

Usos de los túneles aerodinámicos

Los túneles aerodinámicos tienen un origen y una utilidad marcadamente aeronáutica, pues el ensayo de aeronaves es el motor que condiciona el diseño y la operación de éstos. Pero al lado de los usos aeronáuticos hay más túneles aerodinámicos dedicados a aplicaciones en la ingeniería no aeronáutica.

José Meseguer

Catedrático de Aerodinámica, Director de IDR/UPM, E.T.S.I. Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid.

Santiago Pindado

Miembro del equipo de ensayos en túnel aerodinámico de IDR/UPM, E.T.S.I. Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid.

Raro es el año en el que los medios de comunicación no informan de daños causados por el viento en edificaciones y en otros tipos de bienes. Ante estos hechos se puede tener la impresión de que los destrozos causados por el viento son ahora mayores que en el pasado, y puede que sea así, posiblemente porque los avances tecnológicos introducidos en las técnicas de construcción pueden generar, si no se toman las prevenciones adecuadas en el diseño, edificaciones más sensibles a las cargas del viento que las que se construían en el pasado.

En efecto, es una realidad que la mejora de las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la industria de la edificación, la adopción de nuevas técnicas de construcción y la incorporación de nuevos materiales, sobre todo en los revestimientos exteriores, permite que las edificaciones sean cada día más audaces, con formas que en poco o en nada se asemejan a las formas básicas utilizadas en la arquitectura tradicional. Por esta razón hay cada vez más construcciones en las que debido al empleo de materiales livianos, soportados por estructuras cada vez más elásticas, las cargas del viento (estáticas y dinámicas) juegan un papel cada día más importante.

En las construcciones, las cargas del viento juegan un papel cada día más importante

Aún más, muchas construcciones se han convertido en un elemento identificador del área geográfica donde están ubicadas, existiendo una tendencia a diseñar edificaciones cada vez más ambiciosas en sus formas exteriores, para reforzar su carácter emblemático. Debido a este carácter singular de muchas de las edificaciones, de formas muy alejadas de las formas sencillas de los obstáculos más comunes que se recogen en la normas de cálculo de las cargas de viento, resulta complicado estimar con fiabilidad las cargas aerodinámicas sobre las mismas. En tales circunstancias de incertidumbre el proceso de diseño deberá avanzar bien asumiendo los riesgos que supone el desconoci-

miento de las cargas del viento, bien aplicando factores de seguridad exagerados que den lugar a un diseño en extremo conservador (y, casi con toda seguridad, más caro), o bien intentando determinar con más precisión las cargas aerodinámicas, para lo que habrá que acudir, normalmente, a ensayos con modelos a escala en túneles aerodinámicos.

El objetivo de los ensayos en túnel es pues suministrar a los diseñadores información sobre las particularidades del viento en las proximidades del objeto en consideración, proveer información sobre la distribución de presiones y sobre las cargas globales producidas por el viento en el obstáculo objeto de interés y, si la estructura es flexible y susceptible de experimentar fenómenos aeroelásticos, proporcionar los datos necesarios sobre las vibraciones inducidas por el viento, todo ello con una precisión mayor que la que se puede obtener con otros medios relativamente más económicos (estudios analíticos, análisis numérico o, simplemente, la experiencia profesional).

La validez de los ensayos de medida de las acciones del viento sobre modelos a escala en túneles aerodinámicos se fundamenta en el principio de semejanza dinámica de la mecánica de fluidos, que establece que en el caso del movimiento del aire alrededor de obstáculos los resultados adimensionales medidos en túnel serán aplicables a la realidad cuando existan semejanza geométrica, semejanza cinemática y semejanza dinámica.

La semejanza geométrica exige que en los modelos a ensayar se reproduzcan fielmente a escala todos los detalles de la realidad que sean aerodinámicamente significativos, la semejanza cinemática requiere que en los flujos a comparar las líneas de corriente sean semejantes, y la semejanza dinámica exige que la distribución de fuerzas en los dos flujos, real y a escala, sea tal que en puntos homólogos las fuerzas de tipos idénticos (de presión, de rozamiento, etc.) sean paralelas y la relación entre sus módulos constante. Estas relaciones, geométricas o entre fuerzas, se conocen en mecánica de fluidos con el calificativo algo equívoco de

