

A3.4.

Montaje del sistema captador.



UD3

Sistemas de captación de
radio y televisión

Índice

1.	Fases de montaje de una instalación de radio y TV	2
	Interpretar la documentación técnica.....	2
	Observación de campo	2
	Identificación de los puntos críticos.....	3
	Preparación de los materiales	3
	Montaje	3
2.	Montaje de sistemas captadores	4
	Emplazamiento del sistema captador	4
	Elementos de sujeción del sistema captador	7
	Mástil	7
	Torreta	8
	Dimensionado del mástil: momento flector	8
	Montaje de mástiles y torretas	11
	Fijación del mástil	11
	Fijación de torretas.....	14
3.	Seguridad en los montajes de los sistemas de captación	18

1. Fases de montaje de una instalación de radio y TV

Como toda instalación, el montaje de una instalación para la recepción y distribución de las señales de radiodifusión y televisión terrestre, debe seguir una secuencia determinada, es decir, unas fases de montaje, que a su vez, cada una de ellas se dividirán en tareas y en subtareas, en este caso las fases de montaje se pueden establecer en:



Interpretar la documentación técnica

La primera fase consiste en leer la memoria técnica y el pliego de condiciones del proyecto.

Ambos documentos proporcionan una idea clara de la instalación. También se deben estudiar los planos, en los que hay que observar las particularidades del edificio y del sistema a montar.

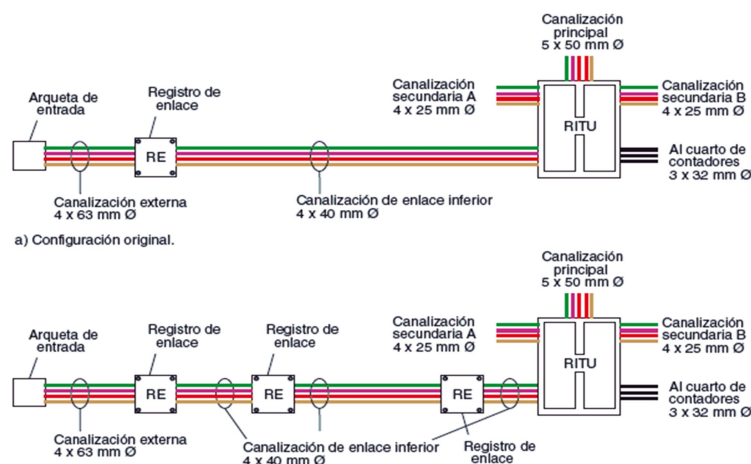
Observación de campo

Conocidas las necesidades del cliente y la solución técnica que ofrece el proyecto, es necesario desplazarse hasta el lugar donde se va a instalar.

Allí se deben comprobar el emplazamiento del sistema captador, los recintos y los registros, así como los lugares por los que discurrirán las líneas y las canalizaciones.

El objetivo es detectar los problemas que se puedan presentar durante el montaje, como cambios en el trazado original de las canalizaciones, la ubicación de los registros o las bases de toma, etc.

Esta observación dará lugar a la redacción de un nuevo documento técnico, **el acta de replanteo**. En ella se anotan los cambios que es preciso introducir en el proyecto original para montar la instalación con éxito. Ya que, que el proyecto técnico se elabora con medidas tomadas de los planos del edificio, ya que muchas veces se realiza antes de la propia construcción.



Identificación de los puntos críticos

El replanteo ayuda a determinar cómo será exactamente la instalación. El siguiente paso es establecer una secuenciación de las actividades de montaje que permita realizarla de la forma más rápida, segura y con la mayor calidad posible.

Para ello, se divide la instalación en varias fases. Se diferencian las que deben hacerse de forma secuencial de las que se pueden realizar de manera simultánea. De esta forma se identifican los puntos críticos, es decir, los momentos clave del montaje que hay que alcanzar para poder pasar a la fase siguiente.

Es necesario prestar especial atención a la colocación de los elementos que ayuden a determinar los puntos críticos para evitar retrasos en el montaje de la instalación.

La instalación de una ICT se desarrolla en dos fases bien diferenciadas. La primera es el montaje de las canalizaciones y los registros, que se lleva a cabo durante la construcción o remodelación del edificio. La segunda fase es la instalación de las redes y los equipos, que se realiza después. Cada una de estas fases se puede dividir en otras más pequeñas, según la zona en la que se trabaje o el equipamiento que se esté instalando.

Preparación de los materiales

Antes de iniciar el montaje, hay que asegurarse de que se dispone de todas las herramientas necesarias y que se dispondrá a tiempo de los materiales indispensables.

Con ese objetivo se hace una relación del equipamiento preciso en cada fase. Es importante acordar con los proveedores los plazos de entrega del material para garantizar la continuidad de los trabajos.

También se debe tener en cuenta el lugar en el que se almacenarán estos materiales y herramientas, puesto que algunos de ellos pueden ser voluminosos.

Hasta que llegue el momento de la instalación, hay que buscar un lugar que permita guardarlos ordenadamente y con seguridad.

Montaje

Toda instalación debe llevarse a cabo a partir de la planificación establecida y según los criterios definidos en el pliego de condiciones.

A lo largo del montaje hay que constituir puntos de control, denominados hitos. Sirven para comprobar si se cumplen los tiempos establecidos para cada fase de la instalación.

Por otra parte, es necesario respetar las directivas de seguridad y salud incluidas en el proyecto. En ellas se analizan los riesgos existentes y las precauciones que es preciso tomar para efectuar la instalación con seguridad para las personas y los equipos.

2. Montaje de sistemas captadores

Para la correcta recepción de servicios de radio y televisión es fundamental partir de una señal procedente de la antena en unas condiciones óptimas. Se deberá tener en cuenta que esta señal será amplificada en los equipos de cabecera y un nivel bajo de señal significará una relación señal-ruido alta, que se mantendrá constante en toda la red de distribución y esto afectará a la calidad de imagen en el caso de la televisión, dificultad en la sintonización de determinados canales o una recepción del audio con ruido de fondo.

Por ello para una correcta instalación del sistema captador se debe tener en cuenta estos tres aspectos:

- Elección del lugar de emplazamiento
- Las dimensiones del mástil y torretas incluidas sus apoyos y anclajes
- Las técnicas de montaje de los mástiles y torretas

Emplazamiento del sistema captador

La ubicación del sistema captador es un factor fundamental, pues de él depende que las señales recibidas tengan un nivel de calidad adecuado. Se deben colocar en el punto más alto de la vivienda o edificio y en un lugar accesible.

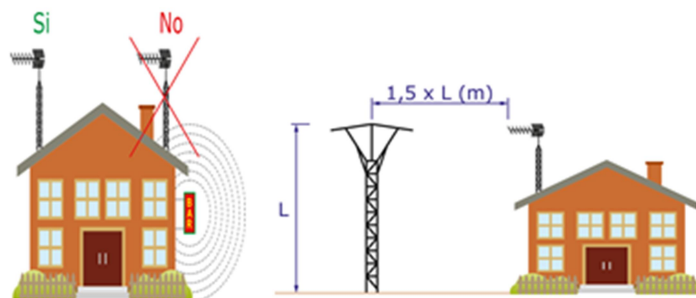
El tamaño y disposición de la posible plataforma de sujeción del sistema captador dependerá directamente del número y tamaño de las antenas a colocar, las cuales deben estar en contacto visual con el repetidor terrenal de televisión. Esta condición es determinante para la altura de la antena.

