

## **Mediciones experimentales para caracterización de un túnel aerodinámico**

Javier L Raffo<sup>1</sup>, Santiago Pezzotti<sup>2</sup>

### **Resumen**

Los túneles aerodinámicos son bien conocidos por la comunidad científica como una herramienta de investigación desarrollada para realizar estudios experimentales sobre los efectos del movimiento de aire alrededor de objetos que se introducen en el mismo. Estos efectos, en algunos casos, son la variación de la presión del aire sobre los distintos objetos que derivan en cargas aerodinámicas.

Si bien los túneles aerodinámicos son una herramienta de investigación muy bien conocida y con mucha historia, no dejan de ser una herramienta indispensable cuando se quiere conocer experimentalmente cómo es el desarrollo de un fluido en el entorno de cuerpos inmensos en él. Es por eso que al no contar en la región de la UTN, Facultad Regional Delta (FRD) con esta herramienta experimental para contribuir con una formación académica y científica en el ámbito, se construyó en el Departamento de Ingeniería Mecánica el presente túnel aerodinámico. En el presente trabajo se muestran algunos resultados de la caracterización del túnel aerodinámico para comprobar experimentalmente el perfil de velocidades alrededor de la sección de ensayos del mismo.

### **1. Introducción**

El túnel aerodinámico es una herramienta que nos permite estudiar el movimiento relativo entre un objeto y el aire. Ese objeto puede poseer cualquier forma geométrica pero generalmente se utilizan maquetas a escala, para reducir costos o simplificar el ensayo. A pesar de ello, debemos tener en cuenta que el tamaño de la maqueta influye en los resultados del

ensayo; cuanto más parecida a la realidad sea, mejores serán los resultados del ensayo.

Con estos ensayos se puede obtener datos de presiones, fuerzas, información de la capa límite y visualizar las líneas de corriente del fluido.

Las partes básicas que componen a un túnel aerodinámico abierto son las indicadas en la Figura 1.

---

<sup>1</sup> GMC, Facultad Regional Delta, Universidad tecnológica Nacional. Av. San Martín 1171, (2804), Campana, Buenos Aires, Argentina. e-mail: [jraffo@frd.utn.edu.ar](mailto:jraffo@frd.utn.edu.ar)

<sup>2</sup> UID GTA-GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, (1900). La Plata, Buenos Aires, Argentina. e-mail: [santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar](mailto:santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar)

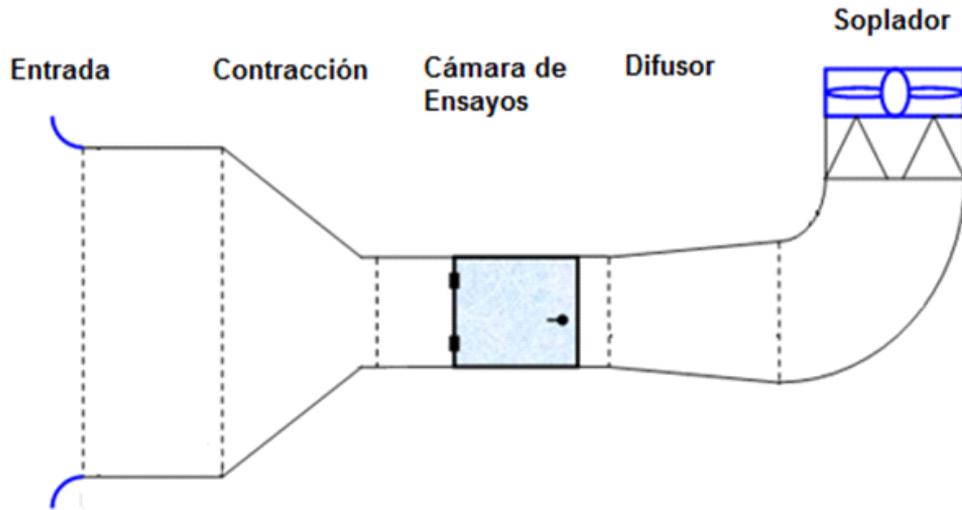


Figura 1. Esquema de la composición del túnel aerodinámico

**Entrada:** Su objetivo es enderezar y uniformizar el flujo de aire.

**Contracción:** Su función es acelerar la velocidad del flujo manteniéndolo ordenado y uniforme para posteriormente llegar a la cámara de ensayos.

