

ESTUDIO DE POTENCIAL DE UTILIZACIÓN DE CALOR SOLAR PARA PROCESOS INDUSTRIALES EN CANARIAS Y CABO VERDE

Navarro R.P.*, López M.G.*, Barbosa A.**

*Departamento de Energías Renovables, Instituto tecnológico de Canarias, ITC, Playa de Pozo Izquierdo s/n, Santa Lucía de Tirajana, 35119, Las Palmas, España, privero@itccanarias.org, glopez@itccanarias.org,

**Universidade Cabo Verde, San Vicente, Mindelo, Cabo Verde, antunio.barbosa@docente.unicv.edu.cv

<https://doi.org/10.34637/cies2020.2.4149>

RESUMEN

Las actividades industriales representan el 24,6% del consumo de energía final en Europa y el 65,6% de este consumo energético se utiliza para la generación de calor de procesos. Es por ello que la industria es un sector con gran potencial para la instalación de tecnologías solares de generación de calor de proceso que permitirían reducir de forma importante el consumo de combustibles fósiles convencionales. En este estudio se ha analizado el consumo de energía final del sector industrial en Canarias y Cabo Verde, se ha clasificado por rangos de temperatura y se ha cuantificado el potencial para la instalación de sistemas de generación de calor solar de procesos (instalaciones SHIP, *Solar Heat for Industrial Processes*). Se han identificado además las actividades y procesos industriales con mayor potencial para la integración de sistemas SHIP. El potencial técnico calculado para la integración de las instalaciones SHIP en Canarias y Cabo Verde es 77 936,9 y 3914,5 MWh, para procesos con temperaturas de operación inferiores a 250°C, lo que supone una potencia térmica de 65,9 MW y 3,3 MW respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Potencial, Calor Solar de Procesos Industriales, Energía Final en la Industria

ABSTRACT

24,6% of the final energy consumption in Europe goes to industrial activities and 65,6% of this energy consumption is used to generate heat for processes. For this reason, the industry is a sector with a big potential for the integration of solar heat generation technologies that would allow reducing significantly the consumption of conventional fossil fuels. In this study, the final energy consumption of the Canary Islands and Cape Verde industrial sectors per range of temperature has been analyzed and the potential of solar heat generation plants for industrial processes (SHIP plants) in both regions has been quantified. Additionally, most applicable industrial activities and processes for the integration of SHIP plants have been identified. The technical potential calculated for the integration of SHIP plants in Canary Islands and Cape Verde in processes with an operating temperature below 250°C is 77 936,9 and 3914,5 MWh respectively, equivalent to an thermal power of 65,9 and 3,3 MW.

KEYWORDS: Potential, Solar Heat for Industrial Processes, Industrial Final Energy Consumption

INTRODUCCIÓN

En Europa, el consumo de energía final en el año 2017 fue 12 345,7 TWh siendo la demanda del sector industrial 3038,8 TWh, el 24,6% del consumo total. La generación de calor para procesos industriales supuso el 65,6% del consumo energético en la industria mientras que el consumo eléctrico representó el 34,4%. La industria es un sector con gran potencial para la implantación de las diversas tecnologías de generación de calor solar y su utilización permitiría reducir de forma importante el consumo de combustibles fósiles convencionales. Diversos autores han estudiado el potencial de integración de la energía solar térmica para la producción de calor solar de procesos industriales en distintas regiones y se han identificado las actividades y los procesos óptimos para su integración (Kalogirou, 2003; Lauterbach *et al.*, 2012).

En España, la generación de calor solar para procesos industriales ha sido tratada en diversos estudios. En 2001 se publicó el estudio de potencial de calor solar de procesos en España y Portugal (Schweiger *et al.*, 2001). En el año 2011 el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía publicó un estudio exhaustivo de la industria en España identificando sectores y procesos con potencial para la integración de la energía solar térmica (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2011). En el año 2015 la Plataforma Tecnológica de la Energía Solar de Concentración (Solar Concentra) publicó un estudio con la estimación del coste asociado a la generación de energía térmica mediante tecnologías solares de concentración de media temperatura en función del nivel de desarrollo tecnológico y el marco normativo vigente (Solar Concentra, 2015). En el año 2017 y 2018 Solar Concentra publicó un estudio de geolocalización de industrias con potencial para la implantación de tecnologías de generación de calor solar para procesos (Solar Concentra and SOLATOM, 2016, 2018).