Para su instalación se debe tener en cuenta los siguientes requisitos técnicos:

- La antena receptora debe tener enlace visual con el centro emisor. Se debe evitar la existencia de obstáculos en la orientación de la antena, tales como edificios o árboles, que pudieran obstaculizar la recepción de la señal transmitida.



- Se procurará no colocar las antenas en el lado de calles con mucho tráfico, anuncios luminosos, etc., que son causa de innumerables interferencias.
- Si en las cercanías hubiera líneas eléctricas, se mantendrá la antena separada de las mismas al menos 1,5 veces la longitud de apoyo.



- En el caso de que en el lugar de ubicación existan otras antenas para distintos usuarios, se respetará una distancia entre los mástiles o torretas de por lo menos 5 m, y una diferencia de altura de al menos 1 m.
- Cuando se coloquen varias antenas en un mismo mástil, estas irán colocadas a una distancia de al menos de un metro entre ellas.
- En el caso de que existiese un pararrayos, el equipo receptor quedará en su totalidad dentro del campo de protección de éste y a una distancia no inferior a 5 metros del mismo.

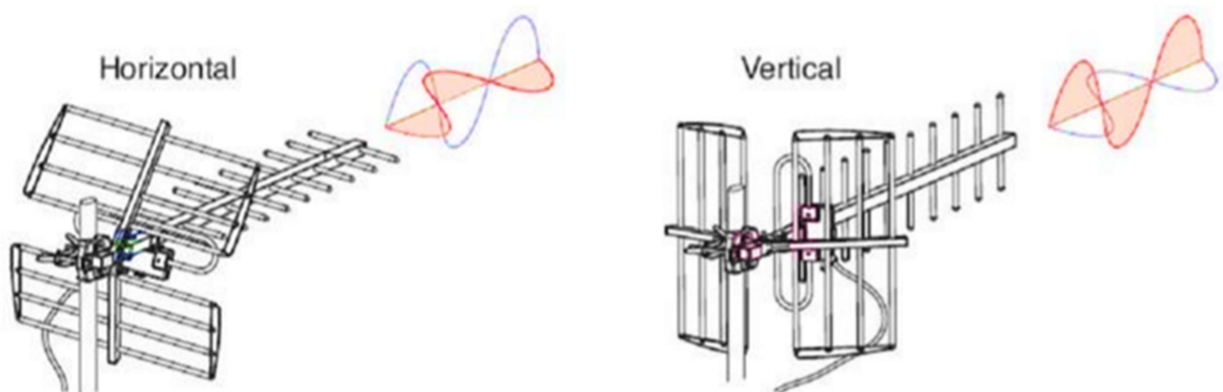


Las antenas se deben colocar según su polarización. A medida que la señal se propaga, la posición de los campos magnético y eléctrico determina la polarización de dicha señal.

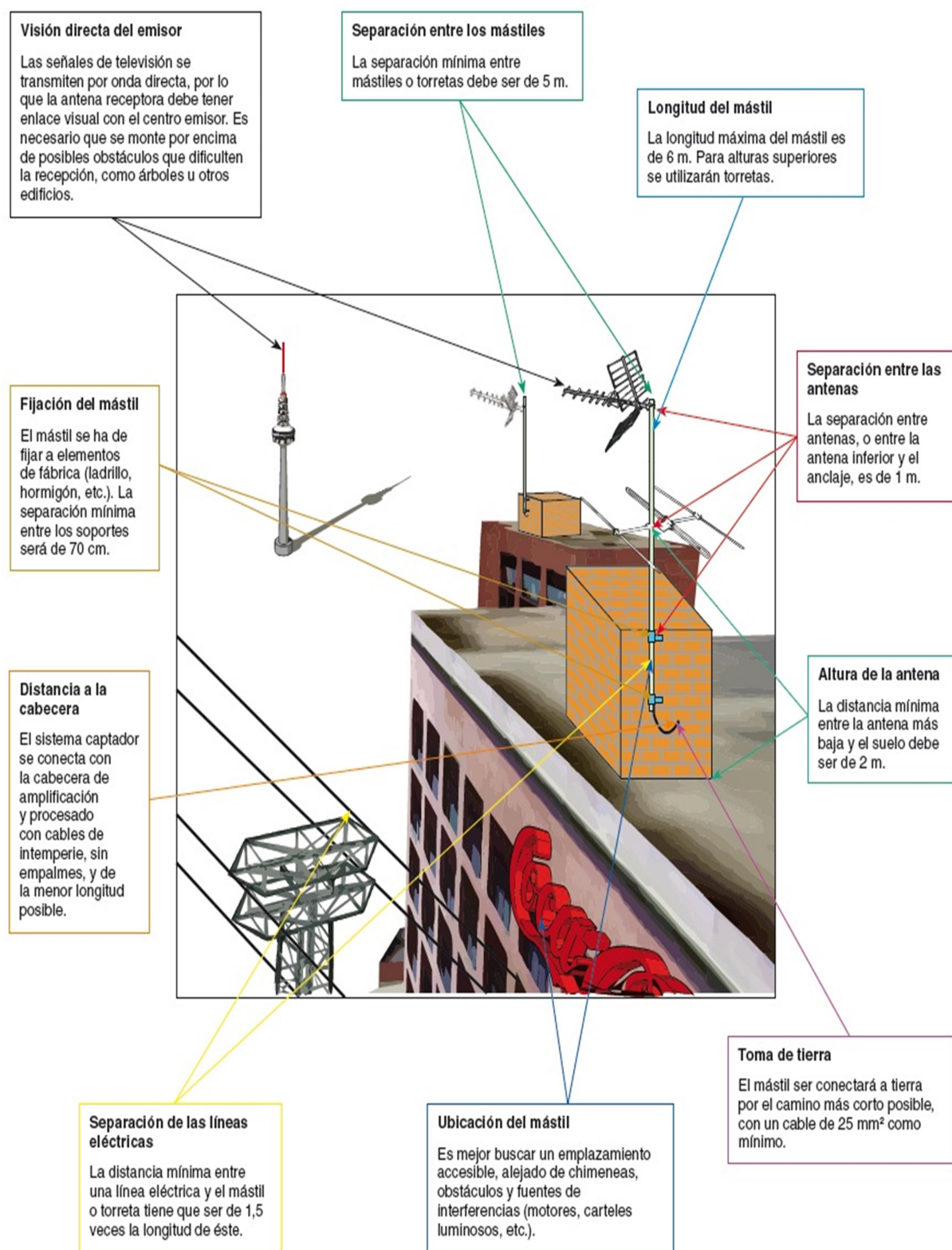
La polarización viene dada por la del campo eléctrico, como se va moviendo. Esto da lugar a dos tipos de polarizaciones:

- **Lineal** La señal emitida mantiene su posición durante todo el trayecto
- **Circular** La onda gira a medida que avanza por el aire, por lo que en función del punto o momento en que se mida se observará un ángulo diferente de polarización

La polarización para TV terrestre es lineal y puede ser horizontal o vertical. En España se utiliza sobre todo la horizontal tanto para la emisión y la recepción.