**Cámara de ensayos:** Es la parte más importante del túnel. Es donde se coloca el objeto que se va a estudiar y también donde se realizarán las mediciones. Es muy importante que el flujo que la atraviese sea lo más uniforme posible.

**Difusor:** Una vez el aire ya ha salido de la cámara de ensayos, el difusor reduce la velocidad del flujo mediante su perfil de sección divergente. Es de interés que el aire salga a la menor velocidad posible ya que la velocidad de salida se encuentra relacionada con las pérdidas de carga o potencia del túnel. A menor velocidad de salida, menores son las pérdidas.

**Soplador:** Su función es crear un flujo de aire a una velocidad determinada. Normalmente llevan sistemas electrónicos para poder variar la velocidad (variador de frecuencia para Corriente Alterna) y de esta manera poder realizar los ensayos a las velocidades requeridas.

## 2. Desarrollo

El túnel aerodinámico de la UTN-FRD posee por diseño un rango de operación de velocidad media en la sección de ensayo de 0 a 14 m/s, siendo esta una sección de 0,5 m x 0,7 m, y la contracción posee una relación de 8:1 entre áreas. La planta motriz es un motor de 4 HP trifásico de 1440 rpm con un ventilador de 5 palas de aluminio de 712 mm de diámetro, controlados por un variador de frecuencias ABB-ACS 350 03E-07A3-4.

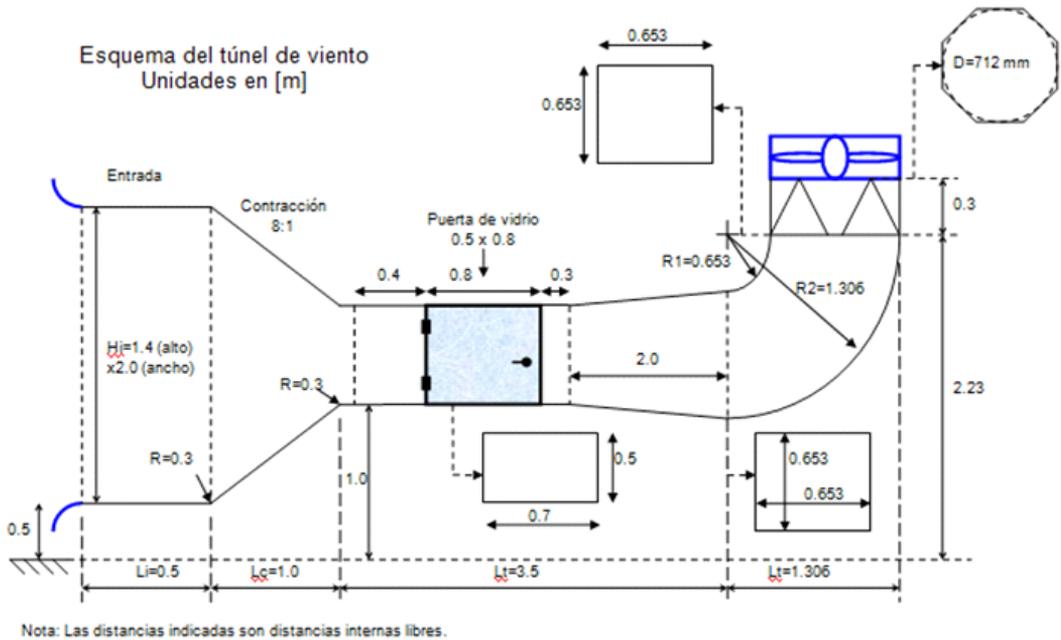


Figura 2. Esquema de las dimensiones del túnel aerodinámico de la UTN-FRD.



