

Diseño de una tobera para dispensación de nanopasta en aplicaciones de manufactura aditiva de celdas solares

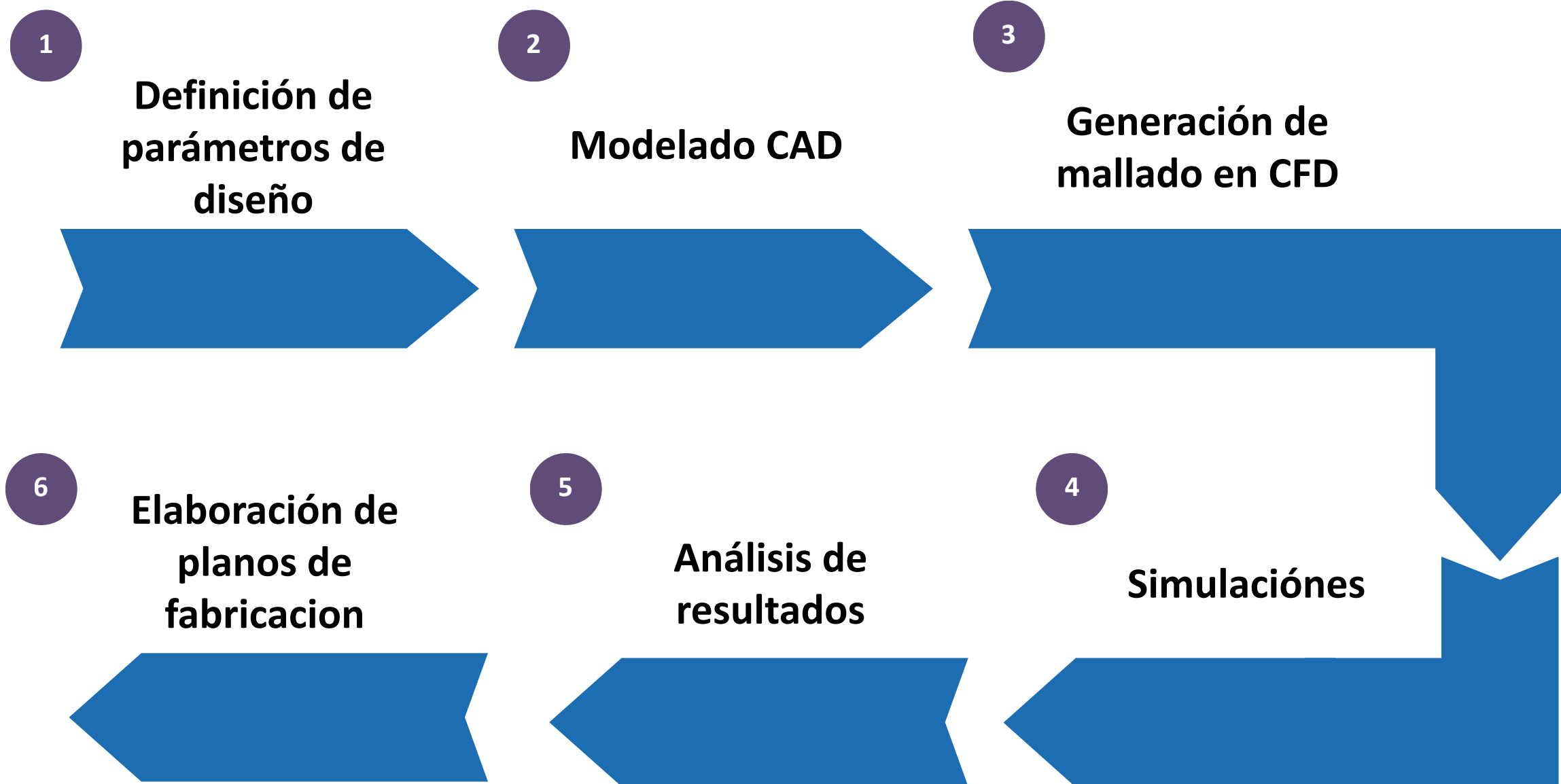
PROBLEMA

Los métodos tradicionales de fabricación de celdas solares (i.e., impresión de pantalla) presentan desafíos en la calidad y costo del producto final. Materiales costosos (i.e., plata), desperdicio de material, falta de uniformidad y limitaciones de reproducibilidad son varios de los desafíos actuales. Debido a esto se propone la manufactura aditiva de materiales más abundantes como cobre para ser un sustituto innovador y versátil que permita reducir costos de producción y promueva una industrialización sostenible.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una tobera de dispensación de nanopasta para manufactura aditiva de barras y dedos de celdas solares mediante simulaciones CFD, condicionando la precisión, uniformidad y eficiencia del proceso de impresión.