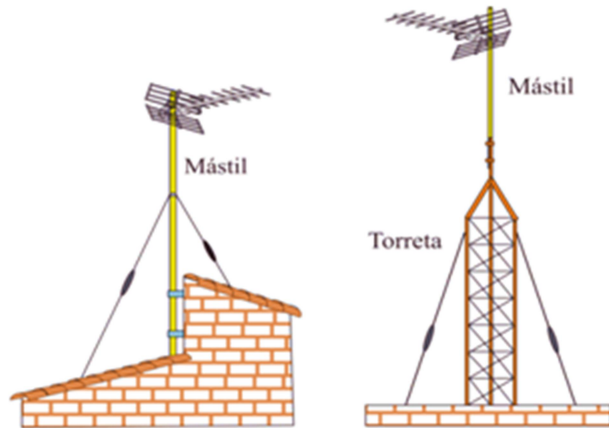
El resumen de todos estos requisitos técnicos se tiene en el siguiente esquema:



Elementos de sujeción del sistema captador

El sistema de captación, estará generalmente instalado en la parte superior del edificio, que permita una recepción directa libre de obstáculos, por lo que es necesario la utilización de elementos de sujeción que garanticen este requisito.

Dependiendo del nivel de recepción y la existencia de obstáculos será necesario instalar distintos elementos de fijación para elevar la altura de las antenas y obtener unos niveles de recepción adecuados. Así, el elemento principal de sujeción del sistema de captación será el **mástil** de dimensiones adecuadas, que facilitará el montaje y la posterior orientación de las antenas, pero si se da el caso que las antenas se deben colocar a una altura superior se colocará el mástil sobre una **torreta**.



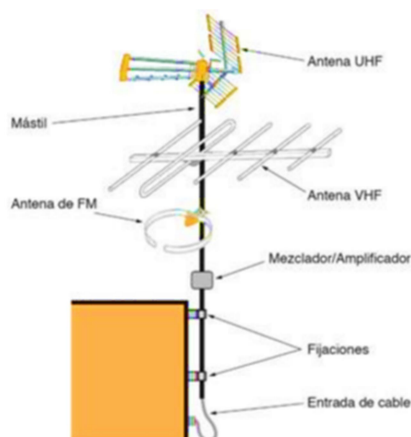
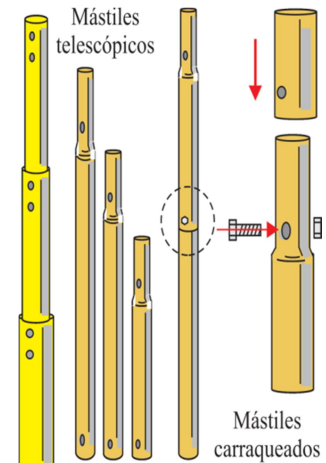
Estos elementos de sujeción irán acompañados por los diversos elementos de fijación que permiten fijar el conjunto de antenas al tejado o paredes del edificio, asegurando su estabilidad y orientación.

Mástil

El mástil está constituido por uno o más tubos de acero galvanizado con un diámetro comprendido entre 25 y 50 mm, que por lo normal, tienen una longitud comprendida entre 3 y 6 metros, ya que la longitud máxima de mástil que se puede instalar es de 6 m.

Están diseñados de forma que impidan o al menos dificulten la entrada de agua en ellos, o en todo caso, que garanticen la evacuación de la que se pueda recoger. Por ello se cierra el tubo del mástil mediante una tapa de plástico hermética.

Para su manipulación y transporte al lugar de instalación los fabricantes suministran diversos tipos de mástiles, compuestos por tubos con longitudes menores, así según sea el acoplamiento entre ellos se tiene, los **mástiles carraqueados** en donde, cada tubo termina en uno de los extremos en forma de cuello de



botella, para poder ser insertado en otro tubo. También es posible encontrar los **mástiles telescópicos** que está compuesto por tramos de tubos de distinto diámetro, insertados unos sobre los otros y unidos mediante un tornillo de fijación a presión.

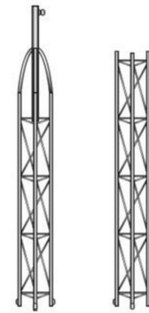
Sobre el mástil se colocarán las distintas antenas que compongan el sistema de captación, así como la bajada del cable y en ocasiones, algún elemento electrónico como el mezclador o amplificador de mástil.

Torreta

Cuando la altura deseada para el mástil es superior a 6 m, o cuando se desea dotar a la instalación de mayor estabilidad y robustez frente a fuertes rachas de vientos, se emplean las torretas.

Las torretas son de celosía con una estructura triangular o cuadrada cuando se requiera mayor robustez.

Las torretas se instalan sobre el suelo o sobre una base horizontal. Suelen ser modulares, para adaptarlas a la altura que sea necesaria. La pieza superior dispone de un tubo con un tornillo de fijación en el que se inserta el mástil de la antena.



Dimensionado del mástil: momento flector

El sistema de captación para que esté correctamente montado debe soportar la acción del viento sin deformaciones según la altura de su emplazamiento. Según el reglamento, las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:

- Los sistemas situados a menos de 20 m del suelo deben soportar una velocidad del viento de hasta 130 km/h.
- Los sistemas situados a más de 20 m del suelo deben soportar una velocidad del viento de hasta 150 km/h.

Las antenas deben resistir a los esfuerzos mecánicos y las inclemencias del tiempo. Cuando sopla el viento, las antenas están sometidas a una fuerza considerable, la cual se denomina **carga al viento** (Q). Estas fuerzas se deben a la retención que presentan las antenas al aire en movimiento.

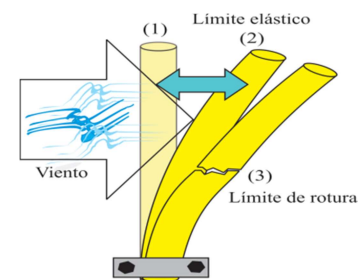
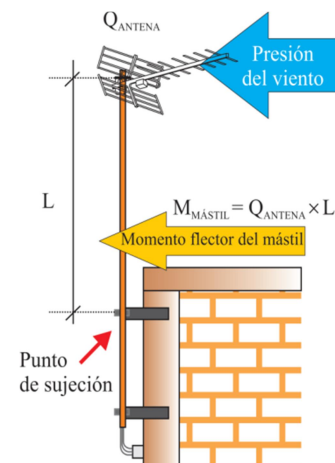
Esta carga dependerá de la presión dinámica del viento (velocidad del viento) y de la superficie de la antena, ya que cuanto mayor sea la antena, mayor será la carga que presentará la antena al viento.

Los fabricantes proporcionan este valor para dos velocidades del viento determinadas (130 km/h y 150 km/h)

La carga al viento sobre las antenas, al estar instaladas en un mástil somete a este a un **momento flector** (M), que es la fuerza a la que se somete al mástil según el punto de sujeción de las antenas.