En el año 2015 la Universidad de Cabo Verde, publicó un estudio sobre el mercado de la energía solar térmica en Cabo Verde dentro del marco del proyecto SOLTRAIN (University of Cabo Verde (UNICV), 2015) incluyendo las aplicaciones de calor solar de proceso.

La metodología utilizada en los estudios de potencial analizados presenta diferentes variantes. Uno de los enfoques metodológicos utilizados consiste en cuantificar el potencial tomando como punto de partida la información disponible relativa al consumo de combustibles fósiles en el sector industrial y posteriormente seleccionar determinados sectores o procesos industriales prometedores. En otros estudios se plantea una metodología que toma como base una serie de restricciones o condiciones de contorno como por ejemplo la disponibilidad de recurso solar, el acceso a vectores energéticos de bajo coste o la superficie disponible en cubiertas obteniendo como resultado las industrias que muestran un potencial óptimo. Otro de los enfoques ha sido el muestreo y análisis de datos de una muestra representativa de la actividad industrial en la región.

El objetivo de este estudio es la evaluación y cuantificación del potencial de tecnologías solares de baja y media temperatura en la industria canaria y cabo verdiana. En ambas regiones se dan condiciones óptimas para la viabilidad económica de las instalaciones de generación de calor solar para procesos industriales ya que la disponibilidad del recurso solar es elevada, están alejadas de centros de aprovisionamiento energético y no existen infraestructuras de redes de distribución de gas natural. Los sectores y los procesos industriales más adecuados para la implantación de tecnologías solares de baja y media temperatura han sido identificados y se ha analizado la distribución de la demanda de calor por rangos de temperatura.

METODOLOGÍA

La elección de la metodología ha estado en función de la disponibilidad de información relativa al consumo de energía final para usos térmicos del sector industrial y su distribución por actividad y rango de temperatura. Para el estudio de potencial en Canarias las fuentes de información han sido el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Instituto Canario de Estadística (ISTAC) y el Anuario Energético de Canarias (Gobierno de Canarias, 2018). Además, se han recopilado datos e información a través de cuestionarios y visitas a industrias representativas de las diferentes actividades presentes en Canarias. Durante el desarrollo del proyecto se han realizado visitas a industrias canarias en colaboración con la Plataforma Tecnológica de la Energía Solar de Concentración, Solar Concentra, con el objetivo de dar a conocer al sector industrial la existencia y las posibilidades que ofrecen las tecnologías solares de concentración para la generación de calor. En Cabo Verde se ha utilizado información aportada por el Instituto Nacional de Estadística de Cabo Verde (INECV) y la Dirección General de Energía, además de la información recopilada a través de cuestionarios y visitas a industrias representativas.

Para el análisis del consumo energético en la industria canaria se ha partido del consumo global de combustibles del sector industrial y de una explotación estadística específica del INE con la información del consumo energético de 12 de las 20 actividades industriales que se desarrollan en Canarias expresado en unidades de miles de euros y por tipo de vector energético. Para transformar esta información a unidades de energía se ha establecido un precio estadístico por vector energético. En las 8 actividades industriales sin información disponible, el consumo energético

se ha calculado indirectamente a través de ratios de consumo energético de calor por empleado y tipo de actividad industrial (clasificación CNAE-2009), expresados en miles de euros por actividad industrial y vector energético. Los precios estadísticos se han obtenido estableciendo una relación entre el consumo total, para cada uno de los vectores energéticos considerados (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2018).

Para el estudio en Cabo Verde la información disponible relativa al consumo de energía final en la industria y los distintos subsectores es escasa, por lo que la evaluación se realizó a partir de encuestas energéticas realizadas a un grupo representativo de industrias. Los resultados del consumo de energía final del sector industrial se han validado con información aportada por la Dirección General de Energía de Cabo Verde.

La información ha permitido evaluar el potencial teórico para la implantación de instalaciones SHIP en Canarias y Cabo Verde y distribuir el consumo por rango de temperaturas. Posteriormente se han establecido restricciones sobre el potencial teórico para obtener el potencial técnico con objeto de determinar el tamaño de mercado de las instalaciones SHIP en ambas regiones. Por último, se han identificado los sectores y procesos industriales con mayor potencial para la integración de tecnologías solares de generación de calor en la industria.

