

ESTUDIO DEL POTENCIAL DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN PISCINAS CLIMATIZADAS DE MALLORCA PARA TENER UN BALANCE CERO DE EMISIONES

Moià-Pol, Andreu

* Àrea de Ingeniería Mecánica, Grupo Investigación de Ingeniería Energética.
Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción,
Cra Valldemossa km 7,5. 07122 Palma de Mallorca. Illes Balears. España
e-mail: andreu.moia@uib.es web: <http://www.uib.es>

<https://doi.org/10.34637/cies2020.2.2127>

RESUMEN

Los centros deportivos con piscina climatizada son los edificios con mayor consumo energético unitario en el sector municipal y terciario. El primer objetivo de este estudio es identificar las medidas realizadas y a realizar en algunos centros de Mallorca que para reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Finalmente encontrar un escenario objetivo con "cero emisiones de CO₂" y "energías 100% renovables" para el consumo energético en las piscinas cubiertas de centros deportivos que cumpla con los objetivos de la UE. Según el Pacto de los Alcaldes tiene que haber una gran reducción hacia los objetivos 2020 o 2030. En este estudio se han utilizado los consumos de energía y las emisiones de CO₂ de las piscinas cubiertas de varios municipios de Mallorca y las mejores medidas implantadas para llegar a escenarios de cero emisiones.

INTRODUCCIÓN

El Pacto de los Alcaldes es el movimiento más grande del mundo para acciones climáticas y energéticas locales. La iniciativa se firmó en las Islas Baleares inicialmente con 20 autoridades locales, 15 de ellas están siguiendo el Plan de Acción. Algunos de estos municipios tienen piscina climatizada con o sin pabellones deportivos; En sus planes de acción están reduciendo el consumo de energía y las emisiones de CO₂ con propuestas activas en más de un 30%. La ley de cambio climático de las Islas Baleares establece cero emisiones para el 2050 con un 100% de renovables.

El Centro Deportivo con piscina cubierta es el edificio con mayor consumo de energía en el sector terciario, como demostró Trianti-Stourna y otros en el 1998, en nuestro caso los edificios estudiados tienen un consumo de energía entre 410- 759 kWh / m². El gran aumento en este tipo de construcciones en la isla en los últimos 40 años junto con el aumento en el consumo de energía y las emisiones de CO₂ hacen que no sea un escenario medioambientalmente sostenible.

Todos los edificios estudiados se construyeron en los años 90 o principios de 2000, cuando no estaba obligado por ley la instalación de energías renovables, aunque como existían subvenciones y legislaciones municipales, algunos de ellos aún disponen de energía solar térmica para el Agua Caliente Sanitaria. Desde el 2006 con la entrada del Código Técnico de Construcción (CTE) en España, un centro deportivo en las Islas Baleares tiene que cubrir el 70% del agua caliente sanitaria (ACS), desde el 2013 el 60% del consumo térmico de la piscina cubierta con energía solar, desde el 2019 el 70% se puede cubrir con otras fracciones de renovables, como solar, biomasa y también incluyendo bomba de calor de alta eficiencia.

La Tabla 2 muestra el consumo de energía real de estos Centros Deportivos, con la superficie de paneles Solares Térmicos (ST) instalados ahora, la superficie teórica ST que necesitarán se hizo de acuerdo con el CTE de 2013, aunque se han revisado los cálculos con el nuevo CTE de 2019, en el cual se permite utilizar cualquier fracción de renovables (incluye Biomasa, Fotovoltaica, Bomba de calor,...). En nuestro caso se ha estudiado con Energía Fotovoltaica (PV) y Bomba de Calor.

A partir de los datos de consumo real, la superficie mínima necesaria estaría entre 300 y 1200 m² por cada centro deportivo en Mallorca. La mayoría de ellos necesitan primero mejorar la eficiencia energética de sus instalaciones (control, recuperación de calor, aislar, iluminación, deshumidificación) y luego instalar más energías renovables.

