

Establecimiento de las especificaciones y pre-diseño de bancos de ensayo de bomba de calor y paneles fotovoltaicos híbridos

Centro de Excelencia Cervera subvencionado por CDTI – MICINN.

Expediente: CER-20191019



Establecimiento de las especificaciones y pre-diseño de bancos de ensayo de bomba de calor y paneles fotovoltaicos híbridos

Área de investigación: Recursos de la comunidad

Línea de investigación: Generación y conversión de energía: Instalación de banco de ensayos experimental para tecnologías de generación híbrida y conversión eléctrico-térmica

Participantes: CARTIF

Resumen: En este documento se resumen los resultados obtenidos en la línea de investigación cuyo objetivo es la instalación de bancos de ensayos de bombas de calor y de paneles fotovoltaicos híbridos (PVT) que permitan el avance investigador sobre estas dos tecnologías en el área de investigación “Recursos de la comunidad” de la red Cervera HySGrid+. En primer lugar, se han extraído una serie de especificaciones de la normativa vigente aplicable a ensayos de certificación por parte de fabricantes de los tipos de tecnologías descritos que deben cumplir dichos bancos desde su fase de diseño hasta su implementación y puesta en marcha siempre tratando de cumplir como requisito general el operar de la manera más eficiente posible intentando emplear fuentes de energía renovables en la consecución de los puntos de funcionamiento deseados. En segundo lugar, se ha desarrollado el diseño inicial de los bancos de ensayos y los componentes de los que están formados, incluyendo diagramas de funcionamiento y control.

Establecimiento de las especificaciones a cumplir por los bancos de ensayos

Algunas de las especificaciones que deben cumplir los bancos de ensayos son extraídas de la normativa aunque cabe recalcar que el objetivo final de los bancos de ensayos es la investigación y el desarrollo de conocimiento sobre las tecnologías bajo distintas condiciones de funcionamiento. Sin embargo, el contenido de la normativa se toma como punto de partida en el establecimiento de los requisitos que deben cumplir los bancos de ensayos siempre que sean técnica y económicamente viables dentro del contexto del proyecto HySGrid+, por lo que no necesariamente deben estar capacitados para realizar todos los tipos de ensayos normativos o no en las condiciones descritas. Como requisito general, los bancos de ensayos deberán operar de la manera más eficiente desde el punto de vista energético tratando de emplear fuentes de energía renovable en la consecución de los puntos de funcionamiento deseados.

En el caso del banco de ensayo de bombas de calor, el punto de partida son los procedimientos y las condiciones de ensayo presentes en la siguiente normativa nacional de aplicación este tipo de equipos:



Establecimiento de las especificaciones y pre-diseño de bancos de ensayo de bomba de calor y paneles fotovoltaicos híbridos

Centro de Excelencia Cervera subvencionado por CDTI – MICINN.

Expediente: CER-20191019



- *UNE-EN 14511:2019 Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor para la calefacción y la refrigeración de locales y enfriadoras de proceso con compresores accionados eléctricamente.* Esta norma especifica los métodos de ensayo para la evaluación y determinación de los rendimientos de aquellos equipos que utilicen tanto aire, agua o salmuera como fluido caloportador con compresores eléctricos cuando se utilizan para la calefacción y/o refrigeración de recintos.
- *UNE-EN 14825:2019 Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor con compresor accionado eléctricamente para la calefacción y la refrigeración de recintos.* Ensayos y clasificación en condiciones de carga parcial y cálculo del rendimiento estacional. Este documento indica las temperaturas y las condiciones de carga parcial y los métodos de cálculo para la determinación de la eficiencia energética estacional y la eficiencia energética estacional en refrigeración de recintos, entre otros parámetros.
- *UNE-EN 16147:2017 Bombas de calor con compresor accionado eléctricamente. Ensayos y requisitos para el mercado de equipos para agua caliente sanitaria.* En esta norma se especifican los métodos de ensayo, la determinación de las prestaciones y el cálculo de la eficiencia energética para la producción de agua caliente aquellos equipos con compresores eléctricos y conectados o que incluyan un depósito acumulador de agua caliente sanitaria.

Por otro lado, se realizó una prospección de las potencias de las bombas de calor dedicadas a entornos residenciales o pequeña industria más habituales presentes en el mercado por parte de las marcas líderes.

