



II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

DESTILACIÓN DE AGUA EN MEMBRANAS DE CONTACTO DIRECTO ENERGIZADAS POR POZAS SOLARES

Francisco Suárez¹
José Amigo²
Andrés Sarabia³
Raúl Urtubia⁴
María Belén del Río⁵

RESUMEN EXTENDIDO

El consumo de energía y agua están ligados al crecimiento poblacional y al aumento en los estándares de vida. Para satisfacer las futuras necesidades energéticas e hídricas, el uso de combustibles fósiles no es sostenible debido a los efectos adversos que tiene la combustión sobre el medio ambiente (Kummu et al., 2010). Para incrementar la producción sustentable de agua dulce, El-Ghonemy (2012) sugieren usar energías renovables y reducir el consumo de combustibles fósiles. Una forma de producir agua dulce es mediante la desalinización, donde la tecnología más utilizada para llevar a cabo este proceso es la osmosis inversa. El éxito de la osmosis inversa en desalinización se debe a que el costo de las membranas ha disminuido en el tiempo (Zhu et al., 2010). Sin embargo, la osmosis inversa requiere de mucha energía para funcionar (Shannon et al., 2008). Es por esto que la desalinización energizada por energías renovables se está convirtiendo en una solución atractiva para la producción de agua dulce, especialmente debido a su bajo impacto ambiental (Eltawil et al., 2009).

Una tecnología prometedora para desalinizar agua a bajas temperaturas es la destilación por membranas (MD, por sus siglas en inglés). MD es una tecnología de separación en la cual ocurren procesos de transporte de calor y masa a través de una membrana hidrófoba, donde solamente los componentes volátiles pueden pasar a través de los poros de la membrana (González et al., 2017). MD ha sido exitosamente energizada mediante pozas solares (Suárez et al., 2015; Suárez & Urtubia, 2016) (Figura 1). Una poza solar es un cuerpo de agua artificialmente estratificado con sales, que funciona simultáneamente como un

¹ Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental UC/fsuarez@ing.puc.cl

² Ingeniero de Proyectos CSET, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental UC/jmamigo@uc.cl

³ Alumno de doctorado, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental UC/amsarabia@uc.cl

⁴ Alumno de Magíster, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental UC/reurtubia@uc.cl

⁵ Tesista de pregrado, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental UC /mbelendelrio@gmail.com

colector y almacenador de energía solar (Sarabia et al., 2018). La radiación solar puede ser almacenada como energía térmica en el fondo de la poza por largos períodos de tiempo, alcanzando temperaturas de hasta 90°C. Esta energía térmica puede ser utilizada para calefacción, desalinización, u otras aplicaciones (González et al., 2017), y por ejemplo, tiene potencial en zonas áridas costeras, donde existe un déficit de agua dulce, un superávit de agua de mar, y una alta disponibilidad de energía solar (Figura 2).