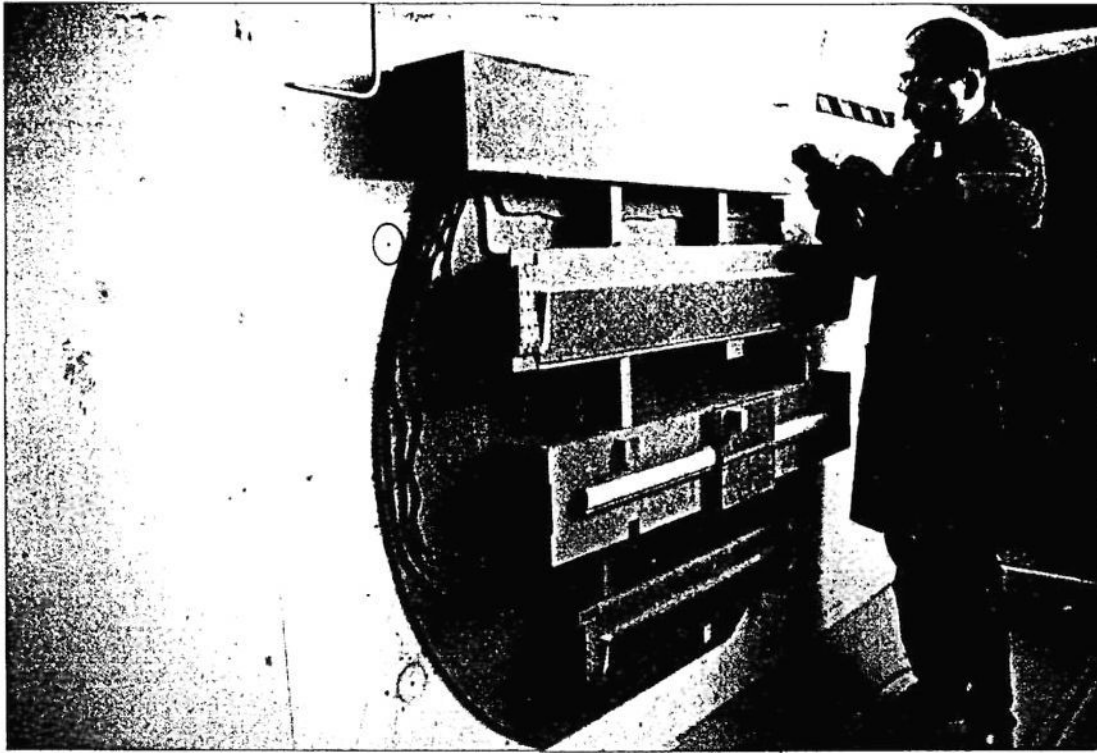


Figura 7: Instalación del modelo de ensayos de un conjunto de edificios en la cámara de ensayos del túnel aerodinámico A9 de IDR/UPM (E.T.S.I. Aeronáuticos).

se precisa de una cierta distancia para que la capa límite se pueda desarrollar (al menos diez veces la dimensión transversal característica). Para generar la capa límite en el túnel se suelen colocar generadores de torbellinos en la sección de entrada (generalmente obstáculos planos de sección triangular) seguidos de una superficie rugosa de tamaño de rugosidad controlado (fig. 5) que facilite la generación de la capa límite por crecimiento natural de acuerdo con la recomendación de Jensen. Casi con toda seguridad será preciso adaptar el conducto desde la sección de salida de la cámara de ensayos a la sección de entrada a los ventiladores, pues ambas secciones en general no coincidirán ni en área ni en forma. El adaptador es un pre-difusor y como tal ha de ser diseñado. El ángulo de divergencia de las paredes ha de ser pequeño (menor de 7°) para evitar el desprendimiento de la corriente y si esta limitación en el ángulo de expansión diera lugar a longitudes del adaptador intolerables o incompatibles con otros requisitos del diseño, se deberá acudir a adaptadores multiconducto en los que se cumpla individualmente en cada uno de ellos la limitación antes citada.

El difusor tiene como finalidad decelerar la corriente de modo que ésta descargue al ambiente con una velocidad lo más baja posible. Las consideraciones de diseño, respecto al posible desprendimiento de la capa límite, son análogas a las realizadas para el adaptador. Ante una situación de falta de espacio se puede suprimir el difusor a costa de penalizar el rendimiento del túnel.

En resumen, un ensayo en túnel aerodinámico

comienza por la definición del modelo de ensayo, lo que suele requerir un análisis detallado de las particularidades aerodinámicas de la estructura real, definida todavía solamente en los planos de diseño. Fijados la escala del modelo y los detalles aerodinámicamente relevantes a reproducir, se pasa a la fase de construcción del modelo, y a la instrumentación del mismo (fig. 6).

Si lo que se desea es medir cargas globales mediante una balanza, es habitual que, si la escala del modelo lo permite, ésta quede integrada en el modelo; si lo que se van a medir son presiones, lo normal es que se conecte cada toma de presión (un pequeño taladro en el punto de la superficie del modelo donde se desea conocer la presión) mediante tubo flexible con el transductor de presión, que por comodidad suele estar fuera de la cámara de ensayos.

Una vez colocado el modelo de ensayos en la cámara de ensayos del túnel (fig. 7) y puesto en marcha éste, se procede a la medida de las cargas aerodinámicas sobre el modelo (cargas globales o presiones), proceso que suele estar totalmente automatizado. Los resultados medidos, convenientemente adimensionalizados con las longitudes y superficies características del modelo y con la presión dinámica de la corriente en la cámara de ensayos del túnel, son directamente aplicables, en virtud de las reglas de semejanza dinámica, a la estructura real, utilizando en este caso las longitudes y superficies características de la estructura real y la presión dinámica de diseño.

J.M. y S. P. ■

Para más información Barlow, J. B., Rae, W.H. y Pope, A., Low-speed wind tunnel testing, John Wiley & Sons New York, 1999.

Liu, H., Wind Engineering, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.

Meseguer, J., Sanz Andrés, A., Perales, J.M. y Pindado, S., Aerodinámica de instalaciones aeroportuarias, capítulo 7: Ensayos en túnel aerodinámico, Fundación AENA, Madrid, 2000.

Sachs, P., Wind Forces in Engineering, Pergamon Press, Oxford, 1972.

<http://www.idr.upm.es/>