El momento flector provoca en el mástil un esfuerzo de compresión en una de sus caras y un esfuerzo de tracción en la cara opuesta. El efecto de la deformación del mástil sometido a tracción/compresión es el siguiente:

- Para valores de tensión pequeños, la deformación del mástil es inapreciable. (1)
- Si la tensión aumenta, existe un determinado momento en el cual empieza la deformación. Aún así, si no se supera el punto de tensión máxima el mástil recupera su forma original cuando desaparece la tensión. Existe un punto de **límite elástico** a partir del cual el mástil no recuperaría su posición original y empezaría a deformarse (2).



- Si la tensión sigue aumentando, el tubo se dobla, llegando incluso a romperse si la tensión a la que está sometido aumenta considerablemente y supera el denominado **límite de rotura** (3).

Los fabricantes indican el **momento flector útil máximo** que puede soportar un mástil, incluyendo normalmente en este valor el momento de sujeción debido a la acción del viento sobre el propio tubo-soporte (mástil).

Por tanto, el momento flector a que está sometido un mástil (M_{MASTIL}) originado por una antena dependerá de la carga al viento de la antena (Q_{ANTENA}) y de la distancia (L) al punto de anclaje del mástil.

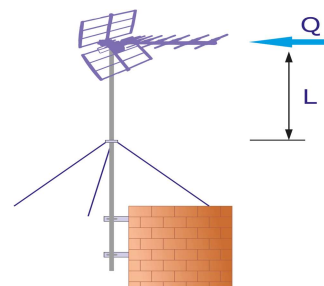
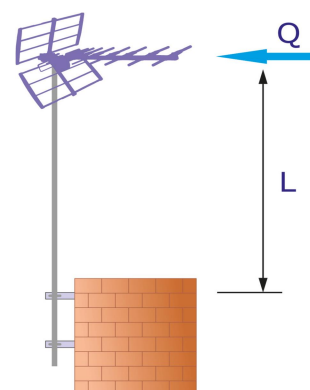
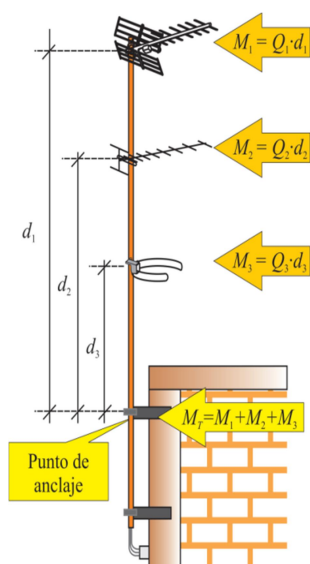
$$M_{\text{MASTIL}} = Q_{\text{ANTENA}} \times L$$

Cuando en el mástil se sitúan diferentes antenas, el momento total del mástil (M_T) será la contribución de cada una de las antenas que forman el sistema:

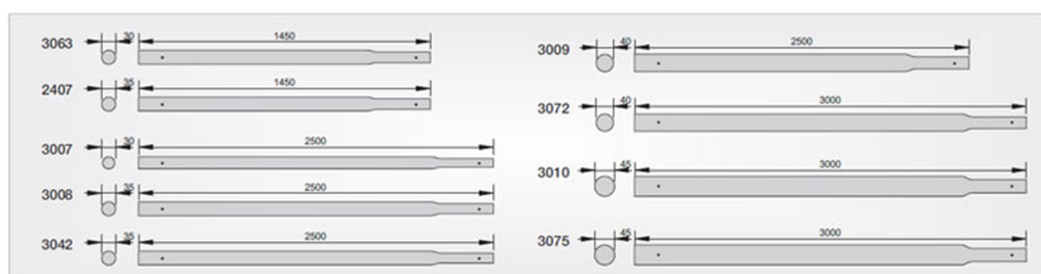
$$M_T = M_1 + M_2 + \dots + M_N$$

Este momento flector debe ser inferior al momento flector suministrado por el fabricante del mástil. En el caso de que el momento flector sea superior será necesario escoger otro mástil o utilizar tirantes para disminuir el punto de anclaje del mástil y, por tanto, el momento flector a que se somete el mástil.

Ya que, cuando se utilizan tirantes para fijar el mástil se modifica el punto de anclaje del mismo reduciendo la distancia a las antenas y, por tanto, disminuyendo el momento flector que sufre el mástil.



El momento flector es la característica que proporciona el fabricante para determinar la carga mecánica que puede soportar un mástil sin doblarse a causa del viento.



Referencias		3007	3008	3009	3010	3072	3042	3063	2407	3075 ⁽¹⁾
Longitud		2500			3000		2500	1450		3000
Diámetro	mm	30	35	40	45	40	35	30	35	45
Espesor		1	1,5	2	2	2	1	1	1,5	2
Momento flector ⁽¹⁾	Nxm	149,85	299,70	508,75	656,75	508,75	207,20	149,85	299,70	656,75

⁽¹⁾ Rojo

$$\text{Momento Flector} = \frac{\text{Momento Flector Límite Elástico}}{1,85}$$

Si el fabricante no proporciona en el catálogo este dato o si excediera de sus medidas se puede calcular con la expresión:

Siendo:

D = diámetro del mástil en metros

h = longitud del mástil desde el anclaje superior en metros.

$$M_m = \frac{D * h^2 * Cx * Pv}{2}$$

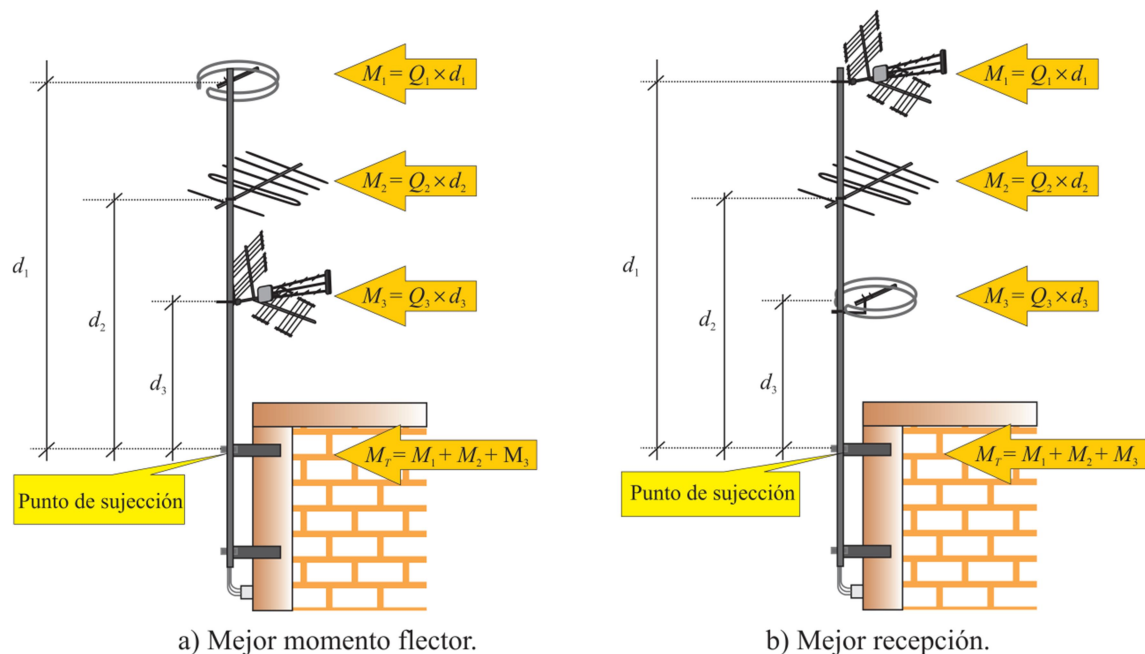
Pv = presión del viento en N/m² que según ICT es:

