



# Rediseñando el comportamiento de la carga de viento para antenas de estación base

Joy Huang  
Principal Mechanical Engineer

COMMSCOPE®

## Índice

<b>Síntesis</b> .....	2
<b>Introducción a la física de la carga de viento</b> .....	2
Ecuación de Bernoulli para la presión en un fluido .....	3
¿Cómo reducimos la carga de viento para las antenas de estación base? .....	3
<b>Simulaciones matemáticas y pruebas</b> .....	3
<b>Soluciones aerodinámicas únicas de CommScope</b> .....	4
Reductor de estela .....	4
Resultados en la reducción de carga de viento .....	5
<b>Resumen</b> .....	5

## Síntesis

Dado que el espacio en torre implica un costo elevado y que parte de la infraestructura está alcanzando su capacidad máxima, es cada vez más importante la necesidad de antenas con un mejorado desempeño con respecto a la carga de viento. Las rediseñadas antenas para estación base de CommScope cuentan con una ingeniería que les permite ser aún más aerodinámicamente eficientes en la reducción de la carga total de viento que impacta a las torres celulares o similares estructura de montaje.

## Introducción a la física de la carga de viento

La carga de viento es la fuerza generada por el viento sobre las superficies exteriores de un objeto. En las industrias aeroespacial y automotriz, solo es preocupante el viento unidireccional en dirección frontal. En el mundo de las antenas de estación base, la dirección del viento es impredecible. Por lo tanto, debemos considerar 360 grados de carga de viento.

La fuerza que ejerce el viento sobre un objeto es compleja, siendo la fuerza de arrastre el componente clave. El arrastre puede ser de los tipos "arrastre de presión", "arrastre de fricción" y/o "arrastre de vórtice". El arrastre de presión suele ser la fuerza más dominante.

El arrastre de presión se crea cuando la presión del aire que impacta el lado delantero del objeto es mayor que del lado posterior. Este diferencial crea el arrastre de presión. Cuando se reduce el diferencial de presión, se reduce la fuerza de arrastre. Como se ve en la **Figura 1**, el flujo de aire deja una estela detrás del objeto. Entre más aerodinámico es el objeto, menor es el diferencial de presión y, por lo tanto, el arrastre es menor.

Por esta razón, se han realizado muchos esfuerzos e investigaciones en el diseño de superficies aerodinámicas y características enfocadas a retrasar la separación del flujo y mantener el flujo local unido al objeto durante el mayor tiempo posible. Cuando las características de la superficie se optimizan para su tamaño y ubicación, la fuerza de arrastre se puede reducir en gran medida. Un ejemplo es la pelota de golf y sus hoyuelos característicos (**Figura 2**).

Para reducir la carga de viento en los diseños de antenas de estación base, la clave es retrasar la separación de flujo y reducir la estela.

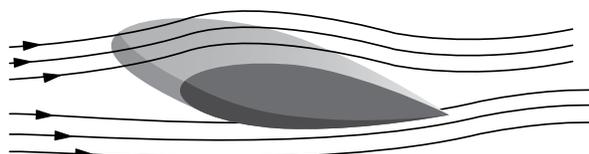


Figura 1: La forma aerodinámica minimiza el arrastre

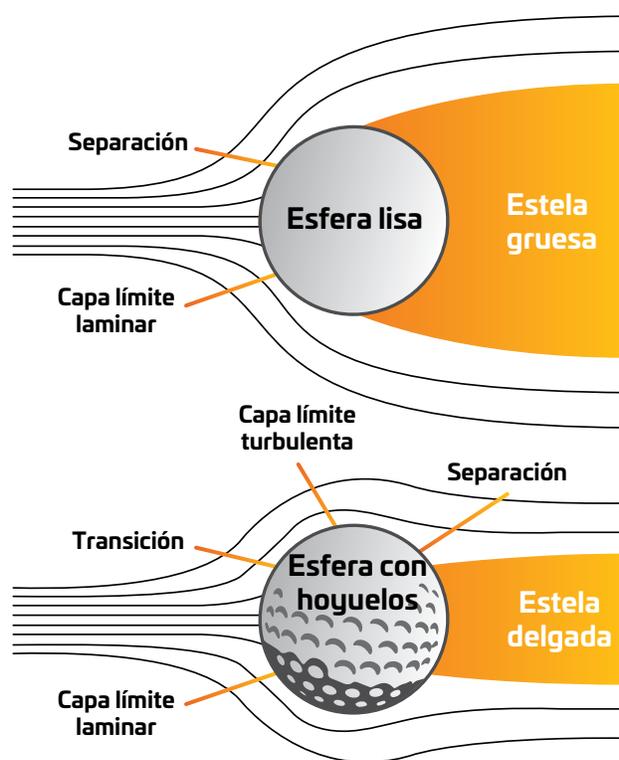


Figura 2: Los hoyuelos de la pelota de golf reducen la estela

## Ecuación de Bernoulli para la presión en un fluido

$$P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Esta ecuación se puede simplificar, ya que solo el tercer término de cada lado está relacionado con el arrastre de presión. Además, la fuerza está relacionada con la presión:

