



9th International Interdisciplinary Congress on Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Informatics

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Determination of the solar fraction for optimized parabolic concentrator solar collector networks

Authors: Lizárraga-Morazán, Juan-Ramón and Picón-Núñez, Martín

KXB-6991-2024 0000-0002-7733-5621 83138
AHA-5481-2022 0000-0002-0793-192X 12408

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2024-01
BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 09

CONAHCYT classification:

Area: Engineering
Field: Engineering
Discipline: Energy engineering
Subdiscipline: Solar energy

ECORFAN-México, S.C.

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

- El sector industrial consume el 32 % de la energía global.
- Los tratados internacionales incentivan el empleo de las energías limpias.
- La sustitución total de la energía fósil por las energías limpias: 2050.
- La energía solar es una fuente limpia e ilimitada.
- El 90 % de las redes termosolares emplea la tecnología PTC.
- La fracción solar (sf) es un indicador usado para evaluar el desempeño de las redes termosolares con aplicación industrial (SHIP).

Justificación

- Poca información de la fracción solar en redes instaladas tipo SHIP.
- El valor de sf reportado para algunas SHIP's varía en el amplio rango de 5-60 %.
- Se analiza el comportamiento del sf para diferentes diseños optimizados para las estaciones de invierno y verano en la ciudad de Guanajuato, Gto; variando la temperatura de entrada del HTF en los rangos bajo y mediano; así como la temperatura y carga térmica del proceso en los rangos típicos de operación.
- Se emplea un modelo termohidráulico-económico acoplado a la metodología de optimización tipo PSO (particle swarm optimization) para el diseño del equipo, estructura de la red, y condiciones de operación que maximizan los beneficios económicos y térmicos, asegurando el área de instalación mínima.



Metodología

PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= \left[\frac{PVLCEs}{A} \right] \\ \text{s.t.} \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} h(\vec{x}) &= 0 \\ g(\vec{x}) &\leq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_o^{max} &\leq T_{HTF}^{lim} \\ PVLCEs &\geq 0 \end{aligned} \tag{2}$$

$$sf = \frac{Q}{Q_p} \tag{3}$$

$$Q = \int_{t=9\ h}^{t=18\ h} q_t dt \tag{4}$$

Tabla 1

Rango de las variables independientes

Q_p (kW)	400 - 4,000
T_{obj} (°C)	70 - 400
T_{in} (°C)	$(0.7 - 0.9) \cdot T_{obj}$

Tabla 2

Espacio de búsqueda

L_c (m)	2-15
W_{aper} (m)	0.5-9.3
D_i (m)	0.01-0.08
D_{gi} (m)	0.1-0.2
f (m)	0.2-3
N_{cl}	1-40
N_L	1-200
$\dot{m}_f$ (kg·s ⁻¹)	0.1-10
HTF	Syltherm-800, Dowtherm-A, Therminol, VP-1, Pressurized water



Metodología

MUESTREO Y REGRESIÓN



Figura 1. Combinaciones de las variables independientes.