Figura 3. Vista general del túnel aerodinámico de la UTN-FRD.



Figura 4. Vista de la zona de ensayo y caja del variador de frecuencia

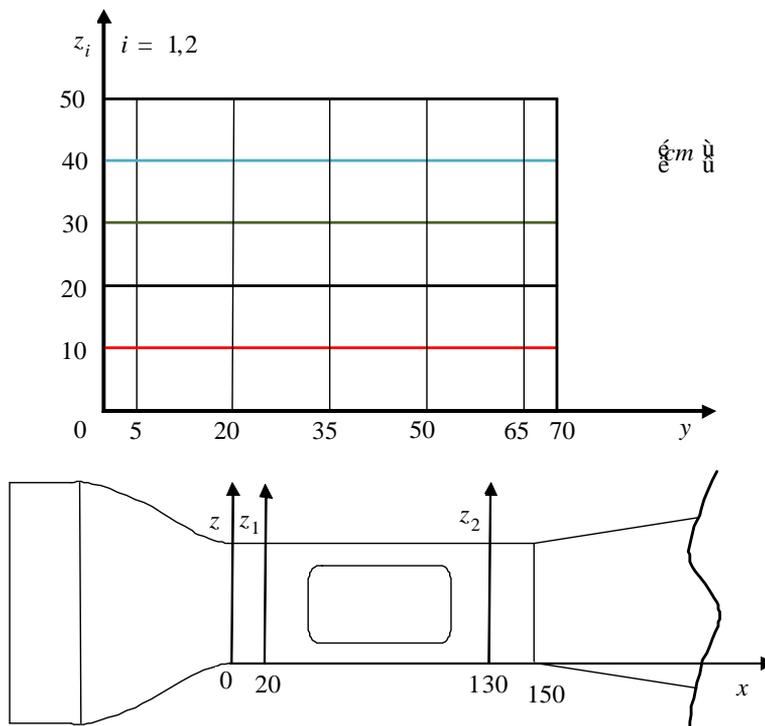


Figura 5. Ubicación de los puntos de medición.

Para analizar el perfil de velocidades en las proximidades de la sección de ensayo, se midió el perfil de velocidad del flujo de aire en dos posiciones diferentes de la cámara de ensayos: Sección A, cercana a la contracción ubicada en  $x=20\text{ cm}$ , cuyo eje vertical es el eje  $z_1$  y Sección B, cercana al difusor, ubicada en  $x=130\text{ cm}$ , cuyo eje vertical es el eje  $z_2$ . A la vez, se midió en cada sección sobre una grilla formada por 5 puntos en el eje horizontal separados 15 cm entre puntos y centrada a la sección y 4 puntos en el eje vertical separados 10 cm entre puntos de medición, totalizando así una cantidad de veinte muestras por sección (ver Figura 5). Y para analizar el comportamiento a distintos caudales de aire, se varió la frecuencia del motor entre 10 y 60 Hz en intervalos de 10 Hz.

Estas velocidades fueron corregidas por presión, temperatura y humedad, que son factores que afectan a la medición de la velocidad del flujo de aire.

### 3. Resultados

Cada gráfico de perfil de velocidades (uno por cada sección) contiene todas las velocidades medidas por cada velocidad de rotación del motor. De esta manera se muestra en un solo gráfico el comportamiento del flujo de aire a diferentes velocidades y a lo largo de toda la superficie de la sección.

Para que en los gráficos de velocidades fuera más claro el comportamiento del flujo, se designaron cuatro colores diferentes para cada coordenada del eje vertical de las secciones como se puede observar en la Figura 5.