DEMANDA DE CALOR DE LA INDUSTRIA EN CANARIAS

Los datos del anuario energético de Canarias del año 2018 determinan que el consumo de energía final en el sector industrial ha sido 1113,9 GWh. La generación de calor en la industria representó el 65,4% del consumo de energía final mientras que el consumo de electricidad supuso el 34,6%. Los combustibles fósiles utilizados en la generación de calor fueron, por orden de importancia, el Fuel Oil (31 129 Tm), el Diésel Oil (17 940 Tm) y los gases licuados del petróleo (871,1 Tm) (Gobierno de Canarias, 2018). En las visitas realizadas a industrias se comprobó que en algunos casos se utiliza también Gasóleo A como combustible para la generación de calor industrial, debido tanto a requisitos técnicos del equipo de combustión como a la inexistencia de suministro de Diésel Oil. No ha sido posible discriminar el consumo de Gasóleo A en el sector industrial y el destinado a otros usos por lo que no se ha tenido en cuenta esta contribución en el cálculo de la demanda energética del sector industrial.

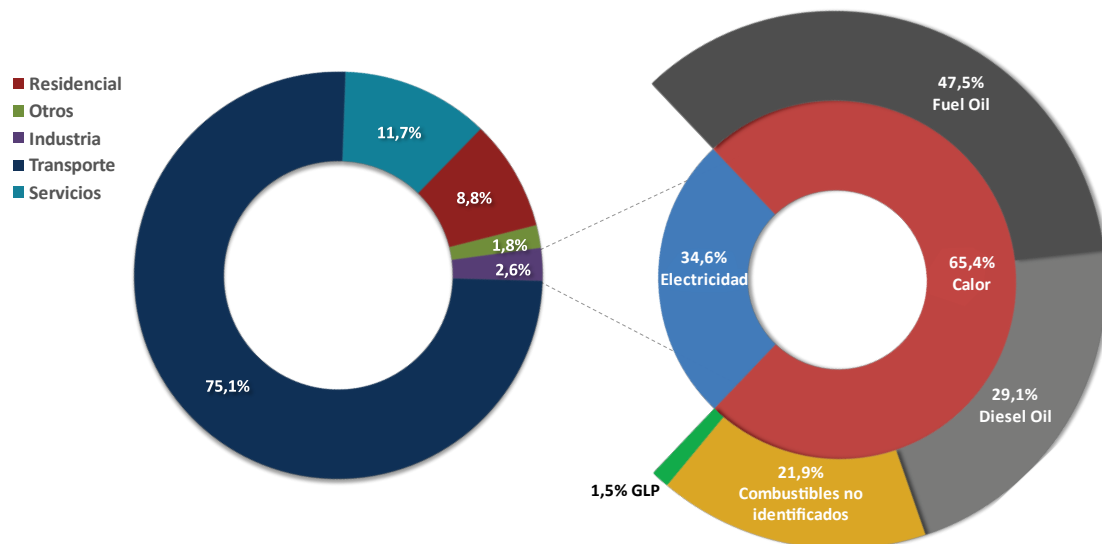


Fig. 1. Distribución del consumo de energía final en la industria en Canarias (2018)

Los consumos de calor de las 20 actividades industriales con presencia en Canarias se relacionaron con el consumo de combustibles para usos térmicos en la industria. Esta evaluación evidenció la existencia de actividades económicas que, si bien no se clasifican como industriales, consumen importantes cantidades de combustible de uso industrial. Entre ellas destaca por la importancia que tiene el turismo en Canarias la actividad de las lavanderías industriales. Los procesos de lavado, secado y calandrado demandan una gran cantidad de energía térmica, siendo el calandrado el proceso que representa la mayor parte del consumo energético y requiere temperaturas más elevadas, aproximadamente 230°C. Se ha incluido este consumo en el cálculo de potencial de instalaciones SHIP ya que la actividad representa un elevado consumo de combustibles fósiles de uso industrial para la producción de calor. El consumo energético para la generación de calor en las lavanderías industriales se ha estimado con la información de ratios de consumo energético aportados por las empresas durante las visitas realizadas e información relativa a la oferta de plazas hoteleras y extrahoteleras y el porcentaje de ocupación turística en Canarias.