PROPUESTA



METODOLOGIA

Las simulaciones de CFD para predecir y optimizar el flujo y la dispersión de la pasta de cobre se basaron en el método de Volumen de Fluido (VOF) y se resolvieron en Ansys Fluent con el método de volúmenes finitos. Las ecuaciones gobernantes son las de Continuidad, Navier-Stokes, y de transporte de la fracción de volumen.

RESULTADOS

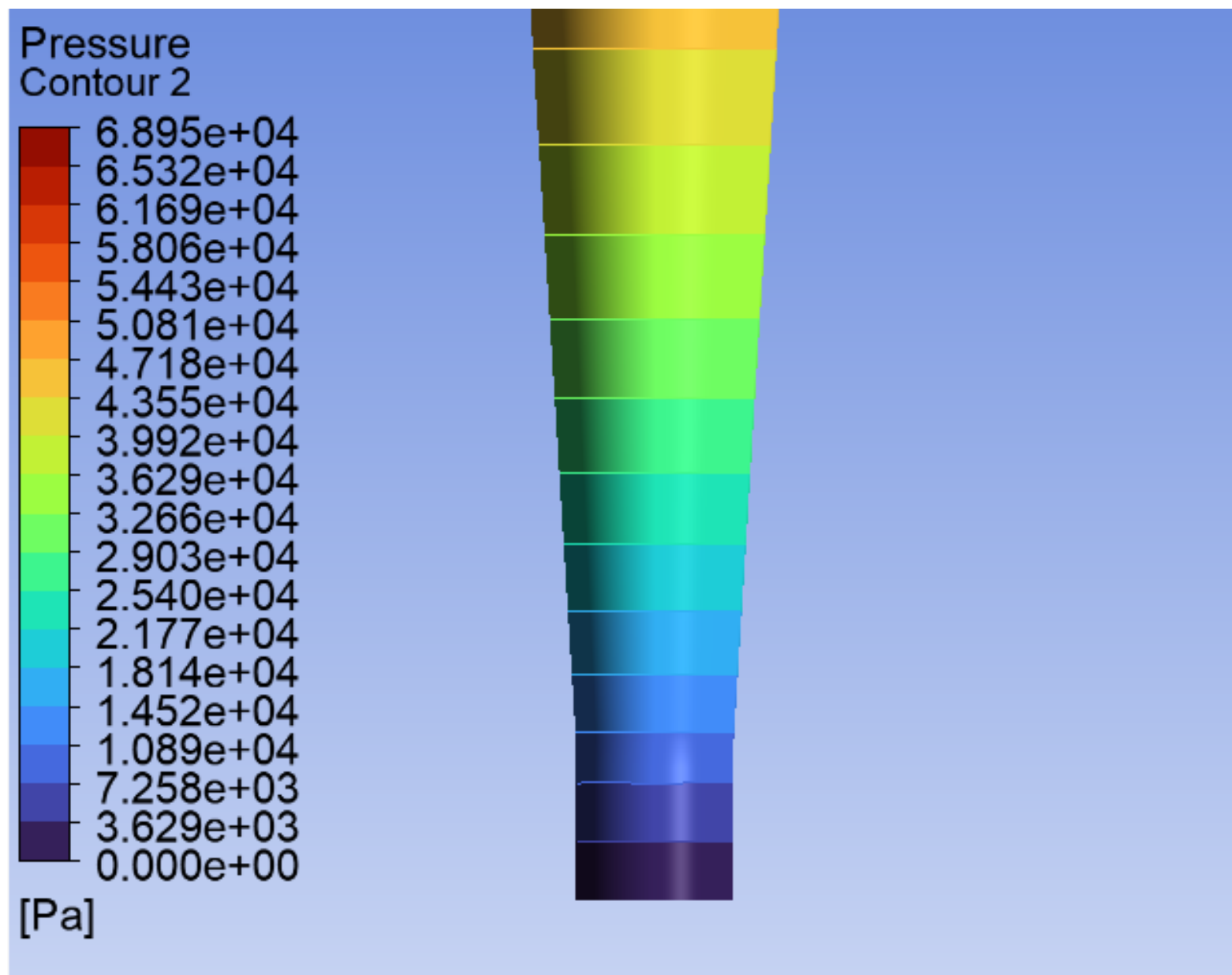


Figura 4. Contorno de presión.