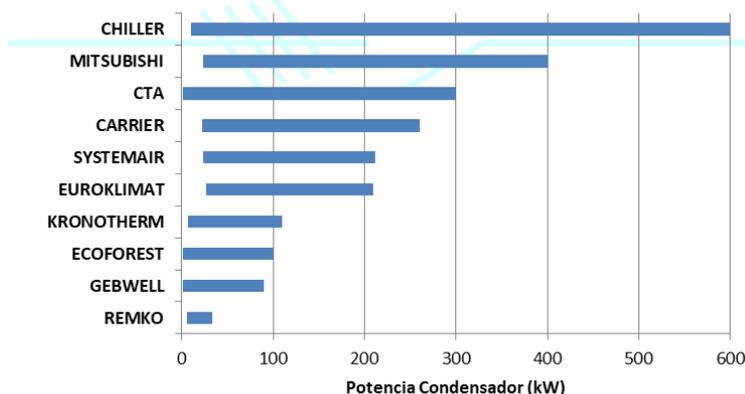


Figura 1. Capacidad calorífica de bombas de calor agua-agua presentes en el mercado

Por su parte, las especificaciones a cumplir por el banco de ensayos de colectores híbridos térmicos-eléctricos (PVT) son los procedimientos y las condiciones de ensayo presentes en la siguiente normativa de aplicación a este tipo de equipos:

- *UNE-EN ISO 9806:2020 Energía solar. Captadores solares térmicos. Métodos de ensayo.* Esta norma especifica los métodos de ensayo para evaluar la durabilidad, fiabilidad, seguridad y el rendimiento térmico de los captadores solares térmicos.
- *UNE-EN 61215-2:2017 Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 2: Procedimientos de ensayo.* Esta norma establece los requisitos de IEC para la cualificación del diseño y la homologación de módulos fotovoltaicos para uso terrestre adecuados para operación de larga duración en climas al aire libre generales.

En el caso de la norma UNE-EN ISO 9806, ésta describe la secuencia completa de ensayos a realizar en un captador solar térmico incluyendo ensayos de durabilidad. Sin embargo, solo se tendrán en cuenta los requisitos para la evaluación de la potencia térmica suministrada por el captador en diversas condiciones de funcionamiento, la medida de la dependencia del rendimiento térmico con el ángulo de incidencia de la radiación respecto al captador y la determinación de la capacidad calorífica del captador. Para realizar el dimensionado de los equipos responsables del funcionamiento del banco de ensayos, se realizó un análisis de las características de colectores solares presentes en el mercado.

Tabla 1. Datos de colectores solares presentes en el mercado

Modelo	Tipo	Potencia eléctrica (W)	Potencia térmica (W)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (m ²)
Endef Ecomesh	Híbrido	260	800	1.645	978	93	1,61
Endef Ecovolt	Híbrido	300	730	1.640	992	40	1,63
abara aH72	Híbrido	350	1.372	1.970	995	85	1,96
abara aH60	Híbrido	290	1.100	1.650	995	85	1,64
Termocan Thermosolar TS 300	Térmico	-	1.400	2.009	1.009	75	2,03
Termocan Thermosolar TS 111	Térmico	-	1.500	2.018	1.258	-	2,54
Termocan Serie Neo 18	Térmico	-	1.488	1.861	1.056	94,5	1,97
Termocan Serie Neo 20	Térmico	-	1.677	2.098	1.056	94,5	2,22
Termocan Serie Neo 24	Térmico	-	1.995	2.098	1.256	94,5	2,64
Termocan Serie Neo 26	Térmico	-	2.105	2.177	1.256	94,5	2,73
Termocan Serie AH 26	Térmico	-	2.076	2.176	1.257	96	2,74
Ferrolí 2.1N	Térmico	-	1.672	2.018	1.100	90	2,22
Ferrolí 2.7N	Térmico	-	2.127	2.018	1.400	90	2,83
SUNPOWER Performance 3	FV	390	-	2.066	998	40	2,06
SUNPOWER Maxeon 3	FV	400	-	1.690	1.046	40	1,77
ESCELCO HALF-CUT	FV	405	-	2.015	1.002	40	2,02
Longi Solar LR4-72HPH	FV	440	-	2.115	1.052	35	2,22
Longi Solar LR4-72HBD	FV	435	-	2.131	1.052	35	2,24
Jinko Solar Tiger Pro 72HC	FV	550	-	2.274	1.134	40	2,58
Máximo		550	2.127	2.274	1.400	96	2,83
Mínimo		260	730	1.640	978	35	1,61

Establecimiento de las especificaciones y pre-diseño de bancos de ensayo de bomba de calor y paneles fotovoltaicos híbridos

Centro de Excelencia Cervera subvencionado por CDTI – MICINN.

