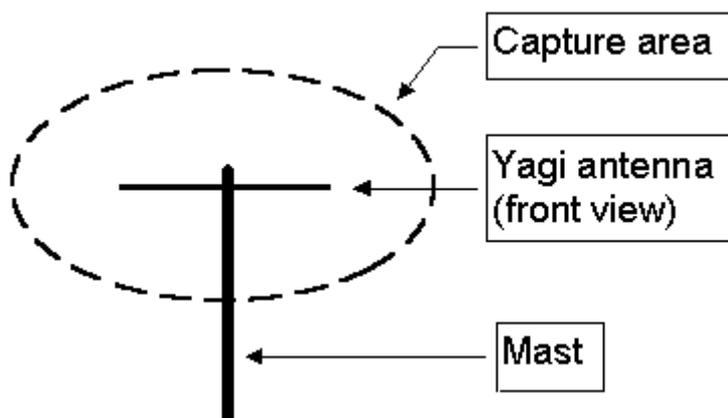


# Apilamiento de antenas Yagi

## Área de captura o apertura efectiva

El **área de captura** de una antena, generalmente conocida por los profesionales como su **apertura efectiva**, se define aproximadamente como el área cubierta por un conjunto plano o de apertura con las mismas características de ganancia y ancho de haz.

Por ejemplo, si construimos una antena de bocina gigante con la misma ganancia y ancho de haz que la yagi que estamos viendo de frente en el diagrama a continuación, la apertura frontal de la bocina sería la misma que la apertura efectiva de la yagi.



La apertura efectiva de una yagi es aproximadamente elíptica, con su eje más largo a lo largo de los elementos. Tenga en cuenta que la apertura efectiva se extiende simétricamente por encima y por debajo del plano de los elementos, y también se extiende simétricamente más allá de la longitud física de los elementos.

## Más área de captura = más ganancia

Cuanto mayor sea el área de captura de cualquier antena, mayor será su ganancia. Una yagi más larga, si está bien diseñada, tendrá más ganancia y un área de captura más grande que una yagi más corta; aproximadamente, la ganancia y el área de captura de una yagi son proporcionales a la longitud del boom (en longitudes de onda).

La ganancia de un conjunto de antenas está determinada por el área de captura de todo el conjunto. El principio fundamental del apilamiento de antenas es espaciar las antenas de modo que sus áreas de captura se **toquen**. Esto maximiza el área de captura de toda la matriz sin hacer que la matriz sea más grande de lo que debe ser. Si el espacio es demasiado pequeño, las áreas de captura se superpondrán y la matriz no alcanzará su máxima ganancia potencial. Los primeros dos ejemplos muestran este principio en acción.

Sin embargo, es importante recordar que la "apertura efectiva" o el "área de captura" es un concepto confuso: para las antenas yagi, estas áreas no tienen límites físicos estrictos. Los siguientes ejemplos explicarán algunos de los puntos más finos.

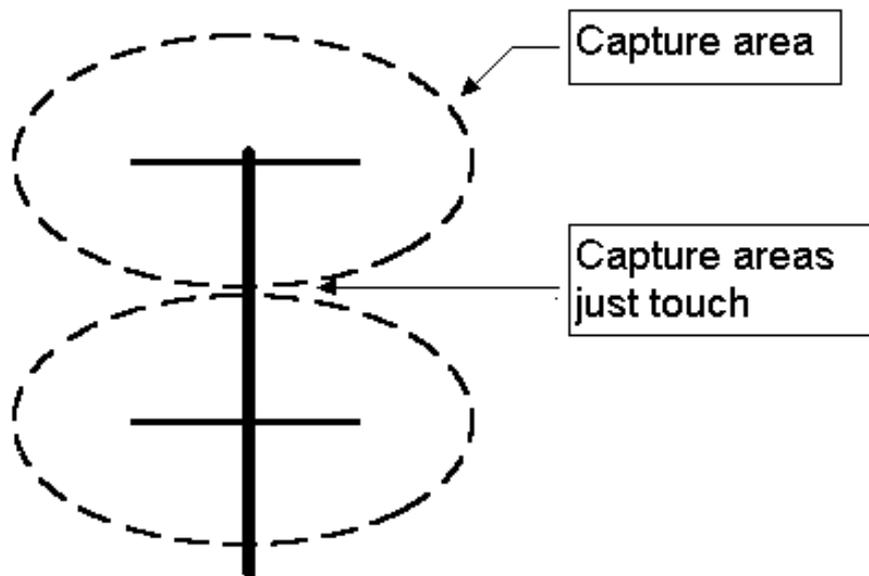
## ¡La historia es litera! (Henry Ford)

Muchos libros antiguos de radioaficionados recomiendan distancias de apilamiento fijas como "media longitud de onda", "5/8 de longitud de onda", "la mitad de la longitud del brazo", etc. Algunas de estas "reglas" eran poco más que conjeturas. Todavía puedes verlos en algunos libros modernos, ¡pero solo porque han sido copiados de los libros más antiguos sin pensar!