Los municipios han diseñado diferentes estrategias para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂, públicas en la página web del Pacto de los Alcaldes. Algunos de ellos han instalado calderas de biomasa (Campos), generalmente es la forma más fácil de reducir las emisiones de CO₂ aunque a largo plazo no es la más económica, ya que el precio de la biomasa es similar a los combustibles fósiles, y en algunos casos si no es de procedencia cercana la energía embebida de la biomasa hace que las emisiones de CO₂ sean similares o superiores a otros combustibles fósiles. En Baleares, al ser considerado sistema extrapeninsular las emisiones de CO₂ de los consumos eléctricos tienen un peso mucho mayor, debido a la baja eficiencia del sistema eléctrico, por ello cualquier iniciativa que reduzca el consumo eléctrico tiene un impacto mucho mayor que en la Península Ibérica.

Tabla 1. Coeficientes de paso de energía final a primaria en España. Fuente: IDAE

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

La mayoría de los polideportivos y piscinas climatizadas tienen colectores solares térmicos para cubrir la demanda de ACS (Inca, UIB, Sa Pobra, Palma (RF, SJ, GE)). En 2018, en Palma, Inca y Sa Pobra instalaron paneles fotovoltaicos y/o bombas de calor, para cubrir una parte del consumo eléctrico y una alta fracción del consumo térmico.

La energía geotérmica de baja temperatura (bombas de calor Agua-Tierra) también es una tecnología interesante que está siendo estudiada en Son Hugo y Sa Pobra, aunque esta tecnología también requiere una inversión que en climas templados (como España y Portugal) tienen un retorno superior a 10 años, además que en función de la localización no siempre son viables, ya que no siempre el subsuelo de la zona cumple con las propiedades hidrogeológicas y térmicas para un funcionamiento óptimo de los equipos.



Figura. 1. Mejora en Inca, Sa Pobra, Son Hugo, Germans Escalas.

El Ayuntamiento de Palma, que es el mayor de las Islas con más de 422.000 habitantes, es el que tiene el objetivo más ambicioso con el 100% de renovables en 2050. Tenía previsto en 2018 una medida singular, la de conectar el polideportivo de Sant Jordi a una instalación cercana de Biogás de la Estación Depurador de Aguas Residuales (EDAR), aunque a día de hoy aún no se ha realizado dicha inversión.

La energía que es aplicable a cualquier zona de España y Portugal con mayor potencial es la energía solar, por lo que será la que vamos a analizar en mayor profundidad, además es la que tiene una mayor presencia y potencial en Baleares.

Tabla 2. Consumo energético de algunos centros deportivos con piscina cubierta en Mallorca (2014-17) y potencial para llegar a cero emisiones.

	MWh/año	Sup. (m ²)	kWh/m ²	ST instalados (m ²)	Según CTE-13 ST(m ²)	PV inst. kWp	PV kWp cero emisiones
Palma -Son Hugo (SH)	4174	5500	759	0	1200	100	400
Palma-UIB	2048	5000	410	200	600	0	240
Palma-Rudy Fernandez (RF)	1337	3150	424	60	400	0	160
Palma - Germans Escalas-(GE)	1220	2900	421	280	400	0	130
Palma - Sant Jordi (SJ)	948	1210	783	40	500	0	50
Sa Pobla	908	2000	454	50	500	40	60
Inca	680	1500	483	200	600	0	15
Andratx	615	1500	410	0	400	0	40
Campos	498	1000	498	0	300	0	40

La UIB, Son Hugo, Inca y Sa Pobla puede servir de ejemplo del camino a seguir, en las cuatro se ha cambiado el sistema de deshumectación y ventilación, instalando un nuevo sistema de recuperación de calor, con enfriamiento evaporativo adiabático; Esto ha aumentado la deshumidificación y ha reducido más de un 30% el consumo energético. En el 2019 la deshumectadora de la UIB se cambió por una nueva unidad con un Sistema de refrigeración adiabático, parecido al instalado en Son Hugo. La deshumectación aprovechando el aire exterior supone un ahorro muy importante en uno de los mayores consumos de las piscinas.



Fig. 2. Mejoras del sistema solar de la UIB 2015 (izquierda) y 2018 (derecha).



Fig. 3. Deshumectadora antigua y nueva unidad instalada.

Tab.3: Consumo energético y ahorros de la nueva deshumectadora de la UIB .