Expediente: CER-20191019

Diseño inicial de los bancos de ensayos

El **banco de ensayos de bombas de calor** se instalará en el sótano de uno de los edificios de CARTIF. El diseño inicial del banco de ensayos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta los requisitos establecidos y especialmente el requisito general que indica que el banco debe operar de la manera más eficiente posible, teniendo en cuenta tanto el consumo energético del mismo como el origen renovable de dicha energía. Por ello, se ha tratado de recuperar el calor producido por la máquina a testear y aprovecharlo para reducir la necesidad de aporte externo de frío y/o calor. Para la disipación de energía al ambiente, se emplea una instalación de geotermia perteneciente a las instalaciones de climatización del edificio de CARTIF reduciendo la dependencia con la temperatura exterior que supone el uso del aire ambiente como foco de disipación de calor. En cuanto a la regulación del funcionamiento del banco, se han planificado varios lazos de control dedicados al control de los caudales de cada circuito y las temperaturas de entrada al evaporador y condensador de la bomba de calor a ensayar. Para regular el caudal y ser capaces de realizar distintos tipos de pruebas, las bombas disponen de variador de frecuencia. Por su parte, para poder modificar la temperatura de entrada al condensador y evaporador de la máquina, se han incluido válvulas de tres vías controlables electrónicamente en las distintas partes del banco de ensayos.

En cuanto al **banco de ensayos de paneles PVT**, se instalará en la azotea de uno de los edificios de CARTIF donde se encuentran momentos en los que la radiación solar está por encima de 700 W/m^2 durante todo el año. El esquema de funcionamiento desarrollado se ha basado en uno de los ejemplos de instalación de pruebas para colectores solares térmicos indicado en la *UNE-EN ISO 9806*, al que se le ha añadido todos elementos necesarios para poder recopilar también la información relativa a la generación eléctrica del panel híbrido.

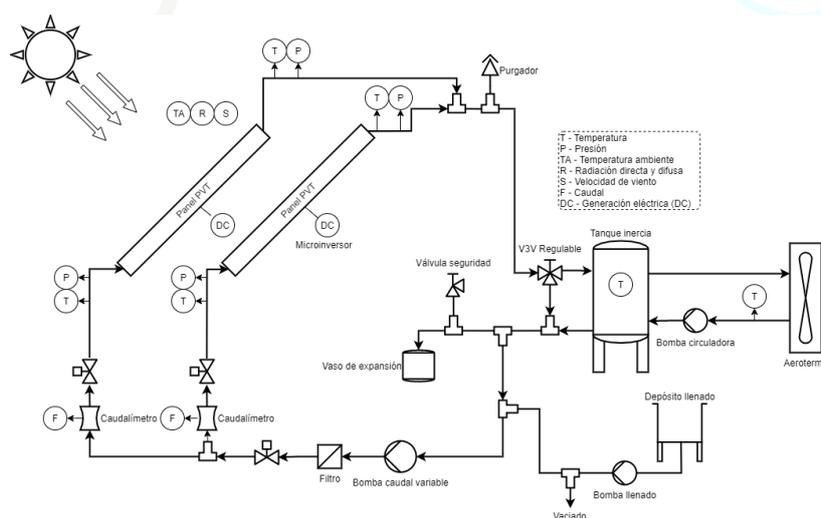


Figura 2. Esquema de funcionamiento del banco de ensayos PVT

Establecimiento de las especificaciones y pre-diseño de bancos de ensayo de bomba de calor y paneles fotovoltaicos híbridos

Centro de Excelencia Cervera subvencionado por CDTI – MICINN.

Expediente: CER-20191019

Para la modificación del caudal que pasa a través de los colectores, la bomba encargada de mover el fluido a través de éstos deberá disponer de un variador de frecuencia. Además, el banco dispondrá de una válvula de dos vías controlada electrónicamente que garantice que el caudal por ambos colectores sea el mismo. Por su parte, el calor generado por los captadores deberá ser disipado al ambiente a través de un aerotermo, a la vez que dicha temperatura será controlada con una válvula de tres vías situada a la entrada del tanque de inercia. Además, se han planificado todos los sensores de temperatura, presión, caudal, radiación y velocidad del viento para maximizar la información obtenida del test. En cuanto a la generación eléctrica de los paneles, se conectará cada uno de ellos a un microinversor encargado de operar el panel en el punto de máxima potencia eléctrica generada (MPPT), o a un equipo capaz de analizar las curvas intensidad-tensión características de los paneles fotovoltaicos.

