

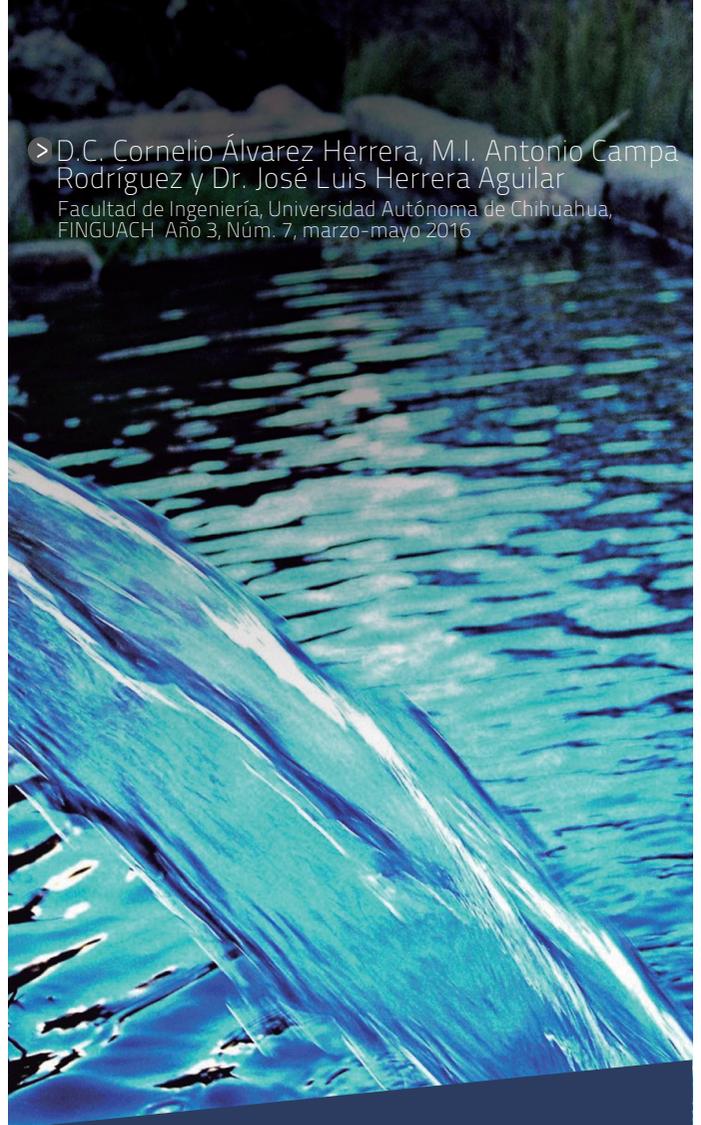
# PIV

## Implementación fácil de la técnica *Particle Image Velocimetry* para la medición de campos de velocidad en un fluido

El propósito de este trabajo es describir de manera resumida la implementación de la técnica óptica de campo completo *Particle Image Velocimetry* (PIV) utilizada extensamente para la visualización y medición de campos de velocidad en flujos de fluidos. Se describe brevemente la metodología de la técnica PIV, además se mostrarán algunos resultados experimentales obtenidos de la manera más sencilla para mostrar el funcionamiento de esta técnica óptica.

La medición de velocidad en los flujos de fluido es de mucha importancia para el ser humano. Nuestros sentidos nos permiten observar cuando un madero es arrastrado por la corriente de un río. Los primeros bosquejos para la visualización de la velocidad en los flujos fueron realizados por Leonardo Da Vinci. Ludwig Prandtl fue uno de los principales estudiosos que investigaron la visualización de los flujos de fluidos, utilizando túneles de agua, colocando objetos en el flujo para observar la estela del flujo generada por estos objetos. El flujo es visualizado utilizando partículas de mica sembradas. R. J. Adrian da una descripción del probable descubrimiento de esta técnica, en este mismo trabajo el autor muestra como la simple observación de algas flotando en el agua muestran el movimiento del flujo, siendo esta una forma fácil de visualizarlo. Esta técnica es muy utilizada en los túneles de viento para el diseño en aeronáutica y en diseño de edificios, además en canales para modelos en hidráulica y diseño de barcos entre otros.

> D.C. Cornelio Álvarez Herrera, M.I. Antonio Campa Rodríguez y Dr. José Luis Herrera Aguilar  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,  
FINGUACH. Año 3, Núm. 7, marzo-mayo 2016



## Método de PIV

Para la utilización de esta técnica, se requiere el sembrado de partículas, para iluminar estas se requiere una hoja de luz muy delgada en la cual las partículas esparcirán la luz en varias direcciones, observando la posición de las mismas. Las partículas iluminadas darán la posición en el tiempo del flujo de fluido. Las partículas trazadoras en conjunto con la hoja de luz nos permiten visualizar el comportamiento del fluido a simple vista. Para poder obtener más información se captura en video o en imágenes instantáneas utilizando una cámara de video lo suficientemente rápida para resolver temporalmente el movimiento del fluido. Con la ayuda de la cámara y *software* de computadora se puede conocer el tiempo entre cada imagen  $\Delta t$ . Se toman dos imágenes consecutivas una a tiempo  $t_1$  y otra a tiempo  $t_2$ , donde se observa la posición de cada una de las partículas en los dos tiempos diferentes y ver el desplazamiento de cada una de las partículas en las direcciones axial y transversal del flujo en las imágenes. Para lo anterior se utilizan algoritmos de correlación cruzada.

Obteniendo entre las dos imágenes consecutivas el intervalo de tiempo  $\Delta t$  y el desplazamiento  $\Delta s$  de cada una de las imágenes se aplica la fórmula de la velocidad.

$$U = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

En la Figura 1 se muestra un esquema del arreglo PIV donde se aprecia todo lo descrito en el método.