- Para menos de 20 m es de 800 N/m²
- Para más de 20 m es de 1080 N/m²

Cx = coeficiente aerodinámico de los tubos (de 0,5 a 1,2) en mástiles se toma 0,66

Si se utiliza torretas, el cálculo del momento flector se realiza sobre el anclaje entre la torreta y el mástil. La torreta también presenta un momento flector, pero como está tensada con cables de acero no es necesario calcularlo. En este caso, los fabricantes informan de la altura máxima de cada torreta, según el modelo.

Para obtener un mejor momento flector se recomienda disponer las antenas de mayor carga al viento lo más cerca de la base posible. Pero en ocasiones, esto origina un detrimento de la calidad, por lo que criterio de un mejor recepción es situar las antenas de menor frecuencia lo más cerca de la base.



Montaje de mástiles y torretas

La colocación de las antenas sobre el mástil se realiza en tierra antes de instalarlo en su lugar de emplazamiento definitivo.

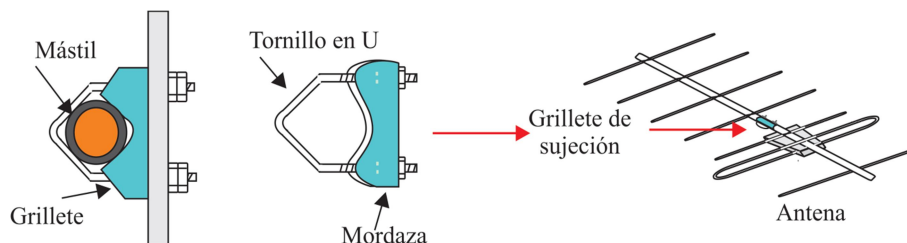
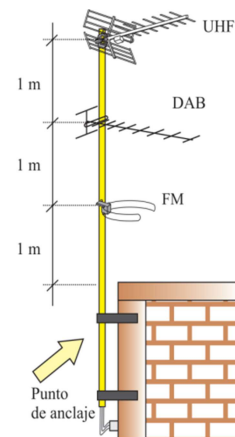
Los valores mínimos de separación entre las antenas dependen de la banda de recepción. Por ejemplo, con una separación mínima de 1 metro entre los diferentes puntos de fijación de las antenas, y entre estas y el muro o elemento de fábrica utilizado para el anclaje del mástil, se asegura la ausencia de interferencias.

El montaje del mástil se hará en la parte más alta del edificio y se fijará a elementos de fábrica resistentes y accesibles, y alejados, si es posible, de chimeneas u otros obstáculos.

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 de antenas se conectarán con la puesta a tierra del edificio a través del camino más corto posible y con cable de al menos 25 mm² de sección.

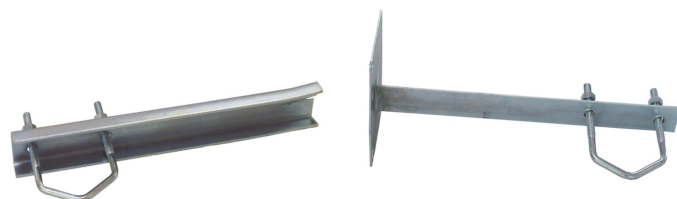
Las antenas se fijan sobre los mástiles mediante grilletes especiales formados por un tornillo en forma de "U" con dos extremos roscados y una mordaza dentada en forma de "V". La barra de soporte de los elementos de la antena tiene dos orificios por los que entran los extremos roscados del grillete. Mediante tuercas y contratuercas se consigue la unión del soporte de antena con el mástil.



Fijación del mástil

El mástil debe fijarse a elementos de fábrica totalmente resistentes y accesibles. La forma más habitual de fijación es sobre la pared o sobre el suelo.

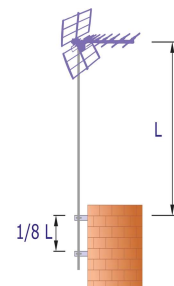
La **fijación sobre la pared** se realiza con dos soportes de acero galvanizados, denominados garras mediante tirafondos o mediante empotramiento.



Las garras suelen tener un espesor de 4 mm y un ancho de 30 mm y en el extremo opuesto de la fijación poseen una abrazadera, la cual mediante presión fija el mástil a la garra.

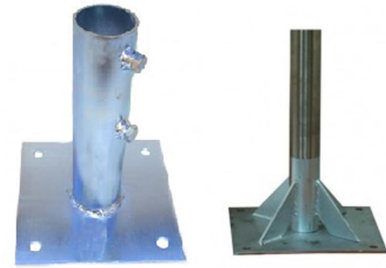
La distancia aconsejable entre los anclajes del mástil es de 1/8 de su longitud, con un mínimo de 70 cm.

El mástil debe quedar totalmente vertical, siendo necesario la utilización de herramientas adecuadas, tales como escuadras o niveles, que aseguren la perfecta colocación de los soportes.



La **fijación sobre el suelo** se realiza mediante bases en cruz. Estas se fijan mediante tornillos y se protegen posteriormente para evitar la entrada de agua en caso de lluvia. El mástil se fija a la base mediante un tornillo prisionero que atraviesa el tubo de la base.

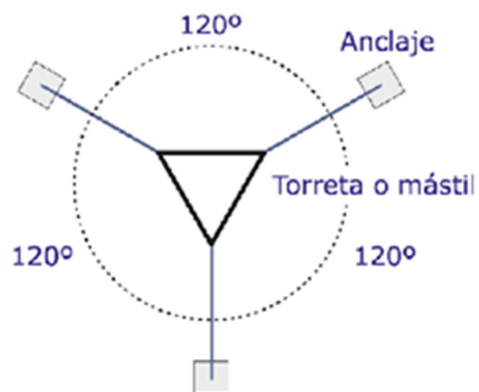
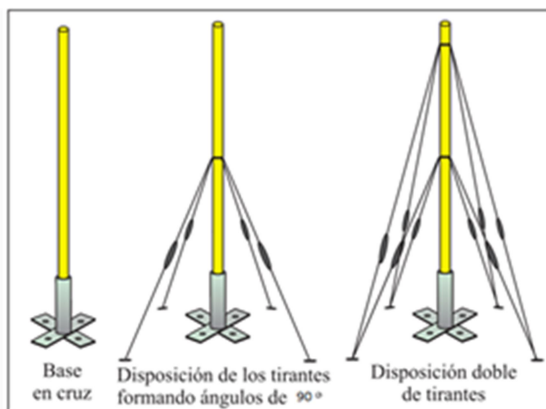
Los mástiles se podrán sostener por sí mismos o estar **arriostrados**, recomendable para mástiles elevados con varias antenas o zonas con fuertes vientos. Para arriostrar los mástiles se utilizan los **tirantes** o vientos, que son unos cables de acero galvanizado o alambre galvanizado que se fijan por un lado al mástil y por otro a elementos de obra.



