

CAPÍTULO 16

16. Antenas para 868 y 433

De la antena de goma a la colineal en un mástil: qué se gana en cada escalón y por qué es aquí donde se juega el alcance.

Si sólo puedes mejorar una cosa de tu nodo, mejora la antena. Es el consejo más repetido de la radioafición y en LoRa se cumple con más fuerza todavía, porque la potencia está limitada por norma y el receptor ya es tan bueno como va a ser. Lo único que queda es la antena y la altura.

16.1 Las longitudes, que son cortas

La ventaja de trabajar en UHF es que todo cabe en la mano. Un cuarto de onda en 868 mide poco más de ocho centímetros.

Banda	Longitud de onda	Cuarto de onda	Media onda	Radial de un dipolo
868 MHz	34,6 cm	8,2 cm	16,4 cm	8,2 cm
433 MHz	69,2 cm	16,4 cm	32,8 cm	16,4 cm

Las cifras de la tabla ya llevan aplicado el factor de acortamiento habitual de un conductor fino. Con hilo grueso o con recubrimiento hay que recortar un poco más, y ahí es donde entra el medidor.

$\text{longitud de onda en metros} = 300 \div \text{frecuencia en MHz}$

16.2 El escalón de las antenas

Esta es la tabla que de verdad decide el alcance de un nodo. Las ganancias están en decibelios sobre un dipolo de media onda, que es la referencia honrada; los fabricantes suelen dar la cifra sobre antena isotrópica, que es dos coma quince decibelios mayor y queda más bonita en la caja.

Antena	Ganancia real	Tamaño en 868	Dónde encaja
Goma corta de fábrica	-2 a 0 dBd	4 cm	Nodo de mesa, pruebas
Goma larga	0 dBd	10 cm	Nodo de mano
Dipolo de media onda	0 dBd	17 cm	Interior, colgado de un hilo
Cuarto de onda con plano de tierra	0 a 1 dBd	9 cm + radiales	Casera, barata, funciona
Colineal de dos elementos	3 dBd	35 cm	Nodo fijo de tejado
Colineal de fibra	5 a 6 dBd	1 m	Nodo de cobertura
Yagi de siete elementos	10 dBd	60 cm	Enlace punto a punto

Fíjate en el salto entre la primera fila y la penúltima: son siete u ocho decibelios, más que el doble del alcance en terreno abierto. Ninguna otra decisión de este libro da tanto por tan poco dinero.

LA IDEA

La ganancia de una antena no se saca de la nada: se saca de estrecharla. Una antena no amplifica nada, sólo reparte la misma potencia de otra manera, y todo lo que gana en una dirección lo pierde en las demás.

16.3 Más ganancia, lóbulo más estrecho

Éste es el concepto más importante de todo el capítulo y el que menos se explica. Una antena vertical con ganancia consigue esa ganancia aplastando el lóbulo de radiación: comprime hacia el horizonte la energía que una antena sencilla repartía también hacia arriba y hacia abajo.

El resultado es una especie de tortita cada vez más fina alrededor de la antena. Y esa tortita hay que apuntarla, aunque la antena sea vertical y no tenga nada que girar.

Antena	Ganancia	Anchura vertical del lóbulo
Dipolo de media onda	0 dBd	$\approx 78^\circ$
Cuarto de onda con radiales	0 a 1 dBd	$\approx 70^\circ$
Colineal de dos elementos	3 dBd	$\approx 32^\circ$
Colineal de fibra, 5-6 dBd	5,5 dBd	$\approx 16^\circ$
Colineal larga, 8-9 dBd	8,5 dBd	$\approx 8^\circ$
Yagi de 7 elementos	10 dBd	$\approx 40^\circ$ en los dos planos

Mira la penúltima fila: ocho grados. Eso es un haz tan fino que basta con que el mástil se incline un poco, o con que la instalación esté en una ladera, para que el lóbulo se marche al cielo o al suelo.

16.4 Las tres consecuencias prácticas

Al vecino de abajo dejas de oírlo. Si tu repetidor está en un cerro y la gente está en el valle, una antena de mucha ganancia les pasa por encima. Con ocho grados de lóbulo y un nodo a un kilómetro, todo lo que esté más de setenta metros por debajo de tu altura queda fuera del haz principal.

El mástil hay que ponerlo a plomo. Con un dipolo, dos grados de inclinación no se notan. Con una colineal de nueve decibelios, dos grados es una cuarta parte del lóbulo entero tirada a la basura, y encima en una dirección concreta: la red va bien hacia un lado y mal hacia el otro sin que entiendas por qué.

En una ladera, la antena de mucha ganancia es mala idea. Si el terreno cae, lo que quieres es un lóbulo ancho que ilumine hacia abajo. Una colineal larga en un cerro con el pueblo justo al pie es el error clásico: se oye a cuarenta kilómetros y no se oye a dos.

La regla del cerro

Cuanto más alto esté tu nodo respecto a la gente que tiene que oír, menos ganancia le conviene. En un cerro que domina un valle poblado, una antena de tres decibelios da mejor servicio que una de nueve. La ganancia se reserva para enlazar con otro sitio alto, que es donde el lóbulo plano tiene sentido.