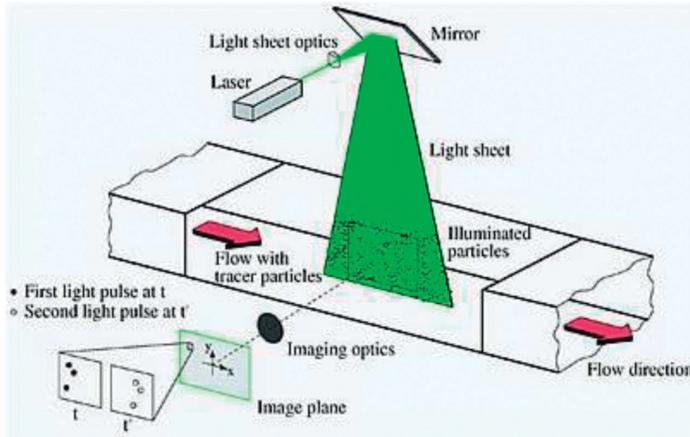


Figura 1. Esquema del arreglo PIV

Las dos imágenes consecutivas en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$  respectivamente se dividen en ventanas, estas ventanas barren a las imágenes en las mismas posiciones, a la ventana de imagen en  $t_1$  le corresponde otra ventana en la misma posición de la imagen en  $t_2$ . Para la obtención de las posiciones de las partículas se utilizan algoritmos de correlación cruzada aplicadas a las ventanas que barren a las imágenes en los dos tiempos diferentes, el algoritmo de correlación cruzada es programado en MATLAB con el uso de las funciones `fft2` e `ifft2` que corresponden a la transformada rápida de Fourier en dos dimensiones y a su inversa respectivamente.

Este experimento se realiza de manera sencilla para la comprobación de la técnica, se utiliza leche como flujo de fluido y semillas de chía sembradas en este fluido, las semillas son utilizadas como partículas trazadoras. En este caso por las características lentas del fluido y el tamaño de las partículas no será necesario la utilización de la hoja de luz. Para la captura del movimiento del flujo de fluido se utiliza una cámara con tecnología CMOS con una lente compuesta de 50mm de distancia focal, se toma un video del evento con formato .avi a 30 imágenes por segundo, después se corta este video en imágenes instantáneas para su procesamiento.

El fluido se agita con un lápiz para generar movimiento en el flujo de fluido. Como se aprecia en la Figura 2 a). En esta figura se muestra la suma de las dos imágenes en dos tiempos

consecutivos para flujo en transición cuando se comienza a perturbar, los vectores mostrados en color azul muestran los desplazamientos en el plano  $(x,y)$  para los campos C1, C2 y C3 tomados en tres pares de tiempos consecutivos. En la Figura 2 b) los campos C1, C2 y C3 corresponden al flujo en relajación, de igual manera los vectores en color azul corresponden a los desplazamientos en el plano, mostrando la amplitud del desplazamiento y la dirección. Los campos de velocidad se pueden obtener utilizando la Ec. (1) dividiendo los desplazamientos  $\Delta s$  entre el intervalo de tiempo  $\Delta t$ .

## Resultados

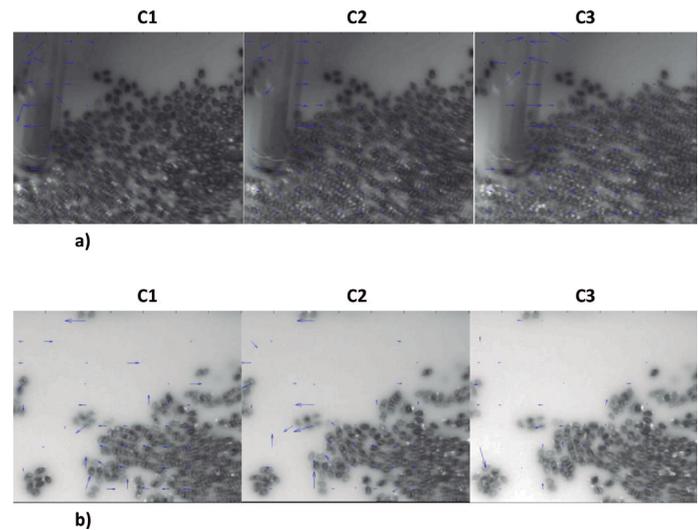


Figura 2. a) Campos C1, C2 y C3 corresponden al flujo en transición, b) los campos C1, C2 y C3 corresponden cuando el flujo se está relajando.

En este trabajo se resumió de manera sencilla el funcionamiento de la técnica óptica de campo completo *Particle Image Velocimetry* (PIV). Imágenes consecutivas de flujo de fluido se obtuvieron con el sembrado de semillas trazadoras como partículas para visualizar el movimiento del fluido. Se utilizó el algoritmo de correlación cruzada para la obtención de los vectores de desplazamiento de las partículas en los campos de fluidos mostrados.

## Referencias

- M. Raffel, C. Willert, S. Wereley, J. Kompenhans (2007), *Particle Image Velocimetry a Practical Guide, second ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- R. J. Adrian, (2005), *Twenty years of particle image velocimetry, Experiments in Fluids* 39: 159–169.
- [http://www.dlr.de/as/en/DesktopDefault.aspx?tabid=183/251\\_read-12796/gallery-1/gallery\\_read-Image5.1574/](http://www.dlr.de/as/en/DesktopDefault.aspx?tabid=183/251_read-12796/gallery-1/gallery_read-Image5.1574/)
- Ajay K. Prasad (2000), *Particle image velocimetry, current science, vol. 79, No. 1.*