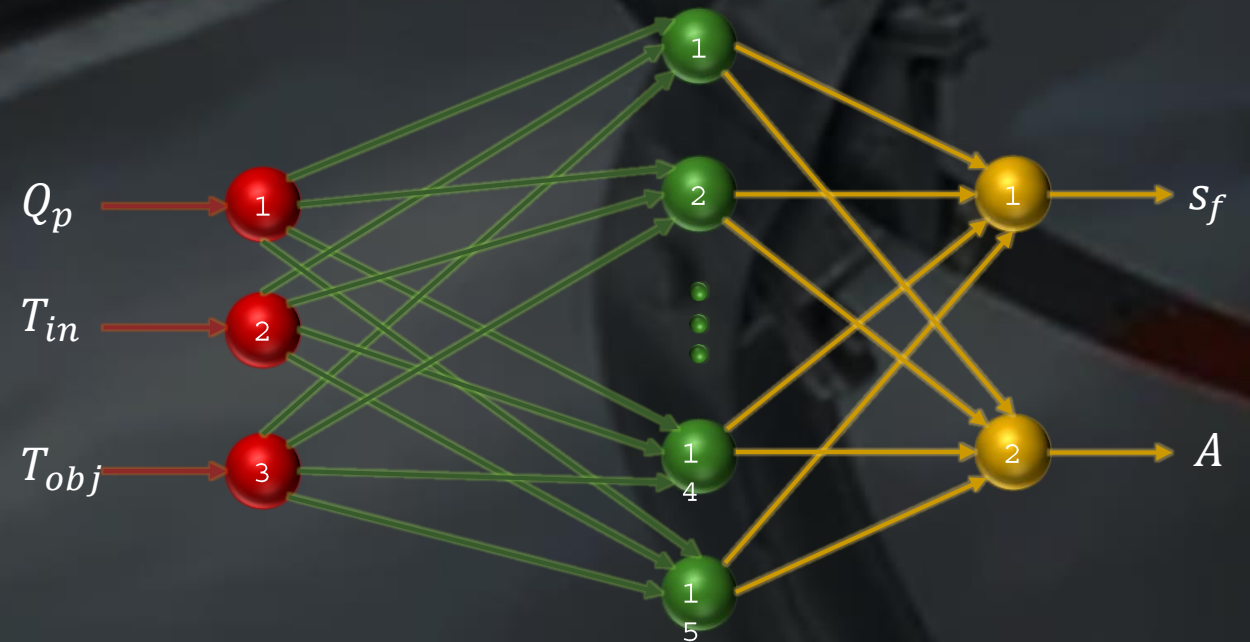


Figura 2. Red neuronal construida para la regresión $A-sf$.

Resultados

P E R F I L

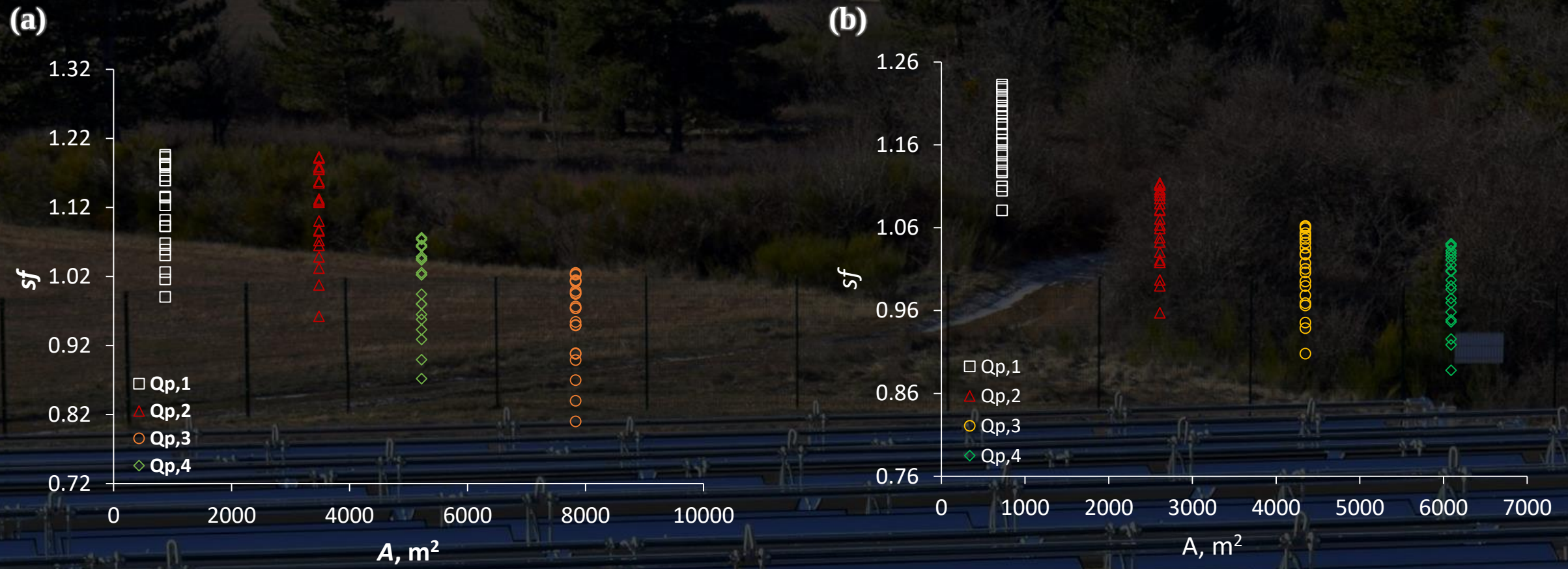


Figura 3. Perfil sf - A : (a) Invierno, (b) verano.

