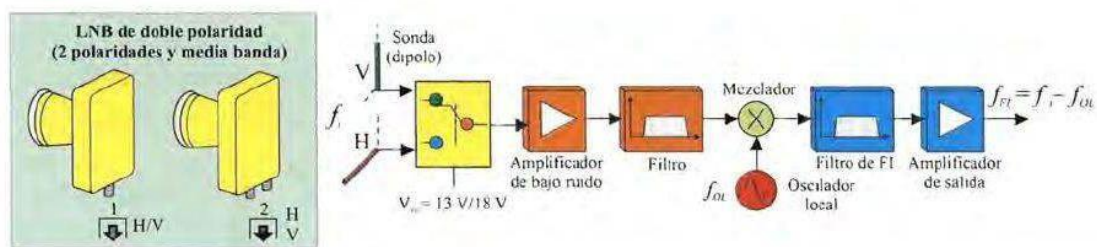
- **Antenas Cassegrain:** Antenas que utilizan una doble reflexión para la captación de señales.



Unidad exterior

La unidad exterior de la antena satélite se denomina LNB (Low Noise Block), es el encargado de recoger la señal que se refleja en el plato parabólico. Se trata de un dispositivo activo, y también se encarga de confinar la señal en un cable coaxial. Sus principales partes o tareas son:

- **Alimentador:** recoge la señal concentrada por el reflector parabólico
- **Dispositivos de polarización:** se encargan de seleccionar la polarización adecuada.
- **Conversión:** labor que consiste en reducir la frecuencia de la señal, pasándola a Frecuencia Intermedia (FI)
- **Amplificación:** amplifica la débil señal para poder ser confinada en el cable a una amplitud adecuada.



Conversión a FI

Los satélites emiten en una frecuencia comprendida entre 10'7 y 12'75 GHz. Una de las labores del LNB es convertir esa frecuencia a Frecuencia Intermedia, comprendida entre 950 y 2150 MHz. La ventaja de esta conversión es el poder hacer la distribución por cable con una atenuación mucho menor que con la frecuencia utilizada en el enlace descendente.

Sólo una de las 4 combinaciones de banda/polaridad puede transmitirse por el mismo cable en cada instante.

Unidades externas

En función del número de salidas que tenga un LNB, existen diferentes tipos.

- **LNB universal:** LNB de una sola salida, que puede conmutar y dar las cuatro polaridades existentes.
- **LNB twin:** LNB con dos salidas, que puede dar a sus salidas dos polaridades distintas de un mismo satélite, son salidas conmutables, pueden seleccionarse en cada una de ellas cualquier polaridad
- **LNB quad:** LNB de cuatro salidas conmutables, en las que cada una puede seleccionar la polaridad que se desee.

- **LNB quattro:** LNB de cuatro salidas, pero no conmutables, cada una dará una polaridad determinada.



Selección de polaridad

La selección de polaridad se realiza mediante una señal de tensión, mediante un nivel determinado de alimentación:

- 13 voltios: polarización vertical
- 18 voltios: polarización horizontal

Unidad interior

La unidad interior es el dispositivo que recoge la señal de frecuencia intermedia y la procesa, son capaces de generar las señales y de proporcionar la alimentación necesarias para la selección de banda y polaridad de la señal satélite. Pueden ser:

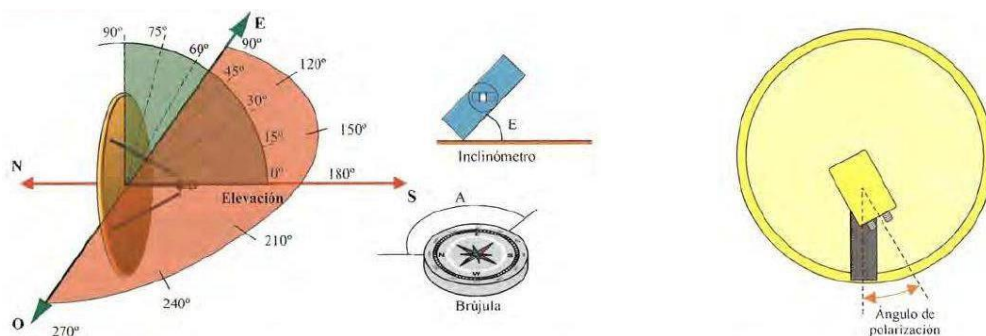
- **Unidad interior individual:** denominada comúnmente receptor satélite o decodificador. Se encuentra dentro de las viviendas y es propiedad de un único usuario.
- **Unidad interior colectiva:** seleccionan banda y polaridad para su reparto posterior a varios usuarios, un ejemplo de unidad interior colectiva son los monocanales de Frecuencia Intermedia que se instalan en las cabeceras monocal de instalaciones ICT.

Instalación de la antena

La instalación de una antena satélite exige unos parámetros de orientación para recibir señal del satélite elegido. Los parámetros a configurar, que se miden en grados, son:

- **Azimut:** valor entre 0° y 360° , tomando como referencia el norte geográfico
- **Elevación:** valor entre 0° y 90°
- **Polarización del LNB:** inclinación del LNB para realizar el ajuste fino de la señal

Estos parámetros varían en función del punto geográfico desde el que se apunte la antena.





Distribución de señal satélite

- **Distribución en FI:** la señal se lleva al usuario tal y como se obtiene de la salida del LNB.
- **Distribución de una sola polaridad:** en este tipo de instalaciones se encuentra algún dispositivo, normalmente amplificador de FI, que selecciona la polaridad a distribuir.
- **Repartidores conmutables:** son dispositivos con dos o cuatro entradas y varias salidas, que permite elegir a su salida cualquiera de las entradas, lo que permite conectar diferentes satélites o polaridades en cada entrada y seleccionar la que se dese en cada salida.
- **Multiswitches:** sistemas de multiconmutadores dispuestos en cascada para poder distribuir varias polaridades de satélite a la vez.