El consumo energético que representan los procesos industriales con temperaturas de operación inferiores a 250°C de las actividades industriales identificadas y las lavanderías industriales es 556,6 GWh y su distribución por rangos de temperatura se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Consumo de calor industrial por rango de temperatura en Canarias

Actividad Industrial (CNAE)	Calor de proceso [MWh]				Consumo <250°C [MWh]
	< 60°C	60-120°C	120-250°C	>250°C	
Productos cárnicos (10.1)	19 318,7	11 130,1	3 339,0	278,3	33 787,8
Pescados y marisco (10.2)	1 136,0	1 558,1	834,9	0,0	3 529,0
Frutas y hortalizas (10.3)	2 216,5	5 631,5	5 509,1	657,2	13 357,2
Productos lácteos (10.5)	14 272,3	25 167,3	24 077,8	435,8	63 517,4
Molinería y almidones (10.6)	1 793,0	4 545,6	0,0	0,0	6 338,6
Panadería y pasta (10.7)	38 316,0	6 069,9	53 490,7	0,0	97 876,5
Otros productos alimenticios (10.8)	2 012,3	7 714,0	7 781,1	1 459,0	17 507,4
Alimentación animal (10.9)	234,7	2 993,5	2 406,8	0,0	5 634,9
Bebidas (11.0)	13 484,5	40 755,3	0,0	0,0	54 239,7
Tabaco (12.0)	0,0	9 660,9	0,0	0,0	9 660,9
Madera y corcho (16.0)	12 937,0	6 092,9	667,7	1 836,2	19 697,6
Pasta de papel y cartón (17.1)	2 253,5	6 242,0	14 713,9	7 505,0	23 209,3
Productos de papel y cartón (17.2)	1 593,6	3 990,1	15 644,2	5 717,6	21 228,0
Productos químicos (20.1)	0,0	2 104,3	8 417,2	0,0	10 521,5
Pinturas y barnices (20.3)	63,9	778,7	4 305,6	978,1	5 148,2
Jabones y cosméticos (20.4)	1 697,2	419,6	1 749,1	848,5	3 865,9
Productos de caucho (22.1)	520,0	746,0	547,6	25,7	1 813,5
Productos de plástico (22.2)	2 829,7	4 059,6	2 797,7	140,0	9 869,0
Tratamiento de metales (25.6)	2 357,8	3 627,4	834,3	0	6 819,6
Lavanderías (96.0)	0,0	29 814,0	119 256,1	0	149 070,2
Total	117 036,7	173 100,8	266 554,7	81 542,3	556 692,2

Los resultados muestran que el 87,2% del consumo energético para la generación de calor en la industria canaria se emplea en procesos cuyas temperaturas de operación son inferiores a 250°C. Los procesos industriales con temperaturas de operación en el rango de 120 a 250°C suponen el 41,8% del consumo energético total.

DEMANDA DE CALOR DE LA INDUSTRIA EN CABO VERDE

El análisis de los datos de consumo energético aportados por la Dirección General de Energía de Cabo Verde (2017), determina que el consumo energético para usos térmicos del sector industrial es 38,6 GWh. Los combustibles fósiles utilizados para la generación de calor de procesos fueron el Fuel Oil 180 (compuesto por un 7% de Gasóleo y 93% de Fuel 380, 2343 Tm) y el Diesel Oil (1071 Tm). La evaluación del consumo energético para usos térmicos por actividad industrial y rango de temperaturas se ha obtenido mediante cuestionarios y/o visitas realizadas a 9 industrias en colaboración con la Universidad de Cabo Verde (UNICV). Las industrias encuestadas fueron escogidas en función de su importancia en la actividad industrial desarrollada y abarcan las siguientes actividades: suministro de combustibles, fabricación de bebidas, fabricación de conservas, fabricación de productos lácteos, fabricación de productos de limpieza y lavandería industrial.