$$P = F/A \rightarrow F = PA$$

De forma simplificada, la fórmula básica de carga de viento es:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_d \cdot A$$

Donde:

$F_w$  = Fuerza de carga del viento (lbf, N)

$\rho$  = Densidad del aire (0.0765 lb/ft<sup>3</sup>, 1.226 kg/m<sup>3</sup>)

$C_d$  = Coeficiente de arrastre

$V$  = Velocidad del viento (ft/s, m/s)

$A$  = Área de la sección transversal normal a la dirección del viento

## ¿Cómo reducimos la carga de viento para las antenas de estación base?

En la fórmula básica anterior, a cualquier velocidad del viento determinada, la variable clave es el coeficiente de arrastre,  $C_d$ . Los diseños mejorados de las antenas de CommScope se centran en bajar el  $C_d$ .

## Simulaciones matemáticas y pruebas

Utilizando un conocimiento profundo de la física y la aerodinámica detrás de la carga de viento, hemos optimizado el diseño de la antena para minimizar la carga de viento. Esto implica el uso de métodos numéricos como el análisis computacional de dinámica de fluidos (Computational Fluid Dynamics, CFD) durante la fase de diseño para optimizar la geometría. La simulación CFD nos permite analizar diferentes detalles de forma y geometría al principio de la fase de diseño. Esas variables entonces pueden optimizarse para lograr un mejor desempeño con respecto a la carga de viento. El diseño final se valida mediante pruebas en un túnel de viento.

La figura 3 muestra la diferencia entre una región de estela grande detrás de un bloque rectangular en comparación con una antena CommScope actual con una estela pequeña y colapsada que es eficiente en relación a la carga de viento.

Las pruebas de túnel de viento se realizan en instalaciones de pruebas de túnel de viento de terceros calificados (Figura 5) para validar los resultados de la simulación matemática como se muestra en la Figura 4.

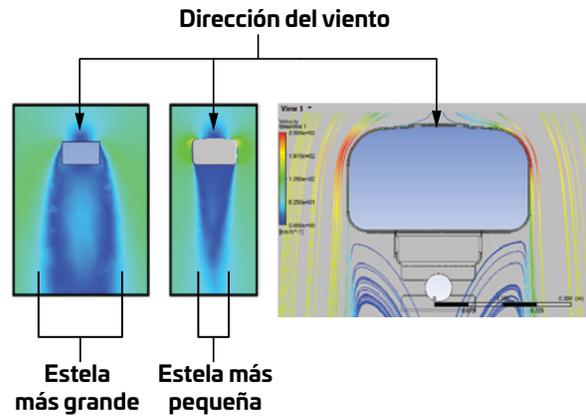


Figura 3: Comparación de CFD de caja rectangular versus el diseño mejorado de la antena de CommScope

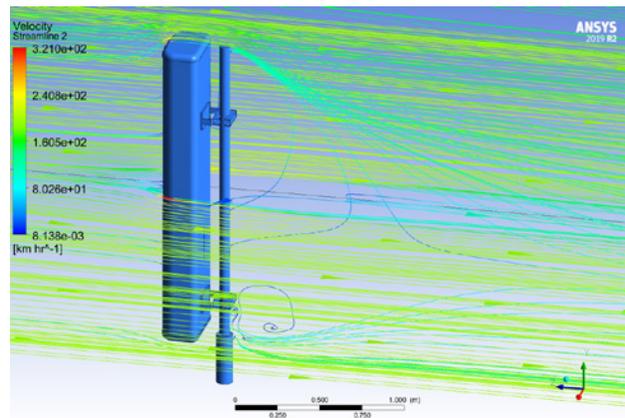


Figura 4: Simulación CFD del diseño mejorado de la antena de CommScope



Figura 5: Ejemplos de configuración para pruebas de túnel de viento

## Soluciones aerodinámicas únicas de CommScope

### Reductor de estela

El diseño innovador de CommScope se centra en controlar el flujo de aire utilizando nodos en la superficie que reducen la estela, optimizados para nuestras antenas. Estas características trabajan en la capa límite de flujo para mantener el flujo unido a la antena por más tiempo, retrasando así la separación de flujo y reduciendo la estela. Al compararlo contra un modelo estándar sin estas características, la capa límite modificada cercana a la pared que se logra en el nuevo diseño permite una estela mucho más pequeña, lo que da como resultado una reducción en la carga de viento.