16.5 La cuenta de bolsillo

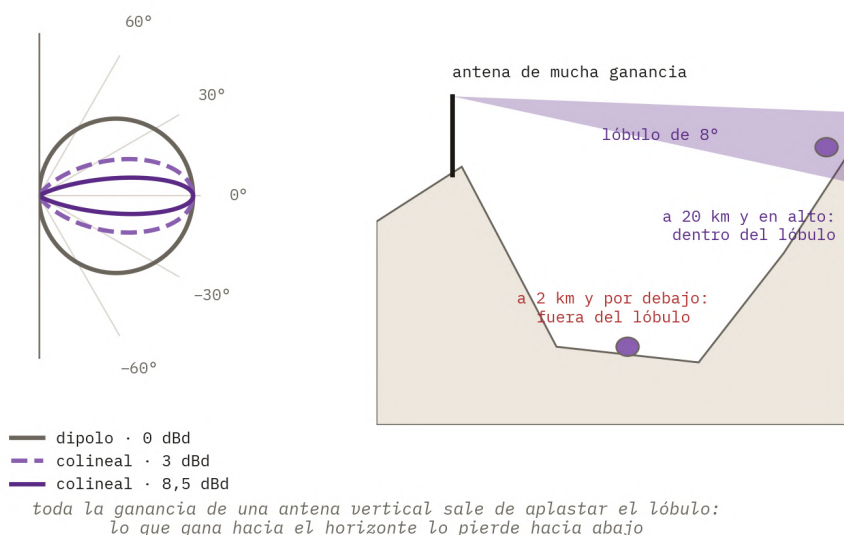
Para saber si alguien queda dentro del lóbulo, basta con una regla de tres.

$\text{Desnivel cubierto} \approx \text{distancia} \times \text{tangente de la mitad del lóbulo}$

Antena	A 1 km cubre hasta	A 5 km	A 20 km
Dipolo, 78°	±810 m	±4.000 m	Todo
Colineal de 3 dBd, 32°	±287 m	±1.430 m	±5.700 m
Colineal de 5,5 dBd, 16°	±140 m	±700 m	±2.800 m
Colineal de 8,5 dBd, 8°	±70 m	±350 m	±1.400 m

La tabla se lee así: con una colineal de ocho decibelios y medio en un cerro, un nodo que esté a un kilómetro y a más de setenta metros por debajo de tu antena ya no está en el haz principal. Sigue oyéndose —los lóbulos no cortan de golpe—, pero varios decibelios peor.

Y ahora mira la primera fila. Un dipolo, que no tiene ninguna ganancia, ilumina todo eso sin esfuerzo. Ésa es exactamente la razón de que en un nodo doméstico bajo, rodeado de vecinos a alturas distintas, la antena sencilla suela funcionar mejor que la cara.



16.6 La polarización

Todo el mundo pone las antenas verticales, y hay que seguir haciéndolo. Cruzar la polarización cuesta veinte decibelios largos, que es más de lo que gana cualquier antena de esta tabla.

El caso en que aparece el problema es el nodo de mano en el bolsillo, tumbado, o el nodo escondido en una caja horizontal. Se pierden a veces diez o quince decibelios sin que nadie entienda por qué el enlace va peor que ayer.

16.7 La antena casera que sí merece la pena

Un cuarto de onda con plano de tierra para 868 se hace en diez minutos con un conector de panel y cinco trozos de hilo de cobre rígido. El elemento vertical mide ocho coma dos centímetros soldado al vivo; los cuatro radiales, lo mismo, soldados a la carcasa del conector y doblados unos cuarenta y cinco grados hacia abajo.

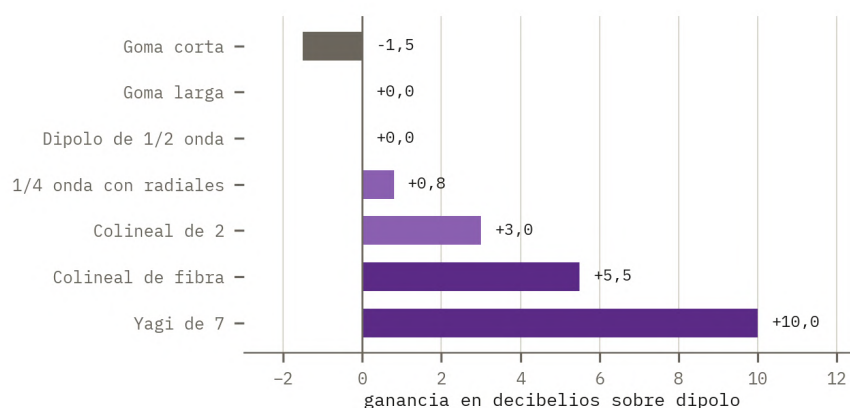
Con ese ángulo la impedancia sube de los treinta y seis ohmios del plano horizontal a algo muy cercano a cincuenta, y la relación de ondas estacionarias sale por debajo de uno coma cinco sin ajustar nada. Es la mejor relación entre esfuerzo y resultado de toda la banda.

Pieza	Medida en 868	Medida en 433
Elemento vertical	8,2 cm	16,4 cm
Cuatro radiales	8,2 cm	16,4 cm
Ángulo de los radiales	45°	45°
Hilo	1,5 mm ² rígido	2,5 mm ² rígido

16.8 Dónde ponerla

La altura vale más que la ganancia. Subir una antena de dos a diez metros en terreno llano multiplica el horizonte por dos y pico; ganar tres decibelios lo multiplica por uno coma cuatro.

Y una regla que se olvida siempre: la antena tiene que estar despejada del mástil, del canalón y de la pared. Media longitud de onda de separación – diecisiete centímetros en 868– basta para que el metal cercano deje de importar. Pegada al canalón, la mejor colineal del mercado rinde como una goma corta.



del primer renglón al penúltimo hay siete decibelios: más del doble de alcance