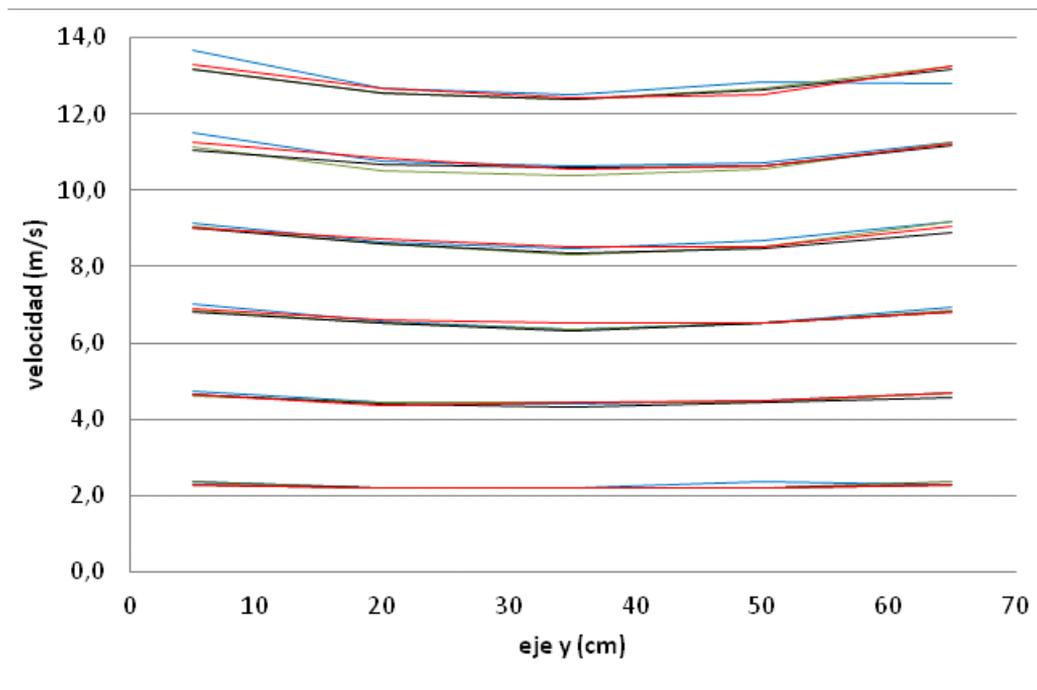


Figura 6. Velocidad axial del aire en la Sección A.

En la Figura 6 se observa que al aumentar la potencia, las velocidades crecen mayormente al acercarse a los bordes de la sección, esto se debe a que en esta sección en particular, el tubo Pitot que se utilizó para la medición se encuentra más cercano a la contracción de la entrada de aire donde el flujo se encuentra perturbado por el cambio de sección. A pesar de estas variaciones, la diferencia relativa de velocidades entre los valores máximos y mínimos en ningún caso supera el 10 %. Esta diferencia relativa está calculada según la Ec. (1).

Las velocidades promedio obtenidas para cada frecuencia fueron de menor a mayor 2.25 m/s, 4.52 m/s, 6.64 m/s, 8.75 m/s, 10.86 m/s y 12.83 m/s.

$$DV_{rel} = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max}}, \quad (1)$$

donde  $DV_{rel}$  es la diferencia relativa de velocidades,  $V_{min}$  y  $V_{max}$  son las velocidades máxima y mínima evaluadas para el mismo valor de frecuencia del motor y para la misma coordenada  $Z_1$ .