El diámetro del cable suele ser de entre 3 y 5 mm aunque dependerá del esfuerzo que se somete el tirante.

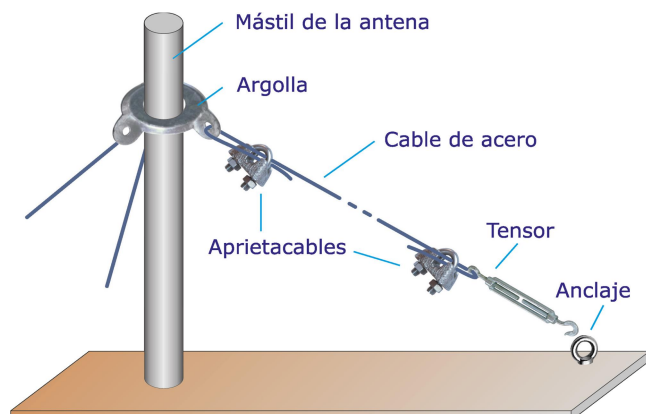
Al menos son necesarios colocar tres vientos para dotar de estabilidad al mástil, formando ángulos de 120° entre sí, también se disponen en grupos de cuatro con ángulos de separación de 90° .

En ocasiones, cuando la altura del mástil es elevada, puede ser recomendable realizar una disposición doble de tirantes. El ángulo de los tirantes respecto al mástil no está normalizado, pero hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea el ángulo mayor estabilidad tiene la fijación.

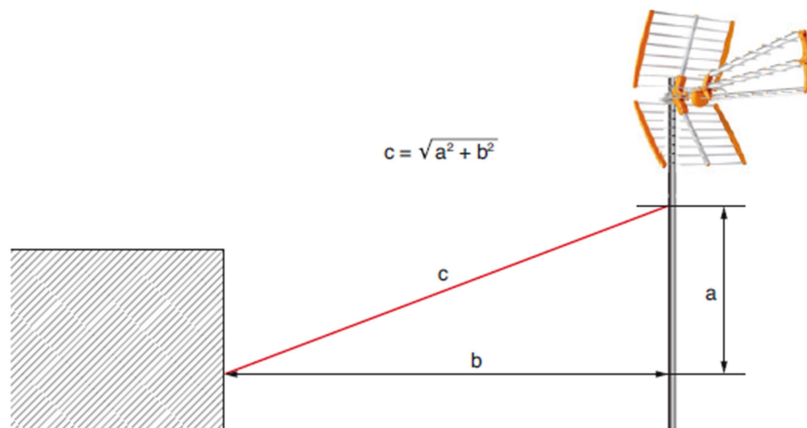


Para fijar el tirante al mástil se deben colocar los elementos de fijación adecuados, así el extremo superior de los vientos se fijará a una argolla de vientos colocada a menos de 2 metros de la cima del propio mástil permitiéndole así girar libremente.

En el otro extremo se colocarán los elementos de anclaje al suelo que se fijarán a puntos que tengan una resistencia conveniente y que incluye un elemento tensor para el tensado correcto de los vientos, teniendo en cuenta las dilataciones y contracciones producidas por las variaciones de temperatura.

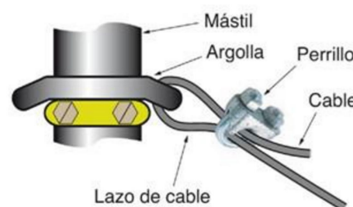


Antes de izar el mástil se debe atar los vientos, por tanto, estos deben ser lo suficientemente largos como para llegar a su anclaje. Se puede calcular su longitud con la fórmula de la hipotenusa de un triángulo rectángulo, siendo c la longitud del viento. Además habrá que añadir unos 20 cm al resultado para atar arriba y abajo, y montar el tensor.

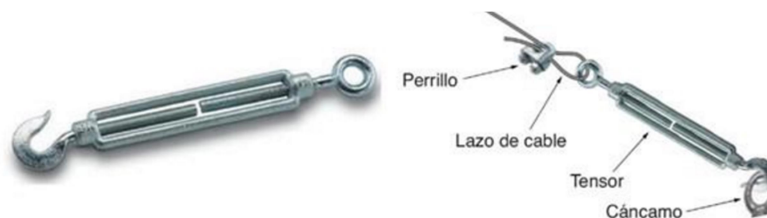


La descripción de los elementos complementarios al cable que forma el viento es la siguiente:

- **Argolla para vientos**, es una placa metálica con tres orificios separados 120° (en el caso de tres tirantes) en las que se encajan los cables. Este elemento se inserta en el mástil antes de su instalación y se fija a él con una abrazadera y dos tornillos.
- **Aprietacables**, también conocido como sujetacables o “perrillos”, permiten hacer lazos de amarre para enganchar cables y tensores, cáncamos, crucetas, etc.



- **Tensor**, permite tensar el cable girando una pieza móvil que se mueve sobre dos espárragos roscados en oposición. Existen diferentes modelos en el mercado, pero el más adecuado es el que dispone de una cabeza abierta, tipo gancho, y otra cerrada.



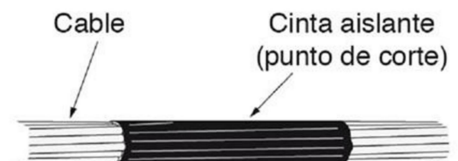
La estabilidad del mástil se consigue tensando los vientos. Al comenzar la instalación los dos tornillos deben estar casi totalmente extraídos. Para tensar los tirantes hay que girar la pieza central, así los tornillos se van introduciendo y se reduce la distancia entre los dos extremos.

- **Cáncamos**, son elementos en forma de anilla que se fijan a la pared o al suelo, para enganchar en ellas uno de los extremos del cable. Son los elementos de anclaje de los vientos, por lo que se debe garantizar una fijación muy sólida, ya que estarán sometidas a grandes esfuerzos.



- **Cable de acero**, es un cable galvanizado y se puede encontrar en el mercado en diferentes secciones.

Para cortar el cable de acero se debe utilizar un cortacables especial y teniendo la precaución de que no se deshilache. Para ello se puede colocar un par de vueltas de cinta aislante a su alrededor y luego cortar sobre ese punto.