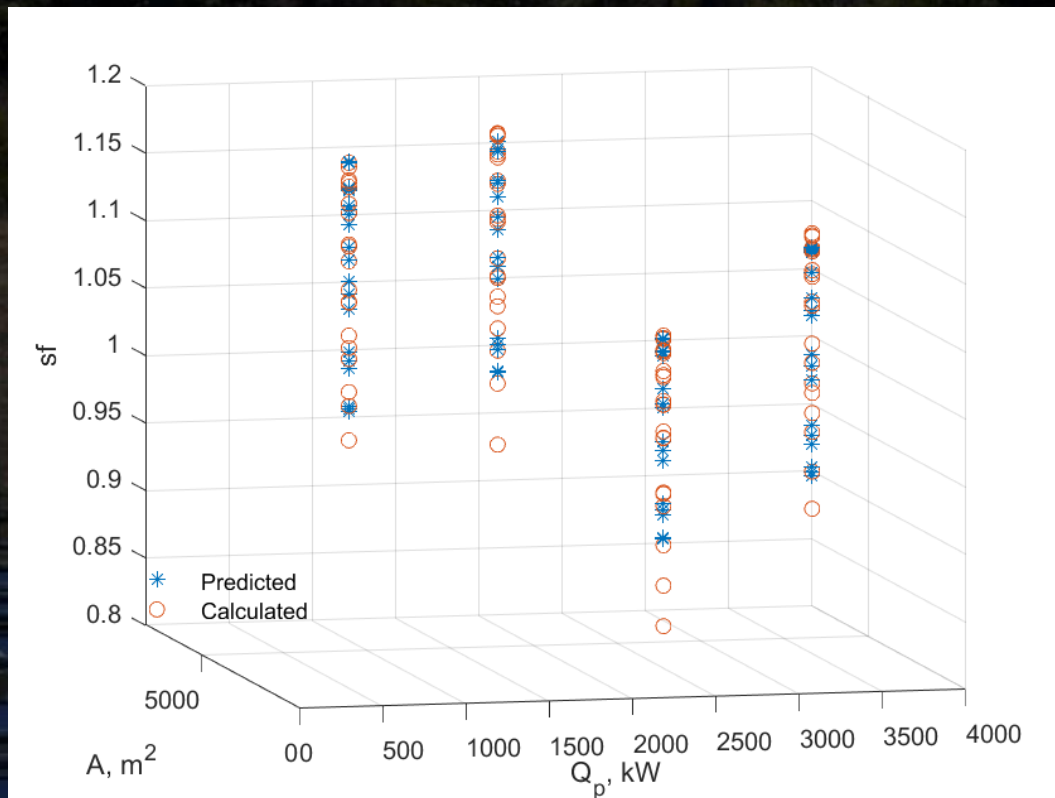
Tabla 3

Estadísticos de la regresión ANN

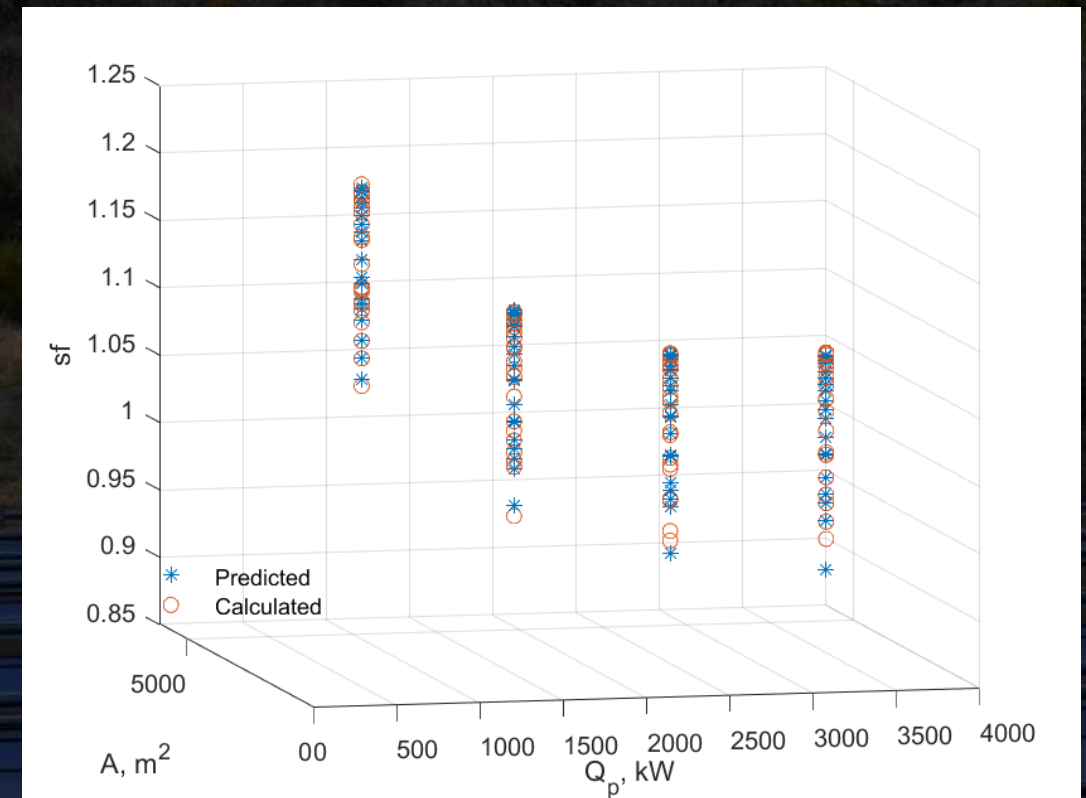
	Invierno		Verano	
	sf	A	sf	A
MSE	$2.7e^{-4}$	$3.5e^{-3}$	$2.7e^{-5}$	$4.7e^{-4}$
RMSE	$1.7e^{-2}$	$5.9e^{-2}$	$5.2e^{-3}$	$2.2e^{-2}$
R^2	1.00	0.99	1.00	0.99

