

Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Estudio de alternativas de producción de agua caliente en edificios residenciales

Autor: Luis Manuel Aguilar Velasco

Tutor: María del Carmen Guerrero Delgado

Tutor: María de la Paz Montero Gutiérrez

Departamento de Ingeniería Energética

Sevilla, 2024



Trabajo Fin de Grado
en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Estudio de alternativas de producción de agua caliente en edificios residenciales

Autor:

Luis Manuel Aguilar Velasco

Tutores:

María del Carmen Guerrero Delgado

María de la Paz Montero Gutiérrez

Dpto. de Ingeniería Energética

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024

A mis padres

A mi pareja

A mis profesores y maestros

A mis amigos

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría mostrar mi gratitud en este documento a las personas que han hecho que hoy pueda estar aquí terminándolo, las personas que me han acompañado en esta carrera de fondo. A mi familia, a mi compañera incansable e incondicional, Clara, a mis amigos y a mis profesores y maestros.

RESUMEN

El objetivo del presente documento es el de realizar un estudio teórico y formativo de las diferentes alternativas de sistemas de producción de agua caliente sanitaria. Para ello, en primer lugar, se realizará un breve estudio de la situación energética de nuestro país, además de realizar un breve repaso de los objetivos marcados por la Unión Europea para 2050. Tras ello, se estudiará la normativa aplicable a este tipo de instalaciones, con la finalidad de conocer los requisitos fundamentales de estos sistemas, además de analizar la metodología a emplear para las diferentes variables con sus escenarios particulares a través de un caso práctico.

La idea es la de, tomando varias alternativas con sus metodologías particulares, llegar a soluciones válidas y, mediante una serie de análisis, tomar la solución idónea. Esta solución variará en función de la localización o condiciones climáticas de la zona de estudio, por lo que se establecerá una zona concreta y un edificio con una serie de datos concretos para realizar este análisis.

La particularidad en sí de la memoria radica en que no se trataría de una solución real a un problema real, sino en el aprendizaje a través de los problemas que iremos encontrando en el camino de establecer una solución válida.

En cuanto a la metodología a emplear, se seguirá lo establecido por el CTE, el RITE y la Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla. Para ello, en la primera alternativa emplearemos el programa CHEQ4, software elaborado por el IDAE y la ASIT para cumplir específicamente con los requerimientos marcados por el CTE para las instalaciones solares térmicas. A continuación, para la segunda y tercera alternativa, emplearemos un fichero de cálculo tipo Excel desarrollado por el Departamento de Ingeniería Energética, mediante el cual podremos simular la evolución de la temperatura en los depósitos, además de calcular el consumo de los equipos empleados.

Finalmente, con los resultados de las alternativas anteriormente mencionadas, se elaborarán una serie de análisis energéticos, económicos y ambientales, con la idea de seleccionar la mejor de las alternativas.

ABSTRACT

The aim of this document is to perform a theoretical and formative study of the different alternatives for domestic hot water production systems. To do this, firstly, a brief study of the Spanish energetic situation will be carried out, as well as a brief review of the objectives set by the European Union for 2050. After this, the regulations applicable to this type of installation will be studied, with the purpose of learning about the fundamental requirements of these systems, as well as analysing the methodology to be used for the different variables with their particular scenarios through a practical case.

The idea is that, taking various alternatives with their particular methodologies, valid solutions will be reached and, by means of a series of analyses, the ideal solution will be chosen. This solution will vary depending on the location or climatic conditions of the study area, so a specific area and a building with a series of specific data will be established in order to carry out this analysis.

The particularity of the report itself lies in the fact that it would not be a real solution to a real problem, but in learning through the problems that we will encounter on the way to establishing a valid solution.

Regarding the methodology to be used, we will follow what is established by the CTE, the RITE and the Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla (Municipal Ordinance for Energy Management, Climate Change and Sustainability of Sevilla). For this, in the first alternative we will use the CHEQ4 programme, software developed by IDEA and ASIT to specifically comply with the requirements set by the CTE for solar thermal installations. Then, for the second and third alternatives, we will use an Excel-type calculation file developed by the Department of Energetic Engineering, by means of which we will be able to simulate the evolution of the temperature in the tanks, as well as calculate the energy consumption of the equipment used.

