















separación entre las estructuras circundantes. Los paneles solares también pueden ser montados sobre otras estructuras (bodegas o edificios tipo casa habitación) por lo que para determinar los efectos del viento sobre los paneles en estos casos es necesario tomar en cuenta la o las estructuras sobre los cuales están montados los paneles. Más información sobre este tipo de estudios puede ser encontrada en [8].

---

#### 4. Conclusiones

La distribución de presión sobre cada uno de los paneles que conformaban el conjunto, se ve poco afectada por la presencia de otros paneles aguas arriba.

El uso de herramientas de simulación numérica permitió simular diferentes pruebas en el túnel de viento únicamente variando algunos parámetros, ya sea relativos a las condiciones del flujo (velocidad del viento) o relativos a la geometría (ángulo de incidencia del viento sobre los paneles). Estas herramientas brindan la oportunidad de modificar una gran variedad de parámetros con relativamente poco esfuerzo.

Los resultados obtenidos mediante simulación numérica tienen buena concordancia, siendo pocos los puntos donde existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos mediante simulación numérica y los resultados experimentales.

Es importante siempre tener en cuenta la naturaleza de los resultados numéricos. Los resultados obtenidos utilizando un modelo de turbulencia basado en las ecuaciones promediadas de Reynolds corresponden a promedios temporales sobre un periodo de tiempo infinito, mientras que los resultados obtenidos en el túnel de viento son promedios de intervalos de tiempo de no más de tres minutos.

#### Agradecimientos

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM, por las facilidades otorgadas para la realización de las simulaciones numéricas.

#### REFERENCIAS

---

Las simulaciones numéricas fueron realizadas con una licencia académica del software ANSYS WORKBENCH, versión 13.

- [1] Abiola-Ogedengbe, A. (2013). Experimental investigation of wind effect on solar panels (Doctoral dissertation, The University of Western Ontario London).
- [2] Wood, G. S., Denoon, R. O., & Kwok, K. (2001). Wind loads on industrial solar panel arrays and supporting roof

structure. *Wind and Structures*, 4(6), 481-494.

- [3] Bitsuamlak, G. T., Dagnew, A. K., & Erwin, J. (2010, May). Evaluation of wind loads on solar panel modules using CFD. In *The Fifth International Symposium on Computational Wind Engineering*, Chapel Hill, North Carolina, USA, May (pp. 23-27).
- [4] Shademan, M. (2010) CFD Simulations of Wind Loading on Solar panels. (MESC Dissertation). London, Ont., School of Graduate and Postdoctoral Studies, University of Western Ontario
- [5] Franke, J., Hirsch, C., Jensen, A. G., Krüs, H. W., Schatzmann, M., Westbury, P. S. & Wright, N. G. (2004, May). Recommendations on the use of CFD in wind engineering. In *Cost action C (Vol. 14, p. C1)*.
- [6] Aly, A. M., & Bitsuamlak, G. (2013). Aerodynamics of ground-mounted solar panels: test model scale effects. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 123, 250-260.
- [7] Báez, D. A. (2017). Simulación numérica de los efectos del viento sobre un conjunto de paneles solares. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- [8] Kopp, G. A., Farquhar, S., & Morrison, M. J. (2012). Aerodynamic mechanisms for wind loads on tilted, roof-mounted, solar arrays. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 111, 40-52.