Resultados

GRADO DE AJUSTE



(a)



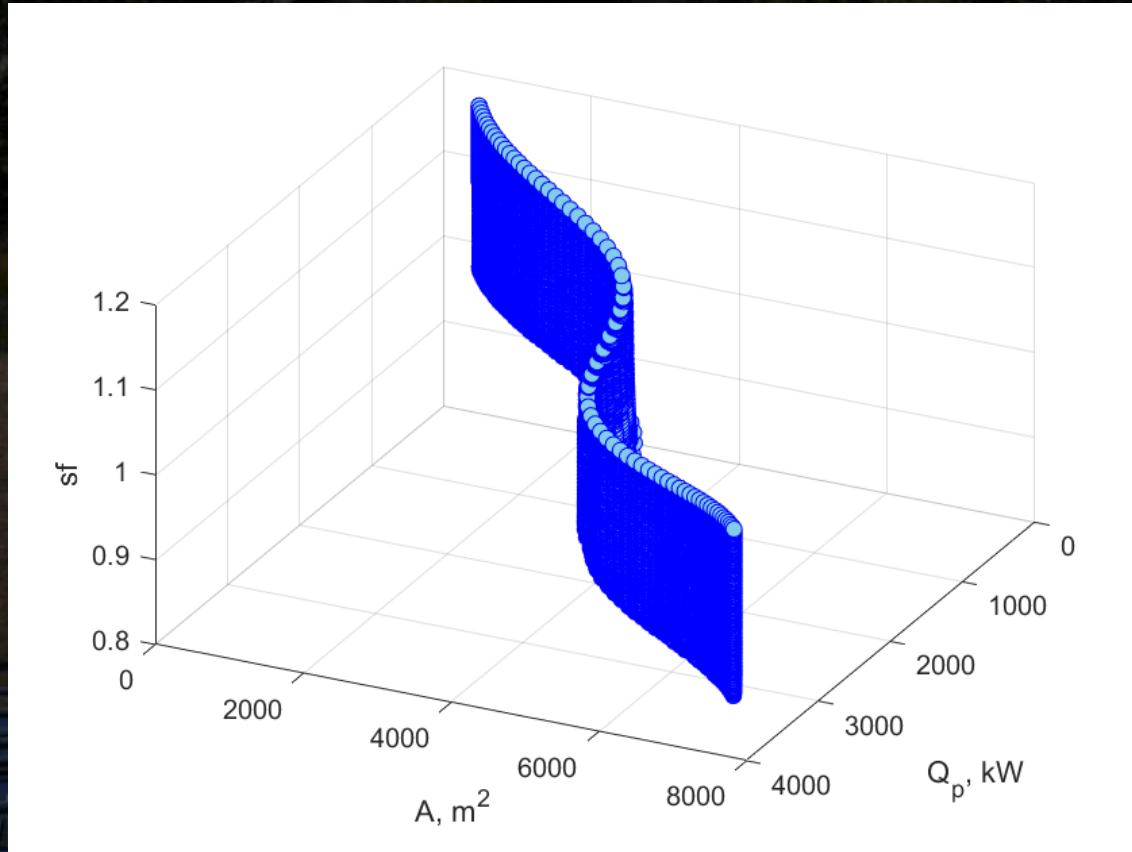
(b)

Figura 4. Ajuste del modelo de regresión: (a) Invierno, (b) Verano.