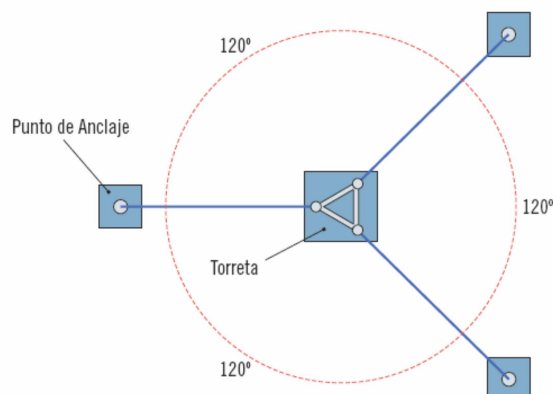


Fijación de torretas

Los puntos fundamentales en la instalación de una torreta son: la base soporte, que será generalmente sobre un cubo de hormigón y los vientos.

Los vientos deberán estar situados en los sitios adecuados de la torre, los cables que se utilizan para arrostrar tienen que ser lo suficientemente resistentes y estarán perfectamente situados y sujetos a los tramos de la torre, por el otro extremo se agarran a una zapata, cubo de hormigón o soporte firme, adecuado a la altura y peso del mástil o torre.

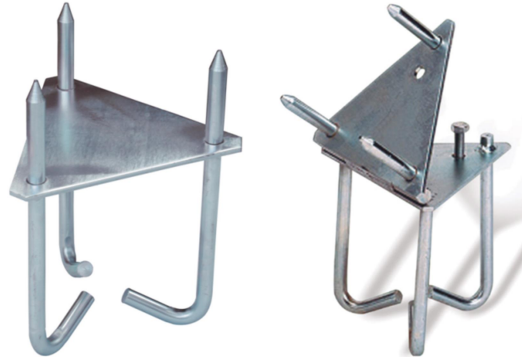
La torreta deberá estar situada sobre una superficie lo más regular posible, la base de la torre será el centro de un círculo imaginario en el que se colocarán los puntos de anclaje para la sujeción de los vientos. El radio de ese círculo dependerá de la altura de la torre, a más altura mayor longitud de su radio. Como norma general, se puede calcular el radio igualándolo a la mitad de la altura de la torre, de manera que si esa altura fuera, por ejemplo, de 30 m, el radio de la circunferencia sería de $30/2 = 15$ m.



Los puntos de anclaje de los vientos a la torre tienen que estar situados simétricamente para equiparar las tensiones. En líneas generales, se instalan tres vientos que quedarán separados 120° entre sí, esta distancia tiene que respetarse rigurosamente, puesto que de ello depende la seguridad de la sujeción de la torre.

Los puntos de fijación de los vientos se colocarán por cada dos tramos de torre, lo que equivale a 5 o 6 m de altura. Se sujetarán con argollas, que también se anclan sobre las zapatas de hormigón.

Las bases de las torretas serán empotrables o empotrables abatibles.



Para el montaje de las torretas se utilizan dos técnicas:

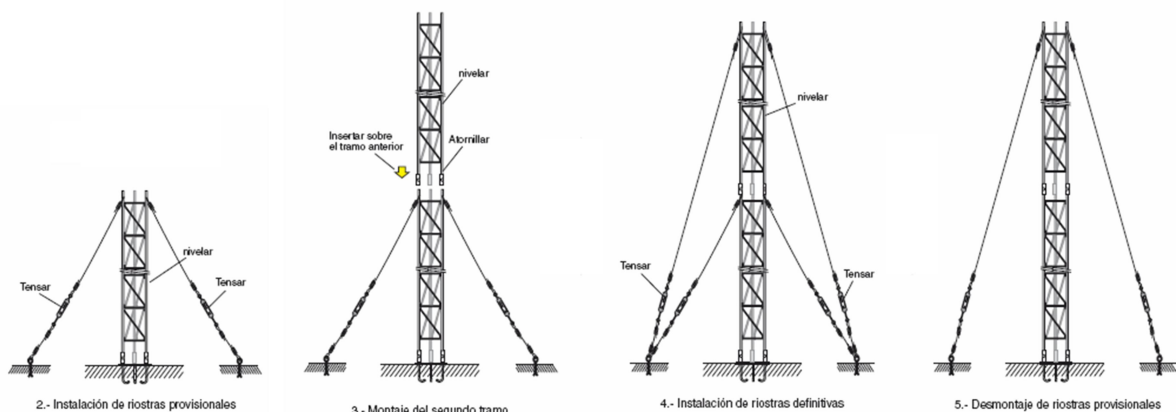
- Montaje por tramos
- Montaje con base pivotante.

La elección del sistema dependerá de las dimensiones de la torre y su localización. En el caso de torre de gran altura será necesaria una grúa para el izado de los tramos y su ensamblaje, en cambio para una instalación sobre un edificio la torre será de menor tamaño.

Montaje por tramos

Las fases del proceso serán las siguientes:

1. Después de instalar la base, se monta y atornilla el primero de los tramos.
2. Luego se coloca un punto de fijación con riostras provisionales en la parte superior de la torreta.
3. Tras tensar los vientos, se instala un segundo tramo de la torre, fijándolo al primero con los tornillos correspondientes.
4. Una vez realizada esta operación, se escala por el tramo recién colocado para instalar en el extremo superior un segundo punto de fijación de riostras, que será definitivo.
5. Después de nivelar la torre y tensar los cables, se pueden retirar los vientos provisionales del primer tramo, y repetir el proceso hasta alcanzar la altura necesaria.



Cuando el montaje de la torre se realiza durante la construcción del edificio, los tramos se suelen elevar con una grúa. Ensamblando los tramos horizontalmente sobre el suelo. Una vez montada se instalarán los vientos.

Si el montaje se hace posteriormente, se puede utilizar una pértiga. La altura de la pértiga (hecha a partir de un mástil) tiene que ser mayor que el tramo de la torre. En la parte inferior se sueldan unos ganchos, que servirán para fijarla en el lateral del tramo que ya está instalado.

Para evitar que la pértiga se mueva lateralmente, se coloca junto al gancho más bajo una pletina en forma de U. La abertura de ésta debe ser ligeramente superior al tamaño de una de las caras de la torreta.

En el extremo superior de la pértiga se realiza una hendidura. Dentro de ella se monta una polea, sujeta por un tornillo pasante. Por la polea se pasa un cable de acero o una cuerda de seguridad, cuya longitud debe ser mayor que el doble de la altura total de la torre.

Para terminar, se introduce un tornillo pasante en la parte superior del mástil, y de esta manera se evita que el cable de acero salga de su alojamiento.

El proceso de montaje con pértiga sería el siguiente:

Una vez que se ha dispuesto el primer tramo de la torre (1) sobre la base, y se han fijado y tensado los vientos, se coloca la pértiga (2) en una de las caras, con el cable de acero o la cuerda pasada por la polea.