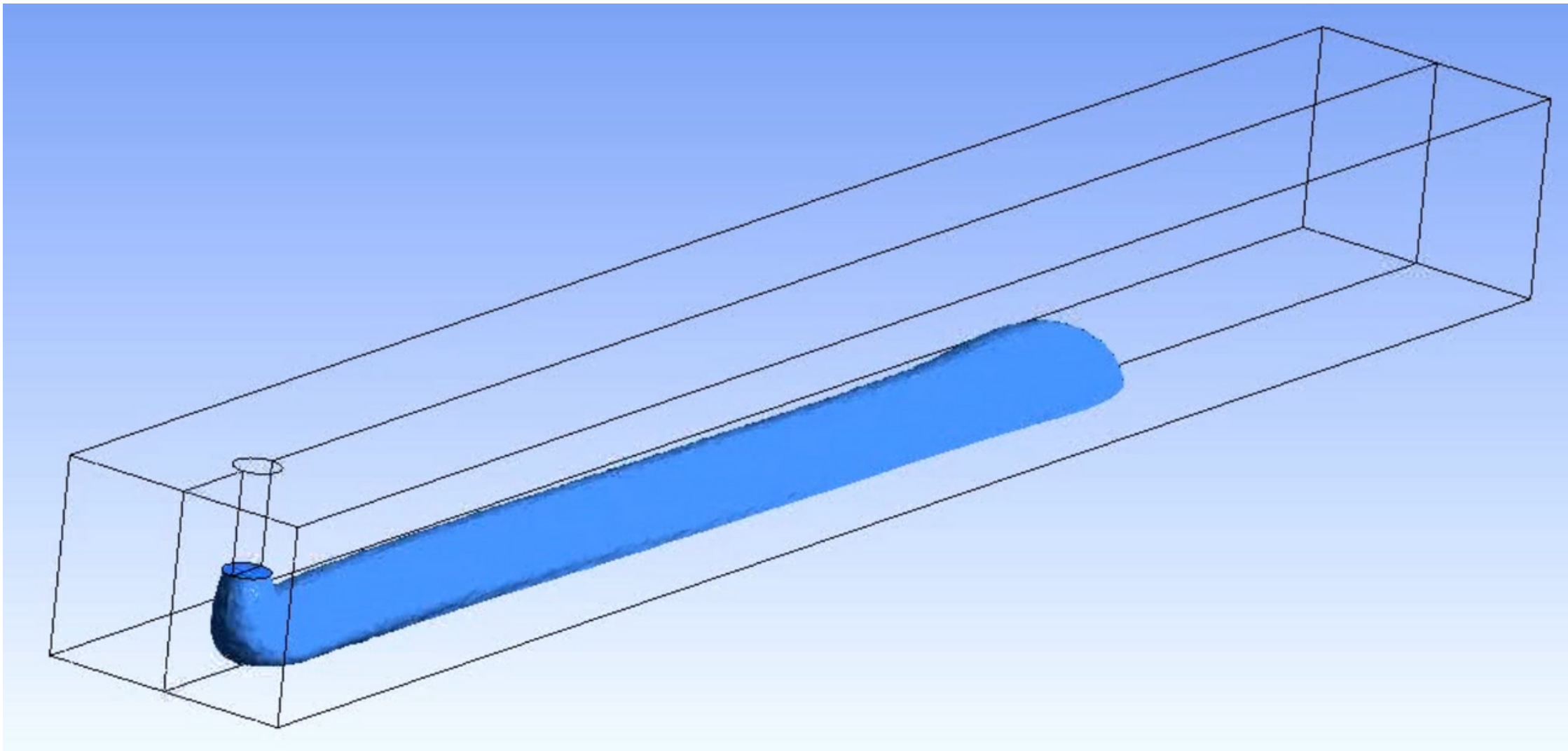


Figura 5. Deposición de la línea de pasta de cobre.