Resultados

P E R F I L

(a)



(b)

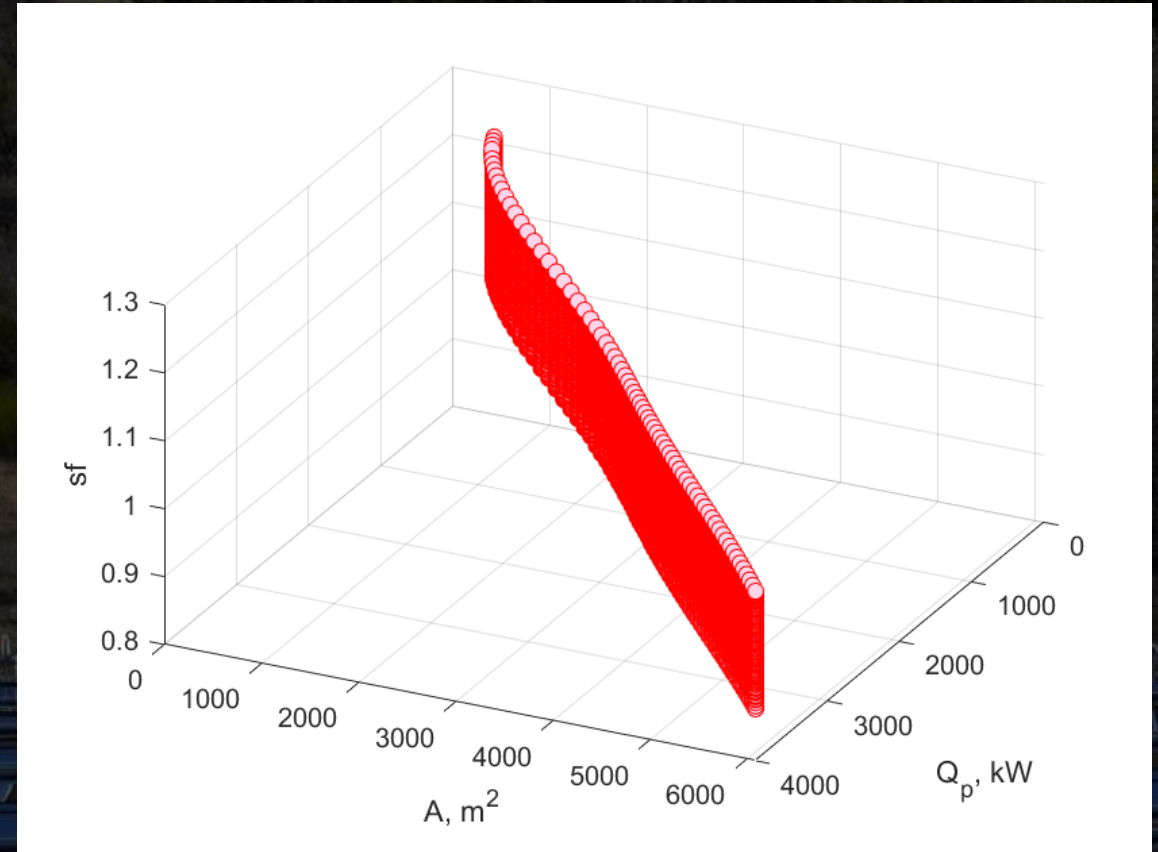


Figura 4. Perfil con modelo de regresión: (a) Invierno, (b) Verano.

Conclusiones

- El proceso de optimización propuesto asegura redes termosolares flexibles capaces de operar en amplios rangos de operación de temperatura de entrada y carga y temperatura del proceso industrial; generando fracciones solares promedio de 1 para las estaciones extremas de invierno y verano. Lo anterior permite cumplir con los requerimientos térmicos del proceso industrial a lo largo del año.
- El modelo de regresión con ANN predice exitosamente el comportamiento de las variables sf y A de la red termosolar para ambas estaciones.
- La fracción solar disminuye respecto de la carga térmica requerida y del área de la red termosolar. Este efecto se presenta más marcado en la estación de invierno.

