



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este momento para agradecer la ayuda durante todos estos meses a mi profesor Emilio Navarro Peris, sin el cual la realización de este trabajo no hubiese sido posible. Asimismo, me gustaría expresar mi gratitud a todas aquellas personas, familia y amigos, que me han apoyado durante estos cuatro años. A los pollos por hacer de una carrera dura, un trayecto divertido. Y a ti, por de una forma u otra, estar siempre ahí.

RESUMEN

En dicho trabajo de fin de grado se lleva a cabo, por un lado, la presentación de la metodología de cálculo de una instalación de agua caliente sanitaria (ACS), abastecida con energía solar térmica para un polideportivo situado en la localidad de Paiporta. Además, se detallan todos los cálculos justificativos para el dimensionamiento de la misma, así como la normativa aplicada.

Por otro lado, se busca acercar este trabajo académico a la realidad, para tratar de realizar un proyecto de ingeniería real debido al contexto de finalización de grado el cual se presenta. Por ello, se dispone a encontrar el elemento comercial que se debería requerir al fabricante para realizar la instalación, adjuntando la ficha técnica de cada uno de ellos en el anejo correspondiente.

Por último, se establece como uno de los objetivos primordiales la búsqueda de la reducción de emisiones de CO_2 y, por tanto, se realiza el mismo diseño para la ciudad de Pontevedra, analizando así la importancia que conlleva tanto la diferencia de la zona climática y normativa en la instalación. Asimismo, con el fin de encontrar unas emisiones mínimas, se estudia una tecnología diferente, como es la bomba de calor y se determina si es posible o no considerarla como energía renovable dada la normativa actual. Igualmente, se indaga acerca del posible beneficio para el medio ambiente de utilizar esta tecnología frente a las placas solares con apoyo de caldera de gas natural, en base a los kg de CO_2 anuales emitidos.

Palabras clave: Agua caliente sanitaria, eficiencia energética, bomba de calor, energía solar térmica.

RESUM

En aquest treball de fi de grau es du a terme, d'una banda, la presentació de la metodologia de càlcul d'una instal·lació d'aigua calenta sanitària (ACS), proveïda amb energia solar tèrmica per a un poliesportiu situat a la localitat de Paiporta. A més, es detallen tots els càlculs justificatius per al dimensionament d'esta, així com la normativa aplicada.

D'altra banda, es busca acostar aquest treball acadèmic a la realitat, per a tractar de realitzar un projecte d'enginyeria real a causa del context de finalització de grau el qual es presenta. Per açò, es disposa a trobar l'element comercial que s'hauria de requerir al fabricant per a realitzar la instal·lació, adjuntant la fitxa tècnica de cadascun d'ells en l'annex corresponent.

Finalment, s'estableix com un dels objectius primordials la cerca de la reducció d'emissions de CO_2 , per tant, es realitza el mateix disseny per a la ciutat de Pontevedra, per a així analitzar la importància de la diferència de zona climàtica i normativa en la instal·lació. A més, a fi de cercar unes emissions mínimes, s'estudia una tecnologia diferent, com és la bomba de calor i es determina si és possible o no considerar-la com a energia renovable donada la normativa actual. Així mateix, s'escruta si és beneficiós per al medi ambient utilitzar aquesta tecnologia front les plaques solars amb suport de caldera de gas natural, sobre la base dels kg de CO_2 anuals emesos.

Paraules clau: Aigua calenta sanitària, eficiència energètica, bomba de calor, energia solar tèrmica.



ABSTRACT

In this final degree dissertation presents, on the one hand, the methodology for calculating a sanitary hot water installation (ACS), supplied with solar thermal energy for a sports centre, located in the town of Paiporta. In addition, all the justification calculations for the sizing are presented, as well as the applied norm are detailed.

On the other hand, it looks for to bring this academic in order to try to carry out a real engineering project due to the context of ending of degree which presents. Thus, it is arranged to find the commercial element that should be required of the manufacturer to carry out the installation, attaching the technical file of each of them in the corresponding annex.

Finally, it is established like one of the main aims of the research, the reduction of emissions of CO_2 , therefore, the same design is carried out for the city of Pontevedra, in order to analyse the importance of the difference in climatic zone and regulations in the installation. Besides, in order to look for minimum emissions, a different technology is studied, such as the heat pump and determines whether or not it is possible to consider it like renewable energy given the current regulations. Also, it is considered if it is beneficial for the environment to use this technology in front of the solar plates, in base to the annual kg of CO_2 emitted.

Keywords: Domestic hot water, energy efficiency, heat pump, solar thermal energy.

Índice

Capítulo 1. MEMORIA.....	12
1.1 Marco general	13
1.1.1 Objeto del proyecto	13
1.1.2 Alcance de proyecto	14
1.1.3 Motivación y justificación.....	15
1.2 Descripción del edificio	16
1.2.1 Emplazamiento.....	16
1.2.2 Uso y acceso al edificio.....	18
1.2.3 Horarios de apertura y cierre	19
1.2.4 Edificaciones colindantes	19
1.2.5 Distribución en planta	19
1.3 Energía solar térmica.....	21
1.3.1 Sol como fuente de energía	21
1.3.2 Situación actual	24
1.4 Descripción de la instalación y sus componentes	25
1.4.1 Sistema de captación.....	25
1.4.2 Fluido de trabajo	26
1.4.2 Sistema de intercambio.....	26
1.4.3 Sistema de acumulación.....	26
1.4.4 Bombas de circulación.....	27
1.4.5 Circuito hidráulico	27
1.4.6 Sistema de expansión	28
1.4.7 Sistema de control y regulación	28
Capítulo 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	29
2.1 Normativa aplicable	30
2.2 Demanda mensual de Agua Caliente Sanitaria	30
2.3 Condiciones de uso.....	31
2.4 Zona climática.....	32
2.5 Demanda energética anual	33
2.6 Contribución solar mínima	33
2.7 Pérdidas por orientación e inclinación.....	34
2.8 Separación ente captadores.....	36



2.9 Pérdidas por sombras.....	37
2.10 Selección captador	40
2.11 Conexionado de captadores.....	42
2.12 Estructura soporte de captadores.....	42
2.13 Volumen de acumulación.....	43
2.14 Fluido de trabajo	43
2.15 Circuito hidráulico	47
2.16 Intercambiador de calor.....	53
2.17 Vaso de expansión.....	55
2.18 Bomba	57
2.19 Válvula de seguridad	60
2.20 Sistema de regulación y control	61
2.21 Aislamiento tuberías	61
2.22 Sistema de apoyo	62
2.23 Emisiones CO2.....	63
2.24 CHEQ4.....	64
2.25 Análisis comparativo placas solares Pontevedra	68
2.27 Análisis comparativo bomba de calor Valencia.....	72
2.28 Análisis comparativo bomba de calor Pontevedra.....	78
Capítulo 3. PRESUPUESTO	83
3.1 Unidades de obra	84
3.2 Presupuesto parcial-Mediciones	91
3.3 Presupuesto final.....	94
Capítulo 4. CONCLUSIONES.....	95
Capítulo 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
Capítulo 6. ANEJOS.....	101
Anejo 1	102
Anejo 2	103
Anejo 3	103
Anejo 4	104
Anejo 5	105



Anejo 6	110
Anejo 7	111
Anejo 8	112
Anejo 9	114
Anejo 10	116
Anejo 11	117
Anejo 12	119
Anejo 13	120
Anejo 14	122
Anejo 15	123
Anejo 16	125
Anejo 17	127
Anejo 18	128
Anejo 19	129

Índice de figuras

Figura 1: Localización Paiporta. (Google Maps, 2017)	16
Figura 2: Localización Paiporta. (Google Maps, 2017)	17
Figura 3: Localización Polideportivo Municipal. (Catastro Paiporta, 2017)	18
Figura 4: Ubicación Instalación en el polideportivo. (Catastro Paiporta, 2017).....	18
Figura 5: Vista en planta de Planta Baja. (Catastro Paiporta, 2017)	19
Figura 6: Vista en planta de Planta Primera.(Catastro Paiporta, 2017)	20
Figura 7: Vista aerea edificio.(Google Maps, 2017)	21
Figura 8: Variación del ángulo de declinación. (Cañada,2008).	22
Figura 9: Trayectoria de sombras. (Cañada,2008)	23
Figura 10:Radiacion global horizontal España. (IDAE, 2006).....	24
Figura 11: Metros instalados anuales en la UE. (EuroObserver,2016).....	24
Figura 12.Componentes principales del sistema hidráulico de una instalación solar(Cañada,2008) ...	28
Figura 13: Demanda de referencia a 60°C. (CTE HE-4, 2013)	31
Figura 14: Zonas climáticas. (CTE HE-4,2013)	32
Figura 15: Contribución solar mínima anual para ACS (HE-4 CTE,2013)	33
Figura 16: Orientación e inclinación de los módulos. (CTE HE-4, 2013)	34
Figura 17: Pérdidas límite. (CTE,2013)	34
Figura 18: Calculo de porcentaje de pérdidas por inclinación i orientación. (Elaboración propia)	35
Figura 19: Calculo de inclinaciones máxima y mínima según perdidas limite. (Elaboración propia) ...	36
Figura 20: Cálculo de distancia entre captadores (Censolar,2017).....	36
Figura 21: Esquema cálculo de distancia mínima. (Censolar,2017)	37
Figura 22: Vista tridimensional de los alrededores del edificio. (Google Maps,2017)	37
Figura 23: Ángulos con edificio colindante. (Catastro Paiporta,2017).....	38
Figura 24: Representación gráfica del angulo de elevación.(Elaboración propia).....	38
Figura 25: Patrón de sombras.(Elaboración propia)	39
Figura 26: Rendimiento de captadores. (Elaboración propia)	41
Figura 27: Disposición de captadores en paralelo-paralelo. (Elaboración propia Auto-CAD)	42
Figura 28: Concentración en peso del fluido anticongelante. (Elaboración propia).....	44
Figura 29: Viscosidad del fluido anticongelante. (Elaboración propia).....	45
Figura 30: Densidad del fluido anticongelante. (Elaboración propia).....	45

Figura 31: Calor específico del fluido anticongelante. (Elaboración propia)	46
Figura 32: Conductividad térmica del fluido anticongelante. (Elaboración propia)	46
Figura 33: Circuito hidráulico. (Elaboración propia).....	47
Figura 34: Perdidas por rozamiento tramo 2-3. (Elaboración propia)	49
Figura 35: Perdidas por rozamiento tramo 1-2 y 3-4. (Elaboración propia)	50
Figura 36: Cálculo longitud tubería de distribución	51
Figura 37: Perdidas por rozamiento en tubería de distribución. (Elaboración propia)	52
Figura 38: Pérdida de carga del captador. (Elaboración propia).....	53
Figura 39: Resultados Swep intercambiador primario. (Elaboración propia).....	54
Figura 40: Resultados Swep intercambiador secundario. (Elaboración propia)	55
Figura 41: Comparación bombas circuito primario. (Catalogo bombas “Ideal”)	58
Figura 42 Detalles bomba primario. (Catalogo bombas “Ideal”)	58
Figura 43: Comparación bombas circuito secundario. (Catalogo bombas “Ideal”)	59
Figura 44: Detalles bomba secundario. (Catalogo bombas “Ideal”)	60
Figura 45: Sistema de regulación y control. (Cañada,2008).....	61
Figura 46: Espesor aislante. (IDAE, 2009).....	62
Figura 47: Comparativa método MetaSol y F-Chart.(IDAE, 2014).....	64
Figura 48: Pantalla bienvenida CHEQ4. (CHEQ4, 2017)	64
Figura 49: Pantalla localización CHEQ4. (CHEQ4, 2017).....	65
Figura 50: Pantalla configuración CHEQ4. (CHEQ4, 2017)	65
Figura 51: Pantalla demanda CHEQ4. (CHEQ4, 2017)	66
Figura 52: Pantalla Solar/Apoyo CHEQ4. (CHEQ4, 2017)	66
Figura 53: Pantalla Otros parámetros CHEQ4. (CHEQ4, 2017)	67
Figura 54: Pantalla Resultados CHEQ4. (CHEQ4, 2017).....	68
Figura 55. Componentes bomba de calor. (Elaboración propia en IMST-ART).....	72
Figura 56. Diagrama bomba de calor. (Martínez, Gómez, 2005)	72
Figura 57. Datos bomba de calor Enero. Cálculo subcooling. (Elaboración propia en IMST-ART).....	73
Figura 58. Cálculo subcooling óptimo. (Elaboración propia en IMST-ART).....	74
Figura 59. Factor de ponderación. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”).....	75
Figura 60. Factor de corrección. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)	75
Figura 61. <i>COP estacional mensual</i> para cada ciudad. (Elaboración propia)	82



Figura 62. Potencia mensual para cada ciudad. (Elaboración propia) 82



Índice de tablas

Tabla 1. Area compartimentos. (Elaboración propia)	20
Tabla 2. Demanda de ACS pico anual. (Elaboración propia)	30
Tabla 3. Datos municipio. (Elaboración propia)	32
Tabla 4. Demanda energética anual. (Elaboración propia)	33
Tabla 5: Patrón de sombras.(Elaboración propia).....	39
Tabla 6: Valores comparativos de diferentes captadores. (Elaboración propia)	40
Tabla 7: Factores de corrección para temperaturas medias del agua distintas de 45°C(Cañada,2008)	48
Tabla 8. Cálculo de pérdida de carga total. (Elaboración propia)	50
Tabla 9. Perdidas por rozamiento en tubería de distribución. (Elaboración propia).....	52
Tabla 10: Datos de entrada intercambiador circuito primario. (Elaboración propia).....	54
Tabla 11. Datos de entrada intercambiador circuito secundario. (Elaboración propia).....	54
Tabla 12. Calculo del volumen total del fluido en el circuito. (Elaboración propia)	55
Tabla 13. Pérdidas de carga totales. (Elaboración propia).....	57
Tabla 14. Perdidas circuito hidráulico. (Elaboración propia)	69
Tabla 15. Pérdidas de carga totales. (Elaboración propia).....	70
Tabla 16. COP y potencias de la instalación para cada mes. (Elaboración propia)	74
Tabla 17. COP y potencias de la instalación para cada mes. (Elaboración propia)	79



Capítulo 1. MEMORIA

1.1 Marco general

1.1.1 Objeto del proyecto

El presente proyecto titulado “Diseño y evaluación de diferentes sistemas de producción de agua caliente sanitaria para un polideportivo ubicado en dos zonas climáticas diferentes.” constituye el trabajo de final de grado del alumno Albert Tarazona Masià para sus estudios de Grado Ingeniería en Tecnologías Industriales(GITI).

Este proyecto tiene como objeto encaminar los conceptos asimilados durante los cuatro años de grado, para componer la instalación de ACS del polideportivo municipal de Paiporta. Con la finalidad de acercar dicho trabajo académico a la realidad, los datos son extraídos de una instalación existente, que mantiene un estado activo durante todo al año.

Para la realización del citado trabajo de final de grado, se ha contado con el apoyo del arquitecto municipal, Alfonso Tarazona, el cual ha proporcionado los planos del edificio en estudio, así como los planos del catastro del municipio. Además, se han conseguido los datos de demanda, proporcionados por los responsables del complejo, buscando así una verificación total del proyecto académico, con la finalidad de poder acercarse a un proyecto real de ingeniería.

Los cálculos tal como se ven reflejados en el capítulo de “Cálculos justificativos” se expresan de manera clara y concisa, detallando cada expresión utilizada para su procedimiento. Asimismo, se ha buscado la utilización de programas como Swep, AutoCAD o IMST-ART entre otros, para verificar cada elemento de la instalación con software utilizado en la ingeniería para dimensionar instalaciones, buscando así, obtener datos de los elementos necesarios de forma práctica, es decir, aplicables a la instalación real.

Por otro lado, se incluyen de cada elemento teórico calculado para implementar la instalación, su ficha técnica de dicho elemento en su versión comercial, con la finalidad de acrecentar la posibilidad futura de implementar la instalación en el municipio, dada la elevada reducción de emisiones de CO₂, que se detalla en el capítulo “Cálculos justificativos”.

Se ha determinado como mecanismo de importancia en el marco teórico que sustenta el proyecto, la justificación de cada información con la firma del artículo de cada autor, de un libro, de un artículo, de una revista o cualquier otro medio contrastado de información, con la cita de dicha base, para así, dar validez y sustento a la información en que se basa el proyecto. Todos ellos quedan recogidos en el capítulo de “Referencias”. Así como la fuente de cada tabla o imagen utilizada en el documento, siempre que no sea de elaboración propia.

Conjuntamente, se han realizado cálculos comparativos de la instalación base en Valencia, con otra ciudad española como es Pontevedra, para analizar así las diferencias en las emisiones de CO₂. Igualmente, se ha dimensionado las necesidades de la instalación para el abastecimiento mediante una bomba de calor, para valorar la mejoría o las ventajas de uno o de otro sistema en base a las emisiones de CO₂.

Por último, cabe compendiar como objetivo principal, elaborar el proyecto con fines académicos, dada la situación académica actual de realización un trabajo de final de grado. Pero también como objetivos específicos, siempre se han tenido en cuenta, acercar el proyecto a una instalación real, fundamentar con bases teóricas contrastadas, con la finalidad de respaldar los

cálculos, buscar fichas técnicas comerciales que verificasen los elementos obtenidos y, sobre todo, destacar el cuidado del medio ambiente y la reducción de la huella de CO₂ sobre él.

1.1.2 Alcance de proyecto

En el presente proyecto se procederá a diseñar la instalación de agua caliente sanitaria con aporte de energía solar térmica y apoyo con caldera de gas natural en el polideportivo municipal de la población de Paiporta.

El alcance del trabajo es múltiple, primero realizar el diseño de la instalación, segundo ejecutar las comprobaciones medioambientales y por último elaborar el presupuesto de la realización.

En primer lugar, antes de proceder a ejecutar los primeros cálculos se han de averiguar y analizar los siguientes datos:

- Datos solares del emplazamiento.
- Demanda de agua caliente sanitaria de la instalación.
- Planos de vista en planta del edificio.
- Disposición de espacio disponible en azotea para colocar los captadores.
- Distancias entre diferentes elementos y sala de máquinas para dimensionamiento de tuberías.
- Edificios colindantes que provocan sombras.
- Legislación actual, especificada en capítulo "Legislación aplicable".
- Índices económicos.

Una vez lograda esta información de usuarios al día, se puede proceder al cálculo de la demanda en litros por día según el Código Técnico de la Edificación(CTE) y dada la zona horaria, se obtiene la contribución sola mínima según la HE-4. Para cada captador se analizará sus pérdidas por orientación e inclinación, en base a los edificios colindantes especificados en el catastro. A partir de ahí, se estudiará la demanda energética anual para hallar el área de captación necesaria y con ello el número de captadores, según al área de captación.

Una vez se obtiene el captador idóneo equiparado con diferentes catálogos comerciales, se procederá a calcular cada uno de los elementos necesarios de la instalación, especificados en el capítulo "Descripción de la instalación y sus componentes", incluyendo en el mismo, circuito hidráulico, bombas y elementos de control ente otros.

Posteriormente, una vez se finalice el diseño completo de la instalación, se calcularán las emisiones de CO₂, según el porcentaje de energía que el sistema de apoyo ha de aportar. De esta manera se compara la diferencia de partículas emitidas mediante la instalación de captadores solares y apoyo de gas natural, frente a la instalación tradicional de caldera de gas natural.

A continuación, se realiza una modificación en la instalación, basado en el cambio de la zona climática de estudio de la misma. Se llevará la instalación actual al norte de España, a la ciudad de Pontevedra, una zona solar totalmente opuesta, donde la contribución solar mínima cambiará y podremos analizar las diferencias en la instalación y las emisiones.

Por último, se procederá a realizar un cambio drástico en la instalación, buscando una última comparación, sustituyendo los captadores solares, por una bomba de calor y se analizarán los efectos de este cambio.

1.1.3 Motivación y justificación

La realización de este proyecto radica en un interés personal de enriquecer mis propios conocimientos como Ingeniero Industrial en el campo de las energías renovables, más concretamente en el campo de la energía solar térmica, debido a un objetivo particular de especializarme en esta área.

La tarea de diseño de una instalación a partir de datos empíricos constituye el día a día de un ingeniero y, es por ello que, he valorado que realizar el trabajo según las exigencias y marcando los tiempos del proceso de diseño en una instalación real, sería lo más pertinente para desarrollar este artículo académico, con el fin de hacer útil dicho proyecto como una primera prueba de un trabajo como ingeniero que ejerce como tal.

Los nuevos decretos del gobierno que obligan a la utilización de estas instalaciones en edificios de nueva construcción o en rehabilitaciones importantes (CTE,2006), han catapultado esta tecnología, como una de las más presentes en el mercado actual. Además, ello ha hecho concebir en gran de cantidad ingenieros, como en mi caso, una visión de futuro para esta tecnología, la proyección que puede adquirir este campo de aplicación, puede dotarle de unas aplicaciones útiles y, por tanto, que puedas dedicarte a ello.

Debido a estos cambios y nuevas implantaciones, no solo ingenieros o estudiantes se han focalizado en ello, sino también, grandes empresas, multinacionales, que han advertido desde hace años un mercado emergente, estable y con futuro, y del cual han buscado desde un principio ofrecer productos competitivos y de gran calidad. De esta forma, el diseño de dichas instalaciones pasa a ser un compendio de mini instalaciones, donde cada elemento o componente proviene de un mercado especializado distinto y donde la integración de los diferentes elementos es la mayor dificultad del ingeniero proyectista.

No obstante, no todo son buenas noticias para este ámbito de la ingeniería, puesto que, tras el auge inicial de los primeros años, los gobiernos de diversos países, cuya inversión en energía renovables es minúscula, comenzaron a investigar cómo sacar partida económica de esta tecnología, dado que se estaba volviendo independiente de los monopolios de la red eléctrica. Por ello, en el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, el gobierno español instaura un “impuesto al sol”, donde todos los usuarios de placas solares que obtengan energía a través de los rayos del sol, deben pagar un impuesto al estado.

A pesar de todo esto, la motivación última de un ingeniero para declinarse sobre un campo de investigación determinado, nunca son fines legales o económicos, sino personales. En mi caso, mi mayor acicate en esta área es conseguir una industria sostenible sin necesidad de combustibles fósiles, para abastecerse de energía y así poder seguir desarrollándose. El estímulo es muy evidente, pues tenemos fuentes de energía naturales, como el sol, el viento, las olas, de las cuales podemos obtener energía sin dejar huella en el universo, sin dañarlo, o al menos, no significativamente. En cambio, desde la Revolución Industrial en la segunda mitad del S.XVII, las emisiones de CO_2 aumentaron de forma exponencial y hemos de encontrar una forma para reconducir esa tendencia que acabará destruyendo el planeta.

A finales del S.XX, las principales potencias mundiales, cayeron en la cuenta de que su modelo actual no era sostenible, por ello, decidieron reunirse y alcanzar unos acuerdos para la disminución de

emisiones en los años venideros. El acuerdo se realizaba en función de las emisiones per cápita, por lo que, algunos países como Alemania o Dinamarca debían reducir sus emisiones en un 21%, pero en cambio, otros como España podían aumentarlas en un 15%, Portugal en un 27% o Grecia en un 25%. (Escolano,2005).

Más recientemente, en el 2006 la Directiva Europea sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos fijó una nueva hoja de ruta, un objetivo de ahorro energético mínimo de un 9% en 2016(Consejo Europeo,2006) y obliga a los estados miembros a presentar un plan de acción nacional donde se fijen las propuestas para conseguir los objetivos fijados. Más adelante, el consejo europeo de 17 de junio de 2010, fija como objetivo para 2020 ahorra un 20% de su consumo de energía primaria (Consejo Europeo,2010).

Por ello, expuestos todos estos hechos, en este proyecto se persigue como objetivo último, la reducción de emisiones de CO_2 al medioambiente, a través de la utilización de placas solares en una instalación de agua caliente sanitaria. En el capítulo de “Cálculos justificativos”, se situará un apartado especialmente dedicado a la comparación y análisis de este hecho.

1.2 Descripción del edificio

1.2.1 Emplazamiento

El edificio de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Paiporta dentro de la comarca “Horta Sud” y perteneciente a la provincia de Valencia.

Las coordenadas geográficas del emplazamiento son:

-Latitud: 39°25'40"N

-Longitud: 0°25'06"O

-Altura: 52 msnm.

El lugar donde se ubicará la instalación es el polideportivo del municipio, que recoge actividades lúdico-deportivas como pistas de tenis, baloncesto o fútbol sala. Se detalla en la Figura 1 la localización del municipio con el contexto de la provincia.

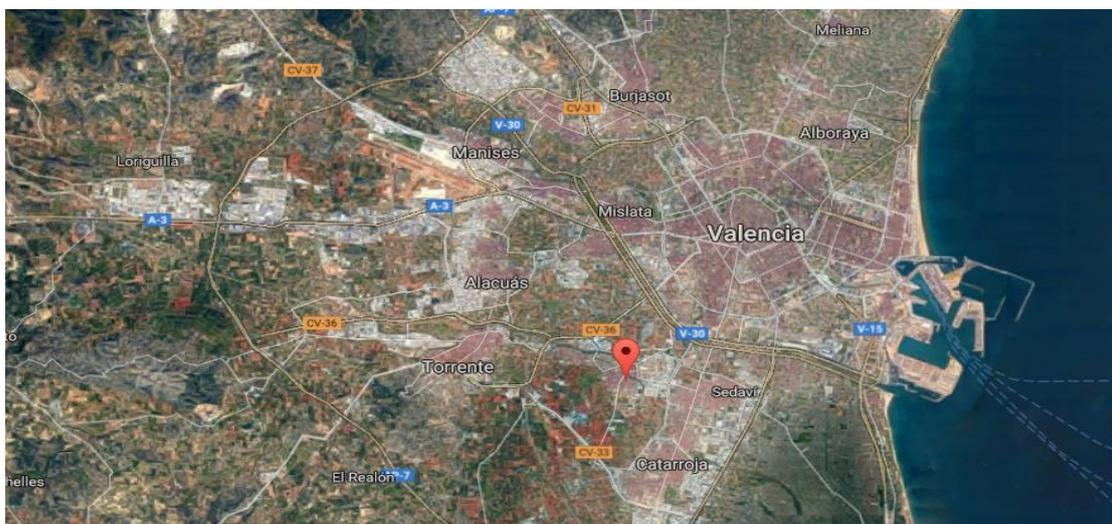


Figura 1: Localización Paiporta. (Google Maps, 2017)

Paiporta pertenece a la comarca de “Horta Sud” junto a otros municipios como Silla, Benetússer, Picassent o Catarroja y a pesar de ser reconocida como mancomunidad no cuenta con delegación de la Generalitat Valenciana por lo que no existe capital administrativa. Limita al norte con la ciudad de Valencia, al oeste con la Ribera Alta, al este con la Albufera y al sur con la Ribera Baja y la Ribera Alta. El idioma hablado es el valenciano, con un 72% de los colegios con enseñanza íntegramente en valenciano.

Para situarse más específicamente en la ubicación exacta del municipio se adjunta en la Figura 2 una vista más cercana de la población, indicando además donde se encuentra el polideportivo municipal.



Figura 2: Localización Paiporta. (Google Maps, 2017)

A continuación, se añade en la Figura 3 la ubicación del edificio dentro del polideportivo mediante un fragmento del catastro, facilitado por el Ayuntamiento de Paiporta en formato CAD. El edificio esta remarcado en rojo en la parte superior izquierda de la figura 3.

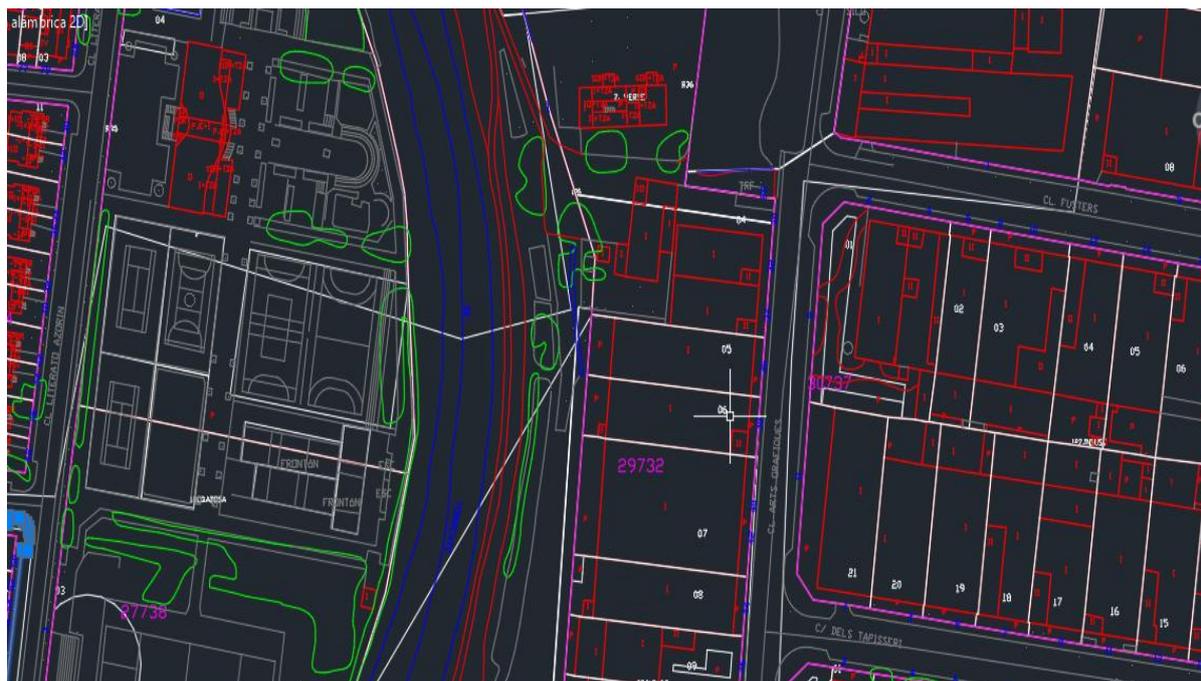


Figura 3: Localización Polideportivo Municipal. (Catastro Paiporta, 2017)

1.2.2 Uso y acceso al edificio

La instalación abastecerá las duchas para los usuarios de dos pistas de tenis, dos pistas de futbol sala, tres pistas de frontón, una pista de baloncesto y una pista de hockey. Además, en periodo de verano, meses Junio, Julio, Agosto y Septiembre se incluirán las duchas destinadas a la piscina municipal.

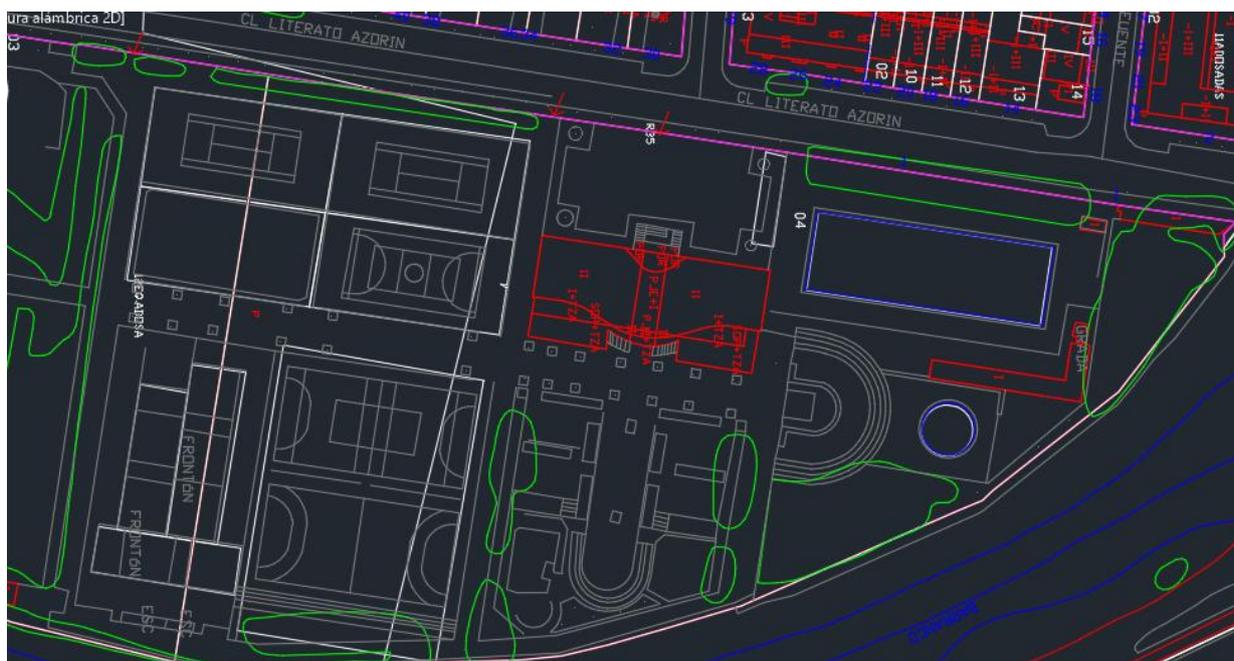


Figura 4: Ubicación Instalación en el polideportivo. (Catastro Paiporta, 2017)

Los accesos al complejo se detallan con flechas en rojo en la Figura 4, dando lugar a la entrada por el parking la situada más a la derecha y las dos entradas para peatones en la parte central y la parte izquierda. Esta imagen esta girada 90º en sentido horario con respecto a la disposición real.

1.2.3 Horarios de apertura y cierre

La apertura del centro se realizará a las 9:00 de la mañana y el cierre a las 23:00.

1.2.4 Edificaciones colindantes

La edificación limitará por el norte con la piscina municipal, por el sur con una pista de baloncesto, por el este con un parque infantil y por el oeste con la calle Literato Azorín, por tanto, no existe ninguna edificación colindante. Del mismo modo, el polideportivo limitará por el norte y el este con el Barranco de Chiva, por el oeste con la calle Literato Azorín y por el sur con el campo de futbol “El Terror”.

1.2.5 Distribución en planta

El edificio consta de dos plantas habitables y de una azotea en la cual se colocarán los captadores de la instalación. La planta baja está destinada únicamente para el polideportivo, mientras que en la primera planta se encuentra la biblioteca municipal. La altura de la fachada principal es de 11 metros, constituida por dos pisos de 5 metros cada uno y con una barandilla de 1 metro para la azotea. La orientación de dicha fachada es de 9º en sentido horario en respecto al sur.

La planta baja, cuya vista en planta se detalla en la Figura 5, consta de cuatro vestuarios, dos para hombres y dos para mujeres, los principales, uno para cada sexo, son los que se encuentran a la derecha de la imagen y están abiertos durante todo el año para los usuarios del complejo, además en verano se abren dos vestuarios más para poder soportar la mayor afluencia de gente de la piscina. Dispone además de seis oficinas y de una recepción. Las dimensiones de esta planta son de 48x22.3, lo que compone un área de 1070 m².



Figura 5: Vista en planta de Planta Baja. (Catastro Paiporta, 2017)

En la zona externa del edificio se halla el parking para los trabajadores del polideportivo, así como la sala de máquinas, que tiene acceso desde el exterior del edificio, donde se localiza los intercambiadores, el acumulador, las bombas y demás componentes de la instalación.

En la primera planta reside la biblioteca municipal, que instala una zona de aseos y de restauración para los huéspedes, además de diferentes compartimentos con diferentes usos para la biblioteca, cada uno de ellos, junto con sus dimensiones, se detalla en la tabla 1 los principales:

Departamento	Dimensiones(mxm)	Área (m ²)
Aseos	30x3,3	99
Restaurante	16x3,5	56
Sala adultos	9,92x9,46	93,84
Sala Infantil	7,3x5,1	37,23
Hemeroteca	8,9x4,3	38,27
Sala Juvenil	5,05x4,9	24,75
Atención al público	11,7x11,1	129,87

Tabla 1. Área compartimentos. (Elaboración propia)

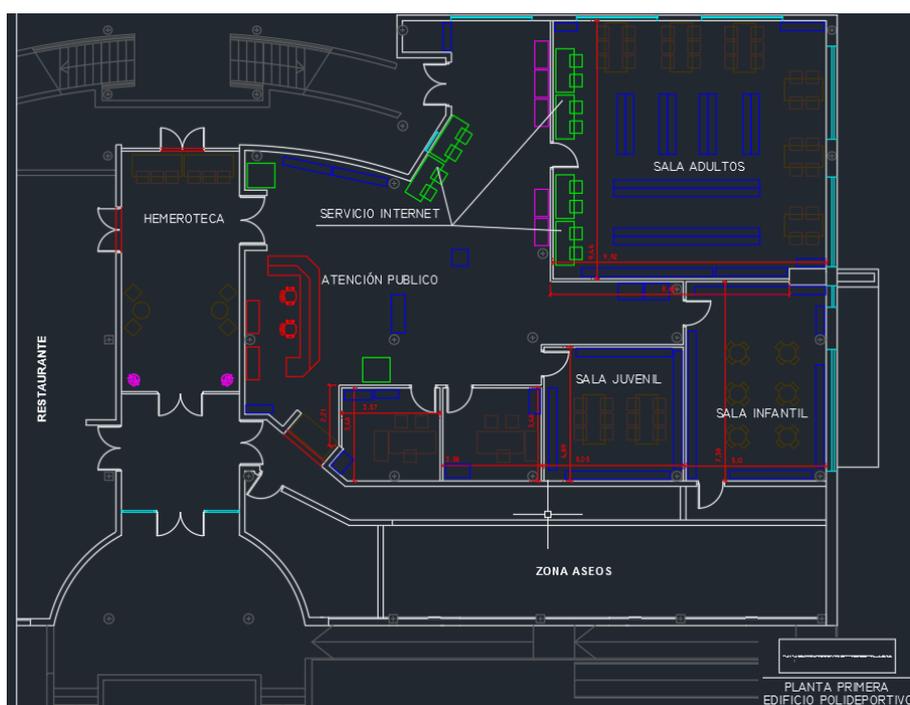


Figura 6: Vista en planta de Planta Primera. (Catastro Paiporta, 2017)

El área total interior de esta planta es de 30x26, lo que es un total de 780 m². Además, dispone de una terraza en la parte izquierda, a continuación del restaurante, de 290 m², que completa los 1070 m² de la planta total.

La azotea dispone de un área útil menor que el área de la primera planta, ya que la planta es de 48x22.3, pero la total útil de la azotea es de 48x12, lo que es un 46% menos debido a la forma de la

misma. Como resultado obtenemos 576 m² disponibles para colocar los captadores, tal y como se muestra en la Figura 7 de la vista área de la edificación facilitada debajo.

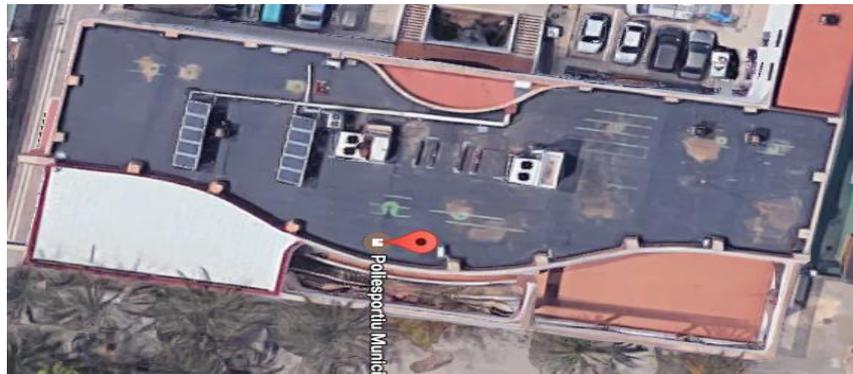


Figura 7: Vista aerea edificio. (Google Maps, 2017)

1.3 Energía solar térmica

1.3.1 Sol como fuente de energía

La energía solar se define como la energía producida a través de la radiación electromagnética procedente del sol que llega a la tierra. Esta radiación es procedente del núcleo del sol, que está en continua reacción de fusión debido a las intensas fuerzas de gravedad a las que está sometido. El sol es una esfera de plasma formada en tres cuartas partes de hidrógeno, resto lo componen elementos como el helio, carbono, oxígeno, neón y hierro. (Bachiller, 2009)

El sol se formó hace aproximadamente 4600 millones de años y se estima que no llega a la mitad de su vida. Su diámetro es de 1.392.000 km, que forma un volumen de $1,4123 \times 10^{18}$ km³ y cuya masa es de $1,9891 \times 10^{30}$ kg. La distancia del sol a la tierra es de 149.597.870.700 m (Méndez et al., 2008) y su luz recorre esta distancia en 8 minutos y 17 segundos. La reacción en su núcleo provoca que 4,3 millones de toneladas/s. de hidrógeno se transforman en energía, con una temperatura interior mayor de 20×10^6 K (Cansado, 2008).

