

# Cálculos para Memoria Técnica

## Antena vertical bibanda V/UHF Diamond X200

Diego Doncel, EA1CN

doctorohmio@gmail.com

### Descripción del sistema radiante

El sistema radiante está formado por una antena vertical de doble banda, para VHF y UHF, de 25 metros de longitud y 3 radiales de 20 cm. Peso aproximado: 2 kg.

Esta antena está soportada por un mástil de dimensiones 2500x40x2 mm y 5 kg de peso que está sujeto por dos soportes rectos reforzados en "L", separados 50 cm. Cada soporte está sujeto con 4 tornillos expansivos de 8 mm y taco químico HILTI al orificio de penetración. Esta sujeción garantiza la resistencia del sistema al esfuerzo a que está sometido. El mástil irá tapado por la parte superior para evitar resonancias acústicas.

### Cálculos

#### Resistencia al viento de la antena:

Como el radiante vertical tiene un diámetro medio de 2 cm y una longitud de 2,5 m, su superficie será:

Parte vertical (radiante):  $0,02 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 0,05 \text{ m}^2$  (diámetro x longitud)

Ahora suponemos que los radiales horizontales tienen un diámetro de 5 mm y una longitud de 20 cm.

Los radiales horizontales están considerados como carga puntual, no distribuida. Consideremos que a sólo dos radiales les azota el viento.

Parte horizontal (radiales) =  $2 \times 0,005 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,002 \text{ m}^2$  (2 x grosor x longitud)

#### Reacciones sobre el sistema:

##### Consideraciones para los cálculos:

La expresión para determinar la presión del viento en función de la velocidad del mismo y de la densidad del aire es:

$$P_v = \frac{\delta \cdot v^2}{2} \text{ N/m}^2$$

##### Dónde:

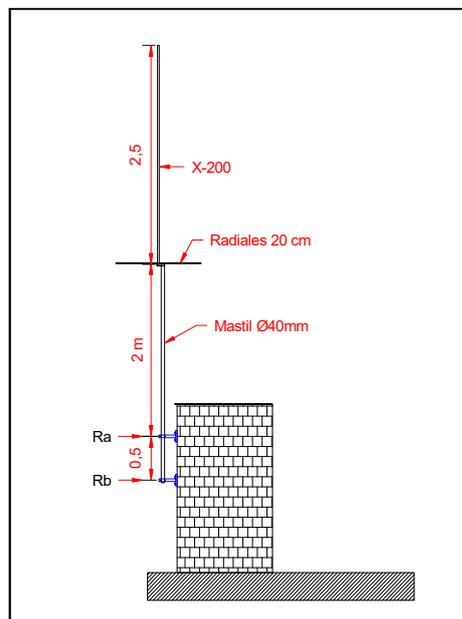
$\delta$  = Densidad media del aire ( $1,225 \text{ kg/m}^3$ ) y  $v$  = Velocidad del aire en m/seg

Se considera para los cálculos una velocidad máxima de 150 Km/h, equivalente a 41,66 m/seg; en este caso la presión del viento será:

$$P_v = \frac{1,225 \cdot 41,66^2}{2} = 1060 \text{ N/m}^2$$

Asimismo se considera, para los cálculos, un coeficiente eólico **Ce= 0,7**

En el caso del radiante vertical la carga al viento será igual a la superficie por la presión del viento y multiplicado por el coeficiente eólico, puesto que no son rectángulos puros. Es una carga distribuida.



Esto nos da:

$$Q_a = 0,05 \text{ m}^2 \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 = 37,1 \text{ N}$$

Ahora los radiales, de la misma forma, pero su carga es concentrada:

$$P_r = 0,002 \text{ m}^2 \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 \approx 1,5 \text{ N}$$

Presión del viento sobre el mástil:

El mástil ofrece una resistencia al viento de forma distribuida, con un diámetro de 4 cm y 2 m de longitud en voladizo.

Así pues:

$$Q_m = 0,04 \text{ m}^2/\text{m} \times 2 \text{ m} \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 \approx 60 \text{ N}$$

### Momentos flectores:

Los momentos flectores son el resultado de multiplicar la fuerza por la distancia al soporte, como el voladizo del mástil es de 2 m, en el caso de la antena (vertical) y del mástil son cargas distribuidas las fuerzas se aplican en el punto medio de cada pieza; así pues, aproximadamente:

$$M_{\text{antena}}: 37,1 \text{ N} \times (2 + 1,25) \text{ m} = 120,5 \text{ Nm}$$

$$M_{\text{radiales}}: 1,5 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 3 \text{ Nm}$$

$$M_{\text{mástil}}: 60 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 60 \text{ Nm}$$