Referencias

- IRENA. (2024). RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2024. Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: www.irena.org/Publications
- United Nations. (2024). United Nations Sustainable Development GOALS. Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- UAE Consensus. (2023). The UAE Consensus and Action Agenda, 2023. Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.cop28.com/>
- F. Birol. (2023). World Energy Investment. 1–183.
- B. Epp and D. Krüger. (2024). Overview of global solar process heat market and trends.
- R. Adiband A. Zervos (2023). Renewables 2023 global status report 2023. [Online]. Available: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2023_GlobalOverview_Full_Report_with_endnotes_web.pdf
- AEE INTEC (2024). Solar heat for industrial processes (SHIP) plants database. Accessed: Feb. 10, 2024. [Online]. Available: https://energieatlas.aee-intec.at/index.php/view/map?repository=ship&project=ship_edit
- S. Kalogirou. (2019). Solar energy engineering. [electronic resource]: processes and systems. Accessed: Jul. 05, 2023. [Online]. Available: <http://libproxy.udayton.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02016a&AN=day.b3725065&site=eds-live>
- Vannoni, C., Drigo, S., Battisti, R., and Schweiger H. (2006). Ship Plant Survey Report: Solar Heat for Industrial Processes: IEA Task 33/IV Subtask A.
- Mueller., T. (2004). PROMISE. Produzieren Mit Sonnenenergie - potential study on thermal solar energy use by the Austrian industry; PROMISE. Produzieren mit Sonnenenergie Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung in Oesterreichs Gewerbe- und Industriebetrieben. in 14. OTTI symposium on thermal solar energy, 14. OTTI Symposium Thermische Solarenergie, Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI) and Regensburg (Germany), Eds., Bad Staffelstein (Germany).
- Van de Pol, V., and Wattimena, L. (2001). Onderzoek naar het potentieel van zonthermische energie in de industrie, KWA Bedrijfsadviseurs BV, document n. 8543.00, report n. 2009740DR01. DOC.
- Lauterbach, C., Schmitt, B., Jordan, U., and Vajen, K. (2012). The potential of solar heat for industrial processes in Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.16(7), 5121–5130, doi: 10.1016/J.RSER.2012.04.032.
- González-García, A. (2018). Potencial de Aplicación de la Energía Solar en Procesos Industriales Térmicos en Chile. Tecnologías Solares para Suministro de Calor en Procesos Industriales, Santiago de Chile.
- Jia, T., Huang, J., Li, R., He, P., & Dai., Y. (2018). Status and prospect of solar heat for industrial processes in China. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2018.03.077.
- Schweiger, H., Farinha, J., & Benz, N. (2000). The Potential of Solar Heat in Industrial Processes. A State of the Art Review for Spain and Portugal.
- Aste, N., Del Pero, C., & Leonforte, F. (2012). Optimization of solar thermal fraction in PVT systems. Energy Procedia. doi: 10.1016/j.egypro.2012.11.003.
- Reiter, P., Poier, H., & Holter, C. (2016). BIG Solar Graz: Solar District Heating in Graz - 500,000 m² for 20% Solar Fraction. Energy Procedia. doi: 10.1016/j.egypro.2016.06.204.
- F. Pag, F., Jesper, M., Kusyy, O., Vajen, K., & Jordan, U. (2022). Solar fractions of SHIP plants considering the availability of roof area based on OpenStreetMap data. Solar Energy Advances, 2. doi: 10.1016/j.seja.2022.100017.
- Lizárraga-Morazan, J.R., and Picón-Núñez, M. (2024). Harnessing solar power in industry: Heuristic optimisation design and transient thermal modelling of parabolic trough solar collector networks. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification. 200, 109776, doi: 10.1016/J.CEP.2024.109776.
- Caballero-Esparza, M., Lizárraga-Morazán, J.R., and Picón-Núñez, M. (2022). Economic analysis for the selection of low temperature solar thermal utility systems. Appl Therm Eng, 215, 118913. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118913.
- Sharma, N., Varun, and Siddhartha. (2012). Stochastic techniques used for optimization in solar systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(3), 1399–1411. doi: 10.1016/j.rser.2011.11.019.
- Afzal, Asif & Buradi, Abdulrajak & Jilte, Ravindra & Shaik, Saboor & Kaladgi, Abdul Razak & Arici, Muslum & Lee, Chew Tin & Nižetić, S. (2023). Optimizing the thermal performance of solar energy devices using meta-heuristic algorithms: A critical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 173, 112903. doi: 10.1016/J.RSER.2022.112903.
- Meyers, R.A. (2013). Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, 7619–7622, 2013. doi: 10.1007/978-1-4419-0851-3.



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)