Los nodos de superficie aerodinámicamente mejorados, que se muestran en la Figura 6, permiten que el viento fluya alrededor del objeto como se muestra en la Figura 7. El viento también puede fluir por encima y por debajo de un objeto. Nuestra solución también se enfoca en optimizar el flujo final.

La simulación de CFD, como se muestra en la Figura 8, demuestra la diferencia de impacto entre una tapa superior "normal" de una antena y una con una tapa superior que cuenta con un diseño de CommScope optimizado para la reducción de carga de viento. El perfil aerodinámico retrasa la separación del flujo final y, por lo tanto, fomenta un flujo libre final eficiente.



Figura 6: Los nodos de superficie aerodinámicos reducen significativamente la estela

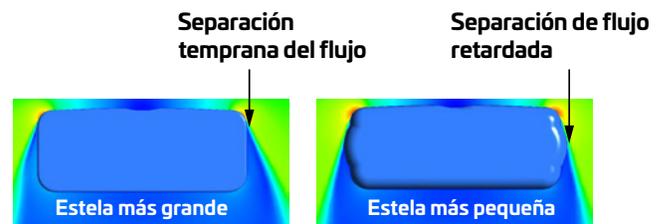
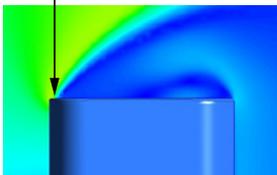
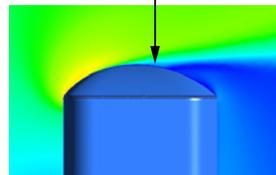


Figura 7: Separación mejorada del flujo de aire con nodos de superficie aerodinámicos

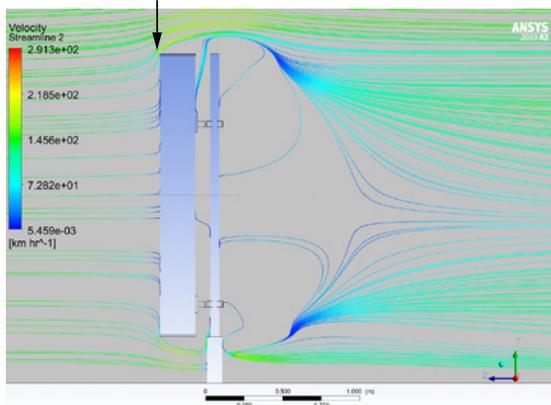
Separación temprana del flujo



Separación de flujo retardada



Separación temprana del flujo



Separación de flujo retardada

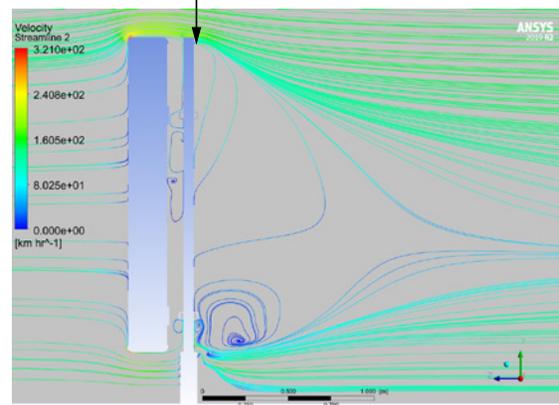


Figura 8: Flujo final mejorado

## Resultados de reducción de carga de viento

Las pruebas de túnel de viento realizadas por terceros validan el diseño aerodinámico de las nuevas características de reducción de carga de viento, como se muestra en la Figura 9. Estas soluciones aerodinámicas muestran una reducción total de la carga de viento del 30 por ciento en las pruebas de túnel de viento, en comparación con el diseño estándar. Estas reducciones de carga de viento pueden ser fundamentales en sitios donde la capacidad de la torre se encuentra en o cerca de sus límites.