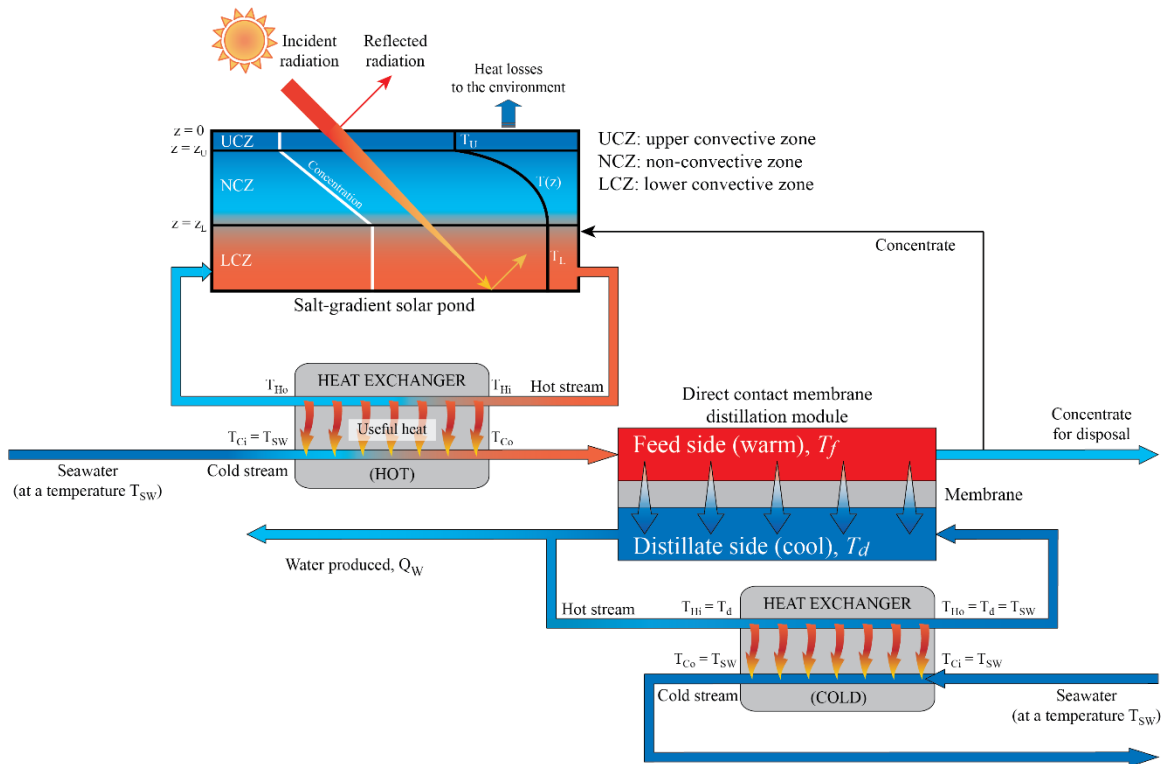


Figura 1: Esquema de un sistema MD energizado por una poza solar. El agua de mar puede ser utilizada como solución de alimentación y simultáneamente como sumidero de calor para mantener una temperatura baja en la corriente del destilado del módulo de membranas (Suárez & Urtubia, 2016).

El objetivo de este trabajo es presentar los últimos avances asociados a un sistema MD energizado por pozas solares. Estos avances incluyen: sistemas novedosos de monitoreo de la poza solar que permiten comprender la evolución interna de ésta; el efecto que tienen las condiciones climáticas sobre este sistema acoplado (e.g., ver Figura 2); el impacto que tiene la reducción de la evaporación de la poza solar sobre la energía que se puede almacenar en la poza, y sobre los flujos de agua destilada que se pueden producir en el sistema; y la descripción de los mecanismos de falla de las membranas, que implican una reducción de los flujos de agua destilada. En este trabajo, también se discuten los desafíos futuros que se deben superar para que este sistema pueda ser utilizado a gran escala.