El consumo energético para usos térmicos de las industrias encuestadas es 28,0 GWh y representa el 72,6% del consumo de calor del sector industrial en Cabo Verde. La distribución del consumo de calor industrial por actividad y nivel térmico se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Consumo de calor industrial por rango de temperatura en Cabo Verde

Industrias encuestadas	Calor de proceso [MWh]				Consumo [MWh]
	< 60°C	60-120°C	120-250°C	>250°C	
Lavado de ropa	0,0	326,1	1304,4	0,0	1630,5
Fabricación de bebidas	1450,2	4373,8	0,0	0,0	5824,0
Fabricación de conservas 1	127,6	175,2	93,9	0,0	396,5
Fabricación de conservas 2	3540,7	4860,3	2595,1	0,0	10 996,2
Fabricación de productos lácteos	310,8	549,2	524,1	9,7	1393,8
Fabricación de bebidas y lácteos	292,8	883,2	0,0	0,0	1175,9
Fabricación de jabones	159,4	39,4	164,3	79,7	442,8
Suministro de combustibles 1	0,0	0,0	3364,2	0,0	3364,2
Suministro de combustibles 2	0,0	0,0	2825,9	0,0	2825,9
Total	5881,6	11 207,2	10 871,6	89,4	28 050,0

Los resultados muestran que el 99,7% del consumo energético para la generación de calor en la industria de Cabo Verde se emplea en procesos con temperaturas de operación inferiores a 250°C. Los procesos industriales con temperaturas de operación en el rango de 120 a 250°C suponen el 38,7% del consumo energético total.

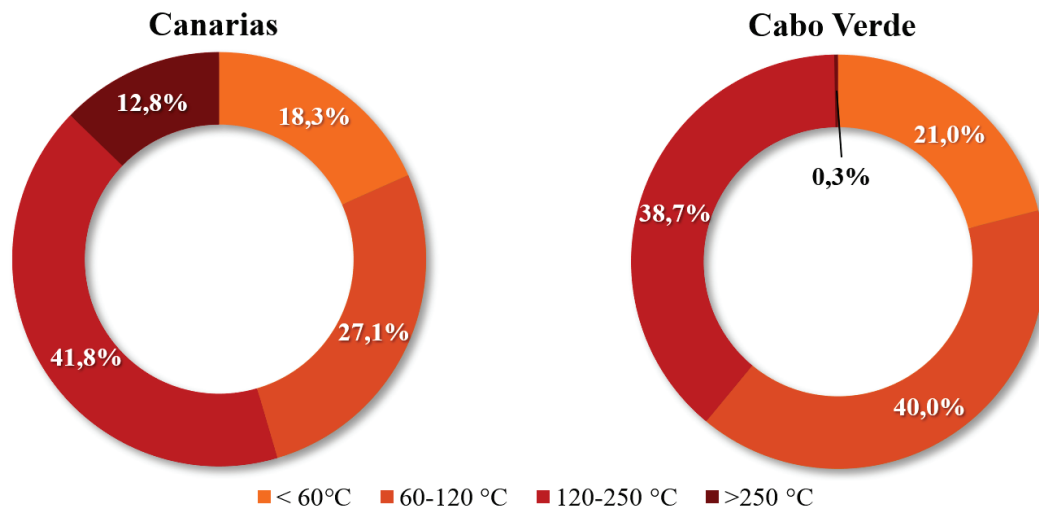


Fig. 2. Distribución del consumo energético para la generación de calor industrial por rango de temperatura en Canarias y Cabo Verde

POTENCIAL DE SOLARIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES EN CANARIAS Y CABO VERDE

Los consumos energéticos para la generación de calor de proceso en las actividades identificadas en cada región representan el potencial teórico para la solarización de procesos industriales. Si bien las tecnologías de concentración de foco lineal son capaces de alcanzar temperaturas de hasta 400°C, los consumos energéticos de procesos industriales que requieren temperaturas superiores a 250°C no se han incluido en el cálculo del potencial técnico, puesto que estas temperaturas representan un aumento de costes, complejidad y requisitos de seguridad que hacen difícil su integración en muchas actividades industriales. Los valores de potencial técnico para la utilización de instalaciones SHIP en Canarias y Cabo Verde son 556,6 y 28,0 GWh respectivamente.