	Antes	Ahora
Energía Térmica (MWh)	961	160
Energía recuperada(MWh)	0	283
Coste Térmico (€)	51.653	0
Consumo eléctrico(MWh)	130	185
Coste Eléctrico (€)	17.811	25.292
Coste Total Energético (€)	69.465	18.644
Ahorros (Toneladas CO ₂)		185,66
Ahorro (€)		50.821
Inversión (€)		120.000
Retorno inversión (años)		2,4

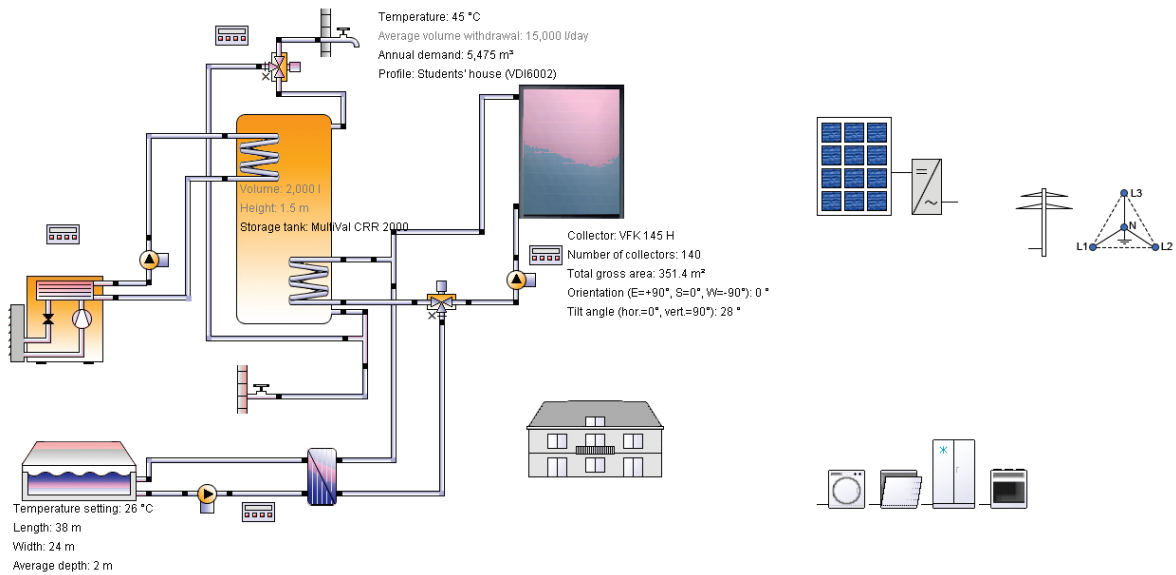


Figura 4. Esquema de principio de un sistema Solar Térmico (ST) y Fotovoltaico (PV) con el programa de simulación.