La tierra en su movimiento anual describe una trayectoria elíptica alrededor del sol con una duración de 362,2422 días. Es el llamado movimiento de translación, pero el sol no ocupa el centro exacto de dicha elipse, sino que existe una excentricidad de 0,0017 (Cañada, 2008). Esto crea que la distancia del sol a la tierra fluctúe a lo largo del año creando así las estaciones.

Por otro lado, el movimiento de rotación del sol respecto a su eje origina las diferencias entre el día y la noche. La unión de los dos polos terrestres tiene una inclinación de 23,5° respecto de la perpendicular del plano de la eclíptica.

La declinación, representada como δ , mide en ángulo que forma la línea que une los centros de la Tierra y el Sol con el plano ecuatorial terrestre. La declinación varía a lo largo del año según la ecuación 1:

$$\delta = 23,45^\circ \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (n + 284) \right] \text{ siendo } n \text{ una ordenación ordinal de los días del año}$$

Ecuación 1. Declinación. (Cañada, 2008).

La variación de la declinación que provoca se representa en la figura 8 como:



Figura 8: Variación del ángulo de declinación. (Cañada,2008).

El afelio es el punto de la órbita terrestre en el que la Tierra se encuentra más lejana del sol, mientras que el perihelio ocupa la posición más cercana. Ambos puntos unidos por la línea de los ápsides.

La esfera celeste es la esfera imaginaria desde la cual un observador situado en la tierra vislumbra todos los astros visibles desde la tierra. La latitud del observador en la tierra equivale al CÉNIT en la esfera celeste (90° respecto al observador). El observador percibe el universo como el ente el cual, es el centro del mismo y todo gira alrededor de él, por ello para definir la posición del sol respecto de un observador definimos dos conceptos: (Cañada,2008)

- Cenit solar: Angulo entre el cenit local y una línea que une el observador y el sol. Puede variar entre 0 y 90° . El ángulo complementario es la altura solar.
- Acimut solar: Angulo entre el plano del meridiano del observador y el plano de un círculo que pasa por el cenit y el sol. Se mide de 0 a 180° si nos desplazamos hacia el Este y de 0 a -180° si nos desplazamos hacia el Oeste.

La altura solar máxima representa el punto en el cual la altura alcanzara su máximo diario. Este valor se obtiene una vez conocida la latitud y la declinación mediante la expresión:

$$h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Ecuación 2. Altura solar máxima. (Méndez,2008)

Dicha expresión genera un mapa de trayectorias solares que permiten calcular la influencia de las sombras en la producción de los captadores solares. (Abelló Sumpsi,2007)

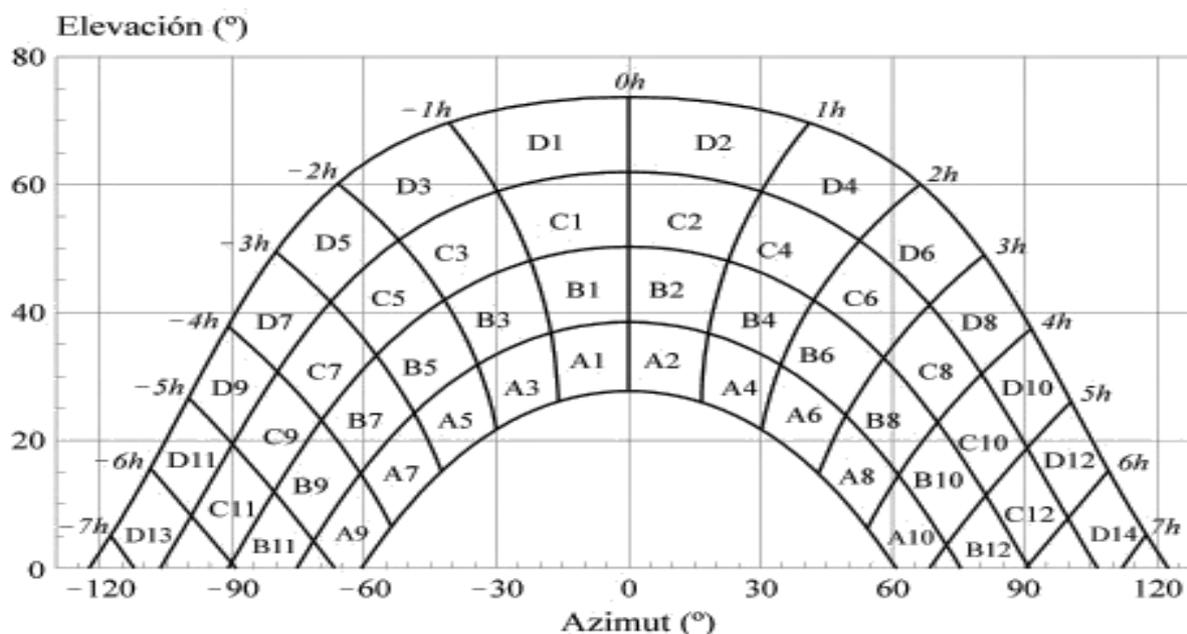


Figura 9: Trayectoria de sombras. (Cañada,2008)

La radiació del sol origina ondes electromagnètiques con longitudes de onda comprendidas entre 0.1 μm y 10 μm , esta radiación llega a la tierra. La cantidad de energía por unidad de tiempo que atraviesa la unidad de superficie colocada perpendicularmente a los rayos solares en el exterior de la atmosfera terrestre y a la distancia media entre la tierra y el sol se define como constante solar (G_{sc}), cuyo valor es de 1367 W/m^2 (Passamai,2000).

La radiación solar que llega a la atmosfera se ve afectada por los fenómenos de absorción y de dispersión. El fenómeno de dispersión convierte los componentes de la atmosfera en nuevos emisores de energía, de manera que esta energía es captada de nuevo y emitida en todas las direcciones. El fenómeno de absorción es inverso al de dispersión y al incidir sobre ellos la radiación solar se convierten en sumideros de energía.

A nivel terrestre existen tres componentes de radiación solar incidente: (Méndez,2008)

- Componente directa: Radiación que no ha sido intervenida por la atmosfera terrestre y que tiene una dirección definida por la línea que une la Tierra y el Sol.
- Componente difusa: Ha sufrido un proceso de dispersión por los componentes de la atmosfera y proviene de todos los puntos de la bóveda celeste.
- Componente reflejada: Es la radiación directa y difusa que una vez ha sido reflejada por la tierra incide sobre la superficie de captación.

La radiación solar incidente no es la válida para una instalación de solar térmica, sino la radiación solar incidente sobre plano inclinado, por ello dicha radiación se obtiene a través del modelo CENSOL, que sigue dicha expresión:

$$\hat{H}_\beta = \hat{H} \cdot \alpha \cdot K \cdot Y \quad \text{expresado en MJ}\cdot\text{m}^{-2} \text{ (Cañada,2008)}$$

Ecuación 3. Irradiación sobre plano inclinado. (Cañada,2008)

α representa el coeficiente de corrección debido a la limpieza de la atmosfera.

K indica la corrección respecto a la inclinación, valores tabulados en el Anejo 2, en función de la latitud, el mes del año y la inclinación.

Y representa el porcentaje de energía que no se aprovecha a primeras horas de la mañana y toma un valor de 0,94.

Ĥ son los datos de irradiación solar global media diaria sobre una superficie horizontal, en MJ·m⁻², representados en la figura 10

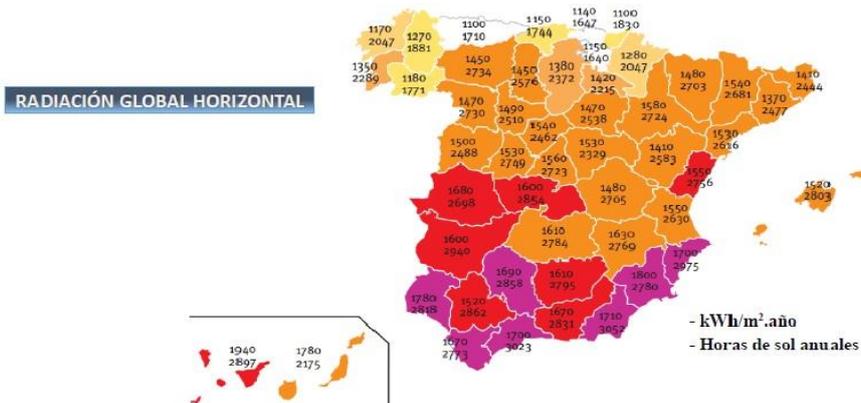


Figura 10: Radiación global horizontal España. (IDAE, 2006)

1.3.2 Situación actual

La teoría del pico de Hubbert predice que la producción mundial de petróleo llegara a su cénit y después declinara tan rápido como creció, ya que es un recurso finito y no renovable en periodos cortos de tiempos. (Martínez, P. R. 2009). Actualmente los estudios prevén que el petróleo alcanzara su pico en 2030 y que, a partir de esa fecha, los precios no podrán competir con las energías renovables, por tanto, caerán en desuso.

Ante este acontecimiento muchas fueron las tecnologías que surgieron para cubrir esa demanda, fotovoltaica, hidráulica, eólica, geotérmica...pero una de ellas despunto con más auge, la solar. Desde 1994 los metros instalados en la unión europea fueron en aumento, hasta 2009 donde la grave crisis económica apabulló su crecimiento, tal como muestra la Figura 11.



Figura 11: Metros instalados anuales en la UE. (EuroObserver, 2016)

En España actualmente hay instalados 2240 MWth, es decir, más de 3,5 millones de m², cuya aplicación principal es la de abastecimiento de agua caliente sanitaria. Su presencia se ve incrementada gracias a la entrada en vigor en 2006 del Código Técnico de la Edificación, donde indica que su instalación es obligatoria en edificios de nueva construcción o rehabilitaciones importantes, por lo que estas instalaciones son cada vez más habituales. Aunque su rentabilidad se ve afectada por la intervención del estado, tal como cita el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, “la obligación de las instalaciones de autoconsumo de contribuir a la financiación de los costes y servicios del sistema en la misma cuantía que el resto de los consumidores” por lo que a pesar del su potencial para llegar a ser independiente de la red eléctrica se seguiría viendo obligado a pagar impuestos y tasas administrativas. Además, en este decreto se instaura el conocido “impuesto al sol”, el cual obliga a pagar un impuesto por disponer de tecnología que obtenga energía a partir de su radiación.

Este documento del gobierno español se vio rebatido por la Unión Europea (Parlamento Europeo,2016) en un documento que remarca que “el autoconsumo de energía solar no es viable financieramente a menos que los índices de autoconsumo sean muy elevados”, además de notificar que “esta Ley (el Real Decreto sobre autoconsumo) contiene disposiciones muy adversas para el mismo, ya que el exceso de electricidad suministrado a la red no se remunera en absoluto” por lo que el impuesto al sol es una rémora para las energías renovables y la sociedad auto-sostenible del S.XXI.

Empresas privadas innovadoras como Tesla han encontrado en la energía solar térmica una vía para seguir explotando sus propuestas renovables, y sobre todo en España, el cual es el país de la Unión Europea con más radiación anual (Economía,2017). Por ello, han lanzado una tecnología que pretende cubrir, literalmente, todas las viviendas con tejados compuestos por placas solares, bajo el lema:

“El Sol proporciona, en tan sólo una hora, la energía suficiente para abastecer a nuestro planeta durante un año. Tu hogar puede capturar esta fuente de energía, que es gratuita y abundante, a través de tejas solares y convertir la luz del sol en electricidad para utilizarla de forma inmediata o almacenarla en una batería(Tesla,2017).”

Además, ante la problemática del Real Decreto nombrado anteriormente, que no remunera el exceso de energía suministrado a la red, lo que provoca una pérdida de energía, que cae en desuso, Tesla ha encontrado una solución, la batería Powerwall. Tal y como exponen en su página web: “Gracias a la integración con la batería Powerwall, la energía que se recoge durante el día se almacena y está disponible en todo momento, lo que permite convertir su hogar en su propia red de suministro.” (Tesla,2017). Con ello pretende un mayor aprovechamiento de la energía captada por el techo solar y la posibilidad de alimentar la casa durante las horas de corte de suministro solar, buscando así, lograr el autoabastecimiento.

1.4 Descripción de la instalación y sus componentes

1.4.1 Sistema de captación

El sistema de captación es el encargado de transformar la radiación solar en energía térmica y transferirlo hasta el subsistema de intercambio y acumulación a través del circuito primario. (Cañada,2008)

Está formada por el absorbedor, que se constituye por una placa metálica, sobre la cual se sueldan los tubos por los que circula el fluido caloportador(Méndez,2008). El absorbedor lleva un revestimiento cuyas propiedades son la elevada absorbancia y baja transmitancia, a fin de una absorción óptima. Asimismo, es importante la transmisión de calor entre el absorbedor y el fluido caloportador.

Además, dispone de dos elementos de protección, el aislamiento y la carcasa. El primero, protege al absorbedor de las pérdidas por difusión térmica en su parte posterior. El segundo, tiene la misión de proteger y soportar los elementos del captador y de proporcionar estabilidad estructural.

El captador deberá disponer de un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm en la parte inferior, de manera que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador (CTE HE-4,2013).

1.4.2 Fluido de trabajo

El fluido de trabajo es el encargado de pasar a través del absorbedor y transferir a otra parte del sistema la energía térmica absorbida. Se pueden utilizar diferentes tipos de fluidos, el elegido para esta instalación es el agua más anticongelante, cuyos cálculos se detalla en el capítulo 2.14, además se añade su composición y su calor específico tal como se exige por norma. (CTE HE-4,2013)

1.4.2 Sistema de intercambio

El sistema de intercambio tiene la misión de realizar la transferencia de energía entre fluidos, separados por una pared, se encuentran a diferente temperatura(Cañada,2008). Mediante dicho sistema se busca realizar un intercambio de calor entre dos circuitos diferentes cerrados, sin que se transfiera fluido entre ellos.

El tipo de intercambiador designado para la instalación de estudio es de placas, el cual presenta el gran inconveniente de la disminución del rendimiento del sistema, por tanto, se debe sobredimensionar el tamaño de los mismos, para conseguir la misma potencia. La circulación de los fluidos debe ser a contracorriente, para así asegurar el correcto funcionamiento del mismo, por lo que el circuito primario entrará por la parte superior y saldrá por el mismo lado del inferior y el secundario entrará por el inferior y saldrá por el superior del lado opuesto(Méndez,2008).

La transferencia de calor en el intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor que $40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y la potencia mínima del intercambiador se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día, tomando la radiación solar como 1000W/m^2 y un rendimiento de conversión del 50%. (CTE HE-4,2013)

1.4.3 Sistema de acumulación

Uno de los puntos álgidos de la energía solar térmica es la acumulación de la energía, debido a que no siempre coincide en el tiempo la necesidad de esta con la recibida del sol, por lo que es imprescindible disponer de un sistema de almacenamiento.

Existen dos tipos de depósitos, ambos presentes en la instalación, el depósito acumulador y el interacumulador. En el primero el intercambiador de calor se sitúa en el exterior del depósito, mientras que en el segundo se alberga en su interior(Méndez,2008).

El depósito elegido para esta instalación es un acumulador de inercia, cuyo material de composición es el Acero carbono S235JR. Del mismo modo, con el fin de optimizar el comportamiento del acumulador, se busca una buena estratificación por diversos motivos. En la parte inferior se busca la temperatura más baja posible para favorecer el intercambio entre el primario y el agua acumulada, además, en la parte superior se precisa la temperatura más alta que se pueda, ya que, es el punto que se atienden las demandas energéticas de la instalación (Méndez, 2008). Conjuntamente, para mantener la estratificación conviene reducir los efectos de la mezcla, por ende, se emplean deflectores, es decir, tubos difusores en las tuberías de entrada al acumulador para reducir la velocidad del agua al entrar. (Cañada, 2008)

1.4.4 Bombas de circulación

Las bombas de circulación son las encargadas de transportar el fluido por toda la instalación debido a una cantidad de energía suministrada a este. La energía producida debe vencer la resistencia que opone el fluido y los diferentes elementos de la instalación, así como mantener la presión deseada en cualquier punto (Cañada, 2008).

En el circuito primario las pérdidas son menos agresivas, pero en el secundario, debido a las pérdidas de los intercambiadores, las potencias de las bombas deberán ser mucho mayores, ya que la pérdida de carga a vencer será notable (IDAE, 2009). Por otro lado, la potencia de la bomba para instalaciones grandes, como es el caso de estudio, no podrá exceder el 1% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el campo de captadores (CTE HE-4, 2013)

En caso de ser necesario el montaje de bombas circuladoras, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, siempre buscando alejarse del fenómeno de la cavitación y con el eje de rotación en posición horizontal. Conjuntamente, si el circuito está dotado de una bomba, la caída de presión se debería de mantener tolerablemente baja en todo el circuito. (Méndez, 2008)

1.4.5 Circuito hidráulico

El circuito hidráulico de una instalación está formado por el conjunto de tuberías, bombas, válvulas y accesorios que se encargan de hacer funcionar la instalación de energía solar térmica y de suministrar ACS para cubrir la demanda requerida.

Algunos de estos elementos se regulan por el Código Técnico de la Edificación, según su norma, para contribución solar mínima de ACS, sección HE-4. Se deben instalar válvulas de cierre en la entrada y en la salida de las distintas baterías de los captadores y entre las bombas, de manera que pueda utilizarse para el aislamiento de dichos elementos en labores de mantenimiento. La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado, utilizando así el retorno invertido.

En los puntos altos donde pueda quedar aire acumulado se situarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación.

El esquema del circuito primario con todos sus elementos se detalla en la figura 12.

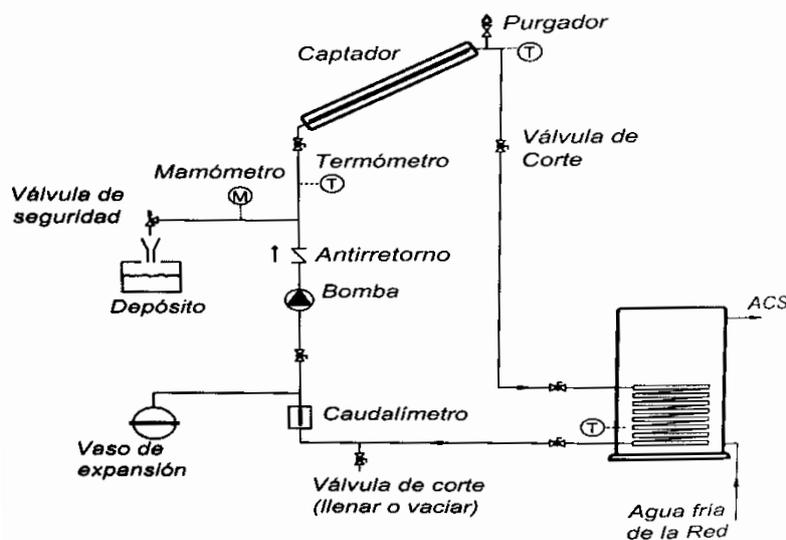


Figura 12. Componentes principales del sistema hidráulico de una instalación solar (Cañada, 2008)

1.4.6 Sistema de expansión

La finalidad del sistema de expansión es absorber las dilataciones y contracciones que experimenta el fluido, contenido en el circuito primario, debido a las variaciones de temperatura.

El sistema de expansión escogido para la instalación es cerrado y sus valores se detallan en el capítulo 2.17 y se dimensiona en base a las directrices del Código Técnico, que establecen que el dispositivo de expansión cerrado debe de estar dimensionado de tal forma que después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación, con radiación solar máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo (HE-4 CTE, 2013).

1.4.7 Sistema de control y regulación

El sistema de regulación y control es uno de los elementos claves de la instalación, ya que, si no se encuentra convenientemente regulado, puede aportar mucha menos energía útil que la teóricamente calculada.

El termostato diferencial es un regulador del tipo “todo o nada”, cuya misión es mantener una diferencia de temperaturas establecidas, tal como se detallada en el capítulo 2.20. La localización de las sondas ha de ser tal que estas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de las vainas y evitando las tuberías separadas de la salida de los capadores.



Capítulo 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 Normativa aplicable

Para realizar esta instalación se ha tomado como referencia para dimensionar, la sección HE-4 de la normativa CTE publicada en el BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013, cuyo ámbito de aplicación es (CTE HE-4,2013):

- “a) edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria(ACS) superior a 50 l/d;
- b) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
- c) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.”

Además, también se utilizará el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones de Baja Temperatura a fecha de Enero 2009 para contrastar la instalación.

2.2 Demanda mensual de Agua Caliente Sanitaria

Días	Mes	Usuarios/día
31	Enero	50
28	Febrero	50
31	Marzo	50
30	Abril	50
31	Mayo	50
30	Junio	300
31	Julio	300
31	Agosto	300
30	Septiembre	300
31	Octubre	50
30	Noviembre	50
31	Diciembre	50

Tabla 2. Demanda de ACS pico anual. (Elaboración propia)

Durante el periodo de Octubre a Mayo, los usuarios de esta instalación son menores a los usuarios del periodo de verano, de Junio a Septiembre, debido a que en periodo estival la administración abre la piscina municipal y la afluencia de gente aumenta. Según el CTE se debe dimensionar para que la instalación cubra la demanda pico anual, por ello se dimensionará para una afluencia de 300 usuarios/día.

2.3 Condiciones de uso

Para calcular la demanda en litros/día que tiene la instalación se toman los valores de la figura 13 extraída de la HE-4, para la tipología de instalación, la cual se clasifica en el marco de vestuarios o duchas colectivas.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Figura 13: Demanda de referencia a 60°C. (CTE HE-4, 2013)

El cálculo se ha hecho según la ecuación 1, para un $T_i=12^\circ\text{C}$ y $T_{ref}=60^\circ\text{C}$, que es la temperatura final del acumulador. Si se hubiese elegido una temperatura final diferente de 60°, la demanda a dicha temperatura se habría calculado según la ecuación 4.

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Ecuación 4 (CTE HE-4, 2017)

Por tanto, se toman 21 litros/día-usuario con un número de usuarios pico de 300 al día se calcula la demanda en litros/día.

$$D\left(\frac{\text{l}}{\text{día}}\right) = 300 * 21 = 6300 \text{ litros/día}$$

2.4 Zona climàtica

Para computar la contribución solar mínima de las placas solares a la instalación, primero se ha de analizar la zona climática a la cual pertenece la instalación, ya que para cada zona climática dicha contribución solar varía. Para la zona de Valencia, se observa en la figura 14, que está dentro de la zona IV.

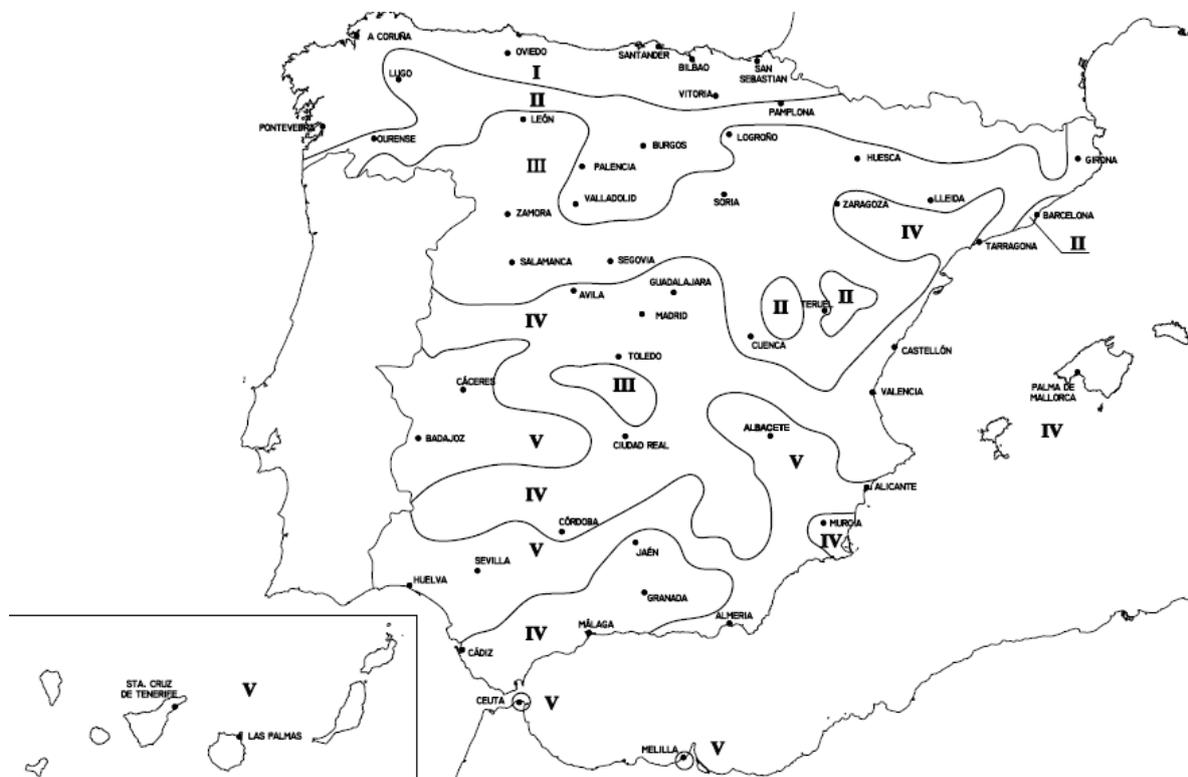


Figura 14: Zonas climáticas. (CTE HE-4,2013)

Se resumen los datos del municipio donde reside la instalación en la tabla 3.

Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Provincia	Valencia
Localidad	Paiporta
Comarca	Horta Sud
Latitud	39° 25' 40" N
Longitud	0° 25' 06" O
Altitud	52 msnm
Tº mínima histórica	-13°C
Zona climática	IV

Tabla 3. Datos municipio. (Elaboración propia)

2.5 Demanda energética anual

La instalación se debe dimensionar para que satisfaga toda la demanda térmica en verano y no resulte prácticamente necesario la utilización del sistema de apoyo en estos meses. (Cañada,2008)

La demanda térmica se calcula utilizando la expresión:

$$D_i = M_i \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{ref} - t_{fría})$$

Ecuación 5. Demanda energética. (Cañada,2008)

Tomando $\rho=1\text{kg/l}$; $c_p=4,18\text{ kJ/kg}$; $t_{ref}= 60^\circ$ se calcula la demanda térmica para cada mes. La temperatura de referencia esta dimensionada para dar valores de demanda unitaria mínima de ACS(Méndez,2008). Se considera para los valores de la temperatura fría, los datos del Anejo 1.

Mes	Usuarios/día	Litros/día	Tª Fría(°C)	Demanda Energética (MJ/día)
Enero	50,00	1.050,00	8,00	228,23
Febrero	50,00	1.050,00	9,00	223,84
Marzo	50,00	1.050,00	11,00	215,06
Abril	50,00	1.050,00	13,00	206,28
Mayo	50,00	1.050,00	14,00	201,89
Junio	300,00	6.300,00	15,00	1.185,03
Julio	300,00	6.300,00	16,00	1.158,70
Agosto	300,00	6.300,00	15,00	1.185,03
Septiembre	300,00	6.300,00	14,00	1.211,36
Octubre	50,00	1.000,00	13,00	196,46
Noviembre	50,00	1.000,00	11,00	204,82
Diciembre	50,00	1.000,00	8,00	217,36
Promedio		2.787,50		536,17

Tabla 4. Demanda energética anual. (Elaboración propia)

2.6 Contribución solar mínima

Según la normativa HE-4 de CTE se establece una contribución mínima de energía solar térmica según la zona climática y la demanda de ACS, esta contribución es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS. Se determina dicha contribución según los datos de la figura 15.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Figura 15: Contribución solar mínima anual para ACS (HE-4 CTE,2013)

Por tanto, para una demanda de 6300 litros/día y situando a Valencia dentro de la zona climática IV, el porcentaje de contribución solar mínima es del 60%.

2.7 Pérdidas por orientación e inclinación

Según el CTE el objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los captadores, de acuerdo a las pérdidas máximas admisibles, basándose en dos ángulos, el ángulo de inclinación y el ángulo de acimut. Además, será necesaria la presentación de la certificación de los ensayos del captador realizados por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio. (IDAE, 2009).

El ángulo de inclinación (β), se define como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Mientras que, el ángulo de acimut (α), se define como el ángulo que concurre entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (Tous, 2009).

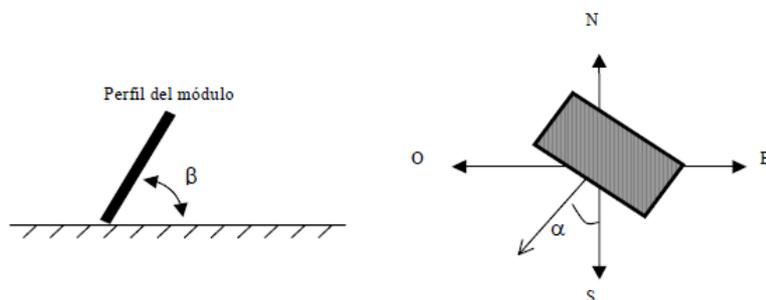


Figura 16: Orientación e inclinación de los módulos. (CTE HE-4, 2013)

Las pérdidas límite máximas por orientación e inclinación son las indicadas en la figura 17, donde también se indican las pérdidas límite por sombras calculadas en el apartado 2.8. Según el CTE se tipifica también un máximo de pérdidas total, acumulando las pérdidas por orientación e inclinación a las pérdidas por sombras.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Figura 17: Pérdidas límite. (CTE, 2013)

En el caso de la instalación seleccionada para el proyecto se incluye dentro del ámbito general, restringiendo las pérdidas por orientación e inclinación a un 10%, las pérdidas por sombras a un 10% y las pérdidas totales a un 15%.

Como no existe restricción alguna en el tejado del edificio que estamos estudiando, se establece la orientación óptima al sur, ya que es la orientación óptima que minimiza las pérdidas, por tanto, el acimut es nulo, $\alpha=0$.

Para determinar la inclinación óptima de los captadores se define la latitud geográfica de Valencia como $39,43^\circ$, pero dada la condición de la HE-4 del CTE que insta a computar con la demanda preferente estacional, se escoge el periodo de verano como predominante, por lo que se modifica el resultado de la inclinación óptima que será base de cálculo de las pérdidas por inclinación.

$$\beta(\text{Demanda preferente verano}) = \beta(\text{geografico}) - 10^\circ = 39,43^\circ - 10^\circ = 29,43^\circ$$

Ecuación 6. Inclinación preferente verano. (Cañada,2008)

Una vez se halla ambos valores se calculan las perdidas en base a la figura 18 extraída de la HE-4 del CTE.

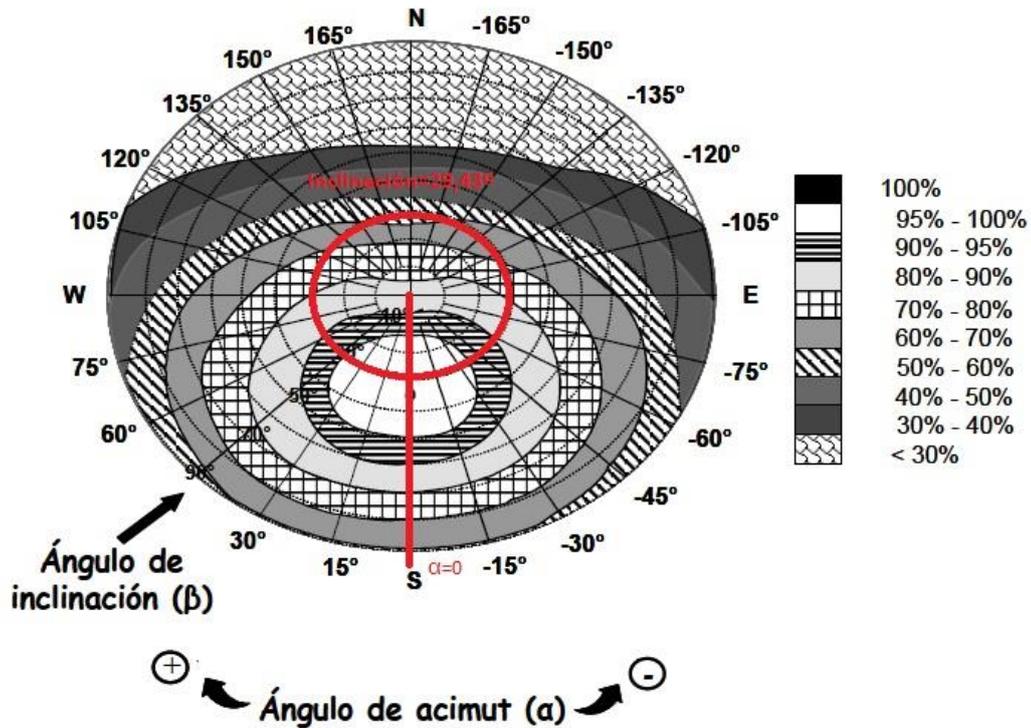


Figura 18: Calculo de porcentaje de pérdidas por inclinación i orientación. (Elaboración propia)

Se puede concluir, que con una inclinación de $29,43^\circ$, se cumplen con los límites establecidos por el CTE, ya que el porcentaje de energía con respecto al máximo está dentro del rango 95%-100%, lo que provoca que el porcentaje de pérdidas de la instalación sea del 5% y el máximo permitido sea del 10%. Además, se procede a calcular los límites de inclinación, con las perdidas máximas admisibles, por si fuese necesario cambiar la inclinación en algún momento del periodo de vida útil de la instalación. Las perdidas máximas permitidas son de 10%(HE-4 CTE, 2013), por tanto, el porcentaje de energía respecto del máximo deber ser como mínimo del 90%, analizándose en la figura 20, obtenemos unos límites de inclinación para 41° de latitud de 60° como inclinación máxima y 5° como inclinación mínima.

Tal y como se ha nombrado anteriormente, estos cálculos son válidos para una latitud de 41° , pero el emplazamiento de la instalación base de estudio se encuentra a una latitud de $39,4^\circ$, por lo que se ha de recalcular los límites.

$$\beta(\text{máximo}) = 60^\circ - (41^\circ - 39,4^\circ) = 58,4^\circ$$

$$\beta(\text{mínimo}) = 5^\circ - (41^\circ - 39,4^\circ) = 3,4^\circ$$

Por tanto, el límite máximo de inclinación es de $58,4^\circ$, y el límite mínimo se establece en 5° ya que la HE-4 del CTE establece dicha inclinación como mínima.

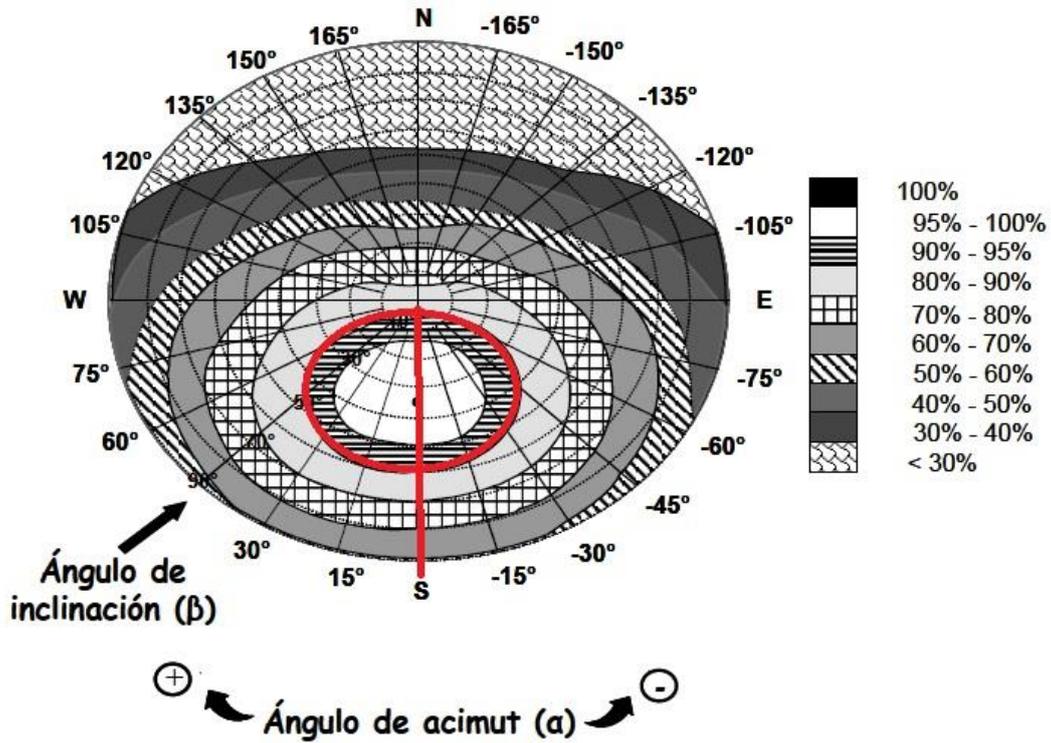


Figura 19: Cálculo de inclinaciones máxima y mínima según pérdidas límite. (Elaboración propia)

2.8 Separación ente captadores

La separación a establecer entre las diferentes filas de los paneles se ha calculado mediante el software online de libre acceso de Censolar llamado "Filedist". Tal y como se ha comentado anteriormente, se busca la máxima utilización de programas comerciales, para acercar este proyecto a la realidad y dotarlo de mayor veracidad.

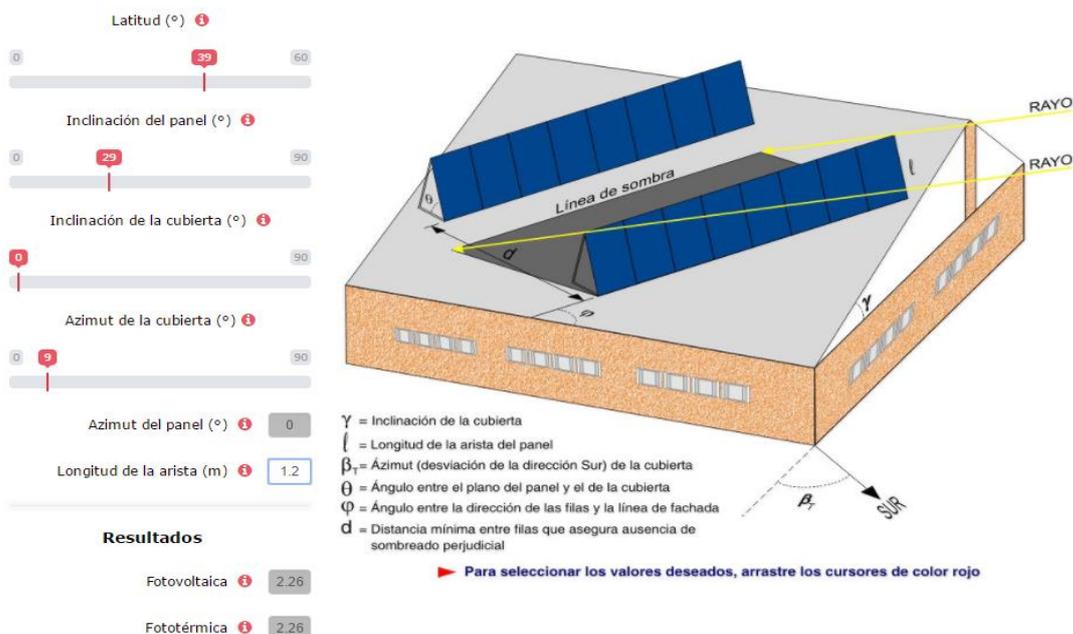


Figura 20: Cálculo de distancia entre captadores (Censolar, 2017)

Este método se basa en las ecuaciones que se describen a continuación. Los parámetros de los cuales se parte se encuentran detallados en la figura 20. La latitud e inclinación del panel se hallan en el capítulo 2.7 y el azimut de la cubierta se extrae del catastro municipal.