En las visitas realizadas a las industrias en ambas regiones se ha podido constatar que existen limitaciones sobre el potencial teórico como son la disponibilidad de espacio en cubiertas o zonas anexas, la capacidad portante de éstas y/o la reducción de consumos energéticos como resultado de la aplicación de medidas de eficiencia energética en los procesos y/o recuperación de calor residual. (Lauterbach *et al.*, 2012) estableció que las limitaciones en la superficie disponible, las posibles mejoras en la eficiencia energética y la recuperación de calor residual conducen a una reducción del potencial teórico del 60%. En (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2011), si bien no se aplica de forma directa un porcentaje de reducción del potencial teórico, la relación entre éste y el potencial técnico-económico propuesto supone una reducción del potencial teórico del 63,3%. En este estudio se ha establecido un porcentaje de reducción del 60% sobre el potencial teórico.

Por otra parte, existe también una limitación importante relativa a la fracción solar de diseño de las instalaciones SHIP. En (Solar Process Heat (SO-PRO). Intelligent Energy Europe, 2011) el análisis de 6 instalaciones SHIP determina una fracción solar promedio del 32%. (Cotrado *et al.*, 2014) analiza una instalación SHIP en una industria cárnica cuya fracción solar anual es del 26,9%. La fracción solar obtenida para un proyecto piloto demostrativo (El Ghazzani *et al.*, 2017) es del 56%. En (Murray *et al.*, 2017) la evaluación de diversos proyectos de plantas SHIP en Chile determinó valores promedio de fracción solar del 31%. Si bien la casuística es amplia, las instalaciones SHIP que operan en el rango de 120 a 250°C mayoritariamente alcanzan fracciones solares en el rango del 30% al 40%. En este estudio se ha establecido una fracción solar anual promedio del 35%.

El potencial técnico, la superficie solar estimada y la potencia equivalente en cada región se muestran en las Tablas 3 y 4. Para determinar tanto la superficie solar como la potencia térmica que representa el potencial técnico calculado se han considerado los siguientes valores de producción solar: 700,7 kWh/m²año para tecnologías solares de media temperatura y 837,5 kWh/m²año para tecnologías solares de baja temperatura. Estos valores han sido determinados mediante simulación dinámica (TRNSYS), parametrizando dos modelos desarrollados para la generación de calor solar de proceso con tecnología solar de baja temperatura (captadores de placa plana) y tecnología de media temperatura (reflectores lineales de Fresnel).

Tabla 3. Potencial Técnico para la integración de energía solar térmica en Canarias

Temperatura		Potencial Teórico [MWh]	Potencial Técnico [MWh]	Superficie solar [m ²]	Potencia Instalada [MW]	
Baja y media temperatura	< 60°C	117 036,7	16 385,1	19 564,3	13,7	
	60-120°C	173 100,8	24 234,1	28 936,2	20,3	
	120-250°C	266 554,7	37 317,7	53 254,6	32,0	
TOTAL		Hasta 250°C	556 692,2	77 936,9	101 755,2	65,9

Tabla 4. Potencial técnico para la integración de energía solar térmica en Cabo Verde

Temperatura		Potencial Teórico [MWh]	Potencial Técnico [MWh]	Superficie solar [m ²]	Potencia Instalada [MW]	
Baja y media temperatura	< 60°C	5 881,7	823,4	983,2	0,7	
	60-120°C	11 207,0	1 569,0	1 873,4	1,3	
	120-250°C	10 872,0	1 522,0	2 172,0	1,3	
TOTAL		Hasta 250°C	27 960,6	3 914,5	5 028,7	3,3

Los consumos energéticos para usos térmicos de procesos industriales con temperaturas de operación inferiores a 250°C suponen un potencial de superficie solar instalable para tecnologías solares de baja y media temperatura en Canarias y Cabo Verde de 101 755,2 m² y 5028,7 m² respectivamente, equivalentes a una potencia térmica de 65,9 y 3,3 MW.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados del potencial técnico para la instalación de sistemas de generación de calor solar para procesos industriales (SHIP, *Solar Heat for Industrial Processes*) en Canarias, muestra que el 87,2% del consumo energético para la generación de calor en la industria canaria se emplea en procesos cuyas temperaturas de operación son inferiores a 250°C. Los procesos industriales con temperaturas de operación en el rango de 120 a 250°C suponen el 41,8% del consumo energético total.