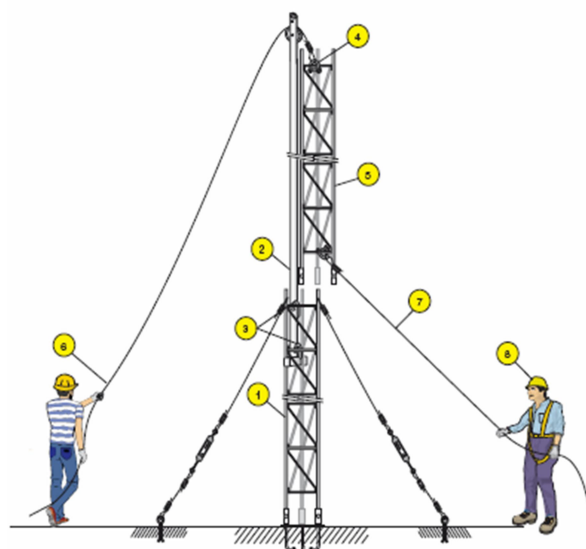
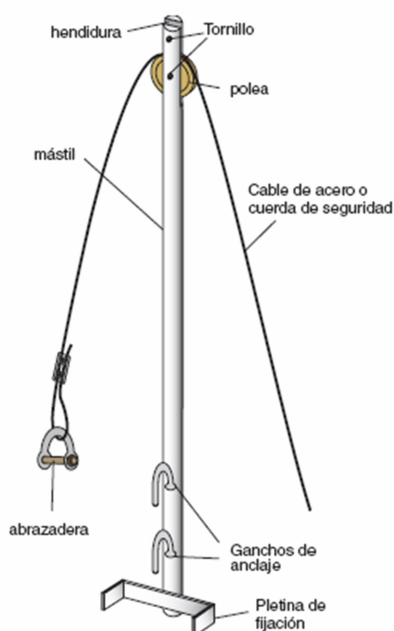
Para ello se encajan los ganchos (3) en los travesaños de la zona superior, por el lado exterior de la torreta.

En uno de los extremos del cable (4) se fija el tramo a elevar (5). Esta operación se realiza mientras se tira del otro extremo (6).

Para guiar el tramo se utiliza otra cuerda (7), controlada por un segundo trabajador (8).

Una vez izado el tramo, ese mismo operario sube por la parte de la torre asegurada con los vientos, y atornilla el nuevo tramo tras colocarlo en la posición definitiva.

A medida que se van montando tramos, se desplaza la pértiga, de forma que quede siempre por encima del último tramo superior instalado en cada momento.



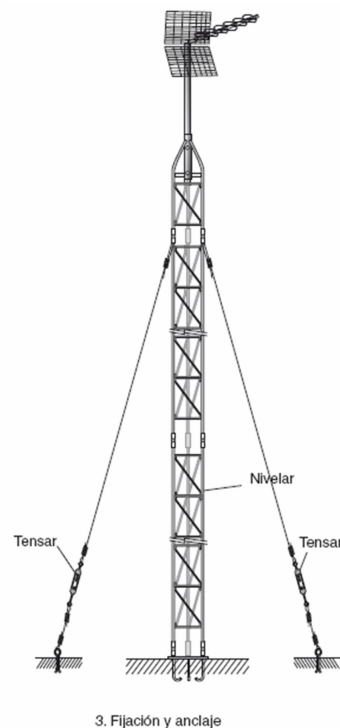
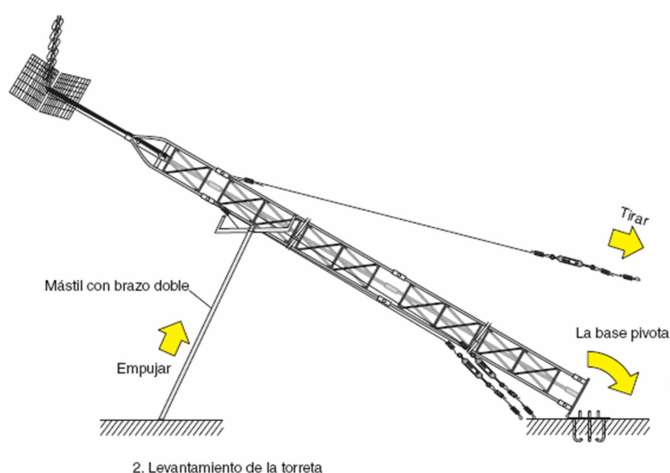
Montaje con base pivotante

Si la torre no es muy alta, se puede instalar una base pivotante, que dispone de una plataforma abatible con bisagras. De esta forma los diferentes tramos de la torre se montan en posición horizontal y se alzan posteriormente.

El alzado de la torre se inicia por el extremo más alejado de la base. Posteriormente se eleva poco a poco, mientras se acerca al del punto de pivotaje.

En este montaje se puede utilizar un mástil que tiene en uno de sus extremos un soporte de brazo doble en forma de U. El proceso sería el siguiente:

1. Una vez colocado el mástil bajo la torreta ya se dispone de un punto de apoyo, y éste se va deslizando según sea necesario hasta poner la torre vertical.
2. A medida que la torreta se eleva, se puede prolongar la longitud del apoyo añadiendo nuevos tramos al mástil.
3. Para facilitar el levantado y el nivelado de la torre, se utilizan también los cables de los vientos. Éstos se han de instalar antes del izado, y se tira de ellos en cuanto el ángulo que forma la torre con el suelo permita hacer fuerza.



3. Seguridad en los montajes de los sistemas de captación

El montaje de torretas, mástiles y antenas requiere unas técnicas específicas y un análisis detallado.

Además, como se trata con frecuencia de trabajos en altura, es necesario adoptar medidas de seguridad especiales.

Para intentar evitar los riesgos relacionados con una actividad, el primer paso es identificarlos.

En el montaje de un sistema de captación, los riesgos más importantes son:

- **Vértigo** en operarios propensos a sufrirlo.
- **Resbalones** en superficies inclinadas.
- **Pérdida de equilibrio o caídas** en caso de que hayan vientos superiores a 50 km/h.
- **Caída en altura** de personal y materiales.
- **Caída de andamios** o escaleras.
- **Caída por huecos de ventilación** no cerrados.
- **Golpes o cortes** con herramientas.
- **Electrocuciones por contactos indirectos** con líneas de alta o baja tensión que discurren sobre la cubierta, a través de antenas, elementos captadores o pequeña maquinaria.
- **Electrocuciones por contactos directos** con líneas de energía.
- **Lesiones, pinchazos y cortes** en manos y pies.



Los riesgos obligan a adoptar medidas de protección, que afectan tanto al entorno de trabajo, como a la actitud del trabajador y a la composición de su equipamiento. Las principales medidas de seguridad son:

- Si se sufre de vértigo, no realizar trabajos en altura.
- Evitar trabajar en azoteas, mástiles y torretas en los días que soplen fuertes vientos.
- Reconocer la zona de trabajo, identificando los lugares de riesgo de caídas y electrocución por contacto directo o indirecto.
- Señalizar adecuadamente los lugares de riesgo de caídas y electrocución.
- Utilizar siempre la vestimenta adecuada, en especial botas y guantes de seguridad. (EPI)
- No realizar trabajos peligrosos solo.
- Conocer las herramientas que se tienen que utilizar, así como las precauciones de manejo de cada una.



Para trabajos en techados de viviendas y edificios, usar casco y arnés de seguridad, además de calzado antideslizante. El desplazamiento por los techados inclinados debe hacerse por pasarelas de circulación de base plana y material antideslizante. Nunca se subirá a un tejado si está mojado, está lloviendo, hace mucho viento o hay tormenta.