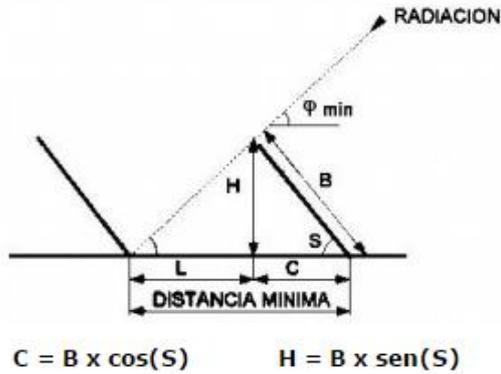


Figura 21: Esquema cálculo de distancia mínima.
(Censolar,2017)

$$\operatorname{tg} \varphi_{\min} = \frac{B \cdot \sin(S)}{\operatorname{Dist}_{\min} - B \cdot \cos(S)}$$

Ecuación 7. $\operatorname{Tg} \varphi_{\min}$. (Censolar,2017)

$$\operatorname{Dist}_{\min} = B \cdot \cos(S) + \frac{B \cdot \sin(S)}{\operatorname{tg} \varphi_{\min}}$$

Ecuación 8. Distancia mínima.
(Censolar,2017)

Por ello, se concluye que la distancia mínima de separación entre las diferentes filas para unos captadores de altura 1,2 metros y para los datos establecidos en la instalación, para una instalación foto térmica es de 2,26 metros.

2.9 Pérdidas por sombras

Se van a estudiar los puntos más críticos de las edificaciones colindantes que provocan sombras sobre el tejado donde se va a situar los captadores. El emplazamiento de las placas será el edificio que está en el centro de la imagen con la fachada en blanco y el tejado en gris, la única construcción que se encuentra a su alrededor es la cubierta de las pistas de fútbol sala al sur-este del edificio, tal y como se puede apreciar en la Figura22.



Figura 22: Vista tridimensional de los alrededores del edificio. (Google Maps,2017)

Para ello se analiza sobre la vista en planta del catastro municipal los ángulos desde el punto medio de la fachada del tejado a los extremos del edificio que va a provocar pérdidas por sombras. Para dotar de mayor veracidad al proyecto se realiza en base a los planos del catastro que utiliza actualmente el ayuntamiento de Paiporta para ejecutar sus trabajos de ingeniería y construcción.



Figura 23: Ángulos con edificio colindante. (Catastro Paiporta,2017)

Como se puede apreciar en la figura 23, el ángulo que forma el punto medio de la fachada del tejado (A) donde se dispondrán los captadores con un extremo de la edificación que va a crear sombreado, respecto del sur es de 7° y con el otro extremo es de 72° , pero para determinar el patrón de sombras se toman los angulos positivos hacia el oeste, por tanto, como en la edificación de estudio ambos angulos se crean hacia el este, definimos los angulos de acimut como $\alpha_1 = -7^\circ$ y $\alpha_2 = -72^\circ$.

A continuacion, se procede a calcular el angulo de elevación, es decir, el ángulo de inclinación respecto del plano horizontal, para ello se podría utilizar instrumentación técnica como un medidor laser de ángulos y distancias GM 80, pero para la realización de este proyecto no se disponia de dicha herramienta, por tanto se ha optado por un método mas tradicional. Se ha calculado la distancia en planta entre el punto A y el punto 1, y se ha hecho lo propio entre el punto A y el punto 2. Asimismo, se ha medido la altura del edificio donde se dispondran los captadores, para mediante el Teorema de Pitágoras y el uso de expresiones matemáticas calcular el angulo de elevación, tal y como vemos en la figura 24, cabe resaltar, que para computar dicho ángulo, no se calcula sobre la altura base del edificio base de estudio, sino desde su altura media, que al tratarse de un edificio de 7 metros, es de 3,5 metros.

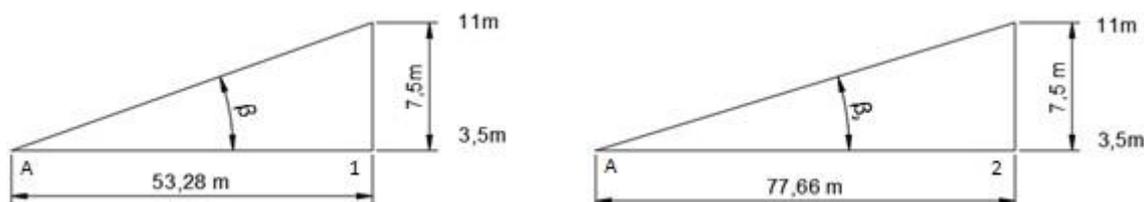


Figura 24: Representación gráfica del angulo de elevación.(Elaboración propia)

$$\tan \beta_1 = \frac{7,5}{53,28} \rightarrow \beta_1=8,012^\circ$$

$$\tan \beta_2 = \frac{7,5}{77,66} \rightarrow \beta_2=5,516^\circ$$

Ahora se dispone a dibujar la proyección del obstáculo al edificio sobre el diagrama de trayectorias del sol, para visualizar así el patrón de sombras.

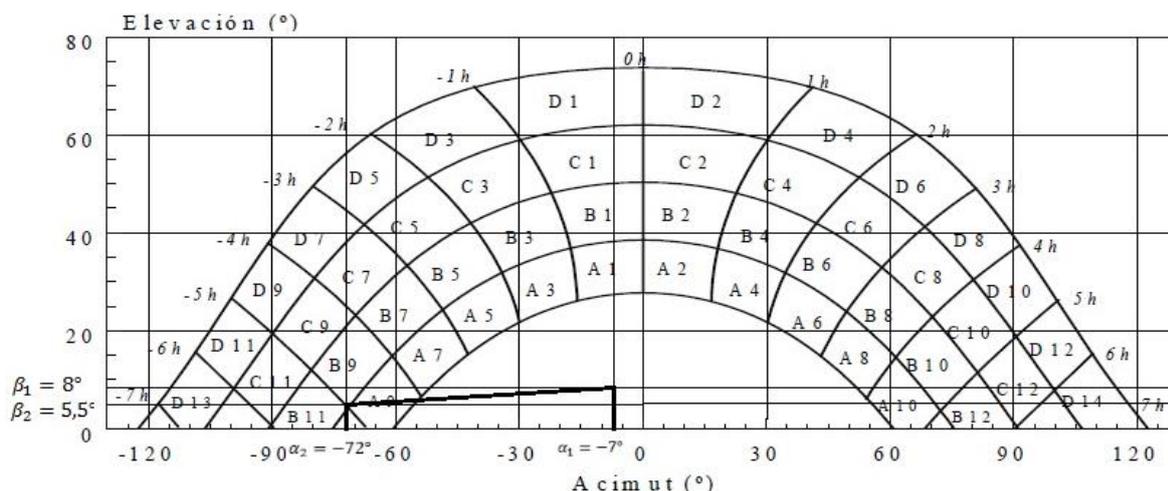


Figura 25: Patrón de sombras.(Elaboración propia)

Una vez hallado el patrón de sombras, se determina el porcentaje de cada sector que queda dentro del área remarcada y se calcula en la tabla 5 las pérdidas por sombras totales, según la irradiación solar perdida obtenida de los valores del anejo 3. Estos valores se escogen entre diferentes tablas con diferentes valores de α y β , para el caso de estudio se adquiere la tabla con $\alpha=0^\circ$ y $\beta=35^\circ$.

Identificador área	Área cubierta	Irradiación global tabla	Irradiación global perdida
A9	50%	0,13	0,065
B9	2%	0,41	0,0082
B11	1%	0,01	0,0001
Sumatorio			0,073

Tabla 5: Patrón de sombras.(Elaboración propia)

Lo que lleva a afirmar un total de pérdidas por sombras del 7,3%.

Recordando los límites marcados por el CTE en la HE-4, que restringía las pérdidas por sombras a un 10%, se puede afirmar que la instalación cumple con los requisitos marcados por el Código Técnico.

Al mismo tiempo, se calcula el porcentaje de pérdidas totales, sumando las pérdidas por orientación e inclinación a las pérdidas por sombras, dado un total de 12,3%, por tanto, se puede concluir, que la instalación también cumple con las normas del CTE que ciñe dichas pérdidas a un máximo del 15% (HE-4 CTE, 2013).

2.10 Selección captador

El primer paso antes de realizar un estudio entre los diferentes captadores comerciales, es averiguar el área mínima necesaria de captación, según la demanda media diaria de energía térmica(D), para ello se utiliza la expresión:

$$S = \frac{D \cdot f \cdot 365}{H_{\beta} \cdot \eta} = \frac{536,17 \cdot 0,6 \cdot 365}{6741,844 \cdot 0,35} = 49,762 \text{ m}^2$$

Ecuación 9. Área mínima necesaria de captación. (Cañada,2008)

Partiendo de

D=Demanda media diaria de energía térmica, se obtiene del capítulo 2.5 y se mide en MJ/día.

f=Fracción solar requerida, obtenida en el apartado 2.6.

H_{β} =Irradiación anual sobre el plano del captador, se obtiene iterando a partir de las tablas del anejo 4.

$\alpha=30^{\circ}$ (Anejo 4) $\rightarrow H_{\beta} = 6748 \text{ MJ/m}^2$

$\alpha=25^{\circ}$ (Anejo 4) $\rightarrow H_{\beta} = 6694 \text{ MJ/m}^2$

Iterando para $\alpha=29,43^{\circ} \rightarrow H_{\beta} = 6741,844 \text{ MJ/m}^2$

η =Rendimiento medio de la instalación, estimado como 0,35. (Cañada, 2008)

Una vez determinada la superficie de captación necesaria para abastecer la instalación con captadores solares, se procede a la elección del captador en base a la comparación entre diferentes factores que determinarán el más óptimo.

El primer factor que se toma como base de estudio es el rendimiento en función de la diferencia de temperaturas para cada captador, para ello se extraen de las fichas técnicas que se encuentran en el Anejo 5 los valores de rendimiento óptico (A_0), coeficiente lineal (A_1) y coeficiente cuadrático (A_2), así como la superficie de captación de cada captador, recogiendo dichos valores en la tabla 6.

Modelo Captador	Superficie Captación (m ²)	A_0	A_1	A_2
Termicol T25PSH	2,4	0,774	6,8	0,007
Termicol T25 USH	2,4	0,801	3,93	0,026
Termicol T25MSH	2,4	0,812	3,812	0,021
Sonnenkraft SK400N-AL	1,77	0,779	3,914	0,012
Roth Heliostar 252 S4 Steck	2,27	0,77	3,68	0,0127

Tabla 6: Valores comparativos de diferentes captadores. (Elaboración propia)

Una vez tabuladas las diferentes constantes de cada captador se realiza un gráfico comparativo en función de la diferencia de temperaturas para comparar las curvas de los diferentes rendimientos en base a la ecuación 10.

$$\eta_0 = A_0 - A_1 \cdot \left(\frac{T_m - T_{ext}}{I}\right) - A_2 \cdot \left(\frac{T_m - T_{ext}}{I}\right)^2$$

Ecuación 10. Rendimiento de un captador. (Cañada,2008)

Comparando el rendimiento obtenido, se puede observar en la figura 26 que el captador Termicol T25PSH proporciona un rendimiento menor para todo el rango de temperaturas en comparación a las otras opciones y que el Termicol T25MSH es el de mayor rendimiento para todo el rango seguido del Roth Heliostar 252 S4 Steck. Por tanto, se descarta el T25PS y se sitúan los otros dos como los más adecuados para la instalación.

Analizando las fichas técnicas de ambos captadores se puede apreciar que el captador T25MSH es más grande que el 252 S4 Steck, por lo que generará un patrón de sombras mayor entre los captadores y la separación entre los captadores deberá ser mayor, por lo que se requerirá mayor espacio para colocar los paneles. Además, el T25MSH pertenece a la gama alta de los captadores Termicol, por lo que el precio de estos es mucho más elevado que el 252 S4 Steck, que pertenece a la gama media de los captadores Roth Heliostar, pero el rendimiento se encuentra a la par, por tanto, en base al criterio calidad-precio, el captador elegido para la instalación es el Roth Heliostar 252 S4 Steck, cuya área de captación es 2,27 m² y cuya ficha técnica se detalla en el Anejo 5.

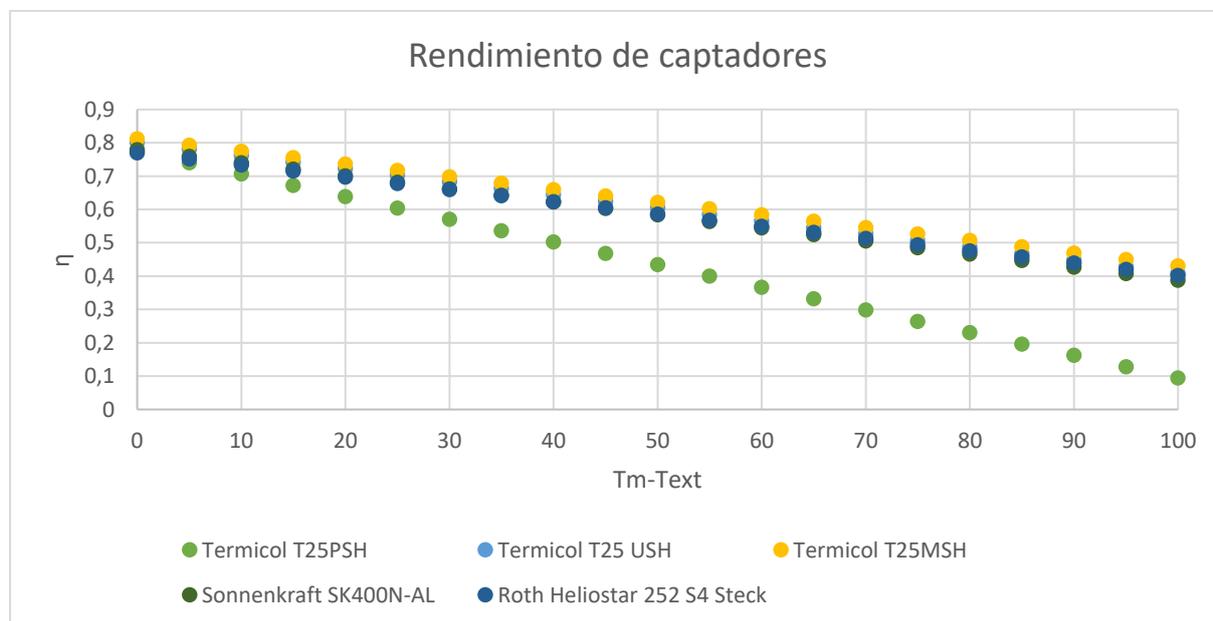


Figura 26: Rendimiento de captadores. (Elaboración propia)

Elegido el captador que se va a instalar, se debe calcular cuántos de ellos son necesarios en función del área total necesaria de captación calculada al principio de este capítulo.

$$N^{\circ} \text{ captadores} = \frac{49,366 \text{ m}^2}{2,27 \text{ m}^2/\text{captador}} = 21,92 \text{ captadores.}$$

Los captadores deben disponerse en hileras de entre 3 y 6 captadores (Cañada, 2008). Por ello, se colocan 4 filas de 6 captadores, dando un total de 24 captadores y un área neta de captación de 54,48 m².

2.11 Conexión de captadores

Los captadores deben disponerse en filas con el mismo número de elementos con un máximo de seis elementos por línea y un mínimo de tres (HE-4 CTE, 2013). Por ello, se han colocado cuatro filas de seis captadores, juntando un total de 24 captadores. Las cuatro filas se conectan entre sí en paralelo, por tanto, según indica la normativa se instaurarán válvulas de cierre a la entrada y a la salida de las distintas baterías de captadores. Además, será necesario colocar una válvula de seguridad por fila buscando así, situarse del lado de la seguridad en el diseño de la instalación. Los seis captadores de cada fila se conectan entre ellos en paralelo, formando así un conexionado general en paralelo-paralelo tal como se indica en la figura 27.

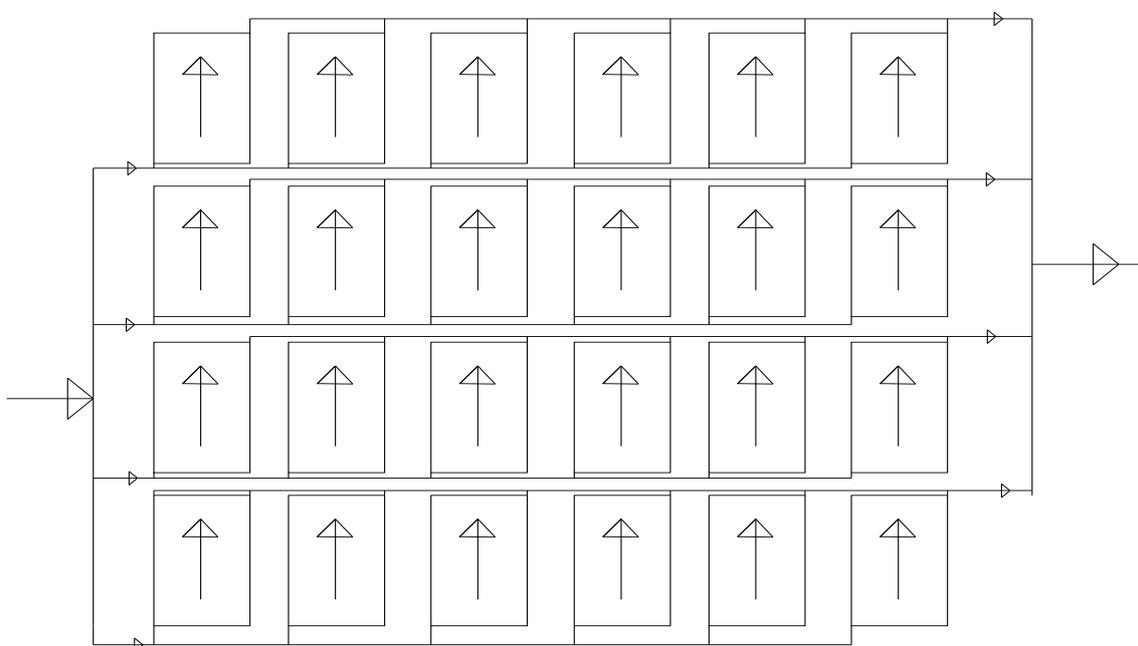


Figura 27: Disposición de captadores en paralelo-paralelo. (Elaboración propia Auto-CAD)

2.12 Estructura soporte de captadores

La estructura de soportes será colocada en el exterior, por lo que deberá cumplir con los valores máximos de carga de nieve y velocidad media del viento tal como se indica en ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 (Pliego de Condiciones de BT, 2009), de forma que no se transfieran cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico. Para ello, se instala el sistema AF-ROW, cuya ficha técnica se detalla en el Anejo 6. El sistema de fijación de la estructura será sobre chapa metálica y el material de la estructura Aluminio EN AW 6005A T6 con tornillería de acero inoxidable.

2.13 Volumen de acumulación

El sistema de acumulación debe estar dimensionado en función a la demanda, ya que, según el Código Técnico, no se permite conectar ningún sistema de generación auxiliar.

El CTE establece los límites para el volumen de acumulación según la ecuación 11.

$$50 \leq V/A \leq 180$$

Ecuación 11. Dimensionamiento volumen de acumulación. (HE-4 CTE, 2013)

siendo V el volumen de acumulación en litros i A el total del área de los captadores expresado en m².

Del capítulo 2.10 se extrae que el área de captación total es de 54,48 m², debido a los 24 captadores del modelo elegido tienen un área de captación unitaria de 2,27 m², por tanto:

$$V \geq 50 \cdot A = 50 \cdot 54,48 = 2724 \text{ litros}$$

$$V \leq 180 \cdot A = 180 \cdot 54,48 = 9806,4 \text{ litros}$$

Finalmente se escoge un volumen de 6300 litros, que coincide con la demanda de litros de agua al día.

Se analizan los diferentes catálogos comerciales y se opta por el depósito MXV-7000-IB de la compañía LAPESA. Entre los diferentes tipos de acumuladores de esta compañía para esta capacidad se opta por el tipo de acumulador “de inercia”, ya que es el necesario debido a los requerimientos de la tipología de instalación escogida. Dicho acumulador está constituido por acero carbono S235JR y en el modelo escogido posee una capacidad de acumulación de ACS de 7000 litros, por lo tanto, la instalación se sitúa del lado de la seguridad en un 10%, ya que la acumulación máxima admisible, sobrepasa la máxima requerida en dicho porcentaje. La presión máxima de trabajo se sitúa en 6 bares, y la temperatura máxima admisible se sitúa en 110°C. Para más información se facilita en el anexo 7 la ficha técnica.

2.14 Fluido de trabajo

Las condiciones determinantes para el fluido de trabajo se han extraído del pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura, que señala el agua de red como el fluido idóneo para el circuito primario, con la posibilidad de añadir un aditivo según las condiciones climatológicas del emplazamiento. Las especificaciones del fluido son (IDAE, 2009):

“

- El pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.
- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 µS/cm.
- El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico.
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.”

Se determina añadir al fluido del circuito primario un porcentaje de anticongelante para lograr así la optimización de proceso. El porcentaje del mismo en la mezcla se determina a partir de la

temperatura mínima històrica de la ciutat, que se situa en $-7,2^{\circ}\text{C}$, pero para situarse del lado de la seguridad, se dimensiona para -13°C .

Los anticongelantes óptimos para este tipo de instalaciones son el etilenglicol y el propilenglicol. Se opta por el propilenglicol y se calcula en la figura 28 el porcentaje de la concentración en peso óptima.

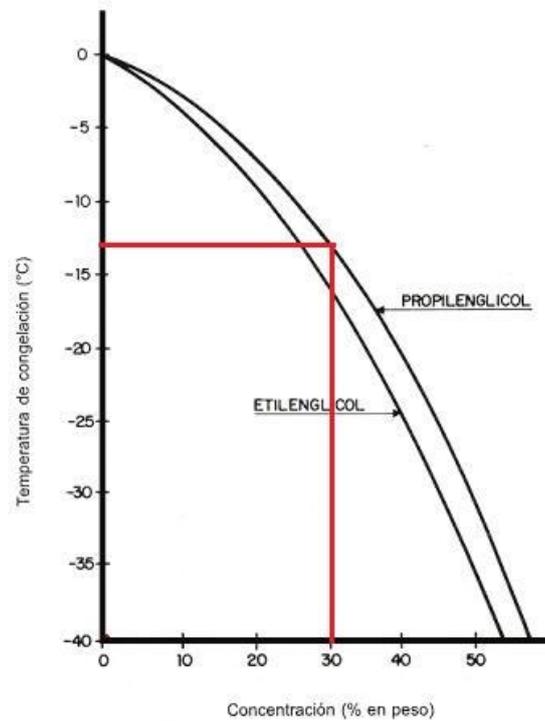


Figura 28: Concentración en peso del fluido anticongelante. (Elaboración propia)

A partir de una temperatura de servicio de 60° y de un porcentaje de concentración del aditivo en peso del 30%, se obtienen con el apoyo de las tablas, las propiedades del fluido utilizado en el circuito primario en las figuras siguientes.

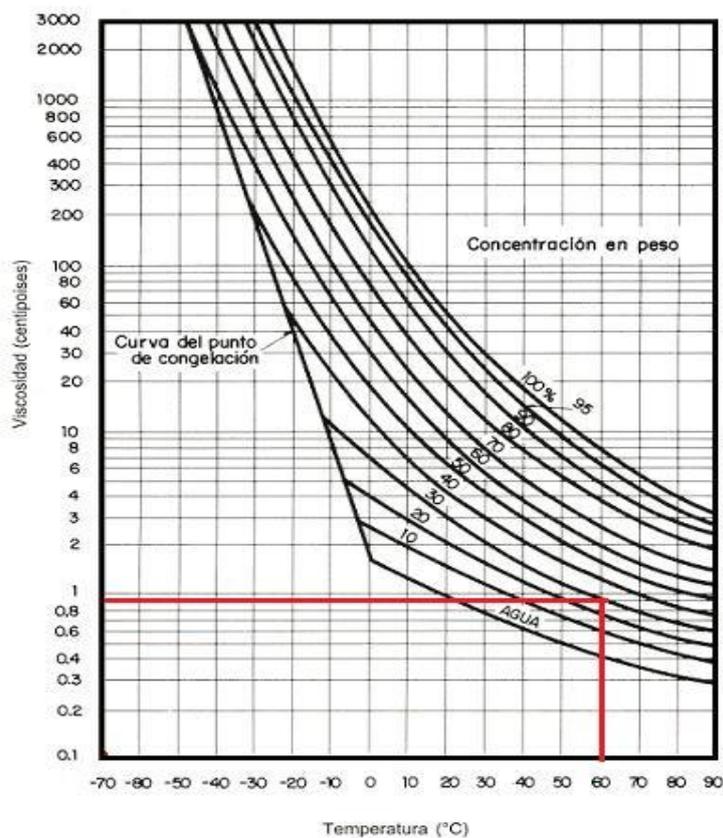


Figura 29: Viscosidad del fluido anticongelante. (Elaboración propia)

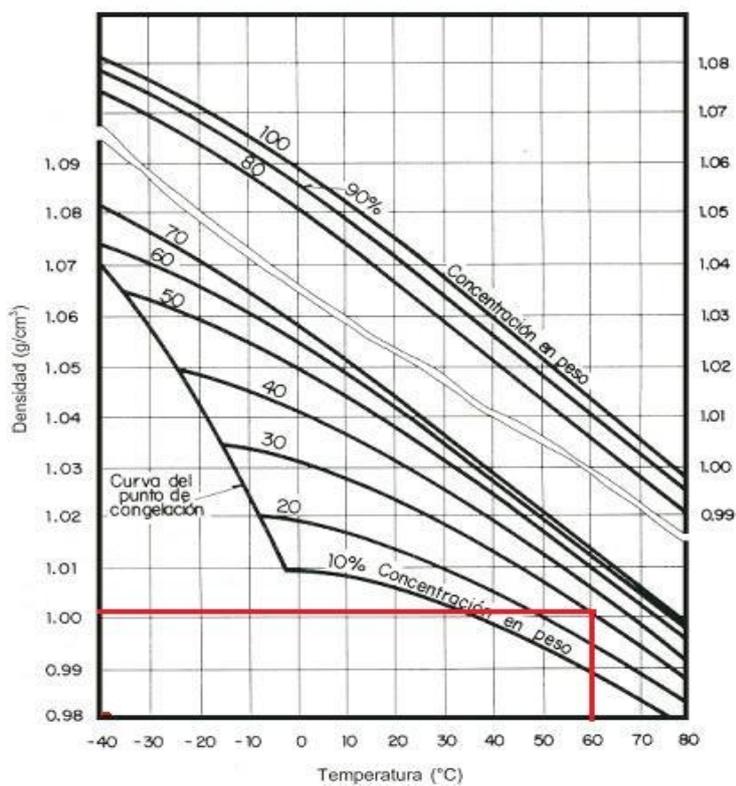


Figura 30: Densidad del fluido anticongelante. (Elaboración propia)

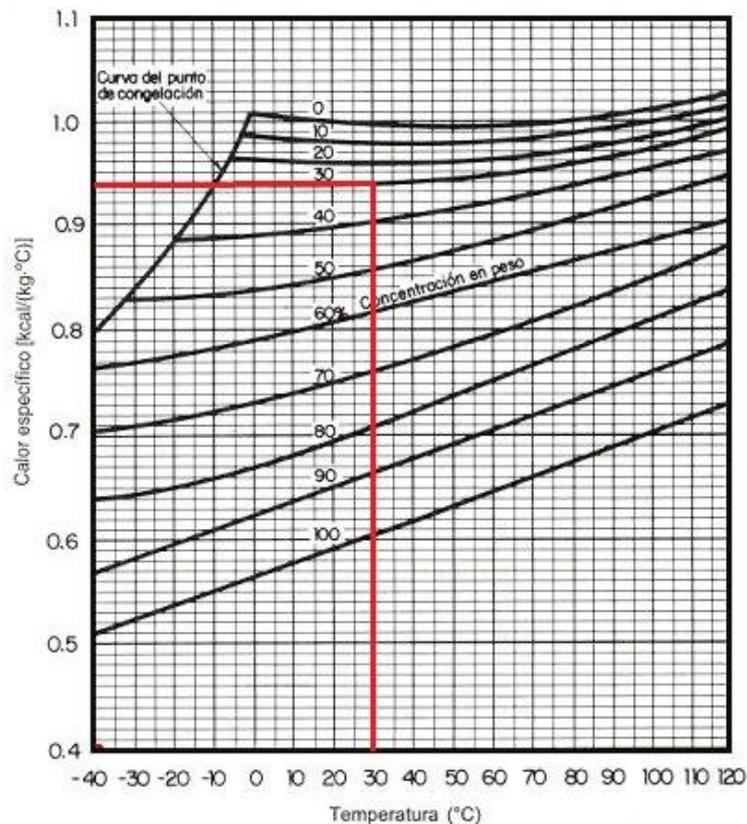


Figura 31: Calor específico del fluido anticongelante. (Elaboración propia)

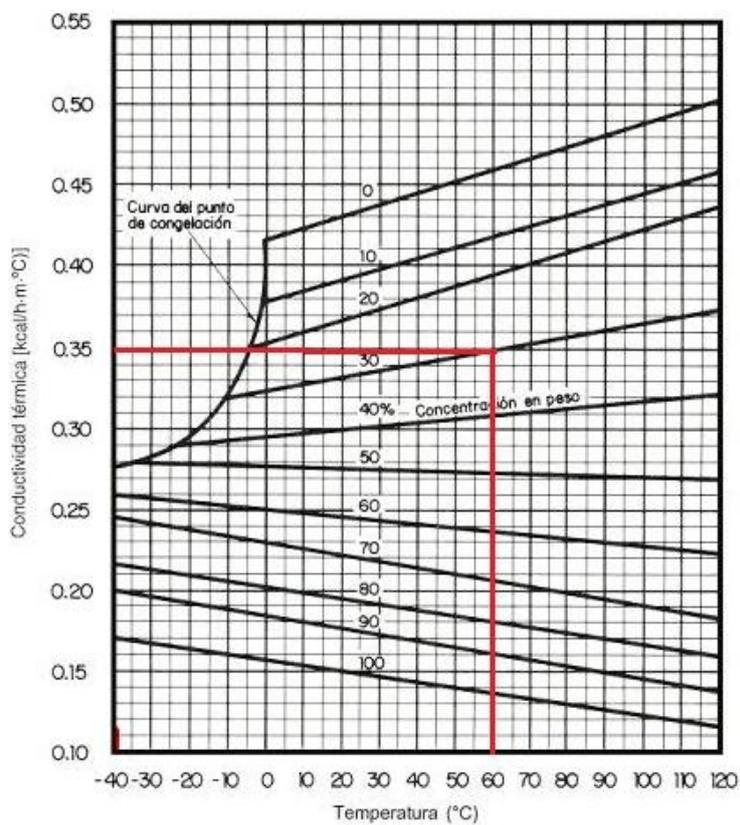


Figura 32: Conductividad térmica del fluido anticongelante. (Elaboración propia)

Por tanto, se obtienen los siguientes valores:

- Viscosidad del fluido anticongelante = 0,9 centipoises.
- Densidad del fluido anticongelante = 1,001 g/cm³.
- Calor específico del fluido anticongelante = 0.95 Kcal/Kg·°C = 3.95 KJ/Kg·°C
- Conductividad térmica del fluido anticongelante = 0,35 kcal/h·m·°C

Para el circuito secundario y el circuito de apoyo se dispondrá agua sin ningún tipo de aditivo, se facilitan las propiedades para una temperatura de servicio de 60°.

- Viscosidad del agua = 0,47 centipoises.
- Densidad del agua = 983,2 g/cm³.
- Calor específico del agua = 1 Kcal/Kg·°C = 4,185 KJ/Kg·°C
- Conductividad térmica del agua = 0,49871 kcal/h·m·°C

2.15 Circuito hidráulico

El diseño del circuito hidráulico se realizará en base a las directrices detalladas en el CTE. “El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores”. (HE-4 CTE,2013)

Por tanto, fijamos un caudal unitario por captador de 50l·h/m² y calculamos el caudal por cada fila.

$$Q = 6 \text{ captadores} \cdot 2,27 \text{ m}^2/\text{captador} \cdot 50 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2 = 681 \text{ l/h}$$

Si se disponen un total de 4 filas en paralelo, queda:

$$Q = 681 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot \text{fila} \cdot 4 \text{ filas} = 2714 \text{ l/h}$$

En consecuencia, quedará la figura 27 del capítulo 2.11 reescrita con los caudales en cada tramo como:

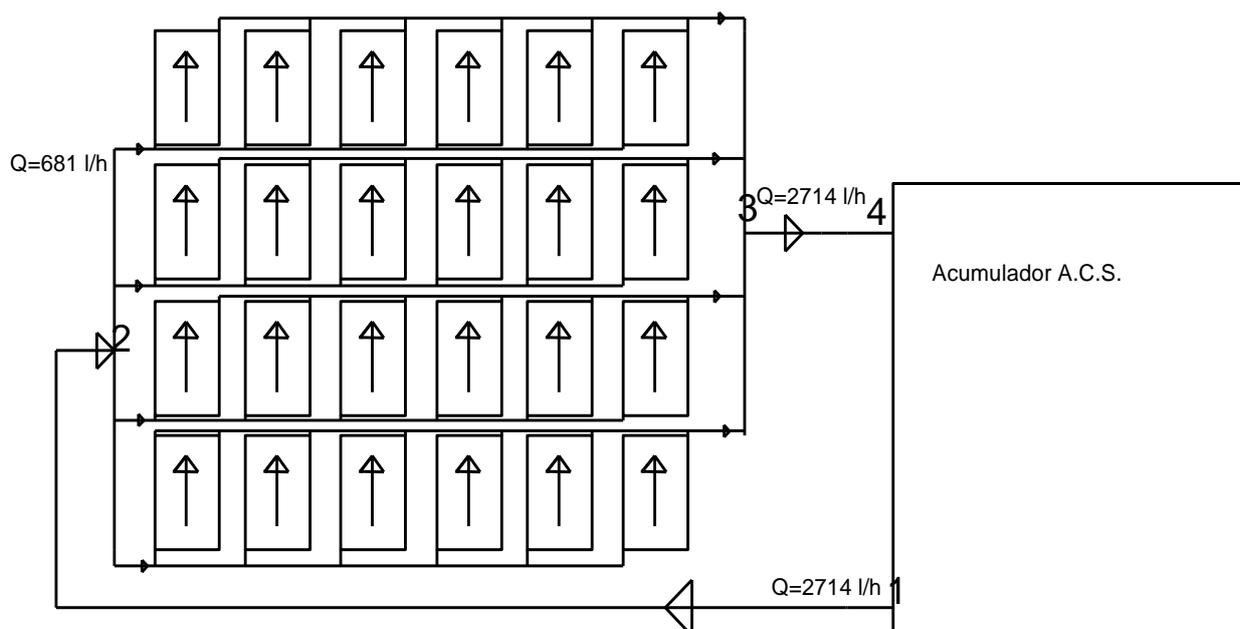


Figura 33: Circuito hidráulico. (Elaboración propia)

Siendo 8 metros la distancia entre el acumulador y los captadores, tanto para la ida como para la vuelta y 0,5 metros desde el inicio de la bifurcación hasta la entrada de cada fila de captadores, la misma distancia desde la salida de cada fila, hasta la unión de los conductos.

Dado que ya se dispone de los datos de los caudales y las longitudes de los diferentes tramos, se procede a calcular las especificaciones de las tuberías y sus pérdidas de carga. Para ello, el CTE define unas restricciones: La pérdida de carga por metro lineal ha de ser menor o igual de 40 mmca y la velocidad del fluido debe ser mayor de 0,3 m/s y menor, a su vez, de 2 m/s. (HE-4 CTE,2013)

Las tuberías seleccionadas para la instalación serán de cobre y la temperatura de diseño para el servicio de agua caliente sanitaria se fija en 60°C. Previamente se ha definido la temperatura mínima histórica de Valencia como -13°C y el fluido caloportador del circuito primario se ha determinado que es agua+30% propilenglicol.

El ábaco que se va a manejar para extraer las pérdidas esta tabulada para temperaturas medias de agua de 45°C y para la viscosidad del agua, por ello, se han de aplicar dos factores de corrección, k_1 y k_2 , respectivamente, para obtener valores de pérdidas reales y ajustados a las especificaciones de la instalación.

Finalmente, las pérdidas se calcularán según la ecuación 12:

$$\Delta H_{pérdidas\ 60^\circ\text{C}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H_{pérdidas\ 45^\circ\text{C}}$$

Ecuación 12. Corrección pérdidas de carga. (Cañada,2008)

donde $Q_{pérdidas\ 45^\circ\text{C}}$ se calculará a partir del ábaco de pérdidas por rozamiento para tuberías de cobre.

Temperatura del agua (°C)	5	10	20	40	45	50	60	80	90	95
Factor corrector	1.24	1.18	1.09	1.02	1.00	0.99	0.96	0.92	0.91	0.91

Tabla 7: Factores de corrección para temperaturas medias del agua distintas de 45°C(Cañada,2008)

De la tabla 7 se obtiene que $k_1 = 0,96$.

Posteriormente, se obtiene el factor de corrección según el tipo de fluido que se emplea, dada la diferencia de viscosidades del agua y la mezcla, en este caso el propilenglicol, según la ecuación 13.

$$k_2 = \sqrt[4]{\frac{\text{viscosidad de la mezcla}}{\text{viscosidad del agua}}} = \sqrt[4]{\frac{0,9}{0,4}} = 1,22$$

Ecuación 13. Factor de corrección según viscosidad (Cañada,2008)

A continuación, se procede a calcular las pérdidas por rozamiento en mmca por m para una tubería de cobre, a través de su ábaco para una temperatura de servicio de 45°C. En primer lugar, se analizará para el tramo 2-3, cuyo caudal es de 681 l/h=0,681 m³/h, se introduce en la figura 33, en el eje de ordenadas y se traza una línea horizontal para escoger el menor diámetro comercial posible hasta llegar a una pérdida de carga unitaria máxima de 40 mmca, comprobando también que la

velocidad del fluido indicada se sitúa entre 0,3 y 3 m/s. Se traza una vertical desde el punto escogido de diámetro comercial menor posible hasta llegar al eje de abscisas, obteniendo así, el valor de las pérdidas por rozamiento para una tubería de cobre. Por último, para obtener la velocidad se realiza una paralela desde las rectas estándares tabuladas para la velocidad en el ábaco hasta el punto donde intersecan el caudal y el diámetro seleccionado, luego se interpola entre dichos valores para obtener la velocidad.

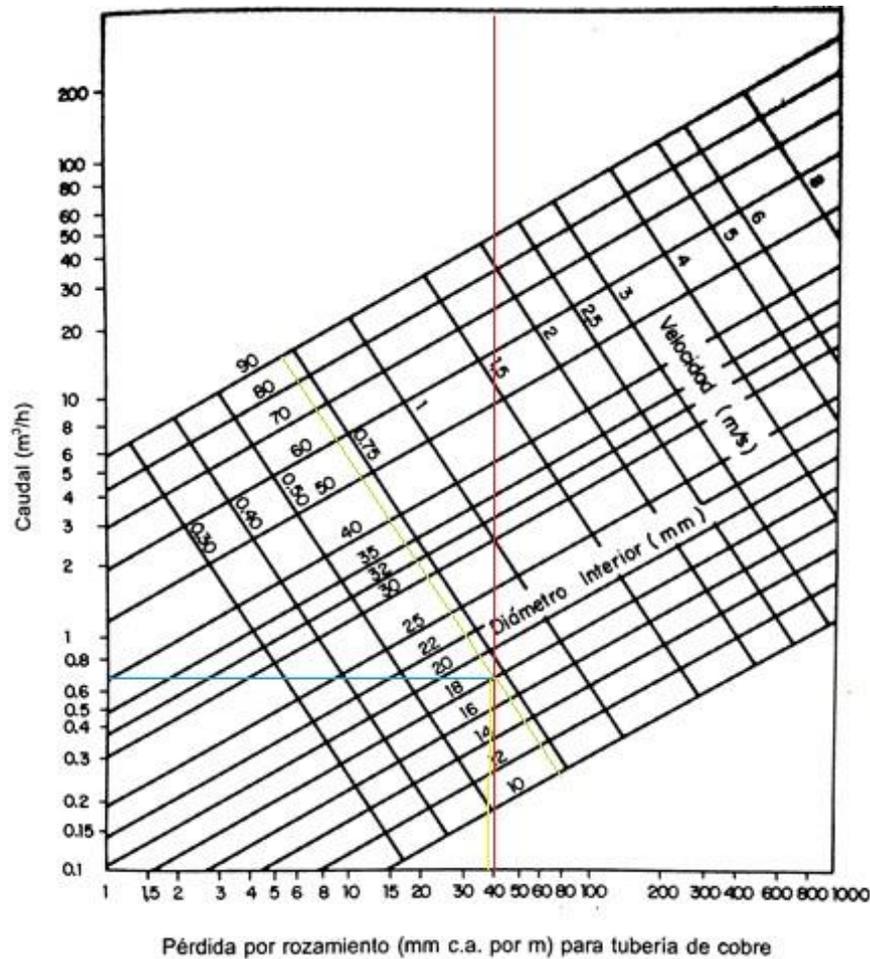


Figura 34: Pérdidas por rozamiento tramo 2-3. (Elaboración propia)

Como se puede distinguir en la figura 34, al entrar con la línea azul que marca un caudal de $0,681 \text{ m}^3/\text{h}$, se interseca, limitando con $40 \text{ mmca}/\text{m}$, que es la línea roja, con un diámetro interior mínimo límite de 18 mm . Realizando una vertical por ese punto con una línea amarilla, se adquiere unas pérdidas de $38 \text{ mmca}/\text{m}$ y realizando paralelas con las rectas de velocidad, se obtiene la línea verde que marca una velocidad de $0,72 \text{ m/s}$.