Estas 'reglas' antiguas serán correctas para ciertos tipos de yagis (las que eran populares cuando se escribieron los libros), pero serán **incorrectas** para muchos diseños de yagis modernos. Mi recomendación es olvidarse de ellos y empezar de nuevo con ideas modernas.

### Apilamiento vertical para dos Yagis idénticos

Este ejemplo muestra cómo se pueden apilar dos yagis idénticas para que sus **áreas de captura se toquen**. Esa distancia dará cerca de la ganancia máxima alcanzable.



### Puntos a tener en cuenta

- Apilar dos antenas idénticas puede resultar en 2.5-2.9dB más de ganancia directa, ¡ **pero solo si se hace correctamente!**
- El apilamiento vertical reducirá el ancho del haz vertical y también introducirá lóbulos laterales adicionales en el patrón de radiación vertical (elevación). Cuando las antenas se apilan solo verticalmente, el patrón de radiación horizontal del arreglo será el mismo que el de las yagis individuales.
- Apilar demasiado lejos aumentará los niveles de los lóbulos laterales verticales y hará que el patrón vertical sea más estrecho a medida que los lóbulos laterales se comen al lóbulo principal. Un apilamiento más ancho también hará que la antena sea más grande y menos fuerte. No **hay** ventajas prácticas aquí, ¡así que evite una distancia de apilamiento excesiva!
- Un apilamiento más cerrado hará que el patrón vertical sea más ancho y disminuirá los niveles de los lóbulos laterales verticales. Aunque esto resultará

en una pérdida importante de ganancia si se lleva demasiado lejos, puede ser una compensación válida para obtener un patrón vertical más limpio.

- Para yagis largos (más de 10 elementos, longitud del brazo superior a aproximadamente 2 longitudes de onda), DL6WU ha desarrollado una [fórmula](#) útil basada en el ancho del haz. Esto proporciona un muy buen compromiso entre ganancia adicional y un patrón de matriz limpio.
- **¡Todas estas son aproximaciones! La única forma de comprender exactamente qué compensaciones está haciendo es ejecutar un modelo de computadora de la matriz sobre el suelo reflectante.**

### Fórmula de apilamiento DL6WU para Long Yagis

Esta fórmula solo se aplica a las yagis de más de unos 10 elementos, con una longitud de auge superior a unas 2 longitudes de onda.

$$D = W / (2 * \sin(B/2))$$

donde

D = distancia de apilamiento, vertical u horizontal

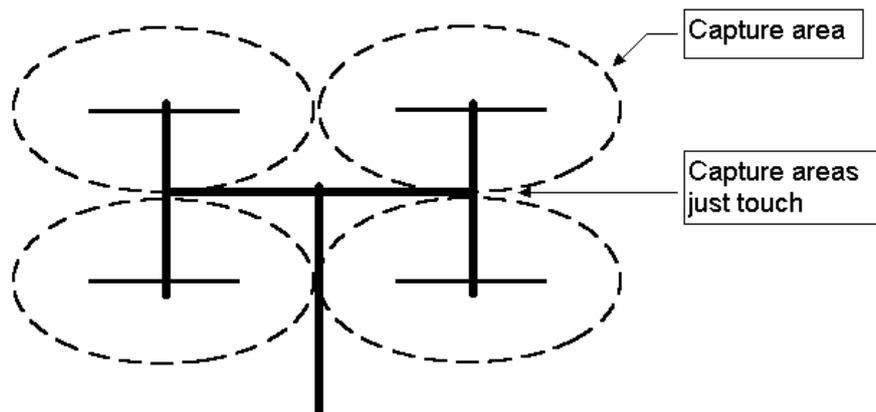
W = longitud de onda, en las mismas unidades que D

B = ancho de haz entre puntos de -3dB.

Utilice el ancho de haz vertical para el apilamiento vertical (como se indica arriba); utilice el ancho de haz horizontal para el apilamiento horizontal.

### Apilamiento horizontal y vertical

Este ejemplo muestra cómo se pueden apilar cuatro yagis idénticas en una formación de "caja" en un "marco en H".



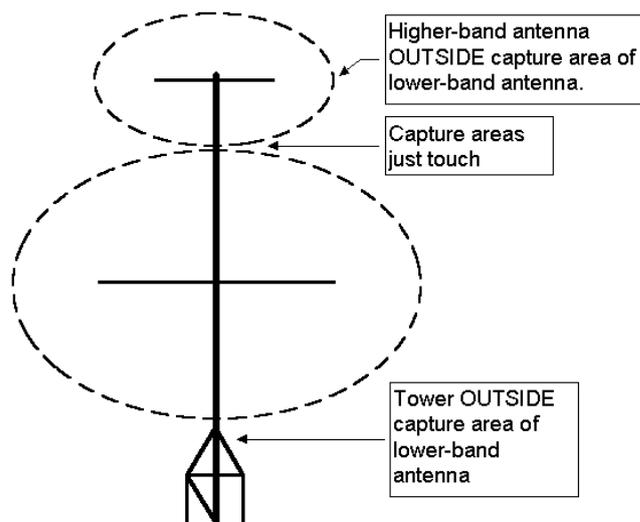
### Puntos a tener en cuenta

- Las áreas de captura solo se tocan tanto en la dirección vertical como en la horizontal.
- El espacio horizontal es mayor que el espacio vertical, porque las áreas de captura son elípticas.

