

## Laboratorio del Túnel de Viento

Por Neftalí Rodríguez y Verónica Benítez

El Túnel de Viento es uno de los laboratorios del Instituto de Ingeniería. En él se llevan a cabo estudios para conocer las presiones y los movimientos que produce el viento sobre una estructura. Es una herramienta que permite colocar modelos a escala, a los que se les aplica flujo de viento en diversas direcciones, y se obtiene así información sobre los movimientos y los efectos de flexotorsión que se presentan en edificios.

Es muy importante establecer las características estructurales adecuadas, sobre todo cuando son edificios muy altos o de diseños caprichosos, donde el riesgo de sufrir un colapso aumenta. Además de conocer el comportamiento estructural de un edificio, se da seguridad a las personas que lo ocupan.

Pero no solo el diseño de estructuras es el motivo de estos estudios, también se considera la ubicación de nuestro país como causa de los efectos catastróficos ocasionados por los vientos intensos. Los daños van desde la caída de puentes, la desaparición de carreteras y viviendas, la interrupción del servicio de los sistemas de agua, hasta la pérdida de hectáreas de cultivo. En México, durante la temporada de vientos intensos, los daños han llegado a sobrepasar los 60 mil millones de pesos; en años tranquilos han alcanzado los 10 mil millones de pesos; incluso en los años considerados los de menor afectación por este motivo, se tiene registro de daños por 6 mil millones de pesos.

No hay que olvidar que México se encuentra entre los océanos Pacífico y Atlántico, y por ello está sometido a la acción de un proceso termodinámico que proviene del Sol. Uno de los fenómenos que esto ocasiona es la aparición de ciclones y huracanes en las costas mexicanas. El profesor Neftalí Rodríguez, investigador emérito del Instituto de Ingeniería, nos dice: *hemos trabajado mucho en este*

*sentido; ahora sabemos que Cancún, Chetumal, Los Cabos y Tamaulipas son zonas donde los vientos son más intensos. Para el Distrito Federal el registro más alto es de 120 km/h; sin embargo, el año pasado, muy cerca del DF, en la zona de Ecatepec, en el estado de México, se generó un tornado. Los tornados son los fenómenos más intensos que produce el viento, por lo que decidimos investigarlo. Ahora estamos terminando el estudio de la acción del viento producido por un tornado sobre una estructura de 75 m de alto, donde la velocidad llega a los 460 km/h y se generan fuerzas que nunca antes había yo visto, tan fuertes que pueden producir la caída de la estructura. Además, también pudimos observar cómo se presenta el efecto de turbulencia y logramos establecer las fuerzas dinámicas que se producen, así como los desplazamientos, la separación de vórtices y el efecto de los vórtices de tipo senoidal, en resonancia con la construcción.*

*El estudio de los efectos del viento sobre los objetos es apasionante y complejo; incluso cuando Newton estableció el concepto de fuerzas, hace más de cuatro siglos, descubrió que existían fuerzas, pero no definió cómo se evalúan las que produce el viento al chocar contra un objeto. Tuvieron que transcurrir casi tres siglos para que se empezaran a construir los túneles de viento y responder la pregunta anterior.*

*El primer túnel de viento lo diseñó y lo operó en 1871 Francis H. Wenham, miembro del Consejo de la Sociedad Aeronáutica de Gran Bretaña, para estudiar la acción del viento sobre modelos de construcciones. Posteriormente, Eiffel realizó pruebas en un túnel de viento antes de construir su torre en París, que lleva más de 140 años vibrando. Estudios posteriores realizados por los hermanos Wright en un túnel de viento, no*

*mayor a la extensión de mis brazos, crearon las bases de la aeronáutica, las cuales permitieron durante el siglo XX el desarrollo de la aviación. En 1905 se logró elevar sobre la superficie terrestre el primer objeto más pesado que el aire.*