Posteriormente, se hace lo propio en la figura 35, con el tramo 1-2 y 3-4, por el cual, circula un caudal de $2724 \text{ l/h} = 2,724 \text{ m}^3/\text{h}$.

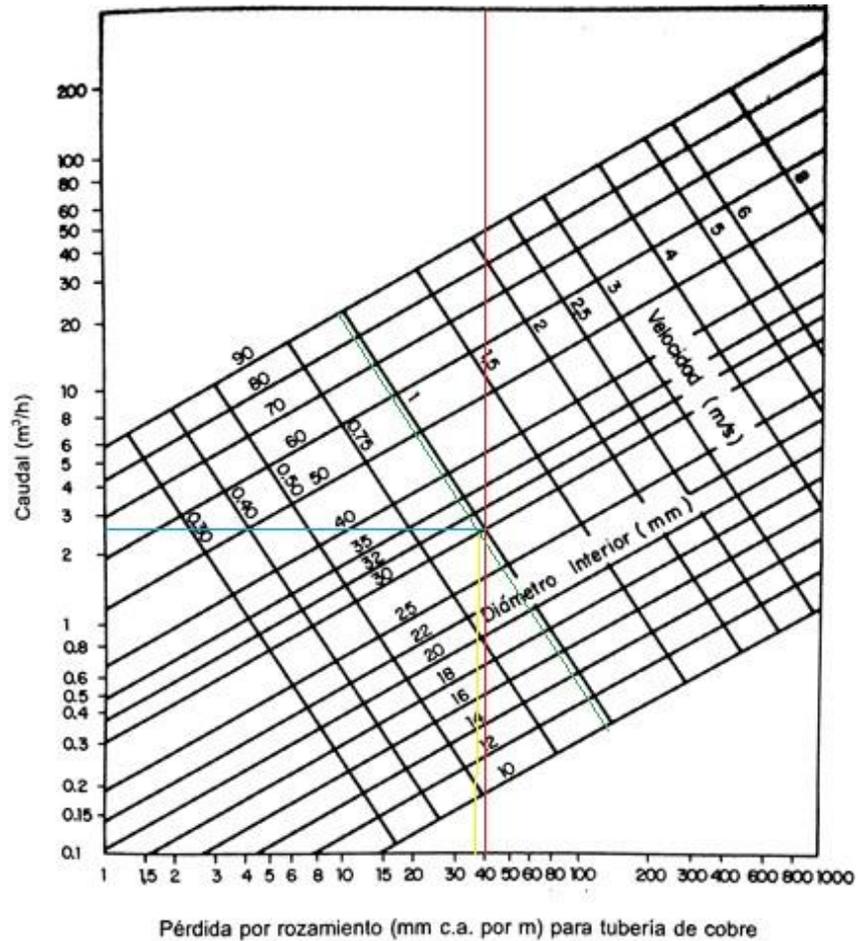


Figura 35: Pérdidas por rozamiento tramo 1-2 y 3-4. (Elaboración propia)

Se parte con un caudal de $2,724 \text{ m}^3/\text{h}$, marcado por la línea azul, hasta cortar la recta de diámetro interior de 30 mm, por la cual se traza una vertical, con la línea amarilla, hasta llegar al eje de abscisas, para obtener unas pérdidas por rozamiento de 35 mmca/m. Subsiguientemente, se halla la velocidad del fluido por paralelas de las rectas tabuladas con el punto de corte, recta verde, que, por interpolación, decreta una velocidad de 0,95 m/s.

Estas pérdidas obtenidas, se han de corregir con los factores k_1 y k_2 calculados anteriormente.

$$\Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tramo } 1-2}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tabla}_{\text{tramo } 1-2}}} = 35 \cdot 0,96 \cdot 1,22 = 40,9 \text{ mmca/m}$$

$$\Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tramo } 2-3}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tabla}_{\text{tramo } 2-3}}} = 38 \cdot 0,96 \cdot 1,22 = 44,5 \text{ mmca/m}$$

$$\Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tramo } 3-4}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{tabla}_{\text{tramo } 3-4}}} = 35 \cdot 0,96 \cdot 1,22 = 40,9 \text{ mmca/m}$$

Consecutivamente, se dispone a computarizar las pérdidas totales del circuito hidráulico en la tabla 8.

Tramo	Caudal(l/h)	\varnothing (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	mmca/m	mmca
1-2	2724	30	0,95	8	40,99	327,92
2-3	681	18	0,72	4	44,5	178
3-4	2724	30	0,95	8	40,99	327,92

Tabla 8. Cálculo de pérdida de carga total. (Elaboración propia)

Una vez analizadas las pérdidas por el trayecto, se calculan las pérdidas de carga total en los 24 captadores dispuestos en la instalación, así como en la tubería de distribución del fluido a los captadores. Para ello, hay que remarcar la diferencia entre las pérdidas de las conexiones en paralelo y en serie. Para las pérdidas en paralelo, solo se computariza la pérdida de carga de un elemento, ya que la caída de altura total será la misma para los diferentes elementos en paralelo, además de la pérdida de carga de la tubería de distribución para cada tramo, con el caudal correspondiente. En serie, la pérdida total sería la suma de la pérdida de carga individual de cada captador.

Se extrae de la ficha técnica del captador facilitada por el fabricante, adjuntada en el anejo 5, las medidas del captador, que resultan ser 2100 x 1200 x 104mm, es decir, 1,2 metros de alto, que dispuestas según la inclinación calculada en el capítulo 2.7 de $29,43^\circ$ generan la distancia de tubería de distribución definida en la figura 36. La distancia entre captadores es la calculada en el capítulo 2.8.

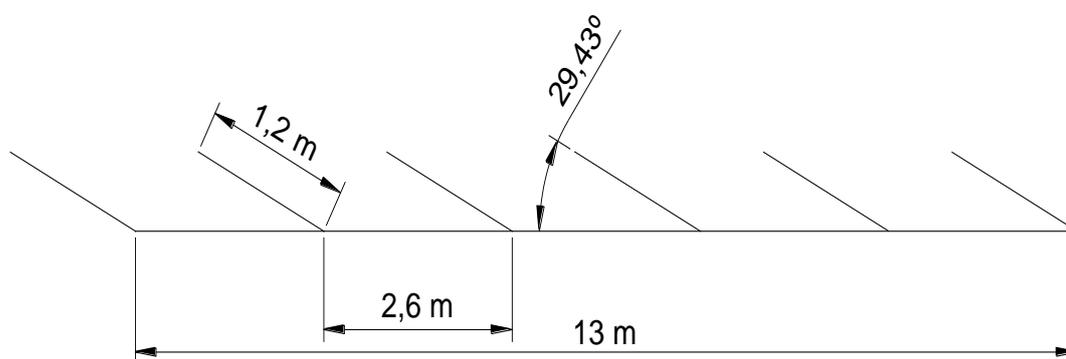


Figura 36: Cálculo longitud tubería de distribución

En el cálculo de las pérdidas en la tubería de distribución, se ha de remarcar la desigualdad de caudal para cada tramo de tubería, ya que provocará una variabilidad en las pérdidas para cada sección. Apoyándose en la figura 34, las pérdidas desde el punto 2 de la figura, en el trayecto de entrada del fluido a los captadores, hasta el inicio de la primera bifurcación, se han considerado como tramo 2-3, al igual que las pérdidas desde la salida del último captador, en el trayecto de retorno del fluido de los captadores, hasta el punto 3. Por ello, solo existen 5 tramos para los que calcular pérdidas en la distribución.

Para calcular dichas pérdidas se tomará una tubería de 18 mm de diámetro y se obtendrá en base al caudal real en cada tramo de tubería, restándose una quinta parte al caudal total cada vez que se supere una bifurcación.

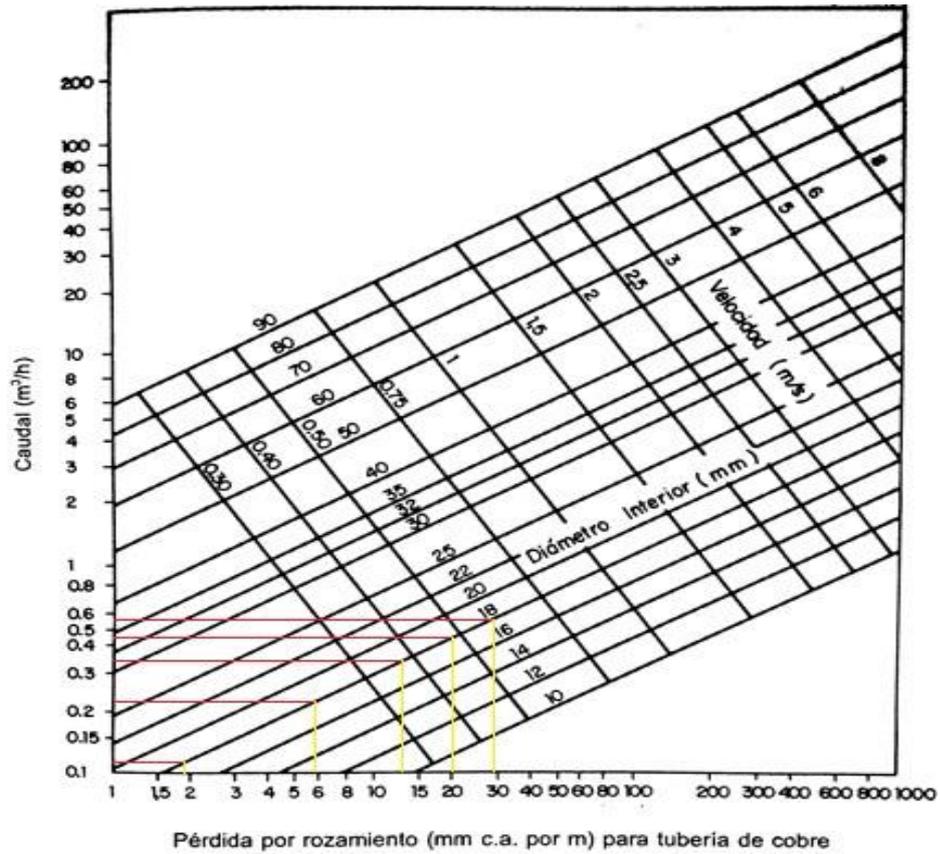


Figura 37: Pérdidas por rozamiento en tubería de distribución. (Elaboración propia)

Cuyos valores se recogen en la tabla 9.

Sección	Diámetro (mm)	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas(mmca/m)	Longitud	Pérdidas (mmca)
1	18	0,568	29	2,6	75,4
2	18	0,454	20	2,6	52
3	18	0,3401	13	2,6	33,8
4	18	0,227	5,9	2,6	15,34
5	18	0,114	1,9	2,6	4,94
Totales					181,48

Tabla 9. Pérdidas por rozamiento en tubería de distribución. (Elaboración propia)

Como se establece un trayecto de entrada al fluido y otro de salida, las pérdidas se duplicarán.

$$\Delta H_{Pérdidas_{distribución}} = 2 \cdot 181,48 = 362,96 \text{ mmca}$$

Se corrigen estas pérdidas con los factores k_1 y k_2 .

$$\Delta H_{Pérdidas_{distribución_corregidas}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H_{Pérdidas_{distribución}} = 362,96 \cdot 0,96 \cdot 1,22 = 425,1 \text{ mmca}$$

Para el captador seleccionado en la instalación se calculan las pérdidas de carga a partir del gráfico de pérdidas que el fabricante incluye en la ficha técnica. Para calcular el caudal en l/h, se

realizará en base al valor de dimensionamiento que pasa por cada captador, tomando el valor de 50 l/h·m².

$$Q_{\text{captador_unitario}} = 50 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2 \cdot 2,27 \text{ m}^2 = 113,5 \text{ l/h}$$

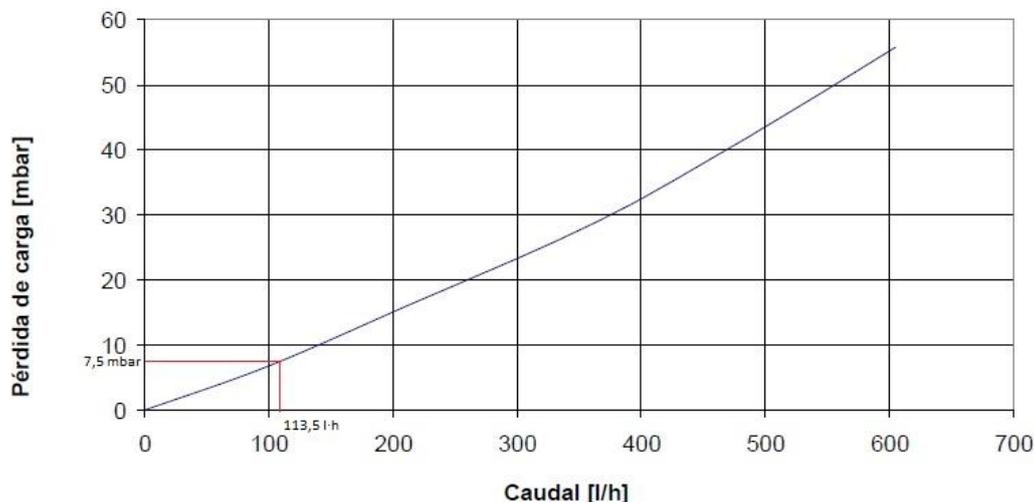


Figura 38: Pérdida de carga del captador. (Elaboración propia)

Convirtiendo unidades queda 7,5 mbar=75mmca, que serán las pérdidas totales de los captadores, ya que tal y como se ha mencionado anteriormente, al estar en paralelo, solo influyen las pérdidas del primer captador.

Por último, se obtienen las pérdidas totales de la circuitería, sumando los diferentes términos.

$$\Delta H_{\text{Pérdidas}_{\text{totales}}} = 75 \text{ mmca} + 425,1 \text{ mmca} = 500,1 \text{ mmca}$$

2.16 Intercambiador de calor

El dimensionamiento del intercambiador de calor se va a realizar con el apoyo del software “Swep”. El propósito de este hecho es, como se ha remarcado en varias fases del proyecto, dotar a este trabajo de fin de grado de un enfoque no solo académico, sino también real y aplicable a la ingeniería, por ello, se busca el empleo de software con licencia y validez ingenieril.

En la tipología de instalación elegida para este emplazamiento, se emplean dos intercambiadores, uno para el circuito primario, es decir entre los captadores y el acumulador de inercia, y otro para el secundario, entre el acumulador de inercia y el acumulador del sistema de apoyo.

Para introducir los datos en el programa Swep, primero se debe hallar la potencia necesaria del intercambiador, para ello, el CTE en su normativa de aplicación HE-4, establece que la potencia mínima de intercambio se determinará para las condiciones de trabajo de las horas centrales del día, suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de conversión de energía solar a calor de un 50%, por tanto, se aplica la condición de que:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Ecuación 14. Potencia mínima de un intercambiador. (HE-4 CTE,2013)

Tomando “A”, como el área de los captadores calculada en el capítulo 2.10, se obtiene el valor de la potencia mínima del intercambiador.

$$P \geq 500 \cdot A = 500 \cdot 54,48 = 27.240 \text{ W}$$

Los fluidos de trabajo y las temperaturas de intercambio que se introducen en el software se resumen en la tabla 10.

	Primario	Secundario
Fluido	Agua+ 30% propilenglicol	Agua
Tª Entrada	80°	65°
Tª Salida	75°	70°
Potencia	27.240 W	

Tabla 10: Datos de entrada intercambiador circuito primario. (Elaboración propia)

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 39:

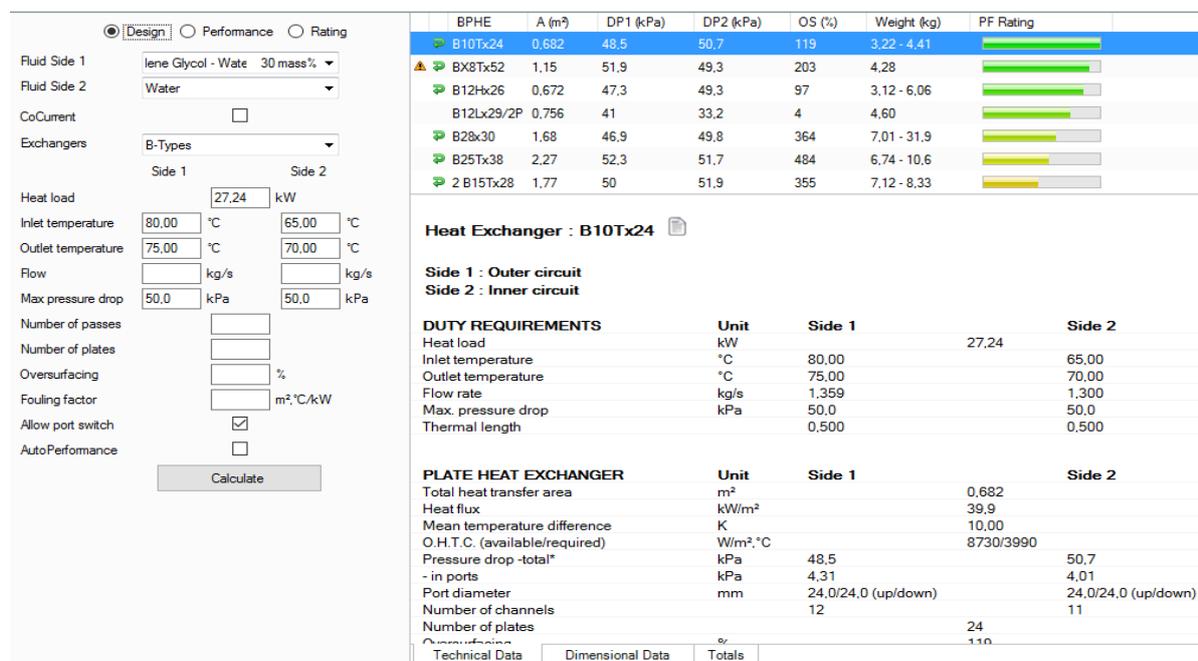


Figura 39: Resultados Swep intercambiador primario. (Elaboración propia)

Por tanto, elegimos el intercambiador B10Tx24, cuya ficha técnica se facilita en el anejo 7. Se repite el mismo proceso, pero con el intercambiador secundario, cuyos valores de referencia son:

	Secundario	Apoyo
Fluido	Agua	Agua
Tª Entrada	70°	55°
Tª Salida	65°	60°
Potencia	27.240 W	

Tabla 11. Datos de entrada intercambiador circuito secundario. (Elaboración propia)

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 40:

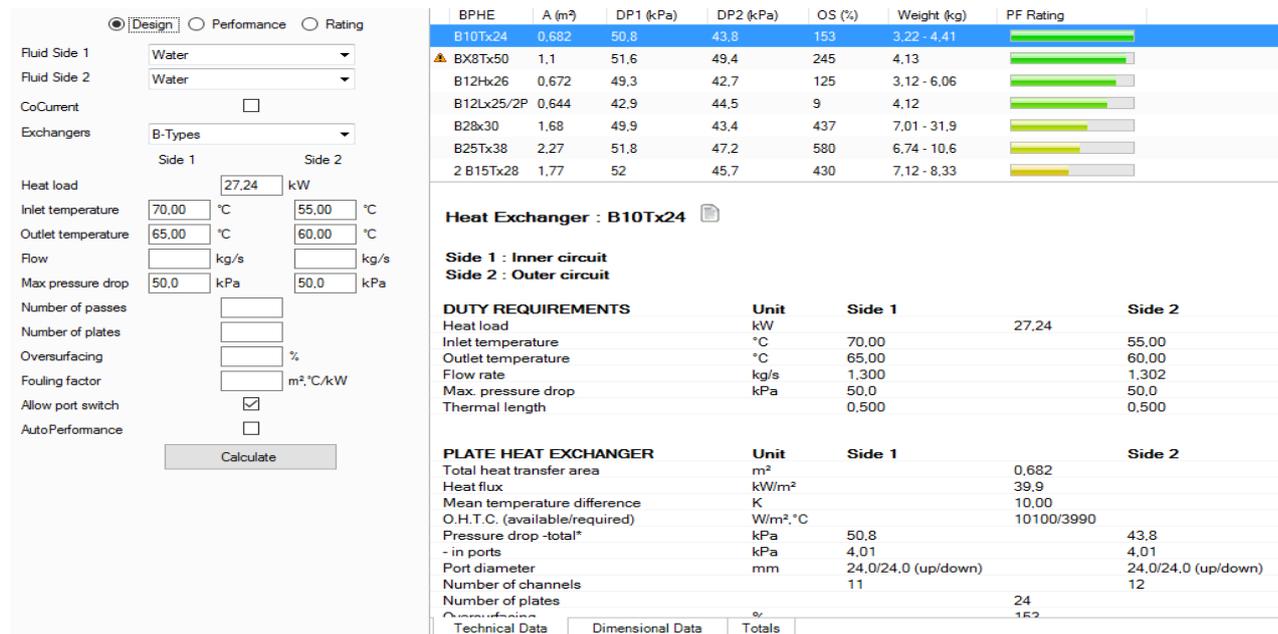


Figura 40: Resultados Swep intercambiador secundario. (Elaboración propia)

Por tanto, elegimos el intercambiador B10Tx22, cuya ficha técnica se facilita en el anejo 8.

2.17 Vaso de expansión

El vaso de expansión se conectará preferentemente a la aspiración de la bomba y será de tipo cerrado. El objetivo de este es absorber las dilataciones que experimenta el fluido en el circuito cerrado debido a la diferencia de temperaturas.

El volumen de expansión se dimensionará en base a la ecuación 15:

$$V_t = (V \cdot C_e + V_{vap} \cdot 1,1) \cdot C_{pre}$$

Ecuación 15. Volumen mínimo de vaso de expansión. (HE-4 CTE,2013)

El primer paso es calcular el volumen total del circuito (V), para ello se tabulan los valores en la tabla 12 los diferentes elementos.

Tramo	Diámetro (mm)	V _{unitario} (l/m)	Longitud (m)	Vtotal (l)
1-2	30	0,707	8	5,655
2-3	18	0,255	4	1,018
3-4	30	0,707	8	5,655
Total tuberías				12,33
Captadores	2 litros/captador · 24 captadores			48
Intercambiadores	$V_{int} = A_{int} \cdot \phi_{tubo} = 68,2 \text{ dm}^2 \cdot 0,24 \text{ dm} = 16,36 \text{ dm}^3$			16,36
V				76,33

Tabla 12. Calculo del volumen total del fluido en el circuito. (Elaboración propia)

Siendo: $V_{unitario} = 2,5 \cdot \pi \cdot (\phi_{int}/100)^2$

El siguiente parámetro a calcular es el coeficiente de expansión (C_e), según la expresión:

$$C_e = 10^{-6} \cdot (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot a \cdot (1,8 \cdot t + 32)^b$$

Ecuación 16. Coeficiente de expansión. (IDAE UNE 100.155-2004, 2010).

Siendo: $a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8 \cdot G + 1918,2)$

$$b = 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot (G^2 - 94,57 \cdot G + 500)$$

t: temperatura máxima de la mezcla en el circuito (°C)

G: porcentaje de glicol en el circuito (% en volumen)

Ecuación 17. Coeficientes cálculo de C_e . (IDAE UNE 100.155-2004, 2010).

Con el rango de aplicación

$$20\% \leq G \leq 50\%$$

$$65^\circ\text{C} \leq t \leq 115^\circ\text{C}$$

Introduciendo los datos de la instalación $t=114^\circ\text{C}$ y $G=30\%$, se obtiene que:

$$a = 20,04372 \text{ y } b = -0,502985 \rightarrow C_e = 0,06535$$

Posteriormente, se calcula el V_{vap} según la ecuación 18

$$V_{vap} = V_{captadores} + long_{tub_{18mm}} \cdot V_{unitario}$$

Ecuación 18. Cálculo V_{vap} . (Cañada, 2008).

$$V_{vap} = 48 + 4 \cdot 0,255 = 49,0178 \text{ l}$$

Por último, antes de realizar el cálculo final, se obtiene el coeficiente de presión (C_{pre}), en base a la expresión extraída del CTE. Los datos de partida para realizar este computo son:

- Presión nominal de la válvula de seguridad (P_{vs})= 6 bar
- Diferencia de altura entre captadores vaso expansión ($P_{estática}$)= 6 metros

Por tanto, obtenemos:

$$P_{mín} = P_{estática} + 0,5 \text{ bar} = 0,6 \text{ bar} + 0,5 \text{ bar} = 1,1 \text{ bar}$$

$$P_{máx} = P_{vs} - 0,3 \text{ bar} = 6 \text{ bar} - 0,3 \text{ bar} = 5,7 \text{ bar}$$

Por lo que finalmente, se computa el último término antes del cálculo final, en base a la ecuación 19:

$$C_{pre} = \frac{P_{máx} + 1}{P_{máx} - P_{mín}} = \frac{5,7 + 1}{5,7 - 1,1} = 1,456$$

Ecuación 19. Cálculo coeficiente de presión. (Cañada, 2008).

Por lo que el volumen total del vaso de expansión mínimo que se debe encontrar en los catálogos comerciales es:

$$V_t = (76,33 \cdot 0,06535 + 49,0178 \cdot 1,1) \cdot 1,456 = 85,77 \text{ l}$$

Para escoger un vaso de expansión comercial, se indaga entre las diferentes marcas comerciales como “Ibaiondo” o “Watts” con las restricciones de un volumen de acumulación mayor de 85 litros.

Definitivamente, se solventa escogiendo la marca Ibaiondo modelo 100 CMR, cuyo volumen de acumulación es superior al mínimo requerido, siendo este de 100 litros, de modo que la instalación se sitúa del lado de la seguridad en un 16,5%. La ficha técnica de este elemento se detalla en el anejo 10.

2.18 Bomba

El primer paso para elegir la bomba es calcular los dos valores que rigen una tabla de selección de bombas, la pérdida de carga total de la instalación que ha de superar la bomba y el caudal que va a trasegar. Se van a estimar bombas de $n=1450$ rpm.

El caudal total que trasiega la bomba del circuito primario es el calculado en el capítulo 2.15 un total de 2714 l/h .

Las pérdidas de carga totales se estiman en la tabla 13.

Elemento	Perdida de carga
Tramo tubería 1-2	327,92 mmca
Tramo tubería 2-3	178 mmca
Tramo tubería 3-4	327,92 mmca
Codos (6 codos $\varnothing = 30$)	$0,82 \text{ mmca/codo} \cdot 6 = 4,92 \text{ mmca}$
Válvula de retención (6 válvulas $\varnothing = 30$)	$3,65 \text{ mmca/codo} \cdot 6 = 21,9 \text{ mmca}$
Captadores	75 mmca
Distribución captadores	425,1 mmca
Acumulador	600mmca
Total	1960,76 mmca

Tabla 13. Pérdidas de carga totales. (Elaboración propia)

Por tanto, se concluye que la bomba necesaria requiere:

- $\Delta H_{\text{total}} = 1960,76 \text{ mmca}$
- $Q = 2724 \text{ l/h} = 2,724 \text{ m}^3/\text{h}$.

Se analizan en la figura 41 los distintos tipos de bombas de la marca comercial “Ideal”, según la gráfica de preselección que facilitan en su catálogo web.

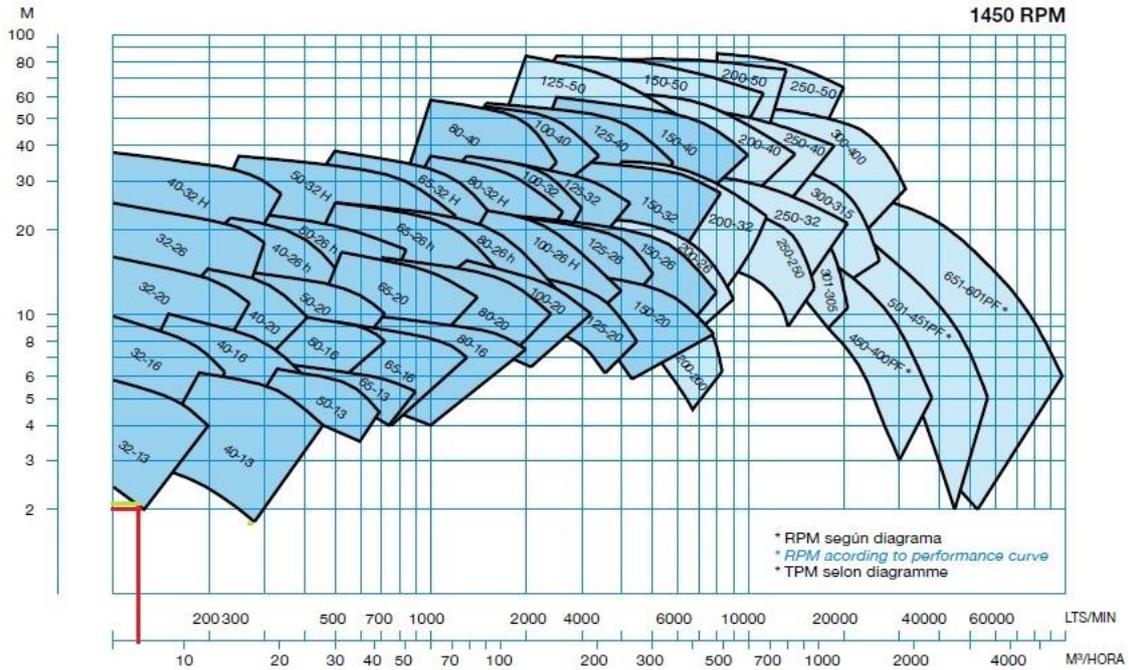


Figura 41: Comparación bombas circuito primario. (Catalogo bombas "Ideal")

Las líneas rojas de la figura 41 marcan los requerimientos calculados del circuito, pero como se puede apreciar, la altura necesaria es tan pequeña que la bomba que proporciona menor altura es incluso mayor al mínimo solicitado. La bomba escogida es el modelo GNI 32-13.

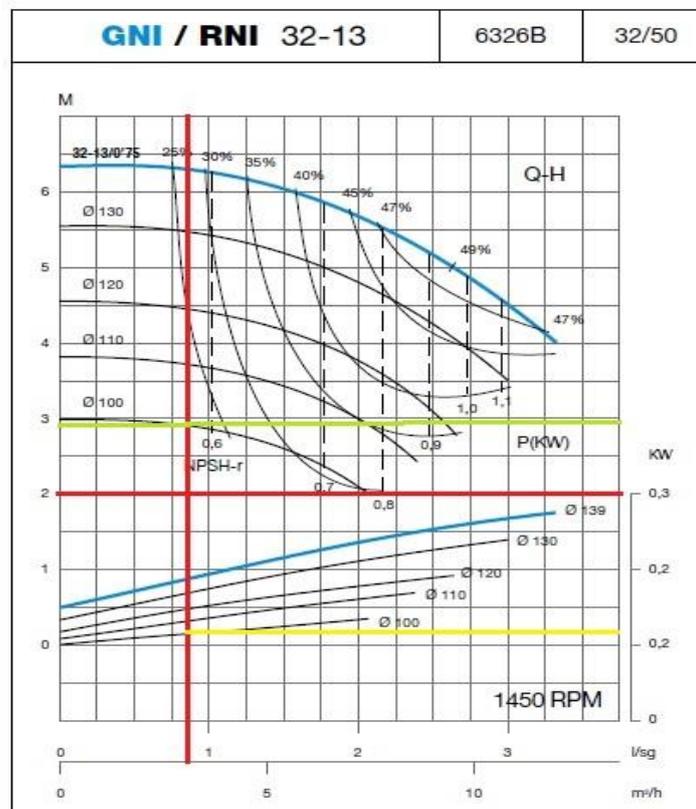


Figura 42 Detalles bomba primario. (Catalogo bombas "Ideal")

La bomba elegida serà de diàmetre 100 mm, con un rendiment del 20%. El rendiment de la bomba es extremadament bajo, porque la perdida de altura que es necesario superar con esta bomba es muy pequeña, aun siendo, la bomba con menor altura de todo el catálogo. La potencia que desarrollará esta bomba, se obtiene de la línea amarilla en la figura 42, será de 115 W.

Para elegir la bomba del circuito secundario y terciario, se han de averiguar los mismos valores que para la bomba del circuito primario, es decir, averiguar la perdida de carga que ha de superar la bomba y el caudal que cada una de ellas trasiegan.

Para la bomba del secundario, es decir, la situada entre el intercambiador primario y el acumulador de inercia, ha de estar dimensionada que forma, que el ΔH sea mayor o igual a las pérdidas de carga del intercambiador primario, y lo propio para la bomba del terciario con el intercambiador secundario.

Con el fin de averiguar las perdidas en el intercambiador primario, se consulta el anejo 8, correspondiente a la ficha técnica de dicho intercambiador obtenido con el software Swep, se extrae que la perdida de carga máxima es de 50kPa, por ende, se ultima, que las características de dicha bomba deben ser:

- $\Delta H_{total}=50 \text{ kPa}=5102,04 \text{ mmca}$
- $Q= 2724 \text{ l/h}=2,724 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Se analiza en la figura 43, los diferentes modelos de la gama de bombas de la familia comercial "Ideal", para elegir la que se ajuste más a los requisitos establecidos.

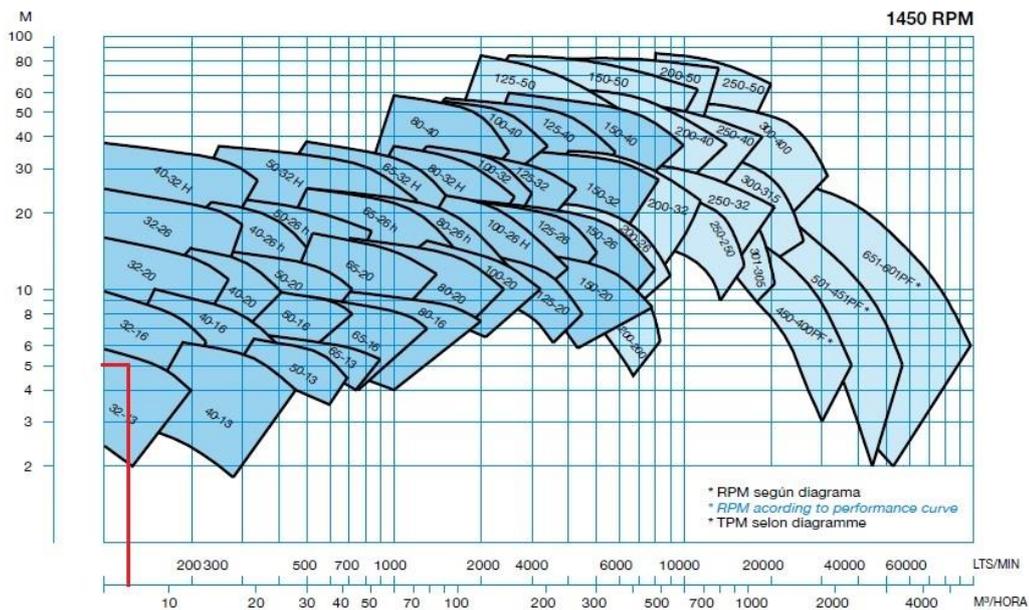


Figura 43: Comparación bombas circuito secundario. (Catalogo bombas "Ideal")

Las líneas rojas de la figura 43 marcan los requerimientos calculados del circuito, consecuentemente, la bomba escogida es el modelo GNI 32-13. Se desglosa su ficha técnica en la figura 43 para adquirir sus características.

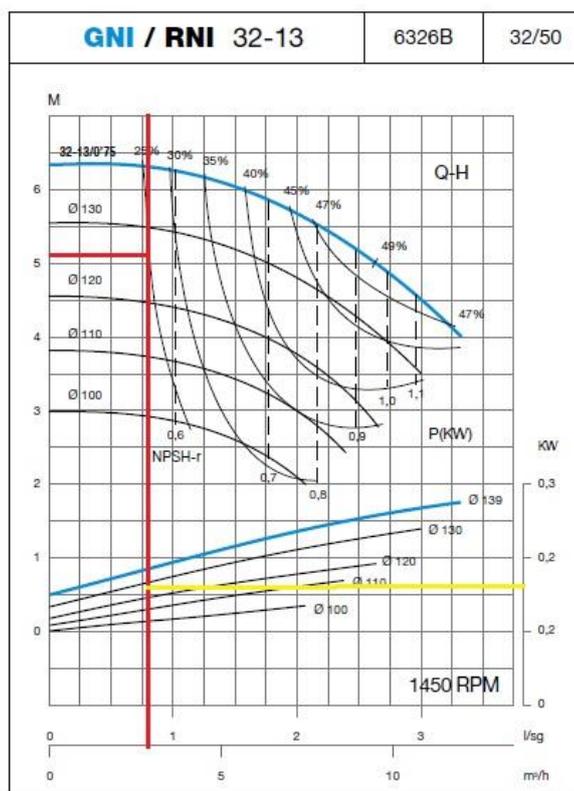


Figura 44: Detalles bomba secundario. (Catalogo bombas "Ideal")

Por consiguiente, la bomba del secundario impulsará un caudal de $2,724 \text{ m}^3/\text{h}$ y su rendimiento será del 25%. Según la ficha técnica el diámetro deberá ser de 126 mm, forjando así, una bomba de 160 W de potencia.

Por último, se examina, la bomba del terciario, que se instalará, entre el acumulador de inercia y el intercambiador secundario, para ello, se consulta el anejo 9, donde se detallan las pérdidas de carga del intercambiador. Llegados a este punto, se vislumbra que son las mismas pérdidas que en el intercambiador primario, por tanto, al trasegarse el mismo caudal por ambas bombas, se puede ultimar, que dicha bomba será la misma que la calcula anteriormente, modelo GNI 32-13, con un rendimiento del 25%, un diámetro de 126 mm y una potencia de 160W.

2.19 Válvula de seguridad

La válvula de seguridad se seleccionará en función de los requisitos de la instalación de manera que tenga asegurada la misma. La presión de la válvula de seguridad deberá proteger los componentes de la instalación de manera que evite que se supere la presión máxima de trabajo. A pesar de que los captadores soportan una presión máxima de trabajo de 10 bar, se coloca una válvula de seguridad de 6 bar en cada fila de captadores, debido a que la presión de 10 bar es una presión límite y que podría llevar a grandes riesgos en la instalación, además, la instalación se sitúa así del lado de la seguridad en un 40%.

Analizando entre los diferentes catálogos comerciales de válvulas de seguridad se escoge la 3189 de la marca "Genebre", cuya presión de tarado es la especificada anteriormente de 6 bares, y cuya ficha técnica se adjunta en el anejo 11.

2.20 Sistema de regulación y control

El sistema de regulación y control tiene como objetivo optimizar el funcionamiento de la instalación solar, por lo que se encarga de regular el flujo de energía entre las distintas partes de la instalación.

El funcionamiento de este, está regulado por el CTE en su norma HE-4, en base a la diferencia de temperaturas que activa el funcionamiento de la bomba. Esta diferencia de temperaturas se obtiene con dos sensores. Entre los diferentes métodos estudiados para la instalación, finalmente se ha decidido instalar el sistema de control por regulación de temperatura diferencial actuando sobre la bomba, cuyo esquema se detalla en la figura 45.