**Suma de momentos en Ra:  $M = 183,5 \text{ Nm}$** , con un margen de seguridad del 50%  $\rightarrow 138 \text{ N} \times 1,5 = 275 \text{ N}$

Si el mástil es de 2500x40x2 mm (tipo 3009 de Televés) con unos **508 Nm**  $\rightarrow$  **CUMPLE**

### Esfuerzo horizontal en el soporte superior

Si Ra es el esfuerzo horizontal que tiende a arrancar el soporte superior de su sujeción y Rb el esfuerzo en el soporte inferior, y viceversa, ha de cumplirse en ambos que la suma de momentos sea cero para el equilibrio del sistema.

$$183,5 \text{ Nm} = R_b \text{ N} \times 0,5 \text{ m}, \text{ de donde, } R_b = \mathbf{367 \text{ N}}$$

$$\text{Entonces, } R_a = 37,1 \text{ N} + 1,5 \text{ N} + 60 \text{ N} + 367 \text{ N} = \mathbf{465,6 \text{ N}}$$

Por otro lado, hay un esfuerzo vertical debido al peso de los materiales, que será:

Peso: Antena + mástil

$$\text{Peso} = 2 \text{ kg} + 5 \text{ kg} = 7 \text{ kg}$$

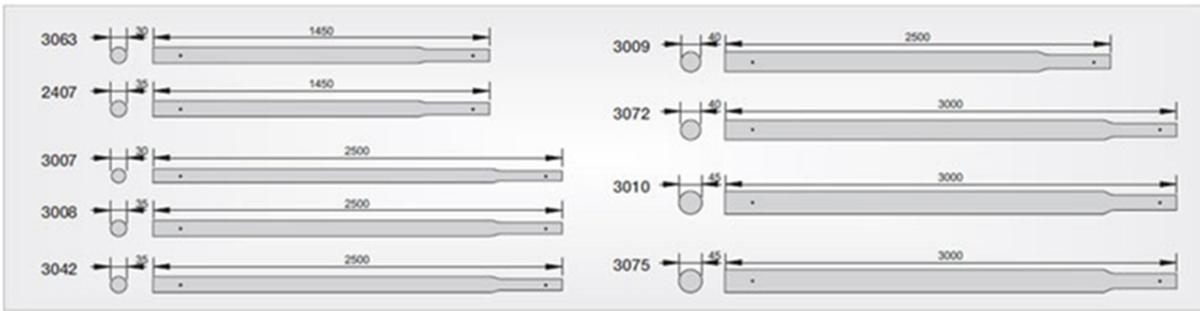
Así pues en los soportes hay unas componentes horizontales de 465,6 N (Ra) y 367 N (Rb) y una vertical de unos 4 Kg en cada uno, aproximadamente.

Los soportes estarían formados por soportes normalizados de 20 cm de longitud, sujetos a paramento vertical con tornillos expansivos de 8 mm y una profundidad de penetración de 60 mm, taco químico HILTI HIT-HY-270-23 en ladrillo de ½ pie que tienen un poder de tracción de varios kN. Catálogo de HILTI.

HILTI				
ANCLAJE QUÍMICO			Valores en kN	
			Nrd	Vrd
LADRILLO HUECO + HIT-HY20	HIT - AN		1,0	1,0
	HIT - IG		1,0	1,0
ANCLAJE METÁLICO				
LADRILLO MACIZO	HLC - H	M6	1,0	1,8
HORMIGÓN		M8	1,5	3,2
PIEDRA NATURAL		M10	2,0	5,2
ANCLAJE METÁLICO DE SEGURIDAD				
HORMIGÓN	HSL-3 --> M12 X 97 mm		11,1	17,8

### Lista de materiales.

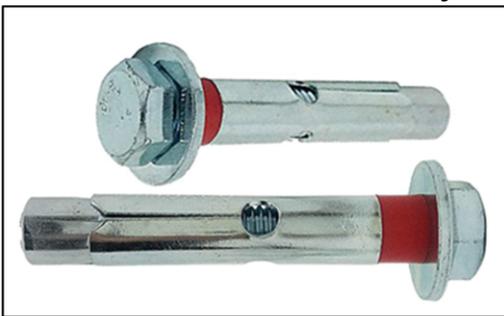
Mástiles marca Televés. Modelo a usar: 3009



Referencias		3007	3008	3009	3010	3072	3042	3063	2407	3075 <sup>(1)</sup>
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 <sup>(1)</sup>	Nxm	149,85	299,70	508,75	656,75	508,75	207,20	149,85	299,70	656,75



Sujeción de mástil marca Televés, modelo 2401



Tornillos expansivos 8 mm