*A partir de entonces, se han creado túneles de viento de diversos tipos que se han clasificado, por su modo de actuar el fluido, en (a) túneles por inyección, (b) túneles por aspiración y (c) túneles en circuito cerrado. Por la limitación de la vena fluida existen los de vena libre o limitada. Por las condiciones físicas o termodinámicas han sido construidos túneles de densidad constante o de densidad variable.*

*Otra persona que hizo aportaciones importantes fue el ingeniero y físico Osborne Reynolds, de la Universidad de Manchester, quien demostró que el patrón del flujo de aire sobre un modelo a escala sería el mismo para el prototipo, si un parámetro del flujo, conocido como el número de Reynolds, fuese el mismo en ambos casos. Este es el parámetro básico en la descripción de todas las situaciones de fluido-estructura, incluidas las formas de los patrones del flujo, la facilidad de transmisión del calor y la presencia de la turbulencia. Esto resulta ser la justificación científica central para el uso de modelos en los túneles aerodinámicos, para simular los fenómenos que produce la interacción del viento sobre edificaciones de diversos tipos. Otra aplicación importante fue el teorema de Buckingham, con el cual se han establecido los parámetros adimensionales que controlan la similitud de los fenómenos que se generan en la sección de pruebas de un túnel de viento, y las edificaciones reales.*

*Aunque la mayoría de los túneles de viento se construyen para ensayar modelos en su sección de pruebas, algunos tienen capa-*

*idad para ensayar con aviones reales, o aerogeneradores, para analizar en detalle sus características de operación. Existen túneles en los cuales la velocidad del viento puede alcanzar valores próximos a 30 000 km/h, como el que opera en Búfalo, NY.*

*Cien años después, prácticamente hay túneles de viento en casi todos los países del mundo, porque se ha demostrado que son una herramienta muy útil para poder construir con seguridad, y además establecer las normas técnicas de construcción en distintos tipos de edificaciones. Ha quedado demostrado que el viento afecta directamente al comportamiento de las estructuras, lo que puede ocasionar graves problemas; por ello, el Instituto de Ingeniería, desde 1966, cuenta con este laboratorio, que tiene una sección de pruebas de 0.80 x 1.20 m y longitud de 2.40 m, donde se producen velocidades de hasta 150 km/h. Cuenta con un analizador de espectros, varios tipos de*

*sensores, un sistema central de turbulencia, un inversor Hitachi y un equipo mecánico de trabajo, con motor de 75 HP.*

*Algunas de las investigaciones que se han realizado en estas instalaciones son los regímenes de viento en la vecindad de helipuertos, para facilitar su operación; mediciones directas de las presiones resultantes de la acción del viento en modelos aerodinámicos, que incluyen la definición de reacciones en la base de edificios altos; pruebas de secciones de modelos aeroelásticos, con soporte dinámicamente similar, para definir la respuesta total bajo acciones media y dinámicas, así como las derivadas aerodinámicas que se requieren para establecer la estabilidad de una construcción, especialmente en puentes flexibles. Pruebas aerolásticas, que ensayan modelos escalados dinámicamente, para prueba de edificios y estructuras, permiten la medición directa de las acciones medias y dinámicas, inducidas*

*por la interacción viento-estructura, a fin de conocer los desplazamientos, rotaciones y aceleraciones, en diversos niveles de una estructura. Estudios en túneles de viento proporcionan información para establecer la influencia de la presurización en el comportamiento de estructuras infladas; además, permiten establecer la efectividad de sistemas activos y pasivos para control de movimientos dinámicos.*

*En el Túnel de Viento del IIUNAM se han llevado a cabo estudios para el desarrollo de aerogeneradores, y de importantes diseños arquitectónicos, entre los que podemos mencionar el Palacio de los Deportes de la ciudad de México, el puente atirantado de la carretera México-Acapulco y un puente en Cancún, Quintana Roo, entre otros proyectos. Actualmente se trabaja sobre la prueba modelo de un edificio de 40 niveles, que se va a construir en la ciudad de México –concluyó el profesor Rodríguez Cuevas. |*