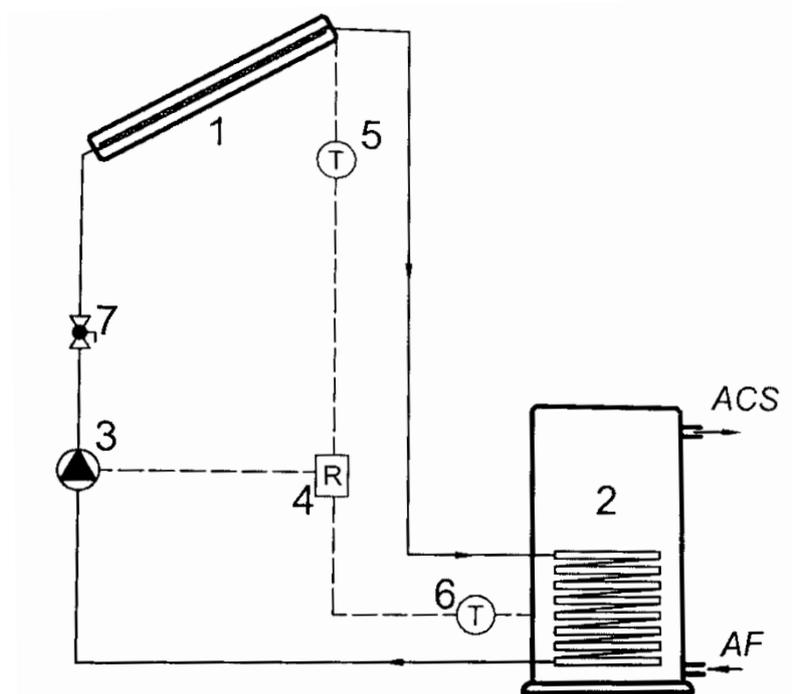


Figura 45: Sistema de regulación y control. (Cañada,2008)

Los dos sensores nombrados anteriormente para realizar el cálculo de la diferencia de temperaturas se sitúan: uno de ellos, en la parte superior de los captadores y a la salida del fluido, es decir, en el punto (5) y el otro se coloca en la parte baja del depósito del acumulador, punto (6). Cuando la diferencia de temperaturas ($t_6 - t_5$) sea mayor de 7° la bomba se pone en marcha y cuando la diferencia de temperaturas ($t_6 - t_5$) sea mayor de 2° la bomba debe pararse. Además, el mecanismo asegurará que en ningún punto de la instalación la temperatura descienda por debajo de 3°C (CTE HE-4,2013).

2.21 Aislamiento tuberías

Para determinar el aislamiento de tuberías se ha de dimensionar en base a los requerimientos de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura (IDAE, 2009), para cada diámetro y condición de la instalación.

Fluido interior caliente			
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Figura 46: Espesor aislante. (IDAE, 2009)

Para el tramo 1-2 el diámetro de la tubería es de 30 mm, y discurre por dentro del edificio, es decir, son interiores no se exponen a la radiación solar ni a los fenómenos atmosféricos del exterior. Por tanto, con una temperatura de salida del intercambiador es de 70°, extraída de la tabla 10, se obtiene un espesor del aislante de 25 mm.

Para el tramo 2-3, transcurre por el tejado del edificio, es decir, por el exterior, por tanto, se incrementará como mínimo en 10 mm el espesor obtenido en la figura 46 (IDAE, 2009). La temperatura máxima a la que pueden llegar los captadores se sitúa entre 61 °C y 100°C, por tanto, con un diámetro de tubería de 19 mm, se colocan 25 mm de espesor de aislante, pero dada la condición de encontrarse en el exterior, se aumenta dicho espesor a 35 mm.

Finalmente, para el tramo 3-4, el diámetro de la tubería es de 30 mm, y al igual que el 1-2, se traza por el interior del edificio. Por ente, con una temperatura de entrada del acumulador de 80°C, se define en base a la figura 46, un espesor del aislante de 25 mm.

2.22 Sistema de apoyo

El abastecimiento de la instalación no se engendra solamente con todo lo calculado anteriormente, sino que es necesario un sistema de apoyo que, dada la situación de una generación de energía solar térmica nula, es decir, que no obtenga nada de energía a través de los rayos de sol, en días con condiciones climatológicas adversas. Esto se puede producir en días nublados u oscuros, donde la radiación solar puede llegar a ser es nula. Por tanto, la potencia del sistema de apoyo, debe ser tal, que cubra por completo la demanda en ausencia de contribución de energía solar térmica.

Se elige como sistema de apoyo idóneo para esta instalación la caldera de gas natural, debido a que las emisiones en kg/kW·h de esta tecnología son menores a sus competidoras, como gasoil, carbón o electricidad. Se añade, un interacumulador, para agrupar el ACS proveniente del sistema de apoyo y de la captación, modelo 5000RB cuya ficha técnica se detalla en el anejo 17.

Dado el hecho de que la caldera de apoyo debe ser capaz de funcionar en ausencia de contribución solar, debe de disponer de la potencia necesaria para calentar el agua contenida en el depósito en una hora de funcionamiento.

Tal como se dedujo en el apartado 2.13 el volumen total de acumulación son 6300 litros. La temperatura mínima de agua en red se detalla en el anejo 1 y la temperatura de servicio son 60°, por tanto, se evalúa la potencia mínima del sistema de apoyo según la ecuación 20.

$$Potencia = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot (t_c - t_f) = 6300 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (60 - 12,3) \frac{^\circ\text{C}}{3600\text{s}} = 348,93 \text{ KW}$$

Ecuación 20. Potencia del sistema de apoyo. (Cañada,2008).

En base a definir un elemento comercial para este componente de la instalación, se ha analizado diferentes compañías que ofrecían este producto, y finalmente se ha solventado eligiendo el modelo adecuado de la gama que ofrece la empresa De Dietrich.

La potencia mínima requerida ha de ser de 348,93 kW, por tanto, entre los diferentes modelos de la gama GT-430 se ha escogido el estándar 430-9. La potencia del aparato se sitúa en 370 kW, por lo que cumple con creces los requerimientos de la instalación. La ficha técnica al completo se encuentra en el anejo 12.

2.23 Emisiones CO₂

Tal como se comentó en el objeto y el alcance del proyecto, una de las índoles perseguidas en este trabajo de fin de grado es calcular la reducción de las emisiones de CO₂ debido a la necesidad de cambio en las políticas ambientales, ya que la destrucción del medio ambiente y el cambio climático es un problema inminente. Para ello, y en base a otro objetivo último de este trabajo como es el acercarlo a un proyecto de ingeniería real, se ha hecho uso de un software cotejado del ministerio, como es la aplicación Lider-Calener, para extraer el valor de las emisiones de CO₂ del sistema de apoyo seleccionado, dicho valor se ha considerado como 0,252 kg de CO₂/kW·h.

La demanda energética anual se extrae del capítulo 2.5 y se convierte a las unidades de estudio.

$$536,17 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} = 195.702,05 \frac{\text{MJ}}{\text{año}} = 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

Llegados a este punto, se compara los kg CO₂ emitidos con una caldera de gas natural, sin contribución solar mínima de energía solar térmica, frente a las emisiones máximas con la contribución solar que marca el CTE para el contexto climatológico de la instalación. Para así, concluir los kg de CO₂, que se evita emitir a la atmósfera.

$$\text{Kg CO}_2 \text{ emitidos sin solar térmica} = 0,252 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h} = 13.699,14 \text{ kg CO}_2$$

Con un apoyo de caldera de gas natural del 40%.

$$\begin{aligned} \text{Kg CO}_2 \text{ emitido con solar térmica} &= 0,4 \cdot 0,252 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h} \\ &= 5.479,6, \text{ kg CO}_2 \end{aligned}$$

La reducción de emisiones de CO₂, se sitúa en 8.219 kg para un periodo de un año.

2.24 CHEQ4

Por último, se procede a verificar todos los cálculos de la instalación, para determinar su validez según un organismo oficial y obtener el certificado.

El programa escogido es gratuito y de libre acceso en la página web del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de energía (IDAE). Este programa se basa en la sección HE-4, del código técnico de la edificación y es la herramienta oficial del ministerio para validar el cumplimiento de la contribución solar mínima en instalaciones de energía solar térmica. El método que utiliza es el MetaSol. Tal como indica en su manual, el método “combina la precisión y flexibilidad de la simulación dinámica de programas como TRANSOL, la rapidez y simplicidad de métodos estáticos como F-Chart” (IDAE,2014.“Metasol”).

En comparación con otros métodos populares, este método sobresale debido a que el rango de aplicación es notablemente más amplio que sus semejantes, tal y como se muestra en la figura 47.

	MetaSol	F-Chart
Configuraciones	7	1
Climas	7	1
Simulaciones	69.000	300
Demanda máxima	3000 kg/día	560 kg/día

Figura 47: Comparativa método MetaSol y F-Chart.(IDAE, 2014)

Analizadas las bases de cálculo del software designado, se procede a mostrar paso a paso todas las pantallas en el proceso de verificación de la instalación.

En su primera pantalla el software indica el método de cálculo utilizado detallada anteriormente, así como la versión de actualización de la base de datos, para definir la fecha de toma de los diferentes coeficientes y valores.



Figura 48: Pantalla bienvenida CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

A continuación, se determina la provincia y el municipio donde se sitúa el edificio de la instalación y el propio programa extrae los valores climáticos y de temperaturas.

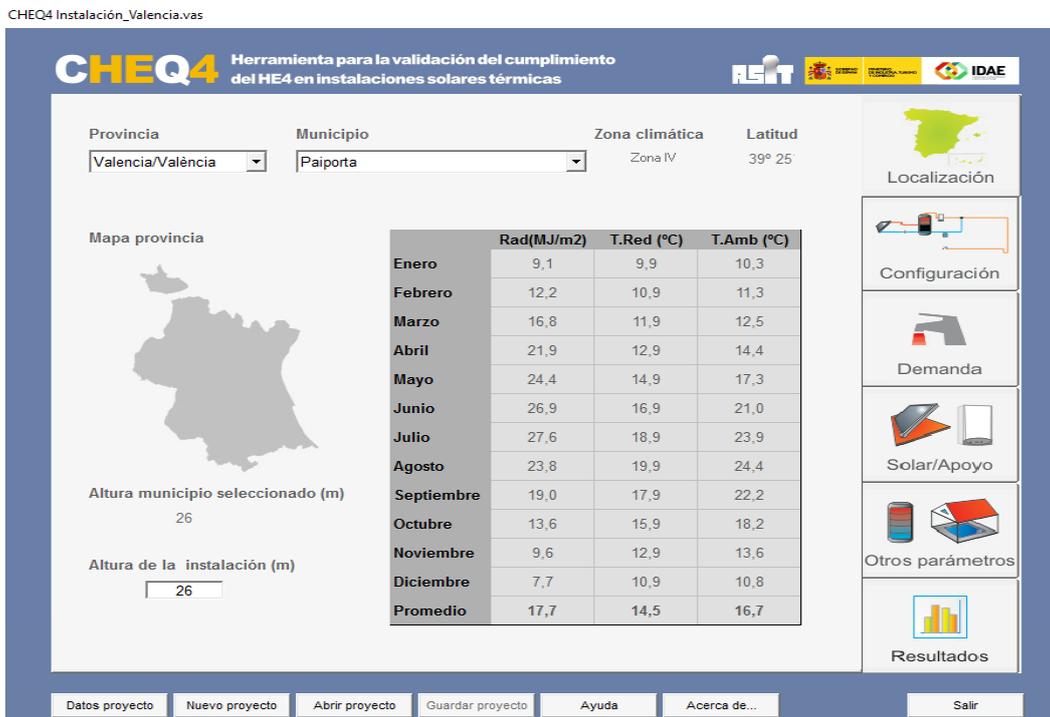


Figura 49: Pantalla localización CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

Posteriormente, se instaura el tipo de sistema de intercambio escogido, en el caso de estudio un intercambiador independiente.



Figura 50: Pantalla configuración CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

Consecutivamente, se establece en la figura 51 la aplicación, es decir, el uso del ACS, así como el número de personas que lo frecuentan para determinar su demanda. En la ocupación estacional se fija la diferencia de usuarios mensuales, según lo anunciado en el capítulo 2.2.

CHEQ4 Instalación_Valencia.vas

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CONSUMO ÚNICO
Aplicación: Gimnasios
Número de personas: 300
Demanda calculada (l/día a 60 °C): 6.300

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	0	0		
Tipo B	0	0		
Tipo C	0	0		
Tipo D	0	0		

Demanda calculada (l/día a 60 °C): 6.300

CONSUMO TOTAL
Otras demandas (l/día a 60°C): 0
Demanda total (l/día a 60°C): 6.300

OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
10	10	10	11	11	11	100
100	100	100	100	11	11	10

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA

Caso general FS 60% Caso piscina FS 60%

Datos proyecto Nuevo proyecto Abrir proyecto Guardar proyecto Ayuda Acerca de... Salir

Figura 51: Pantalla demanda CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

CHEQ4 Instalación_Valencia.vas

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CAPTADORES
Empresa: Roth
Marca/Modelo: HELIOSTAR 252 S4 STECK

Datos de ensayo

Área (m2)	2,291
n0 (-)	0,779
a1 (W/m2K)	3,56
a2 (W/m2K2)	0,0146
Qtest(l/hm2)	50
k50	0,95
Laboratorio	ISFH
Certificación	NPS-25116

CAMPO DE CAPTADORES
Núm. captadores: 24 Captadores en serie: 1 Pérdidas sombras (%): 7
Orientación (°): 0 Inclinación (°): 29,43 Área total captadores (m2): 54,98

CIRCUITO PRIMARIO / SECUNDARIO
Caudal prim.(l/h): 2.749 Anticongelante (%): 30 Long. circuito (m): 19
Diám. tubería (mm): 27 Esp. aislante (mm): 30 Aislante: genérico

SISTEMA DE APOYO
Tipo de sistema: Caldera convencional
Tipo de combustible: Gas natural

Datos proyecto Nuevo proyecto Abrir proyecto Guardar proyecto Ayuda Acerca de... Salir

Figura 52: Pantalla Solar/Apoyo CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

En la figura 52, se incluye tanto el modelo de los captadores escogidos, como todos los datos de los captadores a instalar. Además de las dimensiones de las dimensiones de la circuitería y el sistema de apoyo escogido.

En la figura 53 se fija el volumen de acumulación y las medidas de la distribución.

CHEQ4 Instalación_Valencia.vas



Figura 53: Pantalla Otros parámetros CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

Finalmente, se llega a la pantalla resultados, donde se obtiene la verificación de que “la instalación solar térmica especificada cumple los requisitos de contribución solar mínima exigida por la HE 4” y proporciona un certificado de cumplimiento, el cual se facilita en el anejo 13.

En la gráfica de resultados de la figura 54 se puede observar como la demanda bruta aumenta equitativamente, para los meses de verano, donde la afluencia de usuarios es mayor, pero que el consumo auxiliar, es decir, la energía necesaria obtenida de la caldera de gas natural difiere mucho de los meses de Julio a Septiembre. Este hecho se debe a que en tal y como se puede ver en la figura 49, la radiación en MJ/m² de Julio es mucho mayor que la de Septiembre, por tanto, se puede obtener mucha más energía de los captadores que en Septiembre, llegando a obtener en Julio una fracción solar del 70%.

CHEQ4 Instalación_Valencia.vas

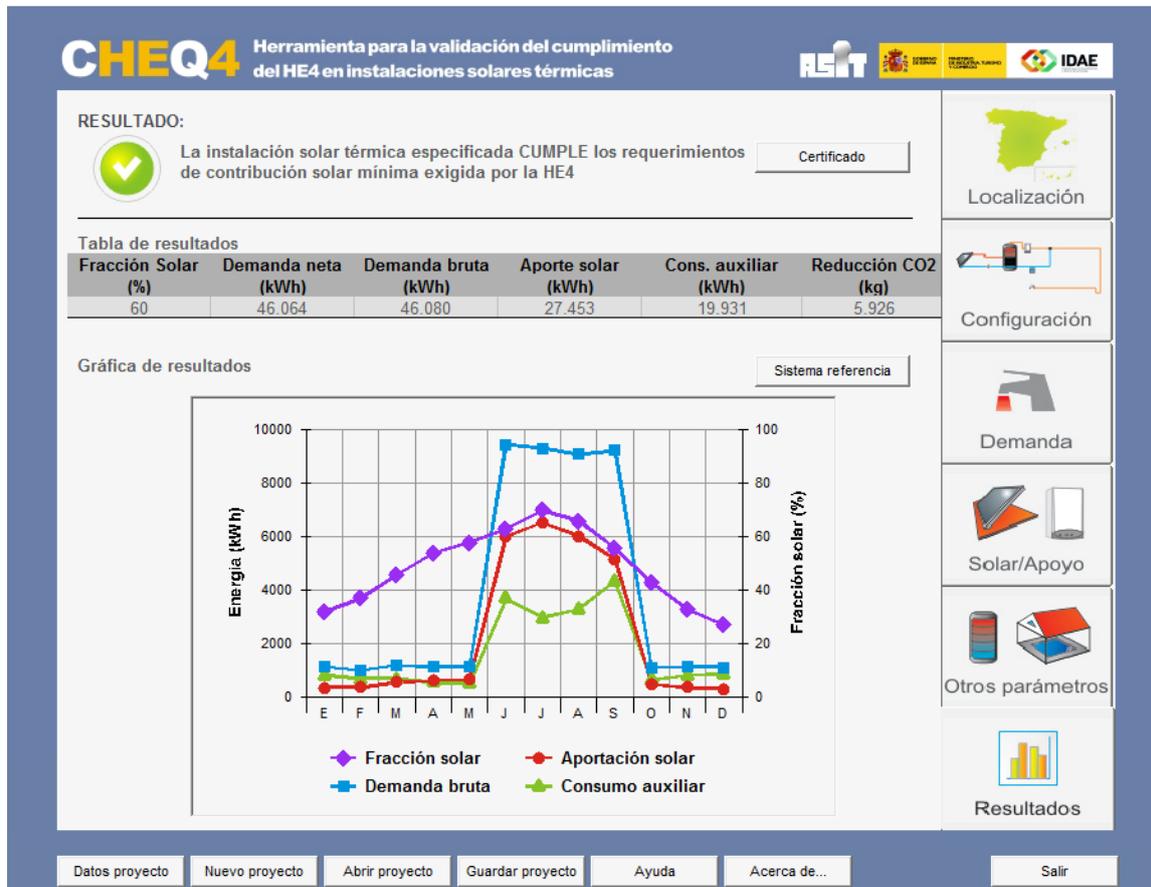


Figura 54: Pantalla Resultados CHEQ4. (CHEQ4, 2017)

2.25 Análisis comparativo placas solares Pontevedra

Una vez concluido el dimensionamiento para la ciudad de Valencia, se ha realizado el mismo proceso, pero para la ciudad de Pontevedra. El propósito de esto ha sido la búsqueda y el análisis de las diferencias en la instalación, para una ciudad con una zona climática distinta.

En cuanto a la demanda en l/día no existe ninguna variación, pero si en la zona climática, que tal como vemos en la figura 14, enmarca a Pontevedra en la zona climática I, por tanto, la contribución solar mínima es del 30%.

La latitud de dicha ciudad es de 42,42°, por tanto, con una demanda preferente en verano, la inclinación óptima es de $\beta=32,42^\circ$, lo que en base a la figura 19, produce unas pérdidas por orientación e inclinación del 5%. Las pérdidas por sombras son las mismas que para la ciudad de Valencia, situándose estas en un 7,33%.

A continuación, para calcular la demanda térmica, se realizan los mismos cálculos que para Valencia, con una temperatura fría de cada mes extraída del anejo 1. Esto conlleva una demanda térmica de 536,17 MJ/día.

Para calcular H_{β} , se ha utilizado el método empírico CENSOL. La radiación sobre plano horizontal se ha extraído de la base de datos "Solar web", cuya tabulación de valores se detalla en el anejo 14. Se obtiene H_{β} , a partir de la expresión 21. El valor de K se extrae del anejo 2.

$$H_{\beta} = H \cdot \alpha_1 \cdot K \cdot Y = 4574 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,223 = 5258,36 \text{ W/m}^2$$

Ecuación 21. Irradiación sobre plano inclinado. (Cañada,2008).

De esto, se obtiene el área mínima de captación necesaria.

$$S = \frac{D \cdot f \cdot 365}{H_{\beta} \cdot \eta} = \frac{536,17 \cdot 0,3 \cdot 365}{5258,36 \cdot 0,35} = 31,9 \text{ m}^2$$

Ecuación 9. Área mínima necesaria de captación. (Cañada,2008)

$$N.º \text{ captadores} = \frac{31,9 \text{ m}^2}{2,27 \text{ m}^2/\text{captador}} = 14,05 \text{ captadores}$$

Por lo que finalmente se instalan 3 filas de 5 captadores, lo que es un total de 15 captadores y una superficie de captación final de 34,05 m².

El depósito de acumulación se limita por unos valores de $V > 50 \cdot A = 50 \cdot 34,05 = 1702,5 \text{ m}^3$ y $V < 180 \cdot A = 6129 \text{ m}^3$. Se opta por un volumen de acumulación de 6000 m³.

El caudal por cada fila de captadores será de:

$$Q_{\text{fila}} = 5 \text{ captadores} \cdot 2,27 \text{ m}^2/\text{captador} \cdot 50 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2 = 567,5 \text{ l/h}$$

Por lo que el caudal total del circuito primario será de $567,5 \cdot 3 = 1705,5 \text{ l/h}$.

Posteriormente, se analiza el circuito hidráulico, cuyo fluido de trabajo es el mismo que para Valencia. Los tramos de tubería y sus propiedades se resumen en la tabla 14. Las pérdidas de cada tramo se obtienen mediante el mismo proceso que el capítulo 2.15 y se adquiere para el tramo 1-2 y 3-4 un valor de 40 mmca/m y para el tramo 2-3 un valor de 27,5 mmca/m, que corregidas mediante $k_1 = 0,96$ y $k_2 = 1,22$, queda respectivamente 46,86 mmca/m y 32,21 mmca/m.

Tramo	Caudal (l/h)	Ø(mm)	v(m/s)	l(m)	mmca/m	mmca
1-2	1702,5	25	0,9	8	46,86	374,88
2-3	567,5	18	0,6	3	32,21	96,63
3-4	1702,5	25	0,9	8	46,86	374,88

Tabla 14. Pérdidas circuito hidráulico. (Elaboración propia)

Para las pérdidas en la distribución de los captadores, realizamos el mismo proceso de la tabla 9 del capítulo 2.15 y obtenemos unas pérdidas de 145,08 mmca, que tomando el tramo de entrada y salida del sistema de captación hace que se duplique $\Delta H \text{ Pérdidas}_{\text{distribución}} = 145,08 \cdot 2 = 290,16 \text{ mmca}$

$$\Delta H \text{ Pérdidas}_{\text{distribución, corregidas}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \Delta H \text{ Pérdidas}_{\text{distribución}} = 290,16 \cdot 0,96 \cdot 1,22 = 339,84 \text{ mmca}$$

Ecuación 12. Corrección pérdidas de carga. (Cañada,2008)

Las pérdidas en los captadores se extraen de la ficha técnica facilitada por el fabricante 7,5 mbar/captador=75mmca/captador al estar en paralelo, solo influyen las pérdidas del primer captador.

Por último, se obtienen las pérdidas totales de la circuitería, sumando los diferentes términos.

$$\Delta H_{Perdidas_{total}} = 75 \text{ mmca} + 339,87 \text{ mmca} = 414,84 \text{ mmca}$$

Seguidamente, se calcula la potencia mínima de intercambio, tanto para el primario como para el secundario, las temperaturas de entrada y salida son las mismas que para la instalación de Valencia.

$$P_{primario} \geq 500 \cdot A = 500 \cdot 15 \cdot 2,27 = 17.025 \text{ W}$$

Ecuación 14. Potencia mínima de un intercambiador. (HE-4 CTE,2013)

Mediante el software “Swep”, se obtiene que el intercambiador a instalar ha de ser el BX8TX28, cuya ficha técnica se detalla en el anejo 15.

$$P_{secundario} \geq 500 \cdot A = 500 \cdot 15 \cdot 2,27 = 17.025 \text{ W}$$

Mediante el software “Swep”, se obtiene que el intercambiador a instalar ha de ser el BX8TX28, cuya ficha técnica se detalla en el anejo 16.

Consecutivamente, para realizar el cálculo del vaso de expansión se siguen los mismos pasos detallados que en el capítulo 2.17

$$V_t = (V \cdot C_e + V_{vap} \cdot 1,1) \cdot C_{pre}$$

Ecuación 15. Volumen mínimo de vaso de expansión. (HE-4 CTE,2013)

Siendo C_e y C_{pre} los mismos que para la instalación de Valencia y con $V=48,87$ y $V_{vap} = 30,76l$, se obtiene finalmente un $V_t = (48,87 \cdot 0,0635 + 30,76 \cdot 1,1) \cdot 1,456 = 53,789 \text{ l}$.

A continuación, se calcula en la tabla 15, la pérdida de carga que deberá vencer la bomba del circuito primario.

Elemento	Perdida de carga
Tramo tubería 1-2	374,88 mmca
Tramo tubería 2-3	96,63 mmca
Tramo tubería 3-4	374,88 mmca
Codos (6 codos $\phi = 25$)	0,7 mmca/codo·6=4,2 mmca
Válvula de retención (6 válvulas $\phi = 25$)	3 mmca/codo·6=18 mmca
Captadores	75 mmca
Distribución captadores	339,87 mmca
Acumulador	600mmca
Total	1.508,58 mmca

Tabla 15. Pérdidas de carga totales. (Elaboración propia)

Por tanto, se concluye que la bomba necesaria requiere:

- $\Delta H_{total}=1508,58 \text{ mmca}$
- $Q=1702,5 \text{ l/h}=1,7025 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para el circuito secundario y terciario las pérdidas de carga serán las pérdidas de los intercambiadores, que según sus fichas técnicas se sitúan en 50kPa, sabiendo que el caudal que trasiegan es el mismo, las bombas necesarias para ambos circuitos serán de:

- $\Delta H_{\text{total}} = 5102,04 \text{ mmca}$
- $Q = 1702,5 \text{ l/h} = 1,7025 \text{ m}^3/\text{h}$.

Por último, se dimensiona el sistema de apoyo, cuya potencia ha de ser tal que cubra el total de la demanda energética. Se instalará un sistema cuya potencia sea como mínimo:

$$Potencia = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot (t_c - t_f) = 6300 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (60 - 12,3) \frac{^\circ\text{C}}{3600\text{s}} = 348,93 \text{ KW}$$

Ecuación 22. Potencia del sistema de apoyo. (Cañada, 2008).

Finalmente, se procede a calcular las emisiones de CO_2 de la instalación de Pontevedra, para así poder realizar los cálculos comparativos con la instalación de Valencia. La demanda energética es de:

$$536,17 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} = 195.702,05 \frac{\text{MJ}}{\text{año}} = 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

$$\text{Kg } CO_2 \text{ emitidos sin solar térmica} = 0,252 \text{ kg} \frac{CO_2}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h} = 13.699,14 \text{ kg } CO_2$$

Con un apoyo de caldera de gas natural del 70%.

$$\begin{aligned} \text{Kg } CO_2 \text{ emitido con solar térmica} &= 0,7 \cdot 0,252 \text{ kg} \frac{CO_2}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 54.361,67 \text{ kW} \cdot \text{h} \\ &= 9.589,39 \text{ kg } CO_2 \end{aligned}$$

La reducción de emisiones de CO_2 , se sitúa en 4109,742 kg para un periodo de un año.

Tal como se puede cotejar en los cálculos justificativos realizados hasta el momento, las diferencias entre ambas ciudades son notables, la contribución solar mínima es el factor determinante que las distingue, en Valencia este factor es mucho mayor, debido a que la irradiación de sol es superior a Pontevedra, por tanto, se puede exigir más energía obtenida a partir de los captadores. Este hecho conlleva a que el número de captadores en la ciudad de Valencia sea mucho mayor, 24 captadores, frente a los 15 que deben instalados en Pontevedra.

Por otro lado, en lo referente a los elementos de la instalación las diferencias no son significativas, las tuberías son del mismo diámetro, los volúmenes de acumulación y las potencias de las bombas son parecidas.

No obstante, a la hora de calcular las emisiones de CO_2 , la diferencia en el porcentaje de energía obtenida con solar térmica, afecta a los kgs de partículas emitidas. En base a la misma demanda de caudal, en la instalación de Valencia se emiten 5.479,6 kg CO_2 , mientras que en Pontevedra las emisiones serían de 9.589,39 kg CO_2 . Por tanto, si se debiese de elegir en que ciudad resulta más rentable, energéticamente hablando, instaurar la instalación, se debería decidir sin lugar a duda por la ciudad de Valencia, ya que, dadas unas condiciones climatológicas más favorables para la disposición de este tipo de energías renovables, la producción de energía "verde", sería mayor y, por tanto, la emisión de partículas de CO_2 sería menor.

2.27 Análisis comparativo bomba de calor Valencia

En esta sección se va a proceder a realizar un análisis comparativo de la instalación actual, con un sistema sustitutorio con bomba de calor. Seguidamente, se analizará si está permitido por normativa o no, considerar la bomba de calor como energía renovable en base a la comparación del COP estacional con los valores mínimos establecidos por normativa. Por último, si está permitido sustituirlo, se estudiará su viabilidad energética en base a la finalidad última de este proyecto, que es la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera. En caso de no ser viable, se reducirá la potencia máxima para que las emisiones fuesen las mismas que con placas solares y apoyo de caldera de gas natural. Una vez obtenida dicha potencia, se obtendrán el número de placas necesario para cubrir el porcentaje de demanda no abastecido, analizando así, si es más óptimo el uso de una tecnología o de otra.

Para este proceso se va a emplear el software IMST-ART del Instituto de Ingeniería Energética, en el cual se introduce la instalación de diseño, que va a ser bomba agua-aire y se obtiene el esquema que se muestra en la figura 55.

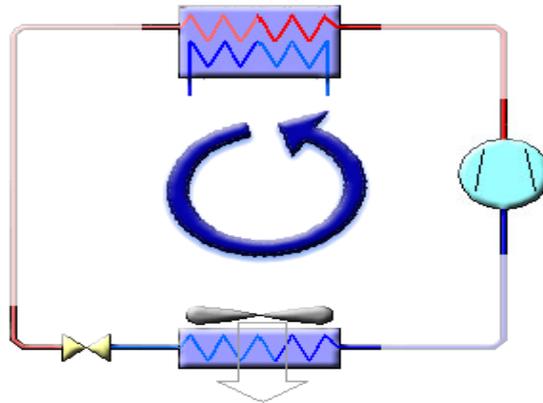


Figura 55. Componentes bomba de calor. (Elaboración propia en IMST-ART)

Los componentes son un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de expansión y el ciclo que realizan se muestra en el diagrama de la figura 56.

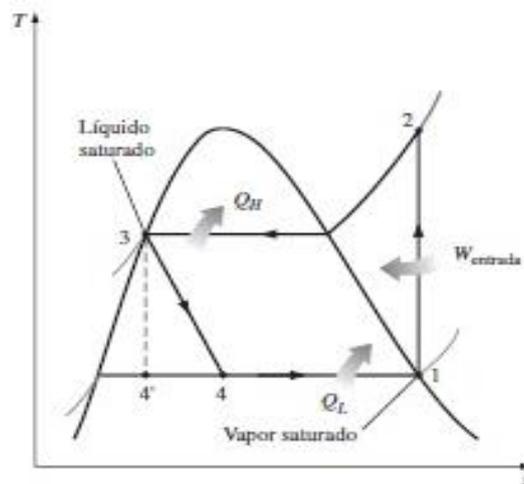


Figura 56. Diagrama bomba de calor. (Martínez, Gómez, 2005)

En primer lugar, se obtendrá para cada mes el COP de la bomba de calor, a fin de hallar el COP nominal y con ello el COP estacional, en base a la ecuación 23.

$$COP_{estacional} = COP_{nominal} \cdot FP \cdot FC$$

Ecuación 23. Cálculo COP estacional. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)

Para hallar el $COP_{nominal}$ se empleará el programa mencionado anteriormente. Para ello, se introducen los valores de la temperatura del aire a la entrada como la temperatura ambiente media extraída del anejo 18 para cada mes, con un gradiente de temperaturas de 5°C para implantar la temperatura de salida del aire en el evaporador. El refrigerante utilizado es el propano.

A continuación, se instauran en el programa las temperaturas del agua extraída de la red general, cuyos valores de cada mes se obtienen del anejo 1. Una vez decretadas las temperaturas de servicio, de deben determinar dos parámetros más, el sobrecalentamiento y el subenfriamiento. Estos parámetros permiten desplazar los puntos 1 y 3 de la figura 56, con el fin de optimizar el proceso y obtener mayor energía. El sobrecalentamiento, es decir, la variación del punto 1, se decreta como 7°C para todos los meses, en cambio, el valor del subenfriamiento(subcooling), se optimiza utilizando el mismo programa.

Para optimizar el subenfriamiento, se simula la instalación con todos los parámetros instituidos hasta el momento, y se representa en una gráfica el COP con el subcooling para determinar así el $COP_{máximo}$.

Seguidamente, se detalla paso a paso, la elaboración de dicho proceso para Enero. En la figura 57, se vislumbra lo datos introducidos antes de la simulación de optimización del subcooling.

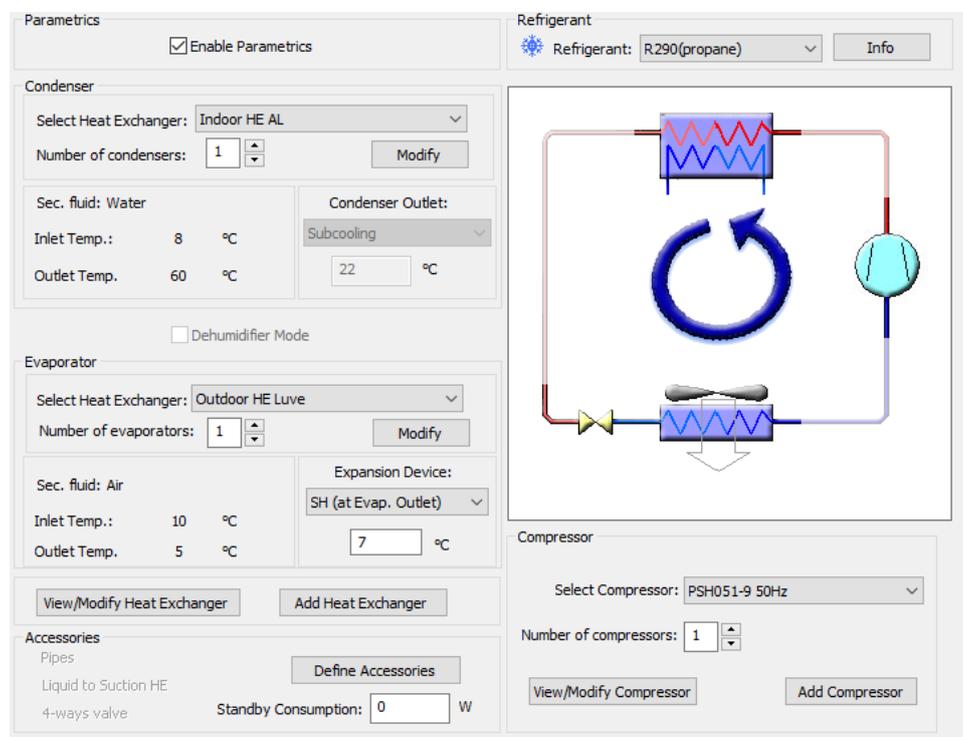


Figura 57. Datos bomba de calor Enero. Cálculo subcooling. (Elaboración propia en IMST-ART)

Una vez realizada la simulación se analiza la gráfica representada en la figura 58, por tanto, para el mes de Enero se obtiene un subcooling óptimo de 39,13°C.

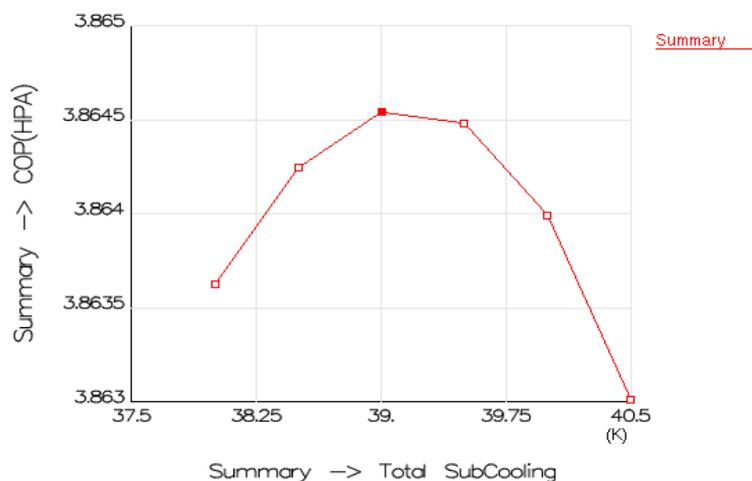


Figura 58. Cálculo subcooling óptimo. (Elaboración propia en IMST-ART)

Seguidamente, se coloca el valor del subcooling en los datos de entrada y se simula la instalación para obtener los resultados del estudio.

El COP obtenido es de 3,8644 y la potencia del compresor es de 12.678 W. Consecutivamente, se realiza el mismo cálculo para los otros meses del año, los valores se tabulan en la tabla 16.

	Tª Entrada Aire(°C)	Tª Salida Aire(°C)	Tª entrada agua(°C)	Tª Agua servicio(Cº)	Subcooling optimo	COP	Potencia(W)
Enero	10,00	5,00	8,00	60,00	39,13	3,86	12.678,00
Febrero	11,00	6,00	9,00	60,00	38,50	3,92	12.773,00
Marzo	13,00	8,00	11,00	60,00	37,20	4,03	12.955,00
Abril	15,00	10,00	13,00	60,00	36,10	4,14	13.412,00
Mayo	18,00	13,00	14,00	60,00	35,30	4,36	13.353,00
Junio	22,00	17,00	15,00	60,00	34,30	4,69	13.600,00
Julio	24,00	19,00	16,00	60,00	33,50	4,48	13.724,00
Agosto	24,00	19,00	15,00	60,00	34,20	4,86	13.717,00
Septiembre	22,00	17,00	14,00	60,00	35,10	4,71	13.540,00
Octubre	18,00	13,00	13,00	60,00	36,00	4,49	13.307,00
Noviembre	14,00	9,00	11,00	60,00	37,30	4,25	12.986,00
Diciembre	11,00	6,00	8,00	60,00	39,30	3,94	12.768,00
Promedio						4,31	13.234,42

Tabla 16. COP y potencias de la instalación para cada mes. (Elaboración propia)

Inmediatamente, a partir del valor del $COP_{nominal}$ calculamos el $COP_{estacional}$ en base la ecuación 23. Se obtiene el factor de ponderación con los valores de la figura 59 para Valencia, que es zona B y para una tipología de instalación de energía aerotermia con equipo centralizado.

Fuente Energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Figura 59. Factor de ponderación. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)

Seguidamente, se halla el factor de corrección con los valores calculados en la tabla 60. El cálculo del COP se ha realizado con la temperatura de 60°, ya que es la de servicio de ACS.

Tª de condensación (°C)	Factor de Corrección (FC)					
	FC (COP a 35°C)	FC (COP a 40°C)	FC (COP a 45°C)	FC (COP a 50°C)	FC (COP a 55°C)	FC (COP a 60°C)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

Figura 60. Factor de corrección. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)

Por lo que finalmente se obtiene un $FP = 0,8$ y un $FC = 1$. Con esto se vuelve a plantear la ecuación 23 y obtenemos el $COP_{estacional}$.

$$COP_{estacional} = COP_{nominal} \cdot FP \cdot FC = 4,31 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3,45$$

Una vez hallado, se ha de indagar en normativa los requisitos para esta tecnología. Se extrae que: “a Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) establece el parámetro η con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como renovables siempre que su $COP_{estacional}$ sea superior a 2,5.” (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)

Por tanto, se concluye que, para esta instalación, se podría sustituir el sistema de ACS con placas solares por un sistema de bombeo de calor aire-agua, ya que es posible ser considerado como energía renovable.

Pero, tal como se introdujo en el objeto del proyecto, la índole final no es otra que la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera, por ende, no sería correcto, que se afirmase una optimización de la tecnología anterior, cuando no se ha comprobado que estas sean menores que con placas solares.

A continuación, se ejecuta el cálculo de emisiones de CO_2 . Para ello, se extrae la potencia eléctrica media del compresor de la tabla 16, un valor de 13.234,42W, a fin de hallar el consumo eléctrico. Al igual que se hizo en el apartado 2.23, se considera la utilización los 365 días del año de la instalación.

$$13.234,42 \text{ W} = 13.234,42 \text{ W} \cdot 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{\text{día}} = 115.933,52 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

Por tanto, en un año, el consumo eléctrico sería de 115.933,52 $\text{kW} \cdot \text{h}$, con unas emisiones de 0,411 kg de $CO_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ eléctrico.