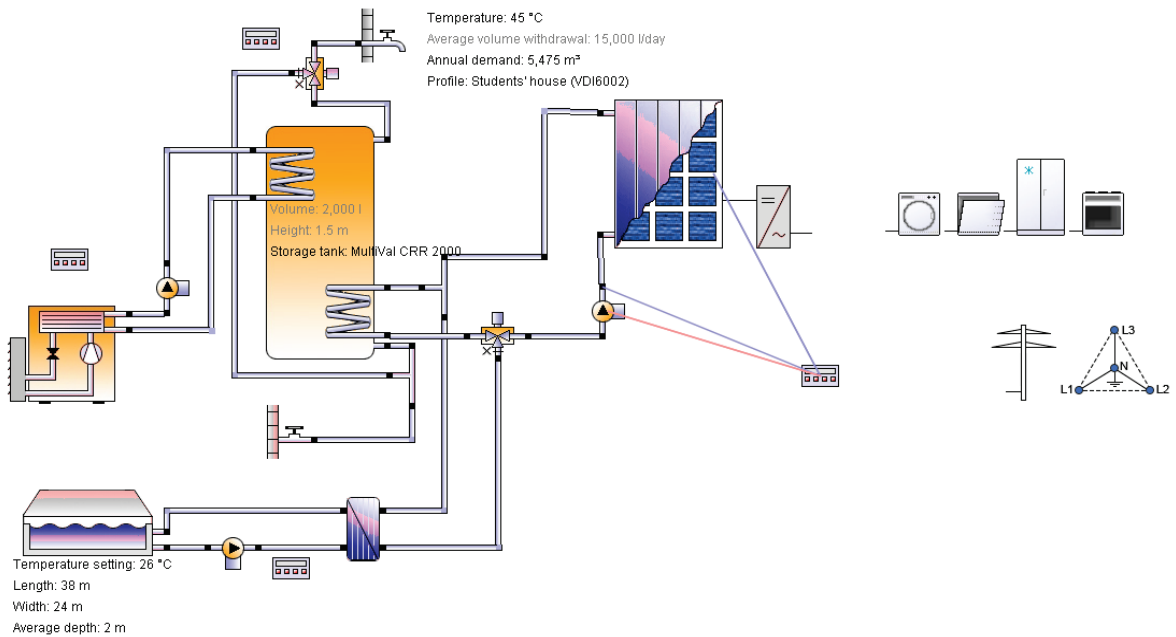


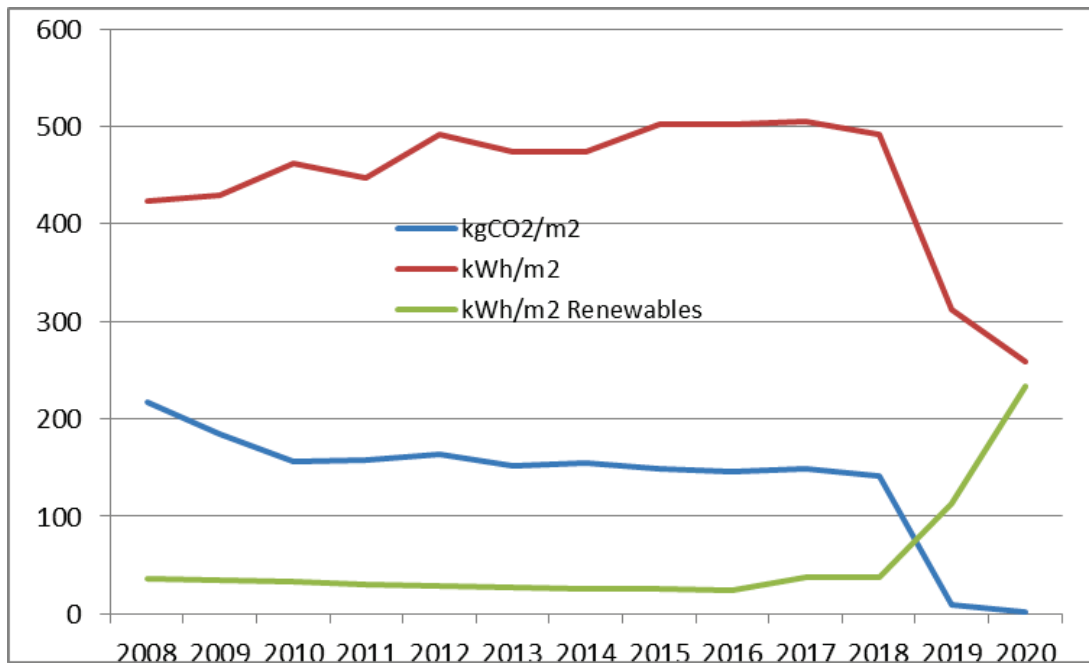
Figura 5. Esquema de principio de un sistema Termo Fotovoltaico (PVT) con el programa de simulación.

En la UIB se quiere instalar una fracción más alta de energía solar térmica y un nuevo sistema fotovoltaico combinado con una nueva bomba de calor, inicialmente son el mejor sistema para esta ubicación (Moià-Pol 2018).

En la Tabla 4 mostramos los resultados de la simulación de los 2 escenarios propuestos, el coste de inversión tiene una horquilla muy amplia de inversión debido a que se han analizado varias calidades y marcas de paneles. En función de las marcas y calidades los precios de los paneles Térmicos, fotovoltaicos y las bombas de calor pueden variar considerablemente. Se pueden ver tres escenarios con una superficie de 350 m² en 2019, para llegar al 100% de las necesidades térmicas. Para cubrir toda la demanda eléctrica y térmica será necesario instalar más energía fotovoltaica en 2020, hasta llegar a a 240 kWp o bien reducir drásticamente el consumo.