CONCLUSIONES

- El modelo computacional desarrollado cuenta con buena confiabilidad con errores <10% con respecto a resultados experimentales, permitiendo modelar fluidos no Newtonianos de diferentes propiedades y toberas con diferentes geometrías.
- Se compararon tres diseños propuestos de tobera y se concluyó que la tobera de sección cónica produce resultados óptimos para la fabricación de dedos de paneles solares mediante manufactura aditiva.
- La tobera de sección cónica de 0,25 mm de diámetro presenta mejor eficiencia hidrodinámica frente a otras alternativas como las toberas convencionales de jeringa. La caída de presión fue estimada en 68,95 kPa y el esfuerzo cortante promedio en 50,7 Pa.
- Los dedos depositados a partir del flujo continuo de la pasta de cobre alcanzan la estabilidad a los 8 mm, con altura y ancho promedio de 0,3 y 0,5 mm, respectivamente, siendo dimensiones óptimas para un proceso de sinterizado laser de las partículas de cobre.

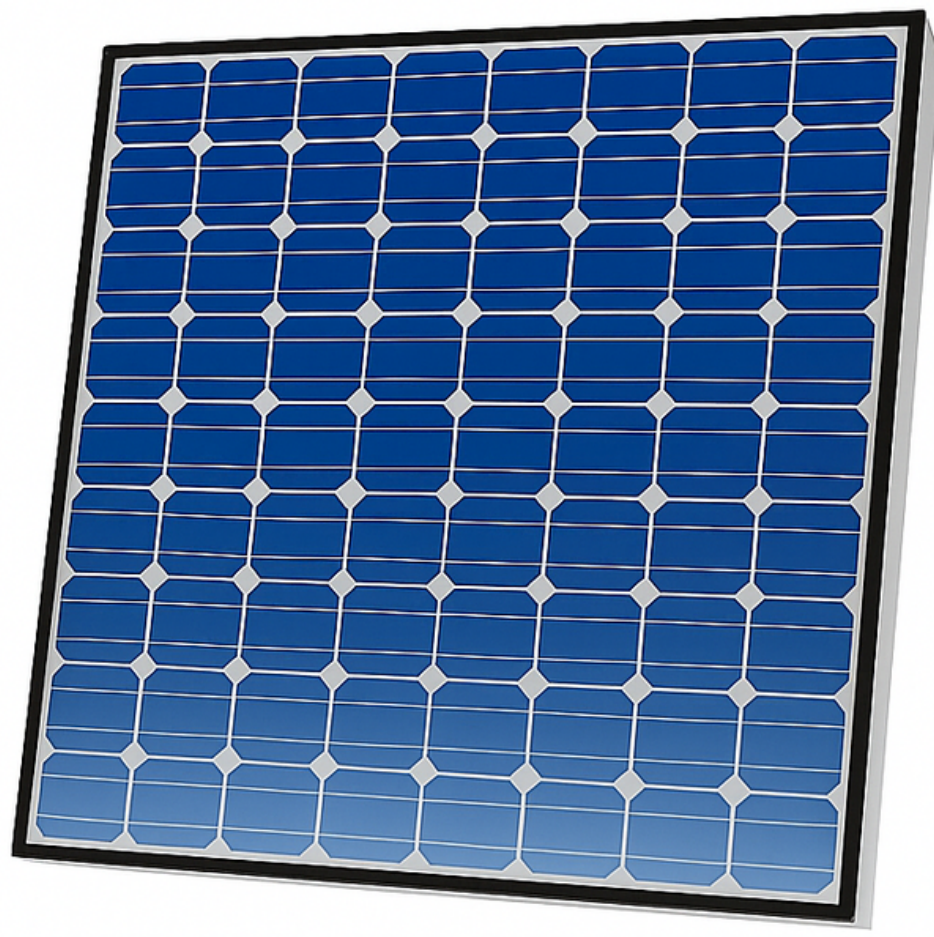


Figura 1. Panel solar.



Figura 2. Eficiencia.



Figura 3. Tobera cónica.

Ecuaciones de Navier-Stokes

$$\nabla \cdot (\rho V) = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + \rho(V \cdot \nabla)V = -\nabla p + \nabla \cdot (\mu[\nabla V + (\nabla V)^T]) + \rho g + F_\sigma, \tag{2}$$

$$\frac{\partial(\rho \gamma)}{\partial t} + \nabla \cdot (V \gamma) + \nabla \cdot (V_r \gamma [1 - \gamma]) = 0, \tag{3}$$