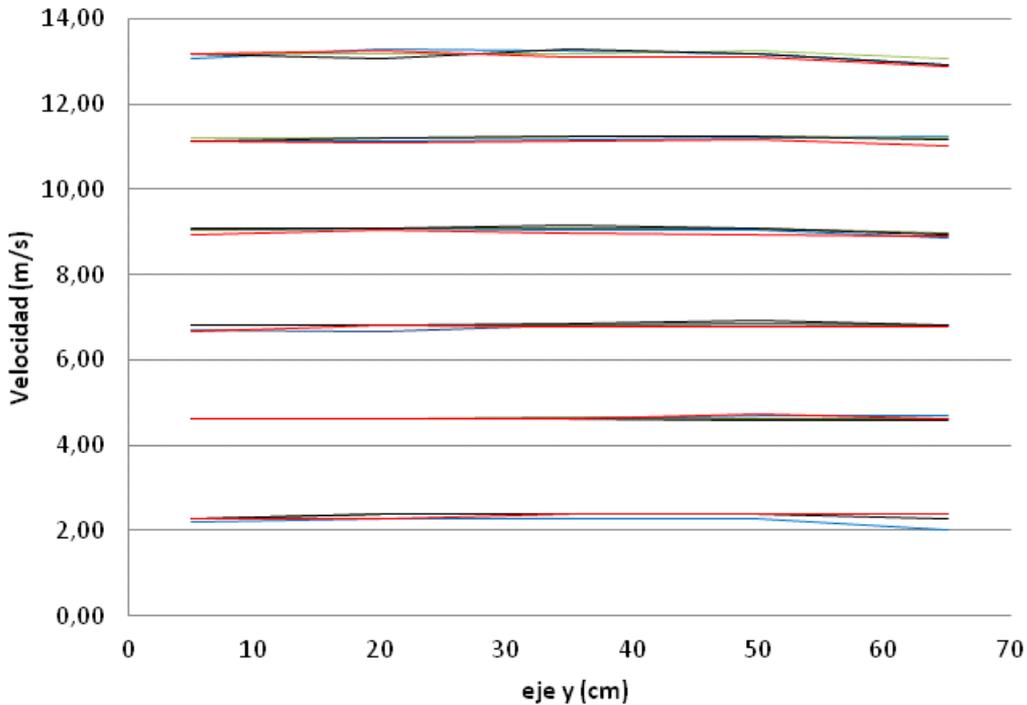


Figura 7. Velocidad axial del aire en la Sección B.

En la Figura 7 se observan los resultados correspondientes a las mediciones de velocidad axial en la sección B, que es la sección mas representativa del comportamiento del fluido

en la cámara de ensayos. Las velocidades promedio obtenidas para cada frecuencia fueron de menor a mayor 2.31 m/s, 4.63 m/s, 6.80 m/s, 9.03 m/s, 11.18 m/s y 13.14 m/s. Se observa un

perfil de velocidades uniforme con una diferencia de velocidad relativa menor al 4% en toda la sección e independientemente de la potencia de la planta motriz. Únicamente se observa una mayor diferencia para una frecuencia de 10 Hz, en la coordenada  $y = 65\text{ cm}$ ,  $z = 10\text{ cm}$  donde la diferencia relativa es del 12%.

#### **4. Conclusiones**

Se observó una buena uniformidad de velocidades en ambas secciones medidas, las cuales además no presentan signos visibles de rotación del flujo, lo que confirma un correcto diseño del túnel aerodinámico.

En la sección B, sección más representativa de la zona de ensayos, es donde se observa una mayor uniformidad de velocidades, por lo

cual proporciona una prueba concreta de la fidelidad de los resultados que se obtengan en próximas experiencias a realizarse.

Los perfiles de velocidades en la sección de prueba son adecuados para las aplicaciones que tendrá el túnel aerodinámico.

#### **5. Referencias bibliográficas**

[1] P. Bradshaw, R. C. Pankhurst, The design of low-speed wind tunnels, Elsevier Ltd., 1964.

[2] R. C. Pankhurst, D. W. Holder, Wind-Tunnel Technique, Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., 1952.

[3] R.L. Mott. Mecánica de Fluidos. 6ta edición, Pearson Educación, editorial, año., 2006.