Finally, with the results of the aforementioned alternatives, a series of energetic, economic and environmental analyses will be carried out, with the idea of selecting the best of the alternatives.

Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice	ix
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xiii
1 Introducción	1
1.1 <i>Objetivos marcados por la Unión Europea para 2050</i>	2
1.1.1 Período 2008 - 2012	2
1.1.2 Período 2013 a 2020	2
1.1.3 Período 2021-2030	3
1.1.4 Horizonte 2050	3
1.2 <i>Normativa vigente para producción de ACS. Condiciones de contorno</i>	3
1.2.1 Código Técnico de la Edificación	3
1.2.2 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios	4
1.2.3 Ley de Cambio Climático y Transición Energética	4
1.2.4 Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla	4
1.2.5 Real Decreto 487/2022	4
2 Metodología	6
2.1 <i>Datos iniciales</i>	6
2.1.1 Datos generales del edificio.	6
2.1.2 Parámetros climáticos.	7
2.1.3 Cálculo de la demanda de ACS.	7
2.1.4 Aislamiento y pérdidas de la instalación.	9
2.2 <i>Alternativa 1: Solar térmica</i>	9
2.2.1 Componentes principales de la instalación	9
2.3 <i>Alternativa 2: Aerotermia con apoyo de energía solar fotovoltaica</i>	14
2.3.1 Metodología	14
2.3.2 Escenario 1: Sistema de ACS centralizado	16
2.3.3 Escenario 2: Sistema de ACS individualizado	28
2.4 <i>Alternativa 3: Caldera de biomasa</i>	35
2.4.1 Metodología	35
2.4.2 Equipo elegido	36
2.5 <i>Resultados</i>	37
2.5.1 Resultados alternativa 1	37
2.5.2 Resultados alternativa 2	41
2.5.3 Resultados alternativa 3	53
2.5.4 Análisis energético	55
2.5.5 Análisis económico	62
2.5.6 Análisis medioambiental	64
3 Conclusiones	65
Referencias	66
Anexo A: Resultados CHEQ4	68
Anexo B: Cálculos Alternativa 2	81

Anexo C: Informe PVSyst	99
Anexo D: Cálculos Alternativa 3	107

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Datos del edificio. Fuente: elaboración propia.</i>	6
<i>Tabla 2 Parámetros climáticos. Fuente: elaboración propia.</i>	7
<i>Tabla 3 Factor de centralización. Fuente: CTE.</i>	7
<i>Tabla 4 Demanda energética. Fuente: elaboración propia.</i>	8
<i>Tabla 5 Demanda ACS a 45°C. Fuente: elaboración propia.</i>	9
<i>Tabla 6 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	18
<i>Tabla 7 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	18
<i>Tabla 8 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	19
<i>Tabla 9 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	19
<i>Tabla 10 Parámetros de las constantes de la ecuación de la variable HEIR. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	20
<i>Tabla 11 Valores de capacidad de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.</i>	21
<i>Tabla 12 Valores del consumo de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.</i>	22
<i>Tabla 13 Valores de capacidad de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.</i>	23
<i>Tabla 14 Valores del consumo de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.</i>	24
<i>Tabla 15 Coeficientes curva de COP en función de Text a 11°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	26
<i>Tabla 16 Coeficientes curva de COP en función de Text a 14°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	26
<i>Tabla 17 Coeficientes curva de COP en función de Text a 21°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	27
<i>Tabla 18 Coeficientes curva de COP en función de Text a 16°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	28
<i>Tabla 19 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla</i>	29
<i>Tabla 20 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	29
<i>Tabla 21 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	30
<i>Tabla 22 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	30
<i>Tabla 23 Coeficientes curva de COP en función de Text a 11°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	32
<i>Tabla 24 Coeficientes curva de COP en función de Text a 14°C de temperatura de agua de red. Fuente:</i>	