Las pruebas de túnel de viento se realizan de acuerdo con la última recomendación NGMN-P-BASTA sobre Normas de Antenas de Estación Base. La antena se instala en un mástil. La velocidad del viento de prueba es de 150 km/h. Las mediciones se toman cada 10 grados con respecto al ángulo de incidencia del viento.

Mientras que algunas soluciones en el mercado se enfocan en la reducción de la carga de viento solo en una única dirección (similar a la geometría utilizada en la industria automotriz), la solución de CommScope es omnidireccional. Al mejorar la eficiencia aerodinámica en los 360 grados, el diseño mejora el comportamiento de la carga de viento independientemente de la dirección del viento, lo que lo hace especialmente diseñado para antenas de estación base.

## Resumen

Las características aerodinámicas únicas de CommScope mejoran significativamente el comportamiento de carga de viento de nuestra antena. En comparación con los diseños estándar, nuestra innovadora solución ofrece una reducción total del 30% de la carga de viento, lo que maximiza la eficiencia del flujo de viento.

La carga de viento es cada vez más importante en la infraestructura del mundo actual. Las antenas CommScope con las características que permiten reducir la carga de viento en los 360 grados están diseñadas para mejorar significativamente el desempeño con relación a la carga de viento. Nuestra capacidad para minimizar y controlar la carga de viento es un factor clave para ayudar a los operadores móviles a reducir los costos de arrendamiento y garantizar la calidad del servicio. CommScope está comprometido a ayudar a los operadores móviles a optimizar el rendimiento del sitio celular.

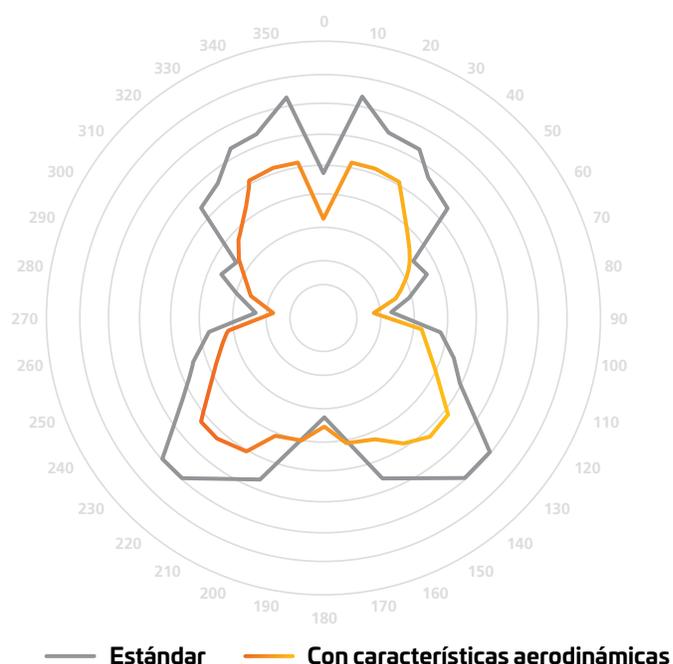


Figura 9: Resultados de la prueba de túnel de viento con tapas de antena mejoradas y nodos de superficie que reducen la estela

CommScope impulsa los límites de la tecnología de comunicaciones con ideas revolucionarias y descubrimientos innovadores que provocan profundos logros de la humanidad. Colaboramos con nuestros clientes y socios para diseñar, crear y construir las redes más avanzadas del mundo. Es nuestra pasión y compromiso identificar la próxima oportunidad y hacer realidad un mejor mañana. Descubra más en [es.commscope.com](https://es.commscope.com)

**COMMSCOPE®**

---

[commscope.com](https://commscope.com)

Visite nuestro sitio web o póngase en contacto con su representante local de CommScope para obtener más información.

© 2021 CommScope, Inc. Todos los derechos reservados.

A menos que se indique algo distinto, todas las marcas identificadas por ® o ™ son marcas registradas, respectivamente, de CommScope, Inc. Este documento es solo para fines de planificación y no tiene la intención de modificar o complementar ninguna especificación o garantía relacionada con los productos o servicios de CommScope. CommScope está comprometido con los más altos estándares de integridad empresarial y sustentabilidad ambiental, con varias instalaciones de CommScope en todo el mundo certificadas de acuerdo con las normas internacionales, incluyendo ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001. Puede encontrar más información sobre el compromiso de CommScope en <https://www.commscope.com/corporate-responsibility-and-sustainability>.

WP-115177-ES.MX