Las emisiones totales anuales serían de:

$$115.933,52 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 0,411 \text{ kg de } \frac{CO_2}{\text{kW} \cdot \text{h}} = 47.648,67 \text{ kg de } CO_2$$

Estas emisiones se calculan para un caudal de 0,81148 m^3/h que dada la densidad del agua son 811,48 kg/h. La demanda de caudal de la instalación es de 2714 l/h, lo que son 2714 kg/h, por tanto, se necesitaría una bomba de calor $\frac{2714}{811,48} = 3,44$ veces mayor, por consiguiente, las emisiones serían 3,44 veces más.

$$47.648,67 \text{ kg de } CO_2 \cdot 3,44 = 159.361,28 \text{ kg de } CO_2$$

Por ende, como cabe afirmar, que, dado el COP de la bomba de calor diseñada, el sistema puede ser considerado como energía renovable, por tanto, podría sustituir a las placas solares. No obstante, desde el inicio del proyecto se fijó como objetivo último, la reducción de emisiones, a fin de preservar el medio ambiente y frenar la destrucción de la capa de ozono, por ello los 159.361,28 $\text{kg de } CO_2$ que se emitirían con la bomba de calor, superan con creces los 5.479,6, $\text{kg } CO_2$ emitidos con solar térmica. Por tanto, se decide no sustituir la bomba de calor por las placas solares.

Dado este hecho se procede a calcular la potencia máxima que podría disponer el compresor para no sobrepasar las emisiones de la caldera, y el número de placas solares de apoyo que serían necesarios para satisfacer la demanda al completo.

Las emisiones actuales se sitúan en 159.361,28 $\text{kg de } CO_2$, pero el máximo que debería emitir para igualar las emisiones con placas y gas natural serían de 5.479,6, $\text{kg } CO_2$, por tanto, la potencia de la bomba será de:

$$5.479,6, \text{ kg } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ kW} \cdot \text{h}}{0,411 \text{ kg } CO_2} = 13.332,36 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

$$13.332,36 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} = 1.521,9 \text{ W}$$

La potencia de la bomba de calor, para igualar las emisiones de la caldera de gas natural será de 1.521,9 W.

Tal como se introdujo en el objeto del proyecto se busca dotarlo al máximo de realidad, por tanto, se incluye la ficha técnica de una bomba de calor comercial en el Anejo 19. El elemento escogido es de la marca KALIKO, modelo TWH 200 E.

De la página 32 se extrae que la demanda de la instalación es de 536,17 MJ/día, que transformando a wattios queda:

$$536,17 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 \text{ W}}{1 \text{ J}} = 6.205,67 \text{ W}$$

lo que son 6.205,67 W de potencia requeridos. Por ende, las placas solares deberán cubrir lo que falte para alcanzar dicha cifra, se obtiene restándole la potencia requerida, la máxima potencia con el límite de emisiones.

$$6.205,67 \text{ W} - 1.521,9 \text{ W} = 4.683,8 \text{ W}$$

Esta potencia esta medida en términos eléctricos, pero ahora para hallar el área necesaria de los captadores, se debe convertir a valores térmicos, por tanto, dividimos entre el $COP_{estacional}$ obtenido anteriormente.

$$Q = \frac{4.683,8}{3,45} = 1.357,61 \text{ W}$$

La potencia que ha de cubrir los captadores es de 1.357,61 W

El primer paso yace en averiguar el área mínima necesaria de captación, según la demanda media diaria de energía térmica(D), para ello se utiliza la expresión 9, la demanda de energía térmica se expresa en MJ/día, por tanto, se realiza la conversión de W a MJ/día.

$$1.357,61 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ W}} \cdot \frac{1 \cdot \text{MJ}}{1 \cdot 10^6 \text{ J}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 117,3 \text{ MJ/día}$$

Una vez se obtiene dicha demanda, se implanta la ecuación 9, aplicándose a todo el rango anual de captación, con una irradiación media obtenida sobre el plano inclinado extraída del anejo 4 y con un rendimiento medio estimado de 0,35 (Cañada,2008).

$$S = \frac{D \cdot 365}{H_{\beta} \cdot \eta} = \frac{117,3 \cdot 365}{6741,844 \cdot 0,35} = 18,144 \text{ m}^2$$

Ecuación 9. Área mínima necesaria de captación. (Cañada,2008)

Elegido el captador que se va a instalar en el capítulo 2.10, se debe calcular cuántos de ellos se deben implementar en función del área total necesaria de captación calculada anteriormente.

$$\text{Nº captadores} = \frac{18,144 \text{ m}^2}{2,27 \text{ m}^2/\text{captador}} = 7,99 \text{ captadores.}$$

Finalmente, y como síntesis de este análisis se concreta que al producir un valor de emisiones de 159.361,28 kg de CO_2 , se declina la opción de instalar la bomba de calor únicamente. No obstante, y a fin de buscar una optimización máxima de la instalación, se ha estudiado la aplicación de una bomba de calor conjuntamente con placas solares, fijándose como cuello de botella, las emisiones de CO_2 , establecidas en 5.479,6, kg CO_2 . Tras la aplicación de esta restricción, se selecciona un compresor de potencia nominal 1.521,9 W y se halla el número de captadores que se dispondrán para abastecer al

completo la demanda. Al fin, se concluye que el uso de placas solares con bomba de calor es más óptimo que el uso de placas con caldera de gas natural, ya que, dadas las mismas emisiones de la caldera y la bomba, el número de placas a instalar es menor usando dicha bomba. El ahorro en este caso, no es tanto energético, es decir de emisiones, ya que se han fijado a la par, sino económico, pues el número de captadores a instalar se ve reducido a 8 unidades, es decir, un 66,6% de reducción en la partida de captación del presupuesto.

2.28 Análisis comparativo bomba de calor Pontevedra

En este capítulo se procede a realizar los mismos cálculos comparativos de la bomba de calor realizados en el capítulo anterior para Valencia, pero ahora para la instalación de Pontevedra, para analizar, así como afecta la zona climática y la diferencia de cobertura solar mínima establecida por normativa a los diferentes factores.

En este caso los datos de las temperaturas de entrada del agua y del aire, son diferentes para Pontevedra, dada la diferencia de condición climatológica. Los valores de temperatura de entrada del aire se extraen del anejo 18 y los de entrada del agua del anejo 1.

El diseño de la bomba de calor es el mismo que se empleó en la instalación de Valencia, detallado en la figura 55, cuyos componentes son un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de expansión. El ciclo que realizan se muestra en el diagrama de la figura 56.

En primer lugar, se obtendrá para cada mes el COP de la bomba de calor, a fin de hallar el COP nominal y con ello el COP estacional, en base a la ecuación 23.

$$COP_{estacional} = COP_{nominal} \cdot FP \cdot FC$$

Ecuación 23. Cálculo COP estacional. (IDAE,2014“Prestaciones bombas de calor”)

A continuación, se instauran en el programa las temperaturas del agua extraída de la red general, cuyos valores de cada mes se obtienen del anejo 1, para la ciudad de Pontevedra. Una vez decretadas las temperaturas de servicio, de deben determinar dos parámetros más, el sobrecalentamiento y el subenfriamiento. Estos parámetros permiten desplazar los puntos 1 y 3 de la figura 56, con el fin de optimizar el proceso y obtener mayor energía. El sobrecalentamiento, es decir, la variación del punto 1, se decreta como 7°C para todos los meses, en cambio, el valor del subenfriamiento(subcooling), se obtiene su punto óptimo mediante simulaciones en IMST-ART.

Para optimizar el subenfriamiento, se simula la instalación con todos los parámetros instituidos hasta el momento, y se representa en una gráfica el COP con el subcooling para determinar así el $COP_{máximo}$. En el pico de la curva donde el COP es máximo, se extrae el valor del subcooling fijándose en el eje de las abscisas.

Por ello, se realiza el cálculo de subcooling y las simulaciones para todos los meses del año, obteniendo así el $COP_{nominal}$ y la $Potencia_{promedio}$.

	Tª Entrada Aire(°C)	Tª Salida Aire(°C)	Tª entrada agua(°C)	Tª Agua servicio(Cº)	Subcooling optimo	COP	Potencia(W)
Enero	9,00	4,00	8,00	60,00	38,66	3,71	12.570,00
Febrero	10,00	5,00	9,00	60,00	38,03	3,76	12.666,00
Marzo	12,00	7,00	11,00	60,00	36,73	3,87	12.849,00
Abril	14,00	9,00	13,00	60,00	35,63	4,06	13.304,00
Mayo	16,00	11,00	14,00	60,00	34,83	4,28	13.245,00
Junio	18,00	13,00	15,00	60,00	33,83	4,61	13.492,00
Julio	20,00	15,00	16,00	60,00	33,03	4,40	13.616,00
Agosto	20,00	15,00	15,00	60,00	33,73	4,78	13.609,00
Septiembre	18,00	13,00	14,00	60,00	34,63	4,63	13.432,00
Octubre	15,00	10,00	13,00	60,00	35,53	4,41	13.199,00
Noviembre	12,00	7,00	11,00	60,00	36,83	4,17	12.878,00
Diciembre	9,00	4,00	8,00	60,00	38,83	3,86	12.660,00
Promedio						4,21	13.126,67

Tabla 17. COP y potencias de la instalación para cada mes. (Elaboración propia)

Inmediatamente, a partir del valor del $COP_{nominal}$ calculamos el $COP_{estacional}$ en base la ecuación 23. Se obtiene el factor de ponderación con los valores de la figura 59 para Pontevedra, que es zona B y para una tipología de instalación de energía aerotermia con equipo centralizado.

Seguidamente, se halla el factor de corrección con los valores calculados en la tabla 60. Por lo que finalmente se obtiene un $FP = 0,8$ y un $FC = 1$. Con esto se vuelve a plantear la ecuación 23 y obtenemos el $COP_{estacional}$.

$$COP_{estacional} = COP_{nominal} \cdot FP \cdot FC = 4,21 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3,368$$

Obtenido el $COP_{estacional}$, se ha de indagar en normativa los requisitos para esta tecnología. Se extrae que: "a Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) establece el parámetro η con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como renovables siempre que su $COP_{estacional}$ sea superior a 2,5." (IDAE,2014 "Prestaciones bombas de calor")

Luego, se concluye que, para esta instalación, se podría sustituir el sistema de ACS con placas solares por un sistema de bombeo de calor aire-agua, ya que es posible ser considerado como energía renovable, dado que la restricción del CTE es para COP menores de 2,5.

A continuación, se procede a calcular las emisiones de dicha tecnología, como ya se ha dispuesto en el capítulo anterior, es necesario multiplicar la potencia promedio de la instalación de estudio por 3,44, ya que la demanda de caudal real de ACS es dicho valor mayor que la de las simulaciones en IMST-ART.

En primer lugar se transforma la potencia obtenida requerida de la bomba de calor a $kW \cdot h$, a fin de analizar sus emisiones.

$$13.126,67 W = 13.126,67 W \cdot 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \cdot \frac{24h}{\text{día}} = 114.989,63 kW \cdot h$$

Seguidamente, se obtienen los kg emitidos a la atmosfera, a través del coeficiente de emisiones por $kW \cdot h$ eléctrico.

$$114.989,63 kW \cdot h \cdot 0,411 \text{ kg de } \frac{CO_2}{kW \cdot h} = 47.260,74 \text{ kg de } CO_2$$

Por último, se multiplica por el factor de aumento del caudal.

$$47.260,74 \text{ kg de } CO_2 \cdot 3,44 = 162.576,94 \text{ kg de } CO_2$$

Finalmente, se obtiene que al igual que ocurría en el caso de Valencia, las emisiones solamente con bomba de calor son mucho mayores que con placas solares y apoyo de gas natural, las cuales se situaban en $9.589,39 \text{ kg } CO_2$, por tanto, no es admisible, en base a el objeto de dicho proyecto sustituir una instalación que emite $9.589,39 \text{ kg } CO_2$, por otra con emisiones de $162.576,94 \text{ kg de } CO_2$ anuales, ya que la huella de dióxido de carbono que se aplicaría a la capa de ozono sería notablemente superior.

Dado este hecho se procede a calcular la potencia máxima que podría disponer el compresor de la bomba de calor, para no sobrepasar las emisiones de la caldera, y el número de placas solares de apoyo que serían necesarios para satisfacer la demanda.

La cantidad de kg emitidos con la caldera de gas natural de apoyo son de $9.589,39 \text{ kg } CO_2$, por lo que se calcula la potencia que sería aceptable cubrir, con las emisiones actuales de la bomba de calor.

$$9.589,39 \text{ kg } CO_2 \cdot \frac{1 kW \cdot h}{0,411 \text{ kg } CO_2} = 23.331,85 kW \cdot h$$

$$23.331,85 kW \cdot h \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 h} \cdot \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} = 2.663,45 W$$

Por tanto, la potencia de la bomba de calor en la ciudad de Pontevedra con unas emisiones equiparadas a la caldera de gas natural será de $2.663,45 W$.

De la página 32 se extrae que la demanda de la instalación es de $536,17 \text{ MJ/día}$,

$$536,17 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 h} \cdot \frac{1 h}{3600 s} \cdot \frac{1 \cdot 10^6 J}{1 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 W}{1 J} = 6.205,67 W$$

Luego, se requieren $6.205,67 W$ de potencia. Por ende, las placas solares deberán cubrir lo que falte para alcanzar dicha cifra.

$$6.205,67 W - 2.663,45 W = 3.542,21 W$$

Esta potencia esta medida en términos eléctricos, pero ahora para hallar el área necesaria de los captadores, se debe convertir a valores térmicos, por tanto, dividimos entre el $COP_{estacional}$ obtenido anteriormente.

$$Q = \frac{3.542,21}{3,37} = 1.051,1 W$$

La potencia que ha de cubrir los captadores es de 1.051,1 W

El primer paso yace en averiguar el área mínima necesaria de captación, según la demanda media diaria de energía térmica(D), para ello se utiliza la expresión 9, la demanda de energía térmica se expresa en MJ/día, por tanto, se realiza la conversión de W a MJ/día.

$$1.051,1 W \cdot \frac{1 J}{1 W} \cdot \frac{1 \cdot MJ}{1 \cdot 10^6 J} \cdot \frac{24 h}{1 día} \cdot \frac{3600 s}{1 h} = 90,815 MJ/día$$

Una vez se obtiene dicha demanda, se implanta la ecuación 9, aplicándose a todo el rango anual de captación, con una irradiación media obtenida sobre el plano inclinado extraída del anejo 4 y con un rendimiento medio estimado de 0,35 (Cañada,2008).

$$S = \frac{D \cdot 365}{H_p \cdot \eta} = \frac{90,815 \cdot 365}{5258,36 \cdot 0,35} = 18,01 m^2$$

Ecuación 9. Área mínima necesaria de captación. (Cañada,2008)

Que, con el área de captación extraída del anexo 5 del captador elegido Heliostar S252 Steck, se obtiene un numero de captadores de:

$$N^{\circ} \text{ captadores} = \frac{18,01 m^2}{2,27 m^2/\text{captador}} = 7,93 \text{ captadores.}$$

Finalmente, y como conclusión de este análisis comparativo se declara que al producir un valor de emisiones de 162.576,94 kg de CO₂ se declina la opción de instalar la bomba de calor independientemente. De todos modos, se realiza un estudio comparativo más, para buscar así la mayor eficiencia posible, por tanto, se reduce la potencia del compresor hasta fijarla a un valor cuyas emisiones de CO₂, sean las mismas que con apoyo de gas natural, establecidas en 6.205,67 W. Tras la aplicación de esta restricción, se selecciona un compresor de potencia nominal 2.663,45 W y se halla el número de captadores que se dispondrán para abastecer al completo la demanda. Aplicando la ficha técnica de los captadores Heliostar S252 Steck, se obtiene la necesidad de instalar 8 captadores, por tanto, el empleo de placas con bomba de calor, es más eficiente, que el uso de placas solares con caldera de gas natural, ya que en esta última se requieren 15 placas, frente a las 8 que se han de instalar en la bomba de calor, una reducción de 7 unidades.

La diferencia entre las dos ciudades es notoria durante todo el proyecto, desde el inicio, debido a normativa, para Valencia la contribución solar mínima que se deben cubrir las placas solares es del 60%, mientras que para Pontevedra es únicamente del 30%. Este hecho crea diferentes rutas a recorrer para ambas instalaciones, ya que los valores y los componentes de ambas difieren en todo el dimensionamiento. Este hecho, así como, la diferencia climática produce que la bomba de calor tenga diferente COP en ambas ciudades para cada mes, tal como se detalla en la figura 61, al igual que ocurre en términos de potencia de la bomba, representado en la figura 62.

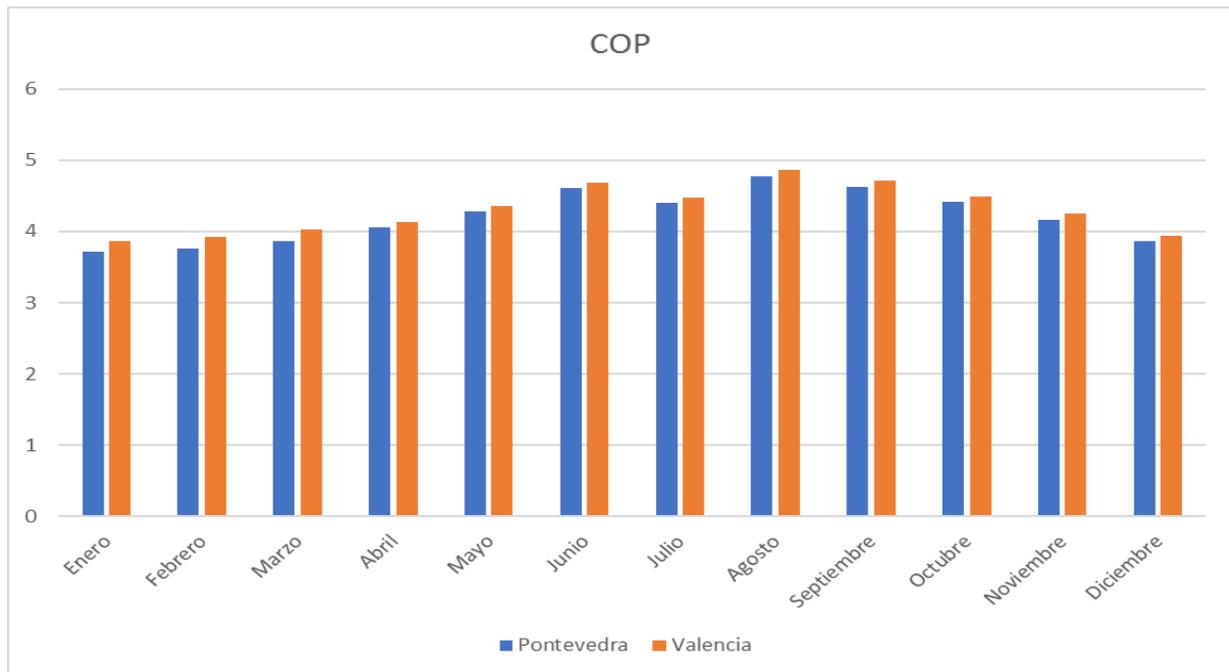


Figura 61. $COP_{estacional}$ mensual para cada ciudad. (Elaboración propia)

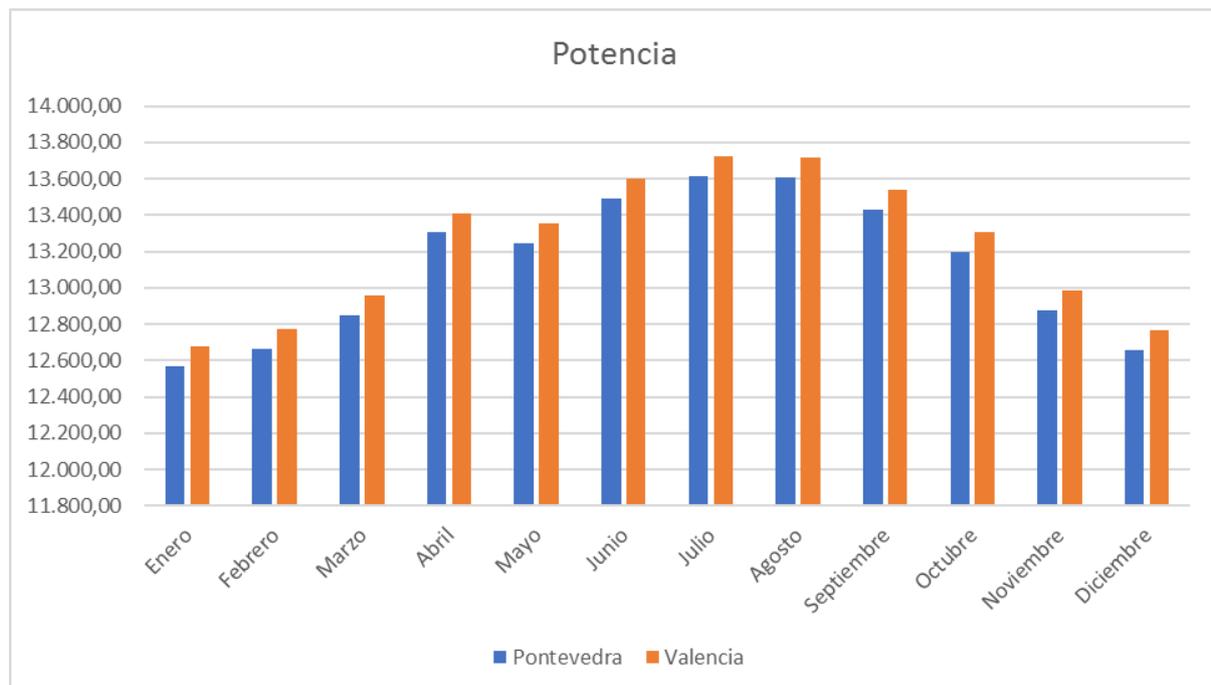


Figura 62. Potencia mensual para cada ciudad. (Elaboración propia)

Tal como se puede apreciar, en todos los meses el $COP_{estacional}$ es mayor para la ciudad de Valencia, debido a que la temperatura de entrada del aire es mayor. Este hecho provoca, además, que el subcooling óptimo, sea un poco mayor, por tanto, el aire se expande más, lo que provoca que la potencia también sea mayor, tal como se aprecia en la figura 62.



Capítulo 3. PRESUPUESTO

3.1 Unidades de obra

SISTEMA DE CAPTACIÓN					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
1.1	Ud.	Colector solar plano vidriado con marcado CE de 2.27 m2 de superficie útil, carcasa de aluminio y aislamiento térmico de lana mineral, homologado según RD 891/1980, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE			
PIMC.1b	Ud.	Col. slr plano vidrio 2,27 m2 sup. útil marca Heliostar modelo 252 S4Steck	24,00	616,00	14.784,00
PIMH.5a	Ud.	Válvula de cierre	8,00	38,54	308,32
PIMH.3a	Ud.	Válvula de seguridad	8,00	113,66	909,28
PIMC.3a	Ud.	Kit conexión captador solar	8,00	100,78	806,24
PIMC.4a	Litros	Fluido solar caloportador	4,50	145,00	652,50
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	8,00	16,58	132,64
MOOF11a	h	Especialista fontanería	10,00	14,10	141,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	10,00	16,58	165,80
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	8,00	15,77	126,16
	%	Medios auxiliares	2,00		360,52
	%	Costes Indirectos	3,00		551,59
Precio unidad en €					18.938,05
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
1.2	Ud.	Instalación de conjunto de perfiles de aluminio y pletinas de sujeción para 6 catadores solares, abrazaderas de sujeción del perfil y pletinas de acero inoxidable para forjado, según DB HS y DB HE-4 del CTE.			
PIME.3C	Ud.	Estr. met. sup. inclinación 6 captadores	1,00	159,50	159,50
PIMC.3a	Ud.	Kit conexión captador solar	8,00	100,78	806,24
PIMC.4a	Litros	Fluido solar caloportador	4,50	145,00	652,50
PIMC.3b	Ud.	Kit de piezas auxiliares	1,00	35,00	35,00
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	5,00	15,77	78,85
MOOA.a	h	Ayudante instalador	4,00	8,00	32,00
	%	Medios auxiliares	2,00		34,64
	%	Costes Indirectos	3,00		53,96
Precio unidad en €					1.852,69

SISTEMA DE INTERCAMBIO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
2.1	Ud.	Intercambiador de calor de placas desmontables con marcado CE para la producción de 6300 l/h de ACS con colectores solares, para una presión máxima de 10 bar y una temperatura de estancamiento de 208 °C, realizado con acero inoxidable AISI con junta de nitrilo NBR, bastidor de acero al carbono de dimensiones 180x480mm, incluso conexiones estándar, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE-EN 1148 y UNE-EN 305,306,307 y 308, en el RITE y sus instrucciones técnicas, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
PIMI.1f	Ud.	Intercambiador placas prod 6300l/h ACS	1,00	1.989,68	1.989,68
PIMC.3c	Ud.	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,00	5,30	5,30
PIMC.3a	Ud.	Manguito antielectrolítico 1 1/4"	4,00	13,60	54,40
MOOE.8a	h	Oficial 1ª fontanería	3,00	16,58	49,74
MOOF.9a	h	Oficial 2ª fontanería	3,00	16,58	49,74
	%	Medios auxiliares	2,00		42,98
	%	Costes Indirectos	3,00		65,76
Precio unidad en €					2.257,59

SISTEMA DE ACUMULACIÓN					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
3.1	Ud.	Depósito de acumulación de ACS MXV-7000-IB de la compañía LAPESA con marcado CE de acero con aislamiento, 7000 litros de capacidad y dimensiones de 1750x3652(diámetro x altura) incluyendo manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 de CTE.			
PIMA.3e	Ud.	Acum. cap 7000 l serp.	1,00	13.887,00	13.887,00
PIMC.3a	Ud.	Material auxiliar para A.C.S.	1,00	5,30	5,30
PIMC.3f	Ud.	Manguito antivibración, de goma	2,00	18,00	36,00
PIMC.3b	Ud.	Manómetro con baño de glicerina	8,00	13,66	109,28
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	2,00	16,58	33,16
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	10,00	16,58	165,80
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	8,00	15,77	126,16
	%	Medios auxiliares	2,00		303,25
	%	Costes Indirectos	3,00		463,98
Precio unidad en €					15.089,45
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
3.2	Ud.	Interacumulador de ACS 5000RB de la compañía IDROGAS con marcado CE de acero con aislamiento, 5000 litros de capacidad y dimensiones de 1910x2710(diámetro x altura) incluyendo manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 de CTE.			
PIMA.3e	Ud.	Interacum. cap 5000 l serp.	1,00	5.682,00	5.682,00
PIMC.3c	Ud.	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,00	5,30	5,30
PIMC.3f	Ud.	Manguito antivibración, de goma	2,00	18,00	36,00
PIMC.3b	Ud.	Manómetro con baño de glicerina	8,00	13,66	104,00
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	1,00	16,58	16,58
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	5,00	16,58	82,90
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	4,00	15,77	63,08
	%	Medios auxiliares	2,00		135,90
	%	Costes Indirectos	3,00		207,93
Precio unidad en €					6.292,95

SISTEMA HIDRÀULICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
4.1	Ud.	Tubería cobre rígido de 30 mm de diámetro interior, puesta a punto de soldadura dura, codos, tés, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con material aislante, de espesor nominal de 25 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.			
PISC.1a	ml.	Tubo de cobre Ø 30 mm	33,00	7,46	246,18
PISC.3c	Ud.	Kit conexión tuberías	1,00	5,30	5,30
PIMC.3a	ml.	Material aislante	33,00	0,25	8,25
PIMC.3b	kg	Pintura protectora de polietileno	4,00	25,38	101,52
PISC.4d	Ud.	Codo	8,00	18,00	144,00
PISC.4b	Ud.	Tes	2,00	22,00	44,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	10,00	16,58	165,80
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	8,00	15,77	126,16
	%	Medios auxiliares	2,00		16,82
	%	Costes Indirectos	3,00		25,74
Precio unidad en €					883,78
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
4.2	Ud.	Tubería cobre rígido de 18 mm de diámetro interior, puesta a punto de soldadura dura, codos, tés, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla, de espesor nominal de 35 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.			
PISC.1a	ml.	Tubo de cobre Ø 18 mm	27,00	7,15	193,05
PISC.3c	Ud.	Kit conexión tuberías	1,00	5,30	5,30
PIMC.3a	ml.	Material aislante	33,00	0,32	10,56
PIMC.3b	kg	Pintura protectora de polietileno	4,00	25,38	101,52
PISC.4d	Ud.	Codo	2,00	18,00	36,00
PISC.4b	Ud.	Tes	12,00	22,00	264,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	10,00	16,58	165,80
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	8,00	15,77	126,16
	%	Medios auxiliares	2,00		18,05
	%	Costes Indirectos	3,00		27,61
Precio unidad en €					948,05

SISTEMA HIDRÁULICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
4.3	Ud.	Vaso de expansión de capacidad CE con 100 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable con membrana resistente al anticongelante ya a altas temperaturas, para instalaciones de energía solar térmica, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE			
PISC.1a	Ud.	Vaso de expansión 100l	1,00	442,25	442,25
PISC.3c	Ud.	Kit conexión tuberías	1,00	5,30	5,30
PIMC.3b	Ud.	Manómetro con baño de glicerina	8,00	13,66	109,28
PIMH.4a	Ud.	Válvula de corte	1,00	12,30	12,30
PIMH.4c	Ud.	Caudalímetro	1,00	200,00	200,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	2,50	16,58	41,45
MOOF.11a	h	Especialista fontanería	2,50	14,10	35,25
	%	Medios auxiliares	2,00		16,92
	%	Costes Indirectos	3,00		25,88
Precio unidad en €					888,63

CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
4.4	Ud.	Bomba para ACS con marcado CE, carcasa en hierro fundido luz indicadora de funcionamiento y fallos, control electrónico del sentido de giro, auto purgante, aislamiento térmico, tres velocidades, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4.			
PIMB.2b	Ud.	Bomba de circulación	1,00	380,46	380,46
PIMC.3f	Ud.	Manguito antivibración, de goma	12,00	18,00	216,00
PIMC.3b	Ud.	Manómetro con baño de glicerina	4,00	13,66	54,64
PIMH.4b	Ud.	Válvula de retención	2,00	5,40	10,80
PISC.1b	ml.	Tubo rígido de PVC	3,00	0,70	2,10
PIMH.4a	Ud.	Válvula de corte	1,00	12,30	12,30
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	9,00	16,58	149,22
MOOA.8a	h	Oficial 1 construcción	8,00	15,77	126,16
	%	Medios auxiliares	2,00		19,03
	%	Costes Indirectos	3,00		29,12
Precio unidad en €					999,84

SISTEMA ELÉCTRICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
5.1	Ud.	Instalación de cuadro general de distribución para servicios generales, con caja y puerta de material aislante autoextinguible y dispositivos de mando, maniobra y protección general mediante 1 PIA 4x40 A, 1 diferencial de 2x25 A, 2 de 2x40 A y 2 de 4x40A para 8 circuitos, totalmente instalado, conectado y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002			
EIEL.4nfbab	Ud.	Intr. Mgnt 40A 4p C 6kA	1	45,76	45,76
EIEL.3aabaaab	Ud.	Intr. Dif 25a 2p 30mA AC inst man	1	28,23	28,23
EIEL.3babaaab	Ud.	Intr. Dif 40 2p 30mA AC inst man	2	29,36	58,72
EIEL.3bbcaaab	Ud.	Intr. Dif 40 4p 30mA AC inst man	2	89,83	179,66
EIEL.4lbbab	Ud.	Intr. Mgnt 25A 1+N C 6kA	2	10,42	20,84
EIEL.4ibbab	Ud.	Intr. Mgnt 10A 1+N C 6kA	2	9,99	19,98
EIEL.4jbbab	Ud.	Intr. Mgnt 16A 1+N C 6kA	2	10,1	20,2
EIEL.4lfbab	Ud.	Intr. Mgnt 25A 4p C 6kA	1	41,79	41,79
EIEL.4mfbab	Ud.	Intr. Mgnt 32A 4p C 6kA	1	44,16	44,16
PIEA.5aga	Ud.	Caja distribución 18 emp	1	51,52	51,52
PIED30a	Ud.	Temporizador minuterero	1	48,44	48,44
MOOA.8a	h	Oficial 1 electricidad	15	16,58	248,7
MOOA.9a	h	Oficial 2 construcción	10	15,14	151,4
	%	Medios auxiliares	2		16,82
	%	Costes Indirectos	3		25,74
Precio unidad en €					1.001,96

CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
5.2	Ud.	Centralita multisistema con marcado CE, dispositivos visibles de funcionamiento, sistemas de fto programables, contadores caloríficos, limitadores de temperatura, conexión a PC y lectura digital de tª, instalada y en correcto fto. según DB HE-4 del CTE.			
PIMR.3a	Ud.	Centralita de regulación	1,00	677,28	677,28
PIMR.3f	Ud.	Antena GSM	1,00	46,00	46,00
PISC.3c	Ud.	Kit instalación	1,00	5,30	5,30
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	2,00	16,58	33,16
MOOA.8a	h	Oficial 1ª electricidad	2,00	16,58	33,16
	%	Medios auxiliares	2,00		15,90
	%	Costes Indirectos	3,00		24,32
Precio unidad en €					835,12

SISTEMA DE APOYO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio unitario	Total
6.1	Ud.	Instalación interior de gas natural en vivienda para calentador ACS, compuesta por tubería de gas de cobre, codos, llaves, kit de evacuación de humos y elementos necesarios para la entrada y salida de aire, totalmente instalada y en correcto funcionamiento según ITC-ICG 07			
PIVV18ab	Ud.	Rej. Toma ext. Aire 400x150mm	3	17,09	51,27
PIVH14aaa	ml.	Tubo flexible aluminio Ø 80mm	6	2,31	13,86
PIFC.5eaaa	ml.	Tubo cu Ø 22mm desn barra	7	5,84	40,88
PIGT28b	Ud.	Llave esfera lat Ø374"	3	5,96	17,88
PIVV12a	Ud.	Extractor crtfu humos 600 m3/h	1	191,45	191,45
PIGT33b	Ud.	Válvula encimera Ø374"	1	7,99	7,99
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	7	16,58	116,06
MOOA.9a	h	Oficial 1º construcción	2	15,77	31,54
	%	Medios auxiliares	2		16,82
	%	Costes Indirectos	3		25,74
Precio unidad en €					513,49

3.2 Presupuesto parcial-Mediciones

SISTEMA DE CAPTACIÓN					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
1.1	Ud.	Colector solar plano vidriado con marcado CE de 2.27 m2 de superficie útil, carcasa de aluminio y aislamiento térmico de lana mineral, homologado según RD 891/1980, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE	1,00	18.938,05	18.938,05
1.2	Ud.	Instalación de conjunto de perfiles de aluminio y pletinas de sujeción para 6 catadores solares, abrazaderas de sujeción del perfil y pletinas de acero inoxidable para forjado, según DB HS y DB HE-4 del CTE.	1,00	1.852,69	1.852,69
SISTEMA DE INTERCAMBIO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
2.1	Ud.	Intercambiador de calor de placas desmontables con marcado CE para la producción e 6300 l/h de ACS con colectores solares, para una presión máxima de 10 bar y una temperatura de estancamiento de 208 °C, realizado con acero inoxidable AISI con junta de nitrilo NBR, bastidor de acero al carbono de dimensiones 180x480mm, incluso conexiones estándar, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE-EN 1148 y UNE-EN 305,306,307 y 308, en el RITE y sus instrucciones técnicas, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.	2,00	2.257,59	4.515,18
SISTEMA DE ACUMULACIÓN					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
3.1	Ud.	Depósito de acumulación de ACS MXV-7000-IB de la compañía LAPESA con marcado CE de acero con aislamiento, 7000 litros de capacidad y dimensiones de 1750x3652(diámetro x altura) incluyendo manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 de CTE.	1,00	15.089,45	15.089,45

3.2	Ud.	Interacumulador de ACS 5000RB de la compañía IDROGAS con marcado CE de acero con aislamiento, 5000 litros de capacidad y dimensiones de 1910x2710(diámetro x altura) incluyendo manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 de CTE.	1,00	6.292,95	6.292,95
SISTEMA HIDRÁULICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
4.1	Ud.	Tubería cobre rígido de 30 mm de diámetro interior, puesta a punto de soldadura dura, codos, té, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con material aislante, de espesor nominal de 25 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.	1,00	883,78	883,78
4.2	Ud.	Tubería cobre rígido de 18 mm de diámetro interior, puesta a punto de soldadura dura, codos, té, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla, de espesor nominal de 35 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.	4,00	948,05	3.792,20
4.3	Ud.	Vaso de expansión de capacidad CE con 100 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable con membrana resistente al anticongelante ya a altas temperaturas, para instalaciones de energía solar térmica, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE	1,00	888,63	888,63
4.4	Ud.	Bomba para ACS con marcado CE, carcasa en hierro fundido luz indicadora de funcionamiento y fallos, control electrónico del sentido de giro, autopurgante, aislamiento térmico, tres velocidades, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4.	3,00	999,84	2.999,52

SISTEMA ELÉCTRICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
5.1	Ud.	Instalación de cuadro general de distribución para servicios generales, con caja y puerta de material aislante autoextinguible y dispositivos de mando, maniobra y protección general mediante 1 PIA 4x40 A, 1 diferencial de 2x25 A, 2 de 2x40 A y 2 de 4x40A para 8 circuitos, totalmente instalado, conectado y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	1,00	1001,96	1.001,96
5.2	Ud.	Centralita multisistema con marcado CE, dispositivos visibles de funcionamiento, sistemas de fto programables, contadores caloríficos, limitadores de temperatura, conexión a PC y lectura digital de tª, instalada y en correcto fto. según DB HE-4 del CTE.	1,00	835,12	835,12
SISTEMA DE APOYO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio unitario	Total
6.1	Ud.	Instalación interior de gas natural en vivienda para calentador ACS, compuesta por tubería de gas de cobre, codos, llaves, kit de evacuación de humos y elementos necesarios para la entrada y salida de aire, totalmente instalada y en correcto funcionamiento según ITC-ICG 07	1,00	513,49	513,49

Presupuesto sistema de captación	20.790,75
Presupuesto sistema de intercambio	4.515,18
Presupuesto sistema de acumulación	21.382,40
Presupuesto sistema de hidráulico	8.564,13
Presupuesto sistema eléctrico	1.837,08
Presupuesto sistema de apoyo	513,49
<i>Presupuesto de ejecución material (P.E.M.)</i>	<i>57.603,03</i>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ASCIENDE A LOS CINCUENTA Y SIETE MIL SEICIENTOS TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS.

3.3 Presupuesto final

Presupuesto de ejecución material (P.E.M.)	57.603,03
17% Gastos generales	9.792,52
6% Beneficio industrial	3.456,18
Presupuesto de ejecución por contrata	70.851,73
21% IVA	14.878,86
Presupuesto base de licitación	85.730,59
4% Proyecto	2.304,12
21% IVA	483,87
4% Dirección de obra	2.304,12
21% IVA	483,87
Honorarios	5.575,97
Presupuesto para conocimiento de la administración (P.P.C.A.)	91.306,56

EL PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (P.P.C.A.) ASCIENDE A NOVENTA Y UN MIL TRESCIENTOS SEIS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.



Capítulo 4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de final de grado se señaló como objetivo principal el diseño de una instalación de agua caliente sanitaria para el abastecimiento de un polideportivo municipal a través del calentamiento del agua con paneles solares.

Para ello, en primer lugar, se realizó una visita al emplazamiento para analizar la disponibilidad de la zona donde se colocarían los captadores. Al mismo tiempo, se realizó una investigación del uso de las duchas, mediante una entrevista donde se consultaron datos al personal responsable del lugar. Una vez adquirida la frecuencia de uso, se documentó la normativa, para obtener la demanda de ACS en base a la normativa de uso del CTE.

A continuación, se dimensionó el área de los captadores requerida, limitada por la demanda media energética de 536,17 MJ/día, que, aplicada a todo el año, produjo un área de captación necesaria de 49,762 m². Para el cálculo de esta, se tuvo en consideración las pérdidas por orientación e inclinación, así como, las pérdidas por sombras y la separación de los captadores. Además, uno de los factores más influyentes fue la contribución solar mínima, que se estableció en función de la zona climática.

Seguidamente, una vez compuestas las necesidades de la instalación y los requerimientos que se debían cubrir, se dispuso a calcular cada elemento y su conexionado con el resto del sistema. La selección de componentes primordiales como los captadores se realizó mediante un estudio comparativo entre los diferentes aparatos comerciales competitivos, en función de criterios tanto económicos como energéticos y técnicos.