En el caso de Cabo Verde los resultados muestran que el 99,7% del consumo energético para la generación de calor en la industria de Cabo Verde se emplea en procesos con temperaturas de operación inferiores a 250°C. Los procesos industriales con temperaturas de operación en el rango de 120 a 250°C suponen el 38,7% del consumo energético total.

En ambas regiones se dan condiciones óptimas para la viabilidad económica de las instalaciones SHIP ya que la disponibilidad del recurso solar es elevada, están alejadas de centros de aprovisionamiento energético y no existen infraestructuras de redes de distribución de gas natural. La reducción del uso de combustibles fósiles debida a la generación de calor solar industrial supone ahorros económicos notables y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Estos elementos tienen efecto en el coste asociado a la fabricación de productos y mejoran la competitividad de la industria en ambas regiones.

El análisis del consumo energético de las actividades industriales en ambas regiones ha permitido identificar las lavanderías industriales como una de los sectores con mayor potencial para la integración de instalaciones SHIP, seguidas de la industria láctea y la alimentaria.

Los consumos energéticos para usos térmicos de procesos industriales con temperaturas de operación inferiores a 250°C suponen un potencial de superficie solar instalable para tecnologías solares de baja y media temperatura en Canarias y Cabo Verde de 101 755,2 m² y 5028,7 m² respectivamente, equivalentes a una potencia térmica de 65,9 y 3,3 MW.

AGRADECIMIENTOS

El estudio ha sido elaborado en el marco del proyecto ENERMAC, *Energías Renovables y Eficiencia Energética para el Desarrollo Sostenible de África Occidental e islas de la Macaronesia*, liderado por el Instituto Tecnológico de Canarias, con financiación del programa INTERREG MAC 2014-2020, MAC/1.1a/117, <http://www.proyectoenermac.com/es/>.

REFERENCIAS

- Cotrado, M. et al. (2014) 'Design, control and first monitoring data of a large scale solar plant at the meat factory Berger, Austria', *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 48, pp. 1144–1151. doi: 10.1016/j.egypro.2014.02.129.
- El Ghazzani, B. et al. (2017) 'Thermal plant based on parabolic trough collectors for industrial process heat generation in Morocco', *Renewable Energy*. Elsevier Ltd, 113, pp. 1261–1275. doi: 10.1016/j.renene.2017.06.063.
- Gobierno de Canarias (2018) 'Anuario energético de Canarias'.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2011) Evaluación del potencial de la energía solar térmica en el sector industrial. Estudio técnico PER 2011 - 2020.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2018) Balance de Consumo de Energía Final.
- Kalogirou, S. (2003) 'The potential of solar industrial process heat applications', *Applied Energy*, 76(4), pp. 337–361. doi: 10.1016/S0306-2619(02)00176-9.
- Lauterbach, C. et al. (2012) 'The potential of solar heat for industrial processes in Germany', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 16(7), pp. 5121–5130.
- Murray, C. et al. (2017) 'Thermal performance assessment of a large aperture concentrating collector in an industrial application in Chile', *AIP Conference Proceedings*, 1850. doi: 10.1063/1.4984571.
- Schweiger, H. et al. (2001) 'The potential of solar heat in industrial processes. A state of the art review for Spain and Portugal', *Eurosun*.
- Solar Concentra (2015) 'Mercado potencial en España y aplicaciones en tecnologías solares de concentración de media temperatura'.
- Solar Concentra and SOLATOM (2016) 'Who is who. Estudio geolocalizado del potencial de aplicaciones de calor solar de proceso en media temperatura'.
- Solar Concentra and SOLATOM (2018) 'Segundo estudio geolocalizado del potencial de aplicaciones de calor solar de proceso en media temperatura'.
- Solar Process Heat (SO-PRO). Intelligent Energy Europe (2011) Solar Process Heat (SO-PRO). WP5 – Second status reports on the regional pilot projects. Available at: http://www.solar-process-heat.eu/fileadmin/redakteure/So-Pro/Work_Packages/WP5/WP5_second_status_reports_pilot_projects_fin.pdf.
- University of Cabo Verde (UNICV) (2015) 'Market report on solar thermal water heating and drying of agricultural products', Soltrain.