<i>elaboración propia.</i>	33
<i>Tabla 25 Coeficientes curva de COP en función de Text a 21°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	34
<i>Tabla 26 Coeficientes curva de COP en función de Text a 16°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.</i>	34
<i>Tabla 27 Poder calorífico inferior de los tipos de biomasa más utilizados. Fuente: Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios, IDAE.</i>	36
<i>Tabla 28 Dimensiones de la caldera de biomasa seleccionada. Fuente: https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/neu-pele-pellet/.</i>	37
<i>Tabla 29 Resultados caldera de condensación. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	38
<i>Tabla 30 Resultados caldera convencional. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	39
<i>Tabla 31 Resultados caldera de biomasa. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q</i>	39
<i>Tabla 32 Resultados termo eléctrico. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	40
<i>Tabla 33 Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.</i>	43
<i>Tabla 34 Consumo anual individual aproximado escenario 2. Fuente: elaboración propia.</i>	45
<i>Tabla 35 Consumo anual total aproximado escenario 2. Fuente: elaboración propia.</i>	46
<i>Tabla 36 Producción fotovoltaica anual. Fuente: elaboración propia mediante PVSyst.</i>	51
<i>Tabla 37 Perfiles de generación según estación del año. Fuente: https://www.omie.es/es/market-results/daily/daily-market/hourly-power-technologies.</i>	52
<i>Tabla 38 Consumo anual aproximado alternativa 3. Fuente: elaboración propia.</i>	54
<i>Tabla 39 Factor de ponderación para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de calor en función de las fuentes energéticas, según la zona climática. Fuente: IDAE.</i>	60
<i>Tabla 40 Factor de corrección en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP. Fuente: IDAE.</i>	60
<i>Tabla 41 Resumen de la energía consumida por las diferentes alternativas. Fuente: elaboración propia.</i>	61
<i>Tabla 42 Resumen de los datos iniciales para la alternativa 1.</i>	62
<i>Tabla 43 Costes del escenario 1. Fuente: elaboración propia.</i>	62
<i>Tabla 44 Costes del escenario 2. Fuente: elaboración propia.</i>	62
<i>Tabla 45 Costes del escenario 3. Fuente: elaboración propia.</i>	62
<i>Tabla 46 Costes del escenario 4. Fuente: elaboración propia.</i>	63
<i>Tabla 47 Costes del escenario 1. Fuente: elaboración propia.</i>	63
<i>Tabla 48 Costes del escenario 2. Fuente: elaboración propia.</i>	63
<i>Tabla 49 Costes de la alternativa 3. Fuente: elaboración propia.</i>	64
<i>Tabla 50 Constantes necesarias para análisis ambiental. Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/energia/files-1/Eficiencia/RITE/documentosreconocidosrite/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf.</i>	64
<i>Tabla 51 Balance ambiental. Fuente: elaboración propia</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Consumo de energía primaria en España en 2007. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.</i>	1
<i>Figura 2 Consumo de energía primaria en España en 2022. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.</i>	1
<i>Figura 3 Objetivos 2030 para el conjunto de la Unión Europea y para España. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.</i>	3
<i>Figura 4: Esquema de un captador. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-esquemático-de-colector-solar-plano-4_fig13_352798657</i>	10
<i>Figura 5: Captura de la localización del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	11
<i>Figura 6: Captura de la configuración del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	11
<i>Figura 7: Captura de la demanda del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	12
<i>Figura 8: Captura del sistema de captación y apoyo del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	12
<i>Figura 9: Captura del resto de parámetros del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	13
<i>Figura 10: Captura de los resultados del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	14
<i>Figura 11: Curva correctora de la capacidad de calefacción en función de la Text y la Timp. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla</i>	19
<i>Figura 12: Curva correctora del COP real en función de la carga parcial del equipo. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	21
<i>Figura 13: Capacidad en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries</i>	22
<i>Figura 14: Consumo en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries</i>	23
<i>Figura 15: Capacidad en función de la temperatura del aire de entrada en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries</i>	24
<i>Figura 16: Consumo en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries</i>	25
<i>Figura 17: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 11°C. Fuente elaboración propia.</i>	26
<i>Figura 18: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 14°C. Fuente elaboración propia.</i>	27
<i>Figura 19: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 21°C. Fuente elaboración propia.</i>	27
<i>Figura 20: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 16°C. Fuente elaboración propia.</i>	28
<i>Figura 21: Curva correctora de la capacidad de calefacción en función de la Text y la Timp. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla</i>	31
<i>Figura 22: Curva correctora del COP real en función de la carga parcial del equipo. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.</i>	32
<i>Figura 23: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 11°C. Fuente elaboración propia.</i>	33
<i>Figura 24: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 14°C. Fuente elaboración propia.</i>	33
<i>Figura 25: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 21°C. Fuente elaboración propia.</i>	34
<i>Figura 26: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 16°C. Fuente elaboración propia.</i>	35