Asimismo, para computar el dimensionamiento de los intercambiadores, se vislumbró la posibilidad de atisbar otro de los objetivos del proyecto, que no es otro, que el acercamiento de un trabajo académico a un proyecto real de ingeniería, mediante el uso de un software comercial, llamado Swep. De la misma forma, todos los elementos dimensionados, a través de cálculos teóricos, han sido adaptados a un uso real, mediante la búsqueda de un aparato comercial para cada componente, recogiendo así, sus fichas técnicas en los anejos.

Finalmente, el dimensionamiento de la instalación, se completa con un sistema de apoyo, que debe de cubrir el 100% de la demanda pico mensual, ante la posibilidad de situaciones donde la contribución solar sea nula, aunque su funcionamiento usual sea del 40%, ya que por normativa se exige un 60% de contribución solar mínima.

Por otro lado, una vez se ha alcanzado uno de los objetivos primordiales, el de diseño, cabe analizar otro de los propósitos fundamentales, como es la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Tal y como se resaltó en el objeto del proyecto, la destrucción de la capa de ozono es un problema inminente y recurrente en la sociedad actual, por tanto, debido a esta instalación, las emisiones de CO₂ se sitúan en 5.479,6 kg anuales, produciendo una reducción de 8.219 kg.

Conjuntamente, a fin de reforzar el objetivo de dotar de veracidad el proyecto, se introducen todos los datos en un software de verificación de instalaciones de ACS del IDAE, llamado Cheq4 y se obtiene un informe que constata que la instalación cumple con los requisitos establecidos por la HE-4.

A continuación, mediante el software del Instituto de Ingeniería Energética, utilizado en infinidad de proyectos para empresas por los miembros del departamento, se diseña una bomba de calor para la demanda de ACS y adaptada al contexto de un polideportivo. Se estudian las condiciones

óptimas de los parámetros térmicos como el “subcooling” o el “superheat” y se optimizan sus valores mediante simulaciones para las diferentes temperaturas de los diferentes meses del año. Seguidamente, una vez optimizada la instalación, se simula para hallar su patrón de trabajo y sus necesidades energéticas. De esto, se obtienen las emisiones en base a los kW·h energéticos empleados, así como el $COP_{estacional}$, y, debido a este último valor, se acepta la opción de considerar la bomba de calor como una fuente renovable para esta instalación. No obstante, al producir un valor de emisiones de 159.361,28 kg de CO_2 , se declina la opción de instalar la bomba de calor únicamente, ya que las emisiones son 29 veces mayores, y se opta por los paneles solares con apoyo de gas natural. Sin embargo, y a fin de buscar la optimización máxima, se fija una bomba de calor de menor potencia, de forma que las emisiones sean las mismas que las de la caldera, y se obtienen el número de placas necesarias para lograr abastecer la demanda, dada dicha reducción de potencia de compresor. Finalmente, dado que este número de placas es menor, 8 placas solares frente a 24 que se obtuvieron en el apoyo de la caldera de gas natural, se opta por escoger la bomba de calor con placas solares como el sistema más óptimo de abastecimiento, ya que se reduce en 16 placas para la captación de lo considerado inicialmente.

Del mismo modo, y a fin de rematar el proyecto, se analizan las diferencias de diseño de dicha instalación en otra zona climática, como es la ciudad de Pontevedra, redimensionando todos los elementos para adaptarlos a los nuevos requerimientos de normativa y realizando un cálculo final de emisiones, comparando así las emisiones en cada ciudad y pudiendo escoger la opción menos contaminante. En caso de que se debiese escoger en que ciudad acomodar la instalación, dado que, en Pontevedra las emisiones de CO_2 se sitúan en 9.899,39 kg, se ultima que se debería instalar en Valencia, ya que son menores. Asimismo, se diseña la bomba de calor, a fin de comparar, al igual que en Valencia que opción es más óptima. Definitivamente, se concluye que, no es rentable energéticamente instalar la bomba sola, debido a que las emisiones son mucho mayores. Por ello, se analiza el cálculo con los captadores combinados. Tras analizar la situación energética para esta ciudad, se extrae que para una bomba de menor potencia que la que cubre toda la demanda, con unas emisiones iguales a la caldera de gas natural, el número de captadores que son necesarios instalar son menores con apoyo de gas natural, 8 frente a 15, por tanto, se concluye que los captadores con bomba de calor es el sistema más óptimo, con una mejoría de 7 captadores sobre el sistema de apoyo de caldera de gas natural.

Finalmente, se realiza un estudio de viabilidad económica mediante un presupuesto, resultando un coste de 57.603,03 € como presupuesto de ejecución material, que, añadiendo los gastos generales, impuestos y honorarios, resulta un total de 91.306,56 € para el conocimiento de la administración.



Capítulo 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELLÓ SUMPSI, Frederic, et al. Implementación de un programa de diseño de instalaciones solares térmicas aplicado a ACS, calefacción por suelo radiante y calentamiento de piscinas, y desarrollo del cálculo analítico de pérdidas por sombras. 2007.

BACHILLER, Rafael. El sol: nuestra estrella, nuestra energía. *Observatorio Astronómico Nacional. Instituto Geográfico Nacional-Ministerio de Fomento*, 2009, p. 381-382.

CANSADO, Alberto. *La radiación solar y el índice ultravioleta (UVI): las actividades del INM en torno a la medida de la radiación solar*. 2007.

CAÑADA RIBERA, Javier. *Manual de energía solar térmica. Diseño y cálculo de instalaciones*. 2008. ISBN:978-84-8363-337-3

CENSOLAR.2017. *Cálculo de distancia mínima entre paneles solares*. [Consulta 16 mayo 2017] http://www.censolar.edu/filedist_php/

Consejo Europeo.2006. *DIRECTIVA 2006/32/CE del parlamento europeo y del consejo de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios*. [Consulta 25 de Mayo de 2017] <https://www.boe.es/doue/2006/114/L00064-00085.pdf>

Consejo Europeo.2010.[Consulta 25 de Mayo de 2017] https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/es/ec/115349.pdf

Economía.2017. *La energía solar: la gran conquista del 2017*. [Consulta 3 mayo 2017]. http://cronicaglobal.elespanol.com/economia/social-economia/la-energia-solar-la-gran-conquista-del-2017_65510_102.html

ESCOLANO, Vicent Alcántara, et al. Análisis de las emisiones de CO₂ y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo. *Revista de Economía Crítica*, 2005, vol. 4, p. 17-37.

EuroObserver.2016. *Solar Thermal and concentrated solar power barometer 2016*. [Consulta 17 abril 2017] <https://www.euroobserv-er.org/solar-thermal-and-concentrated-solar-power-barometer-2016/>

IDAE.2006. *Manuales de Energías Renovables: Energía solar térmica*. [Consulta 16 abril 2017]. http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10374_Energia_solar_termica_06_8a90370e.pdf

IDAE.2010. *Diseño de centrales de calor eficientes*. [Consulta 25 Mayo 2017] http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11_Guia_tecnica_de_diseño_de_centrales_de_calor_eficientes_e53f312e.pdf

IDAE.2014. *METASOL. Metodología de cálculo para sistemas solares térmicos*. [Consulta 5 Junio 2017] http://www.cheq4.idae.es/userfiles/file/Metodologia_de_calculo_MetaSol.pdf

IDAE.2014. *Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios*. [Consulta 20 Junio 2017] <http://www.afec.es/es/guia/prestaciones-medias-estacionales-bombas-de-calor.pdf>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura*. 2009

MARTÍNEZ, Francisco Javier Rey; GÓMEZ, Eloy Velasco. *Bombas de calor y Energías renovables en edificios*. Editorial Paraninfo, 2005.



Martínez, P. R. (2009). *Energía solar térmica: técnicas para su aprovechamiento* (Vol. 4). Marcombo.

MENDEZ MUÑOZ, Javier María. CUERVO GARCÍA, Rafael. *Energía solar térmica*. 2008. ISBN:978-84-96743-31-1

Parlamento Europeo. 2016. *Dirección general de políticas interiores. Departamento temático C. Derechos de los ciudadanos y asuntos constitucionales*. [Consulta 5 mayo 2017].

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU\(2016\)556968_ES.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU(2016)556968_ES.pdf)

Parlamento Europeo. 2009. *Directiva 2009/28/ce del parlamento europeo y del consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las directivas 2001/77/ce 2003/30/ce*. [Consulta 20 Junio 2017]

<https://www.boe.es/doue/2009/140/L00016-00062.pdf>

PASSAMAI, V. Determinación de radiación solar horaria para días claros mediante planilla de cálculo. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 2000, vol. 3, no 2, p. 08.89-08.92.

Tesla. 2017 [Consulta 5 mayo 2017]. https://www.tesla.com/es_ES/solarroof

TOUS, Marcelo Romero. *Energía solar térmica*. Grupo Planeta (GBS), 2009.



Capítulo 6. ANEJOS

Anejo 1

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
1 ALAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2 ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3 ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4 ALMERIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5 ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6 AVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7 BADAJOZ	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8 BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9 BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10 BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11 CACERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12 CADIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13 CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14 CASTELLON	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15 CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16 CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17 CORDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18 LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19 CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20 GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21 GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22 GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23 GUIPUZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24 HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25 HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26 JAEN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27 LEON	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28 LERIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29 LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30 MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31 MALAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32 MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33 MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34 NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35 ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36 PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37 LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38 PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39 LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40 SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41 STA.C.TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42 SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43 SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44 SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45 TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46 TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47 TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48 VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49 VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50 VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51 ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52 ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

Fuente: Cañada,2008

Anejo 2

LATITUD = 42 °

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.04	1.06	1.08	1.09	1.09
10	1.15	1.12	1.09	1.06	1.04	1.03	1.04	1.06	1.11	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.13	1.08	1.04	1.03	1.04	1.09	1.15	1.22	1.26	1.25
20	1.27	1.21	1.15	1.09	1.04	1.03	1.05	1.1	1.18	1.28	1.34	1.32
25	1.32	1.25	1.17	1.09	1.04	1.01	1.04	1.1	1.21	1.33	1.4	1.38
30	1.36	1.28	1.19	1.09	1.02	1	1.02	1.1	1.23	1.37	1.46	1.44
35	1.39	1.3	1.19	1.08	1	.97	1	1.09	1.23	1.4	1.51	1.48
40	1.42	1.31	1.19	1.06	.97	.94	.97	1.08	1.24	1.42	1.54	1.52
45	1.43	1.32	1.18	1.04	.94	.9	.94	1.05	1.23	1.43	1.57	1.54
50	1.44	1.31	1.16	1	.89	.86	.9	1.02	1.21	1.44	1.59	1.56
55	1.44	1.3	1.13	.97	.85	.8	.85	.98	1.19	1.43	1.59	1.57
60	1.43	1.28	1.1	.92	.79	.75	.8	.93	1.15	1.41	1.59	1.57
65	1.41	1.25	1.06	.87	.74	.69	.74	.88	1.11	1.39	1.57	1.55
70	1.38	1.21	1.01	.81	.67	.62	.67	.82	1.07	1.35	1.55	1.53
75	1.35	1.17	.96	.75	.6	.55	.6	.76	1.01	1.31	1.52	1.5
80	1.3	1.12	.9	.68	.53	.48	.53	.69	.95	1.25	1.47	1.46
85	1.25	1.06	.83	.61	.46	.4	.46	.62	.88	1.19	1.42	1.41
90	1.19	1	.76	.54	.38	.32	.38	.54	.81	1.12	1.36	1.35

Fuente: Cañada,2008

Anejo 3

Tabla B.1

	$\beta=35^\circ ; \alpha=0^\circ$				$\beta=0^\circ ; \alpha=0^\circ$				$\beta=90^\circ ; \alpha=0^\circ$				$\beta=35^\circ ; \alpha=30^\circ$			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,01	0,12	0,44	0,00	0,01	0,18	1,05	0,00	0,01	0,02	0,15	0,00	0,00	0,03	0,08
9	0,13	0,41	0,62	1,49	0,05	0,32	0,70	2,23	0,23	0,50	0,37	0,10	0,02	0,10	0,19	0,56
7	1,00	0,95	1,27	2,76	0,52	0,77	1,32	3,56	1,66	1,06	0,93	0,78	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,84	1,50	1,83	3,87	1,11	1,26	1,85	4,66	2,76	1,62	1,43	1,68	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,70	1,88	2,21	4,67	1,75	1,60	2,20	5,44	3,83	2,00	1,77	2,36	2,24	1,60	1,92	4,14
1	3,17	2,12	2,43	5,04	2,10	1,81	2,40	5,78	4,36	2,23	1,98	2,69	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,17	2,12	2,33	4,99	2,11	1,80	2,30	5,73	4,40	2,23	1,91	2,66	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,70	1,89	2,01	4,46	1,75	1,61	2,00	5,19	3,82	2,01	1,62	2,26	2,93	2,08	2,23	5,02
6	1,79	1,51	1,65	3,63	1,09	1,26	1,65	4,37	2,68	1,62	1,30	1,58	2,14	1,82	2,00	4,46
8	0,98	0,99	1,08	2,55	0,51	0,82	1,11	3,28	1,62	1,09	0,79	0,74	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,11	0,42	0,52	1,33	0,05	0,33	0,57	1,98	0,19	0,49	0,32	0,10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,02	0,10	0,40	0,00	0,02	0,15	0,96	0,00	0,02	0,02	0,13	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,22

Fuente: Cañada,2008

Anejo 4

Ang.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Ju.	J.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Rad. anual	Invierno
0	8.65	11.16	15.97	22.02	22.36	24.16	24.70	21.69	17.93	12.87	9.24	7.27		
20	12.9	14.7	18.9	21.2	22.1	23.2	24.0	22.3	20.3	16.4	13.2	11.0	6602	2624
25	13.7	15.3	19.3	21.2	21.8	22.6	23.5	22.2	20.5	17.0	14.0	11.8	6694	2750
30	14.5	15.9	19.7	21.1	21.3	22.0	22.9	21.9	20.7	17.5	14.7	12.5	6748	2858
35	15.2	16.4	19.9	20.9	20.7	21.3	22.2	21.5	20.8	18.0	15.4	13.2	6763	2948
40	15.8	16.7	20.0	20.6	20.1	20.5	21.4	21.0	20.7	18.3	15.9	13.7	6740	3020
45	16.3	17.0	19.9	20.1	19.3	19.5	20.5	20.4	20.5	18.5	16.3	14.2	6679	3072
50	16.7	17.2	19.8	19.5	18.5	18.5	19.5	19.7	20.2	18.6	16.6	14.6	6580	3105
55	16.9	17.2	19.5	18.8	17.6	17.5	18.5	18.9	19.7	18.5	16.9	14.8	6444	3119
60	17.1	17.2	19.1	18.1	16.5	16.3	17.3	18.0	19.2	18.4	17.0	15.0	6272	3112
65	17.1	17.0	18.6	17.2	15.5	15.1	16.1	16.9	18.5	18.1	17.0	15.1	6065	3086
70	17.1	16.7	18.0	16.2	14.3	13.9	14.8	15.9	17.7	17.8	16.8	15.0	5827	3040

Fuente: Agencia Valenciana de la Energía

Anejo 5

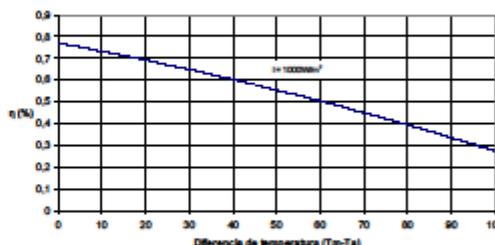
Heliostar 252 S4 Steck

INFORMACIÓN TÉCNICA

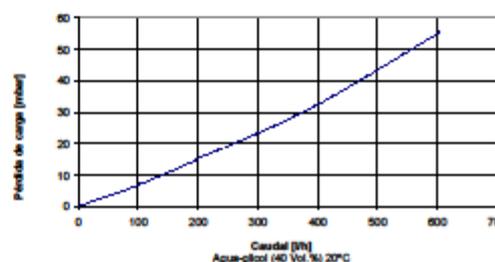


Datos Técnicos del Captador plano Roth Heliostar 252 S4 Steck

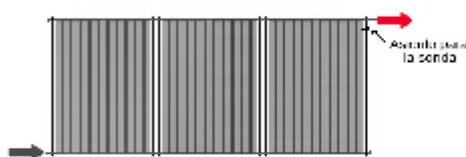
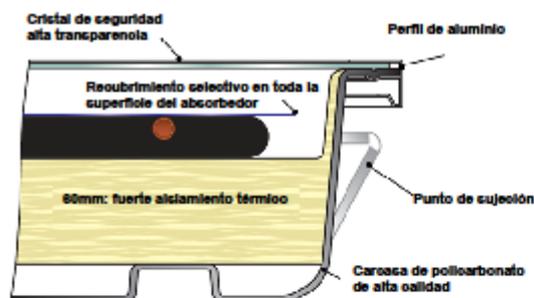
Características	Datos
Medidas	2100 x 1200 x 104mm
Superficie	2,52 m ² bruto 2,28 m ² apertura 2,27 m ² absorbadora
Peso	35,7 kg
Rendimiento	$\eta_0 = 77,10 \%$ $k_1 = 3,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ $k_2 = 0,0127 \text{ W/m}^2\text{K}$
Carcasa	Polycarbonato de alta calidad, resistente a las inclemencias meteorológicas y a los cambios de temperatura. Panel aislante posterior 50 mm.
Cubierta	Vidrio solar de seguridad. Transmisión $t = 91,6\%$
Absorbedor	Aluminio con tratamiento altamente selectivo al vacío. Mirotherm.
Absorción	$\alpha = 95\%$
Emisión	$\epsilon = 5\%$
Capacidad	1,16 litros
Fluido caloportante	Aditivo para captador solar plano.
Presión máxima de trabajo	10 bar
Temperatura de estancamiento	208 °C
Alojamiento de la sonda térmica	Interno
Conexiones	4, conexión rápida Roth



Curva de rendimiento del captador plano Roth Heliostar 252 S4 Steck



Pérdida de carga del captador plano Roth Heliostar 252 S4 Steck



Captador solar plano Roth Heliostar 252 S4 Steck

Conforme a los ensayos de la norma EN 12975-2.
Contraseña de certificación en Industria, NPS-23110
El captador cuenta con el sello medioambiental "Ángel azul"
Periodo de garantía: 10 años



Roth Industrias Plásticas, S.A. - Global Plastic, S.A.
Pol. Ind. Montes de Clerzo 31500 Tudela (NAVARRA)
Tel.948 844 405 . Fax 948 844 405
http://www.roth-spain.com . E-mail: tecnico@roth-spain.com



CAPTADORES SOLARES PLANOS GAMA BÁSICA



Captadores competitivos con absorbedor de parrilla recomendados especialmente para zonas de gran radiación solar. Su tratamiento con pintura selectiva los hace ideales para equipos termosifón.



Familia T-PS

Absorbedor de parrilla con láminas de aluminio soldadas por ultrasonido.

Tratamiento: pintura solar selectiva.
Perfiles de aluminio anodizado.
Aislamiento: Lana de vidrio.
Salidas: Racores de compresión.
Vidrio: Templado con bajo contenido en hierro.



Características Técnicas



Modelos	Modelos Verticales		Modelos Horizontales	
	T20PS	T25PS	T20PSH	T25PSH
Longitud (mm)	2190	2190	970	1200
Anchura (mm)	970	1200	2190	2190
Long. Absorb. (mm)	2057	2057	903	903
Espesor (mm)	83	83	83	83
Area bruta (m ²)	2,1	2,5	2,1	2,5
Area de apertura (m ²)	1,9	2,4	1,9	2,4
Peso en vacío (kg)	35	39	36	40
Capacidad (litros)	1,02	1,27	0,95	1,05

Aislamiento y protección	
Marco	Aluminio anodizado
Cubierta	Vidrio Solar Templado
Aislamiento	Lana de Vidrio 40 mm

Características Energéticas

Ajustes de Segundo Orden Tm				
η	0,774	0,758	0,774	0,774
K_1 (W/Km ²)	6,80	5,54	6,80	6,80
K_2 (W/Km ²)	0,007	0,022	0,007	0,007
Potencia pico (Wp)	1455	1789	1455	1455

Modelos y Precios

Modelo	Descripción	Disposición	Superficie Útil (m ²)	RVP €
T20PS	Captador Selectivo Plano Estándar - Absorbedor de parrilla	Vertical	1,9	465
T25PS	Captador Selectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de parrilla		2,4	565
T20PSH	Captador Selectivo Plano Estándar - Absorbedor de parrilla	Horizontal	1,9	540
T25PSH	Captador Selectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de parrilla		2,4	600

CAPTADORES SOLARES PLANOS GAMA EXCEL



Captadores Ultraselectivos de parrilla que garantizan un excelente rendimiento en zonas de baja radiación solar, siendo ideales para termosifón y aptos para cualquier tipo de instalación.



Familia T-US

Absorbedor de parrilla con láminas de aluminio soldadas por ultrasonido.

Tratamiento: ultraselectivo.
(Absortividad: >95%, Emisividad <5%).
Perfiles de aluminio anodizado.
Aislamiento: Lana de vidrio.
Salidas: Racores de compresión.
Vidrio: Templado con bajo contenido en hierro.

Características Técnicas



Modelos	Modelos Verticales		Modelos Horizontales	
	T20US	T25US	T20USH	T25USH
Longitud (mm)	2130	2130	970	1200
Anchura (mm)	970	1200	2130	2130
Long. Absorb. (mm)	2057	2057	903	903
Espesor (mm)	83	83	83	83
Area bruta (m ²)	2,1	2,5	2,1	2,5
Area de apertura (m ²)	1,9	2,4	1,9	2,4
Peso en vacío (kg)	35	39	36	40
Capacidad (litros)	1,02	1,27	0,95	1,05

Aislamiento y protección

Marco	Aluminio anodizado
Cubierta	Vidrio Solar Templado
Aislamiento	Lana de Vidrio 40 mm

Características Energéticas

Ajustes de Segundo Orden Tm				
η	0,801	0,79	0,801	0,801
K_1 (W/Km ²)	3,93	3,49	3,93	3,93
K_2 (W/K ² m ²)	0,026	0,018	0,026	0,026
Potencia pico (Wp)	1505	1885	1505	1505

Modelos y Precios

Modelo	Descripción	Disposición	Superficie Útil (m ²)	RNP €
T20US	Captador Ultraselectivo Plano Estándar - Absorbedor de parrilla	Vertical	1,9	590
T25US	Captador Ultraselectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de parrilla		2,4	675
T20USH	Captador Ultraselectivo Plano Estándar - Absorbedor de parrilla	Horizontal	1,9	590
T25USH	Captador Ultraselectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de parrilla		2,4	685

CAPTADORES SOLARES PLANOS GAMA EXCEL



Captadores Ultraselectivos de meandro que ofrecen grandes prestaciones en cualquier zona de radiación solar. Recomendados para sistemas drain back y grandes instalaciones.



Familia T-MS

Absorbedor de meandro con lámina única de aluminio soldada por láser.

Tratamiento: ultraselectivo (Absortividad >95%, Emisividad <5%).
Perfiles de aluminio anodizado.
Aislamiento: Lana de vidrio.
Salidas: Racores de compresión.
Vidrio: Templado con bajo contenido en hierro.



Características Técnicas

Modelos	Modelos Verticales		Modelos Horizontales	
	T20MS	T25MS	T20MSH	T25MSH
Longitud (mm)	2130	2130	970	1200
Anchura (mm)	970	1200	2130	2130
Long. Absorb. (mm)	2088	2057	950	1180
Espesor (mm)	83	83	83	83
Área bruta (m ²)	2,1	2,5	2,1	2,5
Área de apertura (m ²)	1,9	2,4	1,9	2,4
Peso en vacío (kg)	32	39	34	38
Capacidad (litros)	1,29	1,27	1,25	1,42
Aislamiento y protección				
Marco	Aluminio anodizado			
Cubierta	Vidrio Solar Templado			
Aislamiento	Lana de Vidrio 40 mm			

Características Energéticas

Ajustes de Segundo Orden Tm				
η	0,812	0,813	0,812	0,812
K_1 (W/ Km ²)	3,812	3,674	3,812	3,812
K_2 (W/ K ² m ²)	0,021	0,019	0,021	0,021
Potencia pico (Wp)	1518	1911	1518	1518

Modelos y Precios

Modelo	Descripción	Disposición	Superficie Útil (m ²)	PVP €
T20MS	Captador ultraselectivo Plano Estándar - Absorbedor de meandro	Vertical	1,9	680
T25MS	Captador ultraselectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de meandro		2,4	780
T20MSH	Captador ultraselectivo Plano Estándar - Absorbedor de meandro	Horizontal	1,9	680
T25MSH	Captador ultraselectivo Plano de Gran Tamaño - Absorbedor de meandro		2,4	780

Captador solar plano SK400N-AL

La principal ventaja de este captador es su manejable superficie de 2,09 m² y su posibilidad de adaptación a cualquier tipo de tejado. El absorbedor de aluminio estructurado en toda la superficie y su revestimiento en vacío altamente selectivo, el aislamiento de alta calidad y la atractiva y robusta bandeja de aluminio hacen del SK400 uno de los mejores captadores de su tipo. Su diseño compacto permite un sistema de unión económico entre el captador y el acumulador. Su sencillo sistema de montaje es adecuado para todo tipo de tejados e inclinaciones.

Datos técnicos SK400N-AL

Nombre		SK400N-AL
Tipo de captador		Solar plano
Tipo de montaje		Sobre tejado
Superficie bruta	m ²	2,09
Superficie de apertura	m ²	1,78
Superficie de absorbedor	m ²	1,77
Altura	mm	2031
Ancho / Ancho incl. conex.	mm	1031 / 1058
Profundidad	mm	90
Peso en vacío	kg	32
Capacidad del captador	l	14
Presión máx. de trabajo	bar	10
Temperatura de estanqueidad	°C	199
Caudal recomendado	l/m ² h	15 - 40
Conexión en serie		Máx. 6 uds. en paralelo
Inclinación mín. del captador	°	15
Inclinación máx. del captador	°	75
Conexiones		Racores de rosca RE/RI
Absorbedor		Absorbedor de aluminio en toda la superficie, revestimiento aplicado en vacío altamente selectivo
Configuración		A rpa
Absorción (α) / Emisión (ε)		0,95 / 0,05
Carcasa		Bandeja de aluminio embutida, resistente al ambiente marino
Aislamiento		40 mm lana mineral
Acrilado del captador		Vidrio solar de seguridad y bajo contenido de hierro de 3,2 mm
Rendimiento óptico (apertura) η_{ap}		0,779
Factor de pérdidas U_{ap}	W/(m ² K)	3,914
Factor de pérdidas U_{ext}	W/(m ² K)	0,012
Modificador del ángulo de incidencia KSO ²		0,94
Nº reg. Solar Keymark		011-751708 F

Sistemas de fijación SK400N-AL



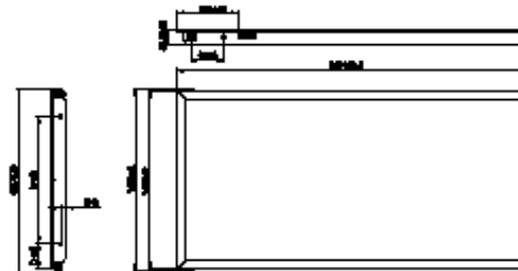
Tirafondos

Estribos de tejado

Fijación SK400N-AL

Todos los elementos de fijación están diseñados por SONNENKRAFT y se suministran con todos los accesorios necesarios. Puede instalar el captador usted mismo. Se adjuntan instrucciones de montaje de fácil comprensión.

Dimensiones SK400N-AL



Contacte hoy con su comercial de SONNENKRAFT.
El sol volverá a brillar mañana.

Ventajas del captador plano SK400N-AL

- Módulos de 2,09 m², adecuados para todo tipo de tejados
- El revestimiento del absorbedor altamente selectivo calienta el agua a alta temperatura en poco tiempo
- Vidrio solar de seguridad resistente al granizo
- Larga vida útil gracias a materiales resistentes a la intemperie
- Absorbedor de aluminio con revestimiento altamente selectivo
- Bandeja de aluminio embutida
- Aislamiento del panel posterior de alta calidad, 40 mm de grosor, lana mineral no descomponible
- Racores de conexión de fácil montaje



www.sonnenkraft.es

Salvo error tipográfico o de imprenta. Reservado el derecho a realizar modificaciones técnicas. ES-SK-0136-003-CC
© 2011 SONNENKRAFT España - SONNENKRAFT and the SONNENKRAFT logo are trademarks owned by WNR Holding A/S

Anejo 6



SISTEMAS PARA CUBIERTAS INCLINADAS

AF·ROW



- Sistema con los soportes de una misma fila conectados entre ellos con perfiles base.
- Es útil cuando la separación entre filas es muy grande o son filas aisladas y no se pueden fijar libremente los soportes a la cubierta.
- Compatible con todo el programa de fijaciones y soportes.
- Posibilidad de configurar la estructura con la aplicación de autoconfiguración.



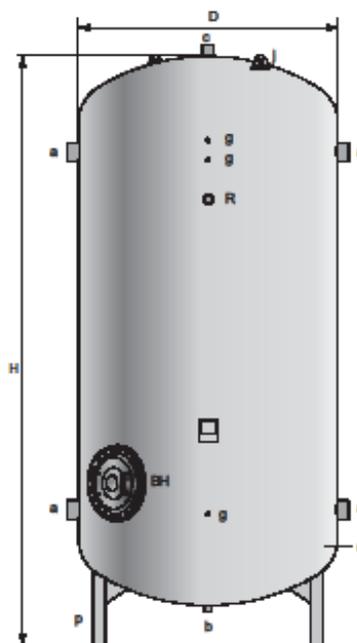
Anejo 7

lapesa

DEPÓSITOS ACUMULADORES DE
CAPACIDAD INDUSTRIAL

DEPÓSITOS: **INERCIA**

- Capacidad: **7.000 a 12.000 litros.**
- Material: **acero carbono S235JR.**
- Presión de trabajo: **6 bar.**
- Temperatura máxima de trabajo: **110°C.**
- Boca de hombre lateral **DN400.**
- Tratamiento interno: limpio de partículas.
- Tratamiento externo: imprimación antioxidante.
- Instalación: vertical (opcional horizontal).
- OPCIONAL: resistencias eléctricas de calentamiento.
- OPCIONAL: aislamiento térmico, forro flexible PVC, con fibra de vidrio de 50 ó 100 mm., suministrado aparte.



BH - Boca de paso de hombre lateral DN400
d - Depósito acumulador
j - Orjetas manipulación
p - Pies de elevación

CARACTERÍSTICAS GENERALES		MV-7000-IB	MV-8000-IB	MV-10000-IB	MV-12000-IB
Capacidad	l.	7000	8000	10000	12000
D: Diámetro exterior	mm.	1750	1750	1750	1750
H: Altura total	mm.	3652	4090	5013	5835
a: conexión lateral	* GAS/H	4	4	4	4
b: conexión inferior	* GAS/H	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
c: conexión superior	* GAS/H	2	2	2	2
R: conexión lateral	* GAS/H	2	2	2	2
g: conexión sensores	* GAS/H	3/4	3/4	3/4	3/4
Boca de hombre lateral	DN	DN400	DN400	DN400	DN400
Peso en vacío (aprox.)	Kg	1005	1044	1243	1420

Anejo 8


SSP G7
(v 7.0.3.69)

FASE SIMPLE - Design
INTERCAMBIADOR : B10THx24/1P
Nombre del fluido Circ. 1 : Propilen glicol - agua (30,0 mass-%)
Nombre del fluido Circ. 2 : Agua

CIRC. 1 : Circuito exterior
CIRC. 2 : Circuito interior

Flow Type : Counter-Current
SSP Alias : B10T

REQUERIMIENTOS		CIRC. 1	CIRC. 2
Potencia	kW		27,24
Temperatura de entrada	°C	80,00	65,00
Temperatura de salida	°C	75,00	70,00
Caudal	kg/s	1,359	1,300
Pérdida de carga máxima	kPa	50,0	50,0
Número de unidades térmicas		0,500	0,500
INTERCAMBIADOR A PLACAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Area de transferencia de calor	m ²		0,682
Flujo de calor	kW/m ²		39,9
MTD	K		10,00
O.H.T.C. (available/required)	W/m ² , °C		8730/3990
Pérdida de carga - total*	kPa	48,5	50,7
- en conexiones	kPa	4,31	4,01
Diámetro de las conexiones	mm	24,0/24,0 (arriba/abajo)	24,0/24,0 (arriba/abajo)
Número de canales		12	11
Número total de placas		24	
Sobredimensionamiento	%	119	
Factor ensuciamiento	m ² , °C/kW	0,131	
Número de Reynolds		2761	4999
Velocidad de puerto promedio del área	m/s	3,02	2,94
Velocidad en conexiones	m/s	3,02/3,02 (arriba/abajo)	2,94/2,94 (arriba/abajo)
PROPIEDADES FÍSICAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Temperatura de referencia	°C	77,50	67,50
Viscosidad	cP	0,726	0,419
Viscosidad - pared	cP	0,790	0,399
Densidad	kg/m ³	995,6	979,2
Calor específico	kJ/kg, °C	4,009	4,190
Conductividad térmica	W/m, °C	0,4816	0,6611
Largest wall temperature difference	K		1,74
Min. fluid temperatura de pared	°C	70,02	68,28
Max. fluid temperatura de pared	°C	75,02	73,28
Coefficiente del film	W/m ² , °C	17500	28600
Average wall temperature	°C	72,32	70,91
Velocidad en canal	m/s	0,503	0,534
Tensión de corte	Pa	182	192

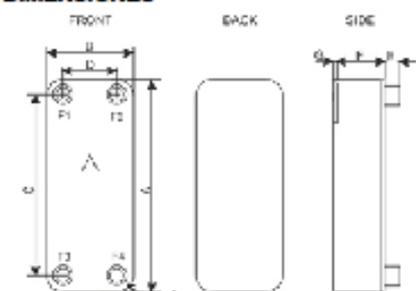


SSP G7
(v 7.0.3.69)

TOTALS

Total weight empty	kg	3,22 - 4,41
Total weight filled	kg	4,60 - 5,79
Hold-up volume, inner circuit	dm ³	0,671
Hold-up volume, outer circuit	dm ³	0,732
Port size F1/P1	mm	24,0
Port size F2/P2	mm	24,0
Port size F3/P3	mm	24,0
Port size F4/P4	mm	24,0
NND F1/P1	mm	18,0 and/or 27,0
NND F2/P2	mm	18,0 and/or 27,0
NND F3/P3	mm	18,0 and/or 27,0
NND F4/P4	mm	18,0 and/or 27,0
Carbon footprint	kg	24,3

DIMENSIONES



A	mm	289 +/-2
B	mm	119 +/-1
C	mm	243 +/-1
D	mm	72 +/-1
E	mm	20 (opt. 45) +/-1
F	mm	57,80 to 61,80 +2%/-1,5%
G	mm	4 to 6 +/-1
R	mm	22 to 23

This is a schematic sketch, for correct drawings please use the order drawing function or contact your SWEF representative.

Disclaimer: Data used in this calculation is subject to change without notice. SWEF strives to use "best practice" for the calculations leading to the above results. Calculation is intended to show thermal and hydraulic performance, no consideration has been taken to mechanical strength of the product. Product restrictions - such as pressure, temperatures and corrosion resistance- can be found in SWEF product sheets and other technical documentation. SWEF may have patents, trademarks, copyrights or other intellectual property rights covering subject matter in this document. Except as expressly provided in any written license agreement from SWEF, the furnishing of this document does not give you any license to these patents, trademarks, copyrights, or other intellectual property. To the maximum extent permitted by applicable law, the software, the calculations and the results are provided without warranties of any kind, whether express or implied. No advice or information obtained through use of the software (including information provided in the results), will create any warranty not expressly stated in the applicable license terms. Without limiting the foregoing, SWEF does not warrant that the content (including the calculations and the results) is accurate, reliable or correct. SWEF does not warrant that any system comprising heat exchanger and other components, installed on the basis of calculations in this software, will meet your requirements or function to your satisfaction or expectations.

*Excluding pressure drop in connections.

Note :

*Excluding pressure drop in connections.



WFC2GIDQLSV4QZJK09BM7LSWPPJZPFMD0EPA

Anejo 9


SSP G7
(v 7.0.3.69)

FASE SIMPLE - Design
INTERCAMBIADOR : B10THx24/1P
Nombre del fluido Circ. 1 : Agua
Nombre del fluido Circ. 2 : Agua

CIRC. 1 : Circuito interior
CIRC. 2 : Circuito exterior

Flow Type : Counter-Current
SSP Alias : B10T
REQUERIMIENTOS

		CIRC. 1		CIRC. 2
Potencia	kW		27,24	
Temperatura de entrada	°C	70,00		55,00
Temperatura de salida	°C	65,00		60,00
Caudal	kg/s	1,300		1,302
Pérdida de carga máxima	kPa	50,0		50,0
Número de unidades térmicas		0,500		0,500

INTERCAMBIADOR A PLACAS

		CIRC. 1		CIRC. 2
Area de transferencia de calor	m ²		0,682	
Flujo de calor	kW/m ²		39,9	
MTD	K		10,00	
O.H.T.C. (available/required)	W/m ² ,°C		10100/3990	
Pérdida de carga - total*	kPa	50,8		43,8
- en conexiones	kPa	4,01		4,01
Diámetro de las conexiones	mm	24,0/24,0 (arriba/abajo)		24,0/24,0 (arriba/abajo)
Número de canales		11		12
Número total de placas			24	
Sobredimensionamiento	%		153	
Factor ensuciamiento	m ² ,°C/kW		0,145	
Número de Reynolds		4999		3960
Velocidad de puerto promedio del área	m/s	2,94		2,92
Velocidad en conexiones	m/s	2,94/2,94 (arriba/abajo)		2,92/2,92 (arriba/abajo)

PROPIEDADES FÍSICAS

		CIRC. 1		CIRC. 2
Temperatura de referencia	°C	67,50		57,50
Viscosidad	cP	0,419		0,485
Viscosidad - pared	cP	0,443		0,454
Densidad	kg/m ³	979,2		984,5
Calor específico	kJ/kg,°C	4,190		4,184
Conductividad térmica	W/m,°C	0,6811		0,6519
Largest wall temperature difference	K		1,95	
Min. fluid temperatura de pared	°C	61,17		59,22
Max. fluid temperatura de pared	°C	66,17		64,22
Coefficiente del film	W/m ² ,°C	26300		23900
Average wall temperature	°C	63,54		61,92
Velocidad en canal	m/s	0,534		0,488
Tensión de corte	Pa	192		164

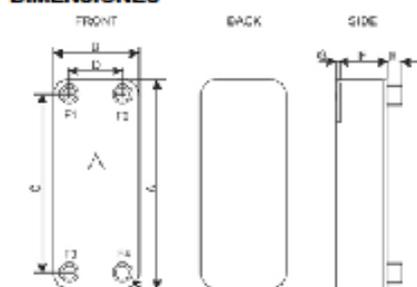


SSP G7
(v 7.0.3.69)

TOTALS

Total weight empty	kg	3,22 - 4,41
Total weight filled	kg	4,60 - 5,79
Hold-up volume, inner circuit	dm ³	0,671
Hold-up volume, outer circuit	dm ³	0,732
Port size F1/P1	mm	24,0
Port size F2/P2	mm	24,0
Port size F3/P3	mm	24,0
Port size F4/P4	mm	24,0
NND F1/P1	mm	18,0 and/or 27,0
NND F2/P2	mm	18,0 and/or 27,0
NND F3/P3	mm	18,0 and/or 27,0
NND F4/P4	mm	18,0 and/or 27,0
Carbon footprint	kg	24,3

DIMENSIONES



A	mm	289 +/-2
B	mm	119 +/-1
C	mm	243 +/-1
D	mm	72 +/-1
E	mm	20 (opt. 45) +/-1
F	mm	57,80 to 61,80 +2%/-1,5%
G	mm	4 to 6 +/-1
R	mm	22 to 23

This is a schematic sketch. For correct drawings please use the order drawing function or contact your SWEP representative.

Disclaimer: Data used in this calculation is subject to change without notice. SWEP strives to use "best practice" for the calculations leading to the above results. Calculation is intended to show thermal and hydraulic performance, no consideration has been taken to mechanical strength of the product. Product restrictions - such as pressure, temperatures and corrosion resistance- can be found in SWEP product sheets and other technical documentation. SWEP may have patents, trademarks, copyrights or other intellectual property rights covering subject matter in this document. Except as expressly provided in any written license agreement from SWEP, the furnishing of this document does not give you any license to these patents, trademarks, copyrights, or other intellectual property. To the maximum extent permitted by applicable law, the software, the calculations and the results are provided without warranties of any kind, whether express or implied. No advice or information obtained through use of the software (including information provided in the results), will create any warranty not expressly stated in the applicable license terms. Without limiting the foregoing, SWEP does not warrant that the content (including the calculations and the results) is accurate, reliable or correct. SWEP does not warrant that any system comprising heat exchanger and other components, installed on the basis of calculations in this software, will meet your requirements or function to your satisfaction or expectations.

