

Los efectos del viento, en la separación de la capa límite y en las fuerzas de sustentación que provoca en estructuras

POR VERÓNICA BENÍTEZ

El doctor Neftalí Rodríguez Cuevas, profesor emérito e investigador del II UNAM, realiza estudios sobre la acción del viento en distintos tipos de estructuras. Otorgó a Gaceta del II una entrevista respecto a la turbulencia generada por los aviones.

¿Qué es una estela de turbulencia?

Cuando el aire choca con un objeto, debido a la rugosidad de la superficie de éste, se generan pequeños vórtices que se trasladan en la corriente de aire que sopla enfrente del cuerpo; cuando estos pequeños vórtices se unen, forman en la parte posterior del cuerpo la llamada "estela vorticosa", que es una zona donde la aparición de vórtices es muy frecuente.

Cuando se alcanza una primera velocidad crítica, esa estela se puede separar del cuerpo y aparecen fenómenos inestables, que producen cambios súbitos en las distribuciones de las fuerzas presentes sobre los cuerpos.

¿Por qué se genera esta turbulencia?

La turbulencia se genera por el choque del aire contra cualquier obstáculo; puede ser un avión, un helicóptero o un edificio. El aire natural tiene turbulencia, que al unirse a la provocada por la interacción con un cuerpo, hace que la estructura empiece a vibrar, ya que las presiones que se producen sobre el cuerpo, varían. La estructura empieza a oscilar y el cuerpo puede sobrepasar niveles de aceleración aceptables.

¿Cómo se mide la turbulencia de los objetos?

Se mide con un índice de turbulencia, que relaciona la velocidad media con la velocidad de ráfaga máxima. Los índices de turbulencia en zonas urbanas, dependen de la rugosidad del terreno; en zonas donde hay edificios muy altos, ahí puede ser del orden de 30 %. Cerca del mar, los índices de

turbulencia son de 3 a 4 %; en zonas montañosas o en zonas urbanas tienden a ser mayores, pero no sobrepasan el 30 % de la velocidad media del viento.

En México, ya se han establecido valores estadísticos para definir cuáles son los valores de la velocidad máxima que se deben utilizar en el diseño de estructuras, los cuales están cerca de los 120 km/h dentro del valle de México. En términos generales, las velocidades de los vientos comunes son muy bajas y los efectos de la turbulencia de baja velocidad son de poca importancia.

¿De qué manera puede el viento afectar a una estructura?

Cuando la velocidad del viento alcanza niveles críticos, que dependen de las características de la estructura contra la cual choca, se genera el fenómeno de separación de vórtices y el de separación de capa límite, que producen vibración de las estructuras, de mayor magnitud, lo que ha ocasionado daños en estructuras como, por ejemplo, el desplome de puentes en diversas partes del mundo.

¿En qué momento se presenta el fenómeno de separación de la estela de un cuerpo?

Se ha observado que cuando se alcanza una segunda velocidad crítica, empieza a presentarse el fenómeno de separación de la estela del cuerpo, esto hace que cambien por completo las fuerzas de sustentación que se establecen con la interacción del viento contra la estructura. Esto provoca un desbalanceo en las fuerzas de sustentación, que puede provocar un movimiento incontrolado. En el caso de los aviones, se produce la caída en picada, que es esencialmente un fenómeno de separación de la capa, que se propicia cuando el viento actúa con un ángulo de ataque contra la estructura y cuando los niveles de amortiguamiento se reducen al mínimo.

¿A partir de qué velocidad es peligrosa una ráfaga?

Una ráfaga es peligrosa cuando se alcanza la segunda velocidad crítica; ésta depende de la masa del cuerpo, de las características de la atmósfera y de la velocidad, así como de las propiedades dinámicas del cuerpo en movimiento. Todo esto puede hacer que un objeto sometido a la acción del viento se vuelva inestable, ante la presencia de movimientos incontrolables. Es lo que sucede cuando en el vuelo de un ave, de pronto, con un movimiento de sus alas, propicia la caída en picada, prácticamente vertical. Esta caída es incontrolable para un piloto; una vez iniciada esta situación es prácticamente imposible que evite la caída del avión, cuando se encuentra cerca de la superficie terrestre.

Estos fenómenos se pueden evitar cuando quien controla el movimiento del cuerpo inmerso en el viento, logra una posición que no propicie la separación de la capa de aire que rodea al cuerpo, para que no se presente el desbalanceo de presiones y no se provoque la caída.

La única manera de evitar esta separación es generar cambios en la forma del cuerpo; en los aviones de alta velocidad, gracias al sistema de movimiento de fuselaje, se logra evitar que se presenten esas condiciones críticas. Desafortunadamente, los aviones pequeños no cuentan con el sistema de control del movimiento de fuselaje y, por tanto, están expuestos a este tipo de accidentes.

¿Cómo se puede evitar que se presente el fenómeno de separación?

Un punto muy importante es el ángulo de ataque del viento contra el cuerpo; cuando se cambia la posición del objeto en el aire y se alcanza un ángulo crítico, se propicia el fenómeno de separación, en el que se presenta el desequilibrio de presiones y la desaparición de las fuerzas de sustentación. El buen control de ese ángulo de ataque, es el que impide que un cuerpo u objeto volador caiga.

Las ráfagas de viento son muy variables, pueden ser de 200 a 300 m de largo, y su tamaño cambia a medida que la altura sobre el suelo resulta mayor. De acuerdo con datos estadísticos, las ráfagas más grandes no sobrepasan los 800 m. Estas ráfagas turbulentas producen la vibración de los cuerpos, pero no producen la separación de la capa límite.

La separación de la capa límite depende de la relación entre la velocidad del viento y las características dinámicas del cuerpo, su tamaño y su ángulo de inclinación.

En los accidentes aéreos, todas estas dudas quedan aclaradas en el momento de abrir las cajas negras del avión, donde quedan registrados, por un lado, los datos técnicos del vuelo y, por otro, las conversaciones que sostuvieron los pilotos durante esos momentos.