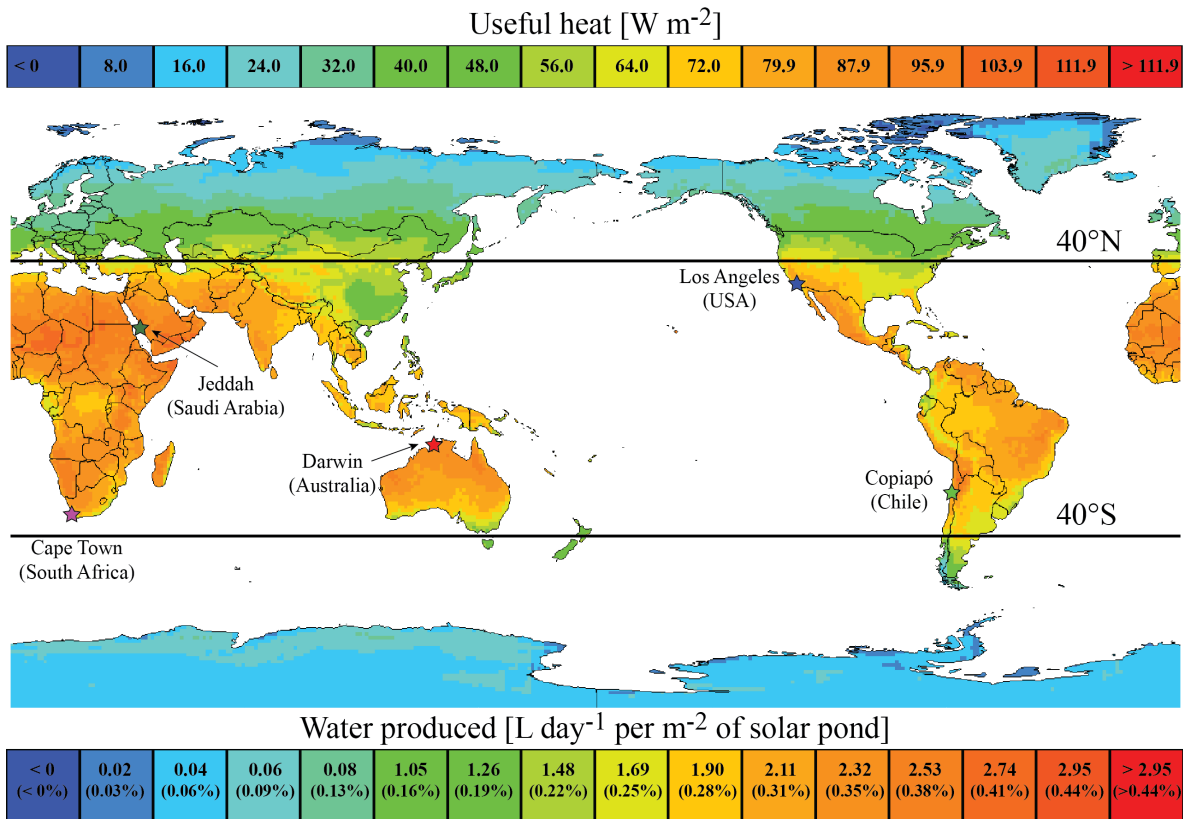


Figura 2: Evaluación a nivel mundial de un sistema de destilación por membranas energizado por una poza solar. Se muestran cinco ubicaciones con alto potencial para la instalación de este sistema (Suárez & Urtubia, 2016).

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen el financiamiento del proyecto Fondecyt 11121208, al Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS – CONICYT/FONDAP/15110020), al Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA – CONICYT/FONDAP/15090013), y al Center for Solar Energy Technologies (CSET—CORFO 13CEI2-21803).

Referencias

- El-Ghonemy, A.M.K., 2012. Water desalination systems powered by renewable energy sources: Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16: 1537-1556.
- Eltawil, M.A., Zhengming, Z. & Yuan, L.A., 2009. A review of renewable energy technologies integrated with desalination systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13: 2245-2262.
- González, D., Amigo, J., & Suárez, F., 2017. Membrane distillation: perspectives for sustainable and improved desalination. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 80: 238-259.



- Kummu, M., Ward, P.J., de Moel, H. & Varis, O., 2010. Is physical water scarcity a new phenomenon? *Global assessment of water shortage over the last two millennia. Environmental Research Letters*. 5: 034006.
- Sarabia, A., Meza, F., & Suárez, F., 2018. Use of fiber-optic distributed temperature sensing to investigate interface erosion in salt-gradient solar ponds. *Solar energy*. 170: 499-509.
- Shannon, M.A., Bohn, P.W., Elimelech, M., Georgiadis, J.G., Mariñas, B.J. & Mayes, A.M., 2008. Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature*. 452: 301-310.
- Suárez, F., Ruskowitz, J.A., Tyler, S.W., & Childress, A.E., 2015. Renewable water: Direct contact membrane distillation coupled with solar ponds. *Applied Energy*. 158: 532-539.
- Suárez, F., & Urtubia, R., 2016. Tackling the water-energy nexus: membrane distillation driven by solar ponds. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 18: 1697-1712.
- Zhu, A., Rahardianto, A., Christofides, P.D., & Cohen, Y., 2010. Reverse osmosis desalination with high permeability membranes – Cost optimization and research needs. *Desalination and Water Treatment*. 15: 256-266.