*Excluding pressure drop in connections.

Note :

*Excluding pressure drop in connections.



WFG02DKL5W40ZLX03B8M7LSVPPJZFM00EPA

Anejo 10

2017-6-13

100 CMR - Ibalondo

100 CMR



[Ver imagen grande](#)

100 CMR

	
Tipo	100 CMR
Presión Max.Bar	10 BAR
Temperatura Mínima/Máxima	-10+100°C
Capacidad	100 L
Precarga	3 BAR
Dimensiones	450x850
Conexión Agua R	1
Peso Kg.	18.00
Código	03100039

Anejo 11



GENEBRE S.A. · Avda. Joan Carles I, 46-48 · EDIFICIO GENEBRE
Tel. +34 93 298 80 00/01 · Fax +34 93 298 80 06
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT Barcelona (Spain)
e-mail: genebre@genebre.es
Internet: <http://www.genebre.es>

Art.: 3189
Válvula de Seguridad a Membrana
Diaphragm Safety Valve

Extremos roscados	Hembra - Hembra	Ends to thread	Female - Female
Presión de tarado	6 bar	Calibrated pressure	6 bar
Conexión manómetro	Sin conexión	Gauge coupling	Without union

FUNCIONES

La válvula de seguridad viene típicamente empleada para el control de la presión sobre los generadores de calor (calderas, paneles solares, acumuladores) en las instalaciones de calefacción, sobre acumuladores de agua caliente, en las instalaciones hidrosanitarias y en las instalaciones hídricas.

Al conseguir la presión de tarado de la válvula se abre y mediante el escape a perder, impide que la presión de la instalación de alcanzar límites peligrosos para el generador y para los componentes presentes en la instalación misma.

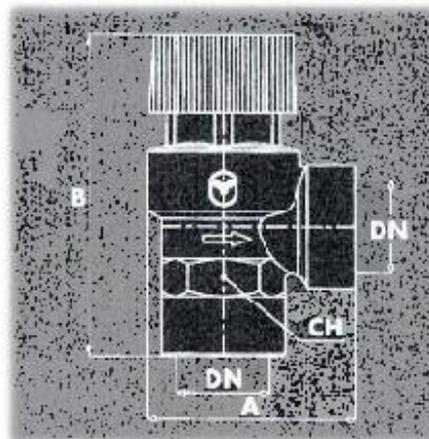
Válvula de seguridad ordinaria, empleada sobre generadores con potencialidad inferior a 35 kW (30.000 kcal/h)

FUNCTIONS

Safety valves are typically used for controlling the pressure in heat generators (heaters, solar panels, boilers) in heating systems, plumbing systems and water systems.

When the set pressure is reached, the valve opens and vents, impeding the system from reaching dangerous limits for the generator and for the components in the system itself.

Ordinary safety valves used on generators rated below 35 kW (30.000 kcal/h)



GENEBRE S.A.

FECHA DE REVISIÓN: 17/04/2008

NUMERO DE REVISIÓN: R1

GENEBRE

GENEBRE S.A. - Avda. Joan Carles I, 46-48 - EDIFICIO GENEBRE
Tel. +34 93 298 80 00/01 - Fax +34 93 298 80 06
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT Barcelona (Spain)
e-mail: genebre@genebre.es
Internet: <http://www.genebre.es>

Ref.	Form.	Cali.	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)				Peso / Weight (g)
		bar	bar	DN	CH	A	B	
3189 04	H-H	6	10	1/2"	25	42	66	133

Nº	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TECHNICAL FEATURES
1	Cuerpo Body	OT 58 UNI EN 12165 CW617N
2	Tapa Top	Nylon con 30% carga de fibra de vidrio Nylon with 30% glass content
3	Membrana Diaphragm	EPDM
4	Muelle Spring	Acero UNI 3823 Steel UNI 3823
5	Volante de mando Control knob	ABS
6	Presión nominal Nominal pressure	PN 10
7	Campo de temperatura Temperature range	5 ÷ 120°C
8	Tarado de la válvula Valve calibration	2,5 ÷ 8 bar
9	Diámetro del cierre DN 1/2" seat diameter	Ø13 mm
10	Diámetro del cierre DN 3/4" seat diameter	Ø13 mm
12	Apertura manual mediante volante rojo	Manual opening by red knob

INSTALACIÓN

Antes de la instalación de una válvula de seguridad es necesario que se efectúe un correcto dimensionado por parte de personal técnico especializado, según la normativa vigente para la específica aplicación.

Está prohibido hacer uso distinto al especificado en su destinación de uso.

La instalación de la válvula de seguridad debe ser efectuada por personal técnico cualificado según la normativa vigente.

La válvula de seguridad debe estar instalada respetando el sentido del flujo indicado por la flecha presente en el cuerpo de la válvula.

INSTALLATION

Before safety valves are installed, they must be correctly sized by a specialised technician, according to standards in force and for the specific applications.

They must not be used for purposes other than the one they are designed for.

Only qualified technical personnel may install safety valves according to the standards in force.

Safety valves must be installed respecting the flow direction indicated on the valve body.

GAMA GT 430 DE 250 A 700 kW : presentación y características

PUNTOS FUERTES

Las GT 430 son calderas de fundición, de baja temperatura, de potencia útil de 250 a 700 kW con un rendimiento de combustión elevado (hasta 93 %) con clasificación **CE, de hogar presurizado a equipar con un quemador de gasóleo o de gas:

- Cuerpo de calefacción de fundición eutéctica de gran resistencia a la corrosión para funcionamiento en baja temperatura modulada hasta 40 °C
- Concepción del cuerpo con 3 recorridos de humos y cámara de combustión muy dimensionada además de conductos de humos horizontales con aletas que optimizan el intercambio de calor
- Puertas de quemador y de desholinado montadas sobre

bisagras (reversibles para la puerta del quemador

- Aislamiento reforzado, en lana de vidrio de 100 mm y doble aislamiento en fachada
- Controlador de caudal preajustado, suministrado
- Camino de cables internos a la caldera
- Propuestas con distintos cuadros de mando, que permiten todos ellos el mando quemadores de 2 llamas o modulantes : ver páginas 8 a 12
- Adaptadas a las salas de calderas nuevas o existentes : el cuerpo de calefacción suministrado en elementos separados a montar sobre bastidor, permite su instalación en las salas de calderas de más difícil acceso (cuerpo de calefacción igualmente suministrado ensamblado bajo pedido)

MODELOS PROPUESTOS

Caldera	Potencia kW	Cuadro de mando			
		Estándar (ver p 9)	B3 (ver p 9)	DIEMATIC-m3 (ver p 10)	K3 (I) (ver p 10)
 GT 430 : para calefacción sola, producción de ACS mediante acumulador independiente	250-310	GT 430-8	GT 430-8 B3	GT 430-8DIEMATIC-m3	GT 430-8 K3
	310-370	GT 430-9	GT 430-9 B3	GT 430-9 DIEMATIC-m3	GT 430-9 K3
	370-430	GT 430-10	GT 430-10 B3	GT 430-10 DIEMATIC-m3	GT 430-10 K3
	430-495	GT 430-11	GT 430-11 B3	GT 430-11 DIEMATIC-m3	GT 430-11 K3
	495-570	GT 430-12	GT 430-12 B3	GT 430-12 DIEMATIC-m3	GT 430-12 K3
	570-645	GT 430-13	GT 430-13 B3	GT 430-13 DIEMATIC-m3	GT 430-13 K3
	645-700	GT 430-14	GT 430-14 B3	GT 430-14 DIEMATIC-m3	GT 430-14 K3

(I) Las GT 430 K3 funcionan únicamente asociadas con una GT 430 DIEMATIC-m3 en el contexto de instalaciones en casado

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tipo generador : calefacción
Tipo caldera : baja temperatura
Energía utilizada: gasóleo/ gas

Ref. "Certificado CE" : CE 1312AQ0951
Evacuación combustión : chimenea
Temperatura mínima retorno : ninguna

Temperatura mínima ida : 40 °C

Modelo	GT	430-8	430-9	430-10	430-11	430-12	430-13	430-14
Potencia útil Pn	kW	310	370	430	495	570	645	700
Rendimiento en % PCI	%	92,1	92,2	91,7	92,2	92,1	91,8	91,8
a carga ... % y temp. media ... °C	%	94,0	94,1	94,0	95,3	94,8	93,6	93,9
	%	95,8	96,1	95,6	96,9	96,3	95,2	95,4
Caudal nominal de agua a Pn, Δt = 20 K	m³/h	13,34	15,92	18,50	21,30	24,53	27,75	30,12
Pérdida de carga agua para Δt = 30 K	W	306	318	339	391	412	460	459
% pérdidas por las paredes	%	86	88	86	77	76	70	72
Potencia eléctrica	W	0	0	0	0	0	0	0
en modo calefacción a Pn	W	10	10	10	10	10	10	10
Gama de potencia útil	kW	250-310	310-370	370-430	430-495	495-570	570-645	645-700
Contenido de agua	litros	366	409	452	495	538	581	624
Pérdida de carga agua para Δt : 15 K (I)	mbar	11	18	26	31	41	55	70
	mm	530	530	530	530	530	530	530
Cámara de combustión	mm	638	638	638	638	638	638	638
	mm	1183	1343	1503	1663	1823	1983	2143
	m³	0,310	0,354	0,396	0,439	0,481	0,523	0,565
Volumen del circuito de humos	m³	0,563	0,638	0,712	0,787	0,860	0,934	1,008
Caudal máxico de humos (I)	kg/h	516	615	716	823	947	1071	1163
	kg/h	568	677	789	906	1043	1180	1280
Temperatura de humos (I)	°C	200	200	200	200	200	200	200
Presión en hogar para depresión en salida de humos = 0 (I)	mbar	0,57	0,73	0,96	1,2	1,57	2	2,5
Número de elementos		8	9	10	11	12	13	14
Peso en vacío	kg	1802	2072	2238	2454	2638	2880	3057

(I) A llama nominal (potencia alta de la caldera), funcionamiento con gasóleo doméstico : CO₂ = 13 %, funcionamiento con gas natural : CO₂ = 9,8 % depresión en la salida de humos = 0 1 mbar equivale en la práctica a 10 mm de columna de agua o a 100 Pascal. 1 K = 1 °C

Anejo 13

CHEQ4

La instalación solar térmica especificada **CUMPLE** los requerimientos mínimos especificados por el HE4

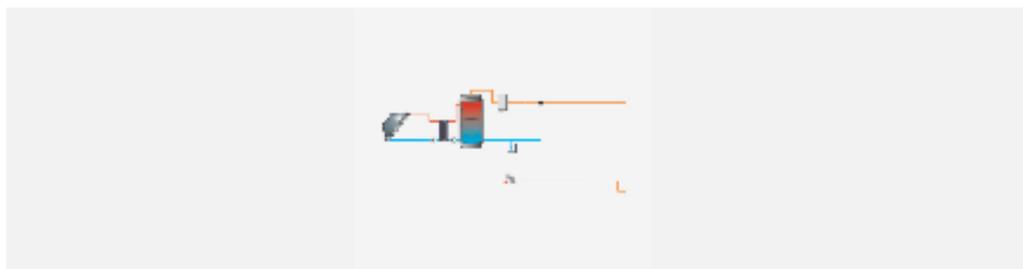
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	INSTALACIÓN ACS
Comunidad	VALENCIANA
Localidad	PAIORTA
Dirección	C/LITERATO AZORÍN

Datos del autor

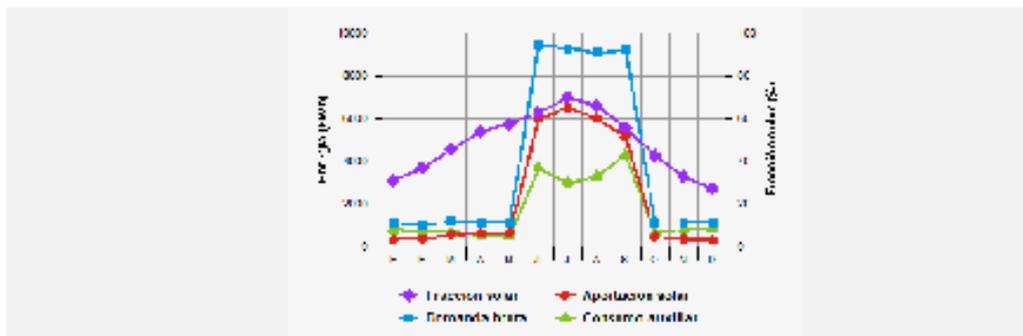
Nombre	ALBERT
Empresa o institución	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA
Email	altama@estii.upv.es
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Paiporta (Valencia/València)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con intercambiador independiente
Demanda [l/día a 60°C]	6.300
Ocupación %	Ene: 10, Feb: 10, Mar: 11, Abr: 011, May: 11, Jun: 100, Jul: 100, Ago: 100, Sep: 100, Oct: 11, Nov: 11, Dic: 10

Resultados



Fración solar [%]	60
Demanda neta [kWh]	46.064
Demanda bruta [kWh]	46.080
Aporte solar [kWh]	27.441
Consumo auxiliar [kWh]	19.944
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	5.923

CHEQ4



La instalación solar térmica especificada **CUMPLE** los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	HELIOSTAR 252 S4 STECK (Roth)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-25116	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	24,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	7,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	29,4	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	2.749,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	30,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	21,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	27,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera convencional	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	6.300,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	10,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	20,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	45,0	<input type="checkbox"/>

Anejo 14

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MJ/m2	KW/m2	KW/m2
ALAVA	151	200	326	357	406	457	498	476	414	275	179	142	3881	1078	129
ALBACETE	220	306	434	528	584	690	733	639	545	360	274	221	5534	1537	184
ALICANTE	277	349	472	519	635	680	710	620	530	394	321	265	5772	1603	192
ALMERIA	291	354	477	539	636	675	696	618	536	404	328	279	5833	1620	194
ASTURIAS	174	222	307	334	414	419	462	407	361	283	192	162	3737	1038	125
AVILA	197	265	391	485	533	612	721	695	546	326	226	181	5178	1438	173
BADAJOS	213	289	395	514	600	676	711	653	520	355	269	217	5412	1503	180
BALEARES	235	311	418	446	577	623	666	566	474	350	276	226	5168	1436	172
BARCELONA	211	276	375	441	511	559	593	497	422	313	236	202	4636	1288	155
BURGOS	165	228	361	440	514	592	631	568	484	292	213	157	4645	1290	155
CACERES	223	291	427	538	606	689	772	698	573	367	290	229	5703	1584	190
CADIZ	263	332	456	510	609	653	713	631	525	411	326	257	5686	1579	190
CANTABRIA	163	216	318	358	443	466	505	427	376	276	188	157	3893	1081	130
CASTELLON	261	355	450	479	567	588	657	537	483	380	282	256	5295	1471	177
CEUTA	292	381	539	577	669	735	738	668	555	412	359	298	6223	1729	207
CIUDAD REAL	230	292	434	514	588	652	696	636	547	362	283	226	5460	1517	182
CORDOBA	234	292	438	509	599	711	783	691	578	367	279	239	5720	1589	191
LA CORUÑA	178	231	330	340	422	446	477	420	402	315	209	179	3949	1097	132
CUENCA	194	257	375	477	515	604	703	613	509	324	234	192	4997	1388	167
GERONA	232	304	412	438	513	523	614	507	432	340	255	230	4800	1333	160
GRANADA	255	314	441	508	603	682	733	649	546	375	313	246	5665	1574	189
GUADALAJARA	212	266	406	491	532	624	686	636	515	339	255	193	5155	1432	172
GUIPUZCOA	179	222	328	322	402	447	444	375	370	299	202	175	3765	1046	126
HUELVA	249	328	464	537	662	704	789	702	615	420	300	263	6033	1676	201
HUESCA	199	280	416	514	558	606	635	573	491	327	236	178	5013	1393	167
JAEN	218	294	419	494	559	671	735	663	556	345	265	227	5446	1513	182
LEON	189	253	401	473	537	607	665	574	499	302	227	169	4896	1360	163
LERIDA	195	286	522	516	573	621	654	586	487	350	236	166	5192	1442	173
LUGO	165	220	339	417	470	536	554	505	436	288	201	156	4287	1191	143
MADRID	220	307	394	516	574	645	714	636	491	330	245	206	5278	1466	176
MALAGA	272	347	449	509	639	673	728	638	551	396	303	277	5782	1606	193
MELILLA	308	365	499	559	633	681	681	621	531	413	357	304	5952	1653	198
MURCIA	328	430	482	559	666	702	761	645	539	402	319	282	6115	1699	204
NAVARRA	162	215	357	399	469	519	564	501	469	297	197	157	4306	1196	144
ORENSE	154	211	327	385	446	484	502	455	415	274	183	150	3986	1107	133
PALENCIA	174	261	382	481	540	599	664	593	495	317	216	160	4882	1356	163
LAS PALMAS	366	413	515	540	597	618	667	603	574	439	401	373	6106	1696	204
PONTEVEDRA	178	237	378	432	482	561	604	520	438	328	223	193	4574	1271	152
LA RIOJA	184	255	397	456	529	589	641	570	470	311	222	169	4793	1331	160
SALAMANCA	200	276	392	469	541	625	677	621	508	328	242	181	5060	1406	169
ST.C.TENERIF	350	385	525	590	707	728	805	731	616	469	352	324	6582	1828	219
SEGOVIA	185	255	389	506	561	621	707	684	545	330	221	177	5181	1439	173
SEVILLA	238	315	419	526	617	667	684	633	520	356	286	240	5501	1528	183
SORIA	193	253	370	471	541	599	663	612	507	322	247	195	4973	1381	166
TARRAGONA	240	310	433	485	555	617	655	564	476	358	287	220	5200	1444	173
TERUEL	199	255	374	458	504	566	600	568	492	320	233	183	4752	1320	158
TOLEDO	202	275	407	530	576	670	748	673	525	346	248	194	5394	1498	180
VALENCIA	248	308	433	497	565	626	655	568	484	349	284	230	5247	1458	175
VALLADOLID	178	254	402	472	548	621	690	632	530	324	226	147	5024	1396	167
VIZCAYA -	164	207	313	349	426	460	492	431	381	269	196	162	3850	1069	128
ZAMORA	175	259	383	474	609	593	645	605	500	321	219	160	4943	1373	165
ZARAGOZA	206	286	441	502	598	665	689	644	531	352	243	198	5355	1488	179

Fuente: Solar Web

Anejo 15


SSP G7
(v 7.0.3.09)

FASE SIMPLE - Design
INTERCAMBIADOR : BX8THx28/1P
Nombre del fluido Circ. 1 : Propilen glicol - agua (30,0 mass-%)
Nombre del fluido Circ. 2 : Agua

CIRC. 1 : Circuito exterior
CIRC. 2 : Circuito interior

Flow Type : Counter-Current
SSP Alias : BX8T

REQUERIMIENTOS		CIRC. 1	CIRC. 2
Potencia	kW	17,02	
Temperatura de entrada	°C	80,00	65,00
Temperatura de salida	°C	75,00	70,00
Caudal	kg/s	0,8490	0,8124
Pérdida de carga máxima	kPa	50,0	50,0
Número de unidades térmicas		0,500	0,500
INTERCAMBIADOR A PLACAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Area de transferencia de calor	m ²	0,598	
Flujo de calor	kW/m ²	28,5	
MTD	K	10,00	
O.H.T.C. (available/required)	W/m ² , °C	7790/2850	
Pérdida de carga - total*	kPa	47,4	48,1
- en conexiones	kPa	8,60	7,99
Diámetro de las conexiones	mm	16,0/16,0 (arriba/abajo)	16,0/16,0 (arriba/abajo)
Número de canales		14	13
Número total de placas		28	
Sobredimensionamiento	%	174	
Factor ensuciamiento	m ² , °C/kW	0,216	
Número de Reynolds		2289	4091
Velocidad de puerto promedio del área	m/s	4,24	4,13
Velocidad en conexiones	m/s	4,24/4,24 (arriba/abajo)	4,13/4,13 (arriba/abajo)
PROPIEDADES FÍSICAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Temperatura de referencia	°C	77,50	67,50
Viscosidad	cP	0,728	0,419
Viscosidad - pared	cP	0,791	0,399
Densidad	kg/m ³	995,6	979,2
Calor específico	kJ/kg, °C	4,009	4,190
Conductividad térmica	W/m, °C	0,4816	0,6611
Largest wall temperature difference	K		1,54
Min. fluid temperatura de pared	°C	69,92	68,38
Max. fluid temperatura de pared	°C	74,92	73,38
Coefficiente del film	W/m ² , °C	15300	23000
Average wall temperature	°C	72,25	71,00
Velocidad en canal	m/s	0,417	0,437
Tensión de corte	Pa	123	127

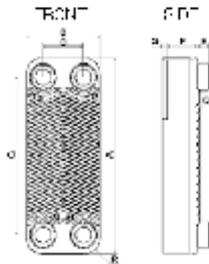


SSP G7
(v 7.0.3.69)

TOTALS

Total weight empty	kg	2,48
Total weight filled	kg	3,52
Hold-up volume, inner circuit	dm ³	0,507
Hold-up volume, outer circuit	dm ³	0,548
Port size F1/P1	mm	16,0
Port size F2/P2	mm	16,0
Port size F3/P3	mm	16,0
Port size F4/P4	mm	16,0
NND F1/P1	mm	0,000 and/or 16,0
NND F2/P2	mm	16,0 and/or 0,000
NND F3/P3	mm	16,0 and/or 0,000
NND F4/P4	mm	16,0 and/or 0,000
Carbon footprint	kg	17,4

DIMENSIONES



A	mm	315 +/-2
B	mm	73 +/-1
C	mm	278 +/-1
D	mm	40 +/-1
E	mm	20 (opt. 48) +/-1
F	mm	60,20 +5%/-4,5%
G	mm	7 +/-1
Q	mm	2
R	mm	16

This is a schematic drawing. For more information please use the technical drawing. Contact us at sales@swep.se

Disclaimer: Data used in this calculation is subject to change without notice. SWEP strives to use "best practice" for the calculations leading to the above results. Calculation is intended to show thermal and hydraulic performance, no consideration has been taken to mechanical strength of the product. Product restrictions - such as pressure, temperatures and corrosion resistance- can be found in SWEP product sheets and other technical documentation. SWEP may have patents, trademarks, copyrights or other Intellectual property rights covering subject matter in this document. Except as expressly provided in any written license agreement from SWEP, the furnishing of this document does not give you any license to these patents, trademarks, copyrights, or other Intellectual property. To the maximum extent permitted by applicable law, the software, the calculations and the results are provided without warranties of any kind, whether express or implied. No advice or information obtained through use of the software (including information provided in the results), will create any warranty not expressly stated in the applicable license terms. Without limiting the foregoing, SWEP does not warrant that the content (including the calculations and the results) is accurate, reliable or correct. SWEP does not warrant that any system comprising heat exchanger and other components, installed on the basis of calculations in this software, will meet your requirements or function to your satisfaction or expectations.

*Excluding pressure drop in connections.

Note :

*Excluding pressure drop in connections.



WFC2GICL5V4GZUKX9-8T2L8KPPJZFM00EPA

Anejo 16


SSP G7
(v 7.0.3.09)

FASE SIMPLE - Design
INTERCAMBIADOR : BX8THx28/1P
Nombre del fluido Circ. 1 : Agua
Nombre del fluido Circ. 2 : Agua

CIRC. 1 : Circuito interior
CIRC. 2 : Circuito exterior

Flow Type : Counter-Current
SSP Alias : BX8T

REQUERIMIENTOS		CIRC. 1	CIRC. 2
Potencia	kW	17,02	
Temperatura de entrada	°C	70,00	55,00
Temperatura de salida	°C	65,00	60,00
Caudal	kg/s	0,8124	0,8136
Pérdida de carga máxima	kPa	50,0	50,0
Número de unidades térmicas		0,500	0,500
INTERCAMBIADOR A PLACAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Area de transferencia de calor	m ²	0,598	
Flujo de calor	kW/m ²	28,5	
MTD	K	10,00	
O.H.T.C. (available/required)	W/m ² , °C	9010/2850	
Pérdida de carga - total*	kPa	48,1	43,0
- en conexiones	kPa	7,99	7,98
Diámetro de las conexiones	mm	16,0/16,0 (arriba/abajo)	16,0/16,0 (arriba/abajo)
Número de canales		13	14
Número total de placas		28	
Sobredimensionamiento	%	217	
Factor ensuciamiento	m ² , °C/kW	0,232	
Número de Reynolds		4091	3283
Velocidad de puerto promedio del área	m/s	4,13	4,11
Velocidad en conexiones	m/s	4,13/4,13 (arriba/abajo)	4,11/4,11 (arriba/abajo)
PROPIEDADES FÍSICAS		CIRC. 1	CIRC. 2
Temperatura de referencia	°C	67,50	57,50
Viscosidad	cP	0,419	0,485
Viscosidad - pared	cP	0,444	0,453
Densidad	kg/m ³	979,2	984,5
Calor específico	kJ/kg, °C	4,190	4,184
Conductividad térmica	W/m, °C	0,6811	0,6519
Largest wall temperature difference	K		1,73
Min. fluid temperatura de pared	°C	61,04	59,32
Max. fluid temperatura de pared	°C	66,04	64,32
Coefficiente del film	W/m ² , °C	22800	20900
Average wall temperature	°C	63,43	61,99
Velocidad en canal	m/s	0,437	0,404
Tensión de corte	Pa	127	111

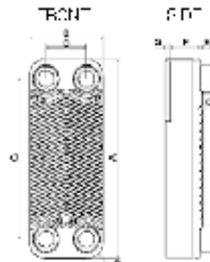


SSP G7
(v 7.0.3.69)

TOTALS

Total weight empty	kg	2,48
Total weight filled	kg	3,51
Hold-up volume, inner circuit	dm ³	0,507
Hold-up volume, outer circuit	dm ³	0,548
Port size F1/P1	mm	16,0
Port size F2/P2	mm	16,0
Port size F3/P3	mm	16,0
Port size F4/P4	mm	16,0
NND F1/P1	mm	0,000 and/or 16,0
NND F2/P2	mm	16,0 and/or 0,000
NND F3/P3	mm	16,0 and/or 0,000
NND F4/P4	mm	16,0 and/or 0,000
Carbon footprint	kg	17,4

DIMENSIONES



A	mm	315 +/-2
B	mm	73 +/-1
C	mm	278 +/-1
D	mm	40 +/-1
E	mm	20 (opt. 48) +/-1
F	mm	60,20 +5%/-4,5%
G	mm	7 +/-1
Q	mm	2
R	mm	16

This is a schematic drawing for information only. Please use the actual drawing for all technical specifications.

Disclaimer: Data used in this calculation is subject to change without notice. SWEP strives to use "best practice" for the calculations leading to the above results. Calculation is intended to show thermal and hydraulic performance, no consideration has been taken to mechanical strength of the product. Product restrictions - such as pressure, temperatures and corrosion resistance- can be found in SWEP product sheets and other technical documentation. SWEP may have patents, trademarks, copyrights or other intellectual property rights covering subject matter in this document. Except as expressly provided in any written license agreement from SWEP, the furnishing of this document does not give you any license to these patents, trademarks, copyrights, or other intellectual property. To the maximum extent permitted by applicable law, the software, the calculations and the results are provided without warranties of any kind, whether express or implied. No advice or information obtained through use of the software (including information provided in the results), will create any warranty not expressly stated in the applicable license terms. Without limiting the foregoing, SWEP does not warrant that the content (including the calculations and the results) is accurate, reliable or correct. SWEP does not warrant that any system comprising heat exchanger and other components, installed on the basis of calculations in this software, will meet your requirements or function to your satisfaction or expectations.

*Excluding pressure drop in connections.

Note :

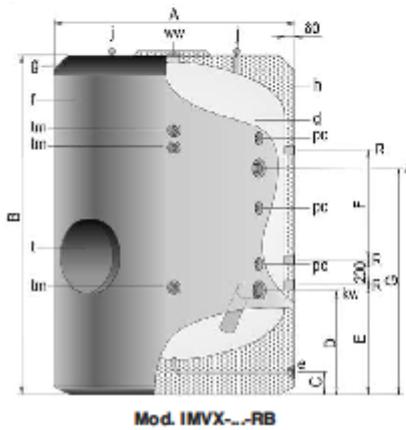
*Excluding pressure drop in connections.



WPC3DCH2LSH4ZL3K3B8M7L3BPPJZPFM5D0EPA

**01 DEPÓSITOS DE GRAN CAPACIDAD
ACERO INOXIDABLE**

IDROGAS



- f- Boas de hombre DN400
- d- Depósito acumulación ACS
- f- Forro exteriorno (opcional)
- g- Cubierta superior (opcional)
- h- Aislamiento térmico
- i- Cánamos para transporte

Depósitos de gran capacidad fabricados en acero inoxidable, decapado químicamente y pasivado, después de ensamblar.

Con capacidades de 1.500 a 5.000 litros, todos los depósitos acumuladores de la nueva serie IDROGAS van aislados con 80 mm de espesor de espuma rígida de poliuretano de densidad optimizada y libre de CFC, inyectada en molde. Con boca lateral de DN 400.

* En el acumulador IDROGAS con aislamiento de poliuretano rígido, el forro es siempre opcional ya que no es necesario para su perfecto funcionamiento y prestaciones, cumple exclusivamente una función estética. Al contrario que los acumuladores del mercado con aislamiento flexible en los que el forro de plástico es imprescindible al llevar incorporado el aislamiento.

Modelo RB

Depósito acumulador, sin sistema de intercambiador de serpentines, destinado a funciones de acumulación de ACS, mediante una producción externa, p.e. intercambiador de placas.

Código	Artículo	€
DEPOSITO ACUMULADOR SERIE IMXV- RB		
CC 01 821	IMXV 1500 RB INOX	6.233,00
CC 01 822	IMXV 2000 RB INOX	6.770,00
CC 01 823	IMXV 2500 RB INOX	9.438,00
CC 01 824	IMXV 3000 RB INOX	10.270,00
CC 01 825	IMXV 3500 RB INOX	10.562,00
CC 01 826	IMXV 4000 RB INOX	12.756,00
CC 01 827	IMXV 5000 RB INOX	13.204,00

**Sistema de protección catódica
"Correx up"**

Equipo de protección catódica, libre de mantenimiento, compuesto por ánodo permanente, potencióstato regulador, cableado e instrucciones de conexión y montaje.



Suministro opcional en la gama INOX

N

MODELO RB - DATOS TÉCNICOS		Ref. tamaño acumulador						
		1500RB	2000RB	2500RB	3000RB	3500RB	4000RB	5000RB
Capacidad de ACS	L	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Temp. máx. en continuo depósito de A.C.S.	°C	90	90	90	90	90	90	90
Presión máx. depósito de A.C.S.	bar	8	8	8	8	8	8	8
Peso en vacío (aprox.)	Kg.	265	305	450	485	520	600	670
kW: Entrada de agua fría	*GAS/M	2	2	3	3	3	3	3
e: Desagüe	*GAS/M	1	1	1	1	1	1	1
ww: Salida de ACS	*GAS/M	2	2	3	3	3	3	3
z: recirculación	*GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
R: conexión resistencia	*GAS/M	2	2	2	2	2	2	2
tn: conexión sensores laterales	*GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Diámetro exterior: A	mm	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910
Longitud total: B	mm	1830	2280	2015	2305	2580	2310	2710
Cota C	mm	175	175	175	175	175	175	175
Cota D	mm	670	670	800	800	800	865	865
Cota E	mm	685	685	805	805	805	875	875
Cota F	mm	330	780	300	590	875	465	870
Cota G	mm	1115	1560	1250	1530	1745	1450	1805

Anejo 18

Temperatura ambiente media (° C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alava	5	5	9	10	13	17	19	19	17	13	8	5
Albacete	4	6	9	11	15	22	24	24	18	14	9	5
Alicante	11	12	14	16	19	23	25	26	24	19	15	12
Alicante	12	12	14	16	18	22	25	25	23	19	16	13
Asturias	9	9	11	12	14	17	20	19	18	15	12	10
Avila	2	3	6	9	12	16	20	20	16	11	6	3
Badajoz	9	10	13	15	18	23	26	25	23	18	13	9
Baleares	10	10	12	14	17	21	24	24	23	18	14	12
Barcelona	9	10	12	15	18	22	24	24	22	17	13	10
Burgos	2	5	7	9	12	16	19	19	16	11	6	3
Caceres	8	9	12	14	17	22	26	26	22	17	12	8
Cadiz	11	12	15	17	19	22	24	25	23	19	16	12
Cantabria	9	9	11	12	14	17	19	19	18	15	12	10
Castellón	10	11	13	15	18	22	24	25	23	19	14	11
Ceuta	12	12	13	15	17	20	22	23	21	18	15	13
Ciudad Real	5	7	10	13	16	21	25	25	21	15	9	6
Córdoba	9	11	13	16	19	24	28	28	24	19	14	10
La Coruña	10	10	11	12	14	16	18	19	18	15	12	10
Cuenca	3	4	7	10	13	18	22	21	18	12	7	4
Gerona	7	8	11	13	17	21	23	23	21	16	11	8
Granada	7	8	11	13	16	22	26	25	22	16	12	8
Guadalajara	3	6	9	12	16	20	24	23	20	14	8	5
Guipúzcoa	8	8	11	12	10	17	15	19	18	15	11	8
Huelva	11	12	14	18	19	22	25	25	23	19	15	12
Huesca	5	6	10	12	16	20	23	22	19	14	9	5
Jaén	8	10	12	14	18	24	28	27	23	18	13	9
León	3	4	8	10	12	17	20	19	17	12	7	4
Lérida	5	9	11	12	16	20	24	24	22	15	8	7
Lugo	6	7	9	11	13	16	18	17	17	13	9	6
Madrid	5	6	10	13	16	21	24	24	20	14	9	6
Málaga	12	13	15	16	19	23	25	26	23	20	16	13
Melilla	12	13	14	16	18	22	24	25	23	19	16	13
Murcia	11	12	14	16	19	23	26	26	24	19	14	12
Navarra	5	5	9	11	14	18	20	20	18	13	8	5
Orense	7	7	11	13	16	19	22	21	19	14	9	7
Palencia	3	5	8	10	13	18	21	21	18	12	7	4
Las Paimas	18	20	19	20	20	21	24	24	26	23	22	20
Pontevedra	9	10	12	14	16	18	20	20	18	15	12	9
La Rioja	5	6	10	12	15	19	22	21	19	14	9	6
Salamanca	4	5	8	10	14	18	21	21	18	12	7	4
Sta. C. Tenerife	17	17	18	19	20	22	24	25	24	23	20	18
Segovia	2	4	8	10	13	18	22	21	17	12	7	3
Sevilla	10	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11
Soria	2	3	7	9	12	16	20	19	16	11	6	3
Tarragona	9	10	12	14	17	20	23	23	21	18	13	10
Teruel	2	3	7	9	13	17	19	19	17	11	7	3
Toledo	6	7	11	13	17	22	26	25	21	15	10	6
Valencia	10	11	13	15	18	22	24	24	22	18	14	11
Valladolid	3	5	9	11	14	18	21	20	18	13	8	4
Vizcaya	7	11	11	11	14	16	18	19	18	16	12	12
Zamora	4	5	9	11	14	19	22	21	18	13	7	4
Zaragoza	6	8	11	14	17	21	23	24	21	15	10	7

Fuente: Cañada,2008

GAMA

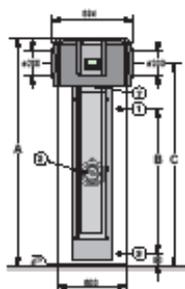


Bomba de calor para acs		Modelo	Capacidad (l)	Potencia BDC (kW)
<p>Bomba de calor para producción de acs hasta 65 °C con toma de aire ambiente o exterior</p>	<p>Con resistencia eléctrica de apoyo e intercambiador para apoyo hidráulico solar o de caldera</p>	TWH 200 E	215	1,7
		TWH 300 E	270	1,7
		TWH 300 EH	265	1,7

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DIMENSIONES PRINCIPALES (MM Y PULGADAS)

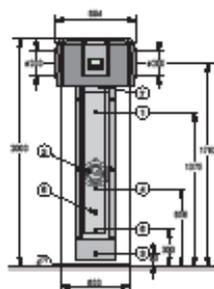
TWH 200 E - TWH 300 E



TWH	A (mm)	B (mm)	C (mm)
200 E	1 690	974	1 473
300 E	2 000	1 587	1 783

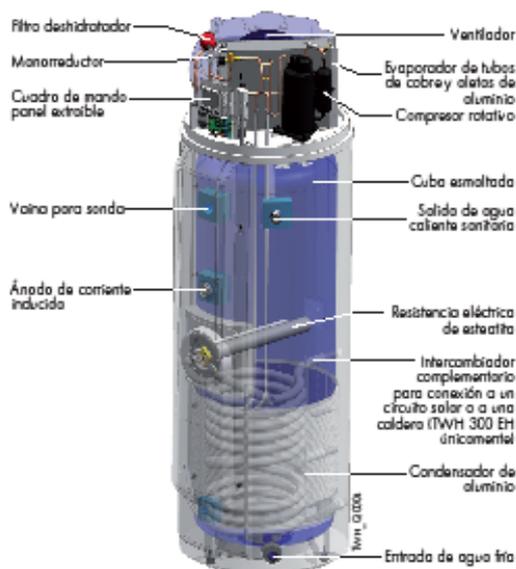
- ① Salida agua caliente sanitaria (con o sin conexión dieléctrica G 3/4)
- ② Resistencia eléctrica
- ③ Entrada agua fría sanitaria (con o sin conexión dieléctrica G 3/4)

TWH 300 EH



- ④ Entrada intercambiador hidráulico G 3/4
- ⑤ Vaina para sonda intercambiador hidráulico Ø int. 16 mm
- ⑥ Salida intercambiador hidráulico G 3/4
- ⑦ Tubo de evacuación de las condensadas en PVC Ø 16 x 12 mm

COMPONENTES



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Temperatura máxima de servicio:
 - cuba: 90°C
 - intercambiador (TWH 300 EH): 90°C

Presión máxima de servicio:
 - cuba: 10 bar
 - intercambiador (TWH 300 EH): 10 bar

Temperatura aire para funcionamiento bomba de calor: -5 a +35°C
 Temp. ambiente BDC: +7 a +35°C

Modelo	TWH	200 E	300 E	300 EH
Capacidad	l	215	270	265
Potencia bomba de calor	W	1700	1700	1700
Potencia eléctrica absorbida por la bomba de calor	W _e	500	500	500
COP temperatura entrada aire +7°C según EN 16147 (aire exterior) (1)		2,90	2,94	3,6
COP temperatura entrada aire +15°C (aire ambiente)		3,17	3,31	3,26
Eficiencia calentamiento acs (4)	%	1,29	1,35	1,32
Potencia resistencia eléctrica	W	2400	2400	2400
Tensión de alimentación/ Disyuntor	V/A	230 V Mono/16	230 V Mono/16	230 V Mono/16
Superficie del intercambiador	m ²	-	-	-
Volumen máximo de agua caliente utilizable V _{max} (1)	l	281,9	388	383
Potencia absorbida en régimen estabilizado P _{es} (1)	W	30	34	36
Caudal continuo a ΔT = 35K (2) (3)	l/h	-	-	955,6
Caudal en 10 min. a ΔT = 30K (2)	l/10 min.	-	-	420,0
Perfil de demanda acs (1)	l	-	XL	XL
Duración de la puesta en temperatura t _h (1)	h	7 h 48	10 h 44	10 h 477
Caudal aire max.	m ³ /h	385	385	385
Presión aire disponible	Pa	50	50	50
Longitud máxima de conexión aire Ø 160 mm	m	25	25	25
Fluido frigorífico R 134 A	kg	1,45	1,45	1,45
Nivel de presión sonora*	dBA(A)	35,2	35,2	35,2
Coefficiente de pérdidas térmicas	W/K	2,58	2,61	2,55
Peso neto	kg	92	105	123

(1) Valor para un calentamiento de 10 a 52,5°C con una temperatura de entrada del aire de +7°C según EN 16147 (2) Entrada agua fría sanitaria: 10°C, temperatura entrada primaria: 80°C (3) Potencia: 34,1 kW (4) Con temperatura media, según Reglamento Europeo (EU) n° 812/2013 * a 2 m del aparato, instalación con flexibles