Tab.4: Escenarios con diferentes tecnologías en la UIB.

Tecnología	Margen estimado de inversión		Energía (kWh)	Ahorros estimados €	Amortización (años)		Reducción de emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)
PV	83 504 €	71 504 €	93 797	12 711 €	6.6	5.6	78 790
PVT	126 000 €	70 440 €	118 618	13 889 €	9.1	5.1	69 145
ST	90 000 €	60 000 €	111 341	10 778 €	8.4	5.6	33 402


 Fig. 6: prevision of kg of CO₂ emissions, energy consumption and renewables energies of the UIB

La reducción esperada en el centro deportivo UIB será de 150 a 0 kg de CO₂ / m², llegando al escenario de cero emisiones o incluso energía positiva en función de la potencia final que se instale y de las medidas de reducción que se apliquen, si se aplicase la normativa actual con las medidas que se están tomando en los centros deportivos se obtiene la tabla 5.

Tabla 5. Potencial de renovables para llegar a cero emisiones de los centros deportivos analizados (2030-50).

	Instalados en 2018 ST(m ²)	Según CTE-13 ST(m ²)	PV kWp	Según CTE-19 PV(kWp)	2018 CO ₂ /m ²	2030 CO ₂ /m ²
Palma -Son Hugo (SH)	0	1200	100	110	190	-11,7
Palma-UIB	200	600	0	240	149	-6,4
Palma-Rudy Fernandez (RF)	60	400	0	126	134	-1,4
Palma - Germans Escales-(GE)	280	400	0	116	99	-4,6
Palma - Sant Jordi (SJ)	40	500	0	36,3	249	-19,9
Sa Pobra	50.	500	40	60	121	-2,6
Inca	200	600	0	22,5	94	-30,2
Andratx	0	400	0	22,5	138	-5,1
Campos	0	300	0	30	128	-7,4

En algunos casos se podría combinar con el cambio de caldera con biomasa o biogás e incrementar la potencia de las bombas de calor. Si el resto de los edificios estudiados incrementase la superficie de paneles según el Código Técnico de la Edificación e instalase paneles fotovoltaicos con bomba de calor se podrían combinar las tecnologías para lograr una alta fracción solar y descarbonizar los edificios, llegando en algunos casos a energía positiva.

CONCLUSIONES

Con la tecnología actual los Centros deportivos de Mallorca pueden tener unos costes de funcionamiento casi nulos, llegando al escenario de cero emisiones. La amortización de las inversiones a realizar es inferior a 10 años, por lo tanto, es técnicamente y económicamente viable para cualquier municipio. Los resultados muestran posibles procesos que pueden reducir las emisiones de CO₂ al 100% y descubrir escenarios futuros de construcción de energía neta cero para otros municipios e incluir esto en su objetivo de energía.

AGRADECIMENTOS

El autor quiere agradecer al Campus Esport, Ayuntamiento de Inca, Consell Insular de Mallorca y del IME por su ayuda para la realización de este artículo.

REFERÈNCIAS

E. Trianti-Stourna, et al., Energy Conservation Strategies for Sports Centers - Part B: Swimming Pools, Energy & Buildings, 27, 123-135, (1998)

Andreu Moià-Pol .Estudio de ampliación del sistema solar de una piscina climatizada en Mallorca. CIES 2018.

Andreu Moià-Pol, Ramon Pujol-Nadal, Víctor Martínez-Moll, Julian David Hertel . Retrofit of a solar system in sport center in Mallorca. SHC 2015. Energy Procedia.

Andreu Moià Pol et al. Study Case of Solar Thermal and Photovoltaic Heat Pump System for Different Weather Conditions. Proceedings of the Eurosun 2014

Christian Wintelera, Ralf Dotta, Thomas Afjeia, Bernd Hafnerb. Seasonal Performance of a Combined Solar, Heat Pump and latent heat storage. SHC 2013.

Guía de eficiencia energética en Instalaciones Deportivas. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Año 2008. www.fenercom.com

<http://www.codigotecnico.org/>

<https://www.pactodelosalcaldes.eu>