- La cruceta horizontal del marco en H está en el mismo plano que los elementos yagi, pero la interacción se minimiza porque la cruceta está fuera del área de captura de las antenas.
- Si la parte superior de la torre se extiende hasta la cruceta (por resistencia mecánica), estará dentro de las áreas de captura de las dos antenas inferiores y puede haber alguna interacción.
- Si hay tipos de metal subiendo a la parte superior de la torre, espere alguna interacción.

### Antenas para Diferentes Bandas... el Principio

Este ejemplo amplía la idea de las áreas de captura para mostrar cómo apilar antenas para diferentes bandas en una configuración de "Árbol de Navidad". El siguiente dibujo muestra lo que estamos tratando de lograr, pero puede que no sea muy práctico.

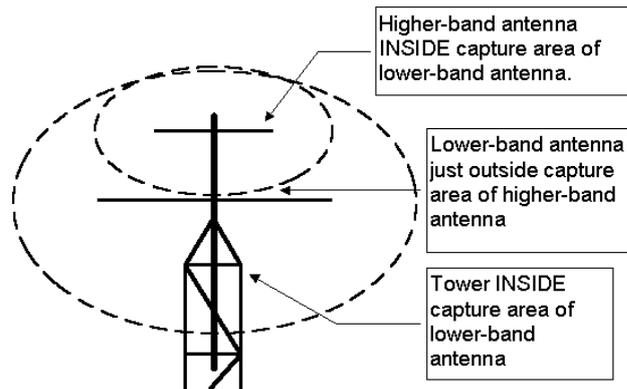


### Puntos a tener en cuenta

- El área de captura de la antena de banda inferior es físicamente mucho mayor que el área de captura de la antena de banda superior.
- Para evitar cualquier interacción entre antenas, las áreas de captura no deben superponerse.
- Para evitar la interacción con la torre, la parte superior de la torre debe estar fuera del área de captura de la antena de banda inferior.
- **Esta configuración es muy pobre mecánicamente** : pone grandes cargas de viento en el mástil, que puede doblarse o romperse donde ingresa a la torre.

## Antenas para Diferentes Bandas... En la Práctica

Este ejemplo muestra la configuración **mínima absoluta** para apilar antenas en diferentes bandas. ¡ Un apilamiento más cerrado que esto puede conducir a **una grave pérdida de rendimiento!**



### Puntos a tener en cuenta

- La antena de banda superior está **dentro** del área de captura de la antena de banda inferior, al igual que la torre. Este es un compromiso, pero quizás no tan serio porque ambos objetos son mucho más pequeños (horizontalmente) que la mitad de la longitud de onda en la banda inferior.
- La antena de banda inferior parece un objeto grande para la antena de banda superior (es decir, "grande" en términos de longitud de onda) y perturbará gravemente su rendimiento. Es por eso que nuestro objetivo siempre es **mantener las antenas de banda inferior completamente fuera del área de captura de cualquier antena de banda superior**. ¡ Romper esta regla probablemente resulte en **una grave pérdida de rendimiento** para la antena de banda más alta!
- Este ejemplo ha mostrado todos los compromisos. ¡Intenta hacer la menor cantidad de ellos posible!
- Si puede, intente hacer que su sistema sea mucho más alto, más como el ejemplo anterior.

### ¿Qué tan lejos? Una guía de supervivencia

Si no tiene mucha información, verifique la distancia de apilamiento vertical que recomienda el fabricante para dos antenas **iguales** . ¡Esta distancia es la altura del área de captura!

La distancia de separación mínima (para antenas en bandas inferiores, misma polarización) es **la mitad** de la distancia de apilamiento para dos antenas iguales.

**Ejemplo:** el fabricante recomienda apilar dos yagis idénticos de 144 MHz a 10 pies de distancia. Eso significa que no debe montar una de estas yagis más cerca de  $(10 / 2) = 5$  pies por encima de una antena de banda inferior como una yagi de 50 MHz o una tribanda HF.

Si ni siquiera tiene tanta información, para yagis largos puede consultar la tabla de rendimiento de [VE7BQH](http://www.ve7bqh.com) . Eso da las distancias de apilamiento recomendadas para una amplia gama de yagis largas de 144 MHz. Si no puede encontrar su diseño yagi exacto, debería poder encontrar algo comparable como guía.

<http://www.ifwtech.co.uk/g3sek/stacking/stacking2.htm#History>