<i>Figura 27 Dimensiones de la caldera de biomasa seleccionada. Fuente: https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/neu-pele-pellet/.</i>	37
<i>Figura 28: Resultados caldera de condensación. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	38
<i>Figura 29: Resultados caldera convencional. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	39
<i>Figura 30: Resultados caldera de biomasa. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	40
<i>Figura 31: Resultados termo eléctrico. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.</i>	41
<i>Figura 32: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.</i>	42
<i>Figura 33: Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.</i>	43
<i>Figura 34: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.</i>	44
<i>Figura 35: Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.</i>	46
<i>Figura 36: Imagen vía satélite del edificio del caso práctico. Fuente: Google Earth.</i>	47
<i>Figura 37: Esquema de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.</i>	47
<i>Figura 38: Modelo 3D de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.</i>	48
<i>Figura 39: Modelo 3D de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.</i>	48
<i>Figura 40: Resultados principales de la simulación. Fuente: elaboración mediante PVSyst.</i>	49
<i>Figura 41: Diagrama de pérdidas de la instalación. Fuente: elaboración mediante PVSyst.</i>	50
<i>Figura 42: Perfil horario medio de generación fotovoltaica del año 2023. Fuente: REE.</i>	51
<i>Figura 43: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.</i>	53
<i>Figura 44: Consumo anual aproximado alternativa 3. Fuente: elaboración propia</i>	54
<i>Figura 45: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de invierno. Fuente: elaboración propia.</i>	55
<i>Figura 46: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de primavera. Fuente: elaboración propia.</i>	55
<i>Figura 47: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de verano. Fuente: elaboración propia.</i>	56
<i>Figura 48: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de otoño. Fuente: elaboración propia.</i>	56
<i>Figura 49: Consumo vs. producción fotovoltaica anual escenario centralizado. Fuente: elaboración propia.</i>	57
<i>Figura 50: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de invierno. Fuente: elaboración propia.</i>	57
<i>Figura 51: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de primavera. Fuente: elaboración propia.</i>	58
<i>Figura 52: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de verano. Fuente: elaboración propia.</i>	58
<i>Figura 53: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de otoño. Fuente: elaboración propia.</i>	59
<i>Figura 54: Consumo vs. producción fotovoltaica anual escenario individualizado. Fuente: elaboración propia.</i>	59

1 INTRODUCCIÓN

Resulta imposible imaginar un mundo en el que el ser humano no se beneficie de la energía, en todas sus diferentes formas, para el desarrollo no solo del entorno, sino de la propia especie. La energía de por sí, o más bien el disponer de suficientes fuentes de calidad de esta, suele ser un buen indicativo del bienestar de la población de una zona concreta del planeta. Históricamente, países con gran disponibilidad de combustibles fósiles han gozado de facilidades que países como el nuestro no han podido, viéndonos relegados a ser eternos importadores de este tipo de materias primas.

Actualmente, a causa de las mejoras en las tecnologías relacionadas con las fuentes de energías renovables, el mundo está experimentando un gran cambio, inclinándose cada vez más la balanza del lado de las energías renovables. España no es una excepción en este sentido, como podremos comprobar en los siguientes gráficos:

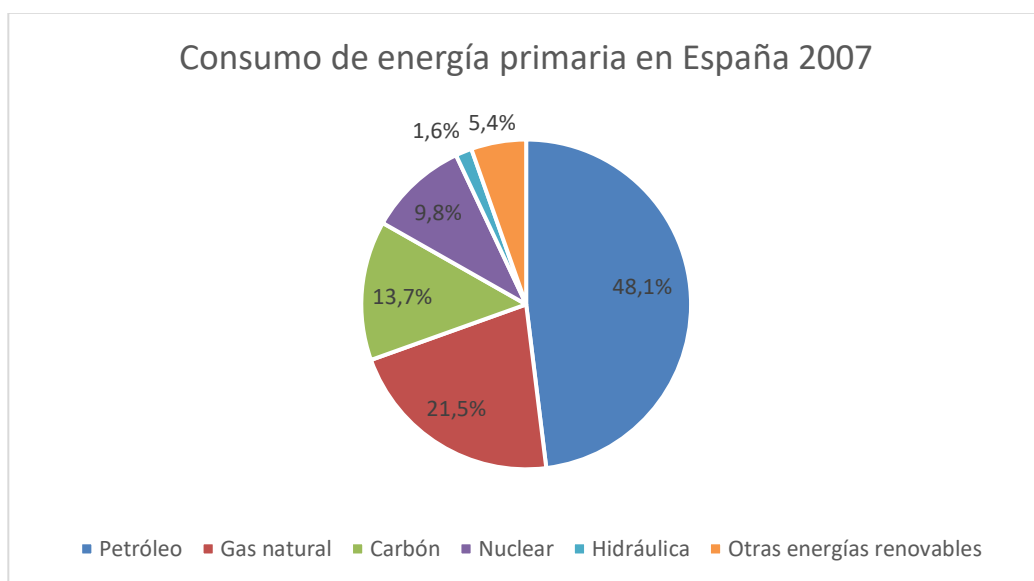


Figura 1 Consumo de energía primaria en España en 2007. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

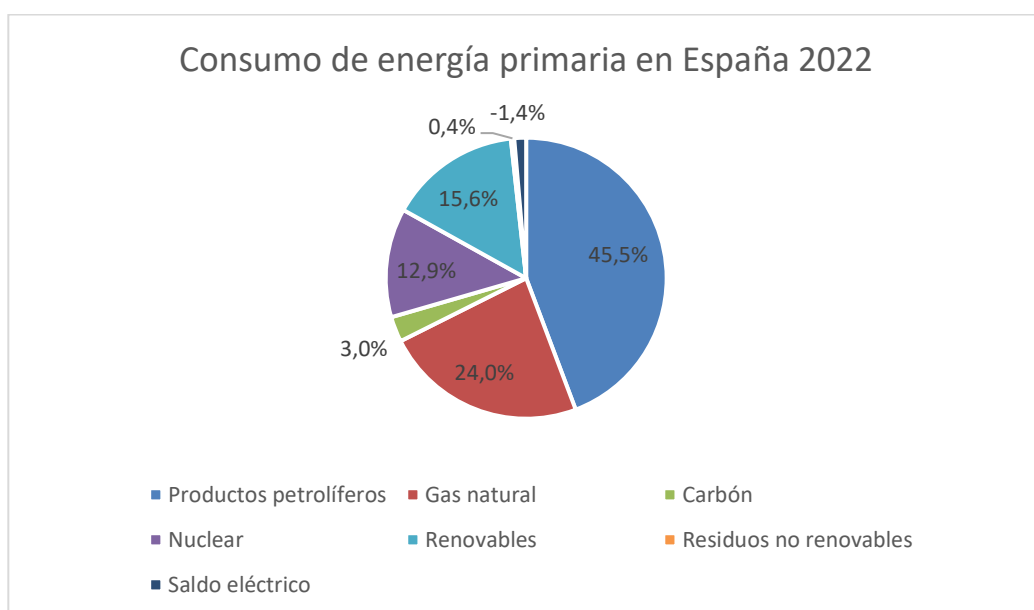


Figura 2 Consumo de energía primaria en España en 2022. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

España podría decirse que ha sido un país con una alta dependencia energética, la cual indica hasta qué punto un país necesita importar fuentes energéticas para satisfacer su consumo. Afortunadamente, tal y como hemos podido comprobar en las gráficas anteriores, España evoluciona hacia un mix más rico y diverso, mix en el que cada vez es más importante la participación de las renovables. Esto se debe principalmente al enorme potencial eólico y solar de España, que convierten a nuestro país en una oportunidad de desarrollo y de negocios muy interesante.

Esta creciente inclusión de las renovables en el país puede, y de hecho se hace, trasladarse a las labores cotidianas y a pie de calle. Como se enunció en la Directiva Europea 2010/31/UE, el 40% del consumo total de la Unión Europea corresponde a los edificios. Por tanto, una reducción en el consumo y el uso de la energía procedente de fuentes renovables en los mismos sería fundamental para disminuir nuestra dependencia de los combustibles fósiles y, por ende, las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este proyecto refleja el proceso de diseño de tres alternativas para una instalación de agua caliente sanitaria.

La primera alternativa se trata también de una de las que más recorrido tienen en nuestro país. No es otra que la solar térmica. El funcionamiento de una instalación solar térmica se basa en captar la energía radiante del sol y cederla directamente a un fluido calorportador. Es importante conocer también el sistema auxiliar que permitirá alcanzar la temperatura deseada en determinados momentos del año, por lo que se realizará un breve estudio de cuatro escenarios diferentes. Estos escenarios entrarán en juego cuando el sistema solar térmico no sea suficiente para suplir la demanda del edificio, especialmente en invierno. Normalmente, los equipos auxiliares empleados son calderas (bien sean convencionales, de condensación o de biomasa) o termos eléctricos, que emplean el efecto Joule para elevar la temperatura del agua en su interior.

La segunda alternativa, un sistema de aerotermia, es un equipo que, utilizando un gas refrigerante en un ciclo termodinámico cerrado, transfiere calor entre dos focos a diferente nivel térmico. Podría decirse que son equipos capaces de captar energía del aire, permitiéndonos utilizarla para la climatización de espacios ocupados por personas o, en nuestro caso, elevar la temperatura del agua para nuestro sistema de ACS.

La tercera alternativa consiste en la instalación de una caldera de biomasa. Siguiendo lo dictado por la Directiva Europea de Energías Renovables, se entiende por biomasa “la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico”. Es especialmente interesante el empleo de este tipo de productos porque básicamente son residuos, y la quema de estos para calentar un espacio cerrado o un circuito de agua caliente sanitaria es una buena forma de deshacernos de ellos y, a la vez, aprovechar el calor que genera dicha quema.

Además, las instalaciones renovables juegan un papel importante a la hora de considerar los objetivos marcados por la Unión Europea para los países miembros como parte del marco de Clima y Energía para 2050.

1.1 Objetivos marcados por la Unión Europea para 2050

España se ha comprometido a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en diversos marcos internacionales, entre los que se encuentran la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y la legislación de la Unión Europea. Además, España ha fijado sus propios objetivos a través de la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética.

1.1.1 Período 2008 - 2012

Se requirió que España limitara el crecimiento de sus emisiones durante el primer período de compromiso del Protocolo de Kioto para garantizar que el promedio no excediera el 15% del nivel de 1990/1995.

1.1.2 Período 2013 a 2020

El Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático introdujo una reducción del 20% de las emisiones de la UE para 2020 con respecto a 1990, que se divide en dos bloques. Por un lado, los sectores intensivos en energía deben reducir sus emisiones un 21% respecto a 2005, y por el otro lado, España debe contribuir

reduciendo sus emisiones en un 10% con respecto a 2005.

1.1.3 Período 2021-2030

El Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030, actualizado en 2020, fija un objetivo de reducción de al menos un 55% de emisiones netas en la UE para 2030, si tomamos como base de comparación 1990. Este objetivo se desglosa, básicamente, en los sectores sujetos al comercio de derechos de emisión y marítimo, los cuales deberán reducir sus emisiones en un 62%, el transporte por carretera, que deberá hacer lo propio hasta un 42%, y los llamados sectores difusos, los cuales abarcan las actividades no sujetas al comercio de derechos de emisión, deberán reducir sus emisiones en un 40%. Se adjunta la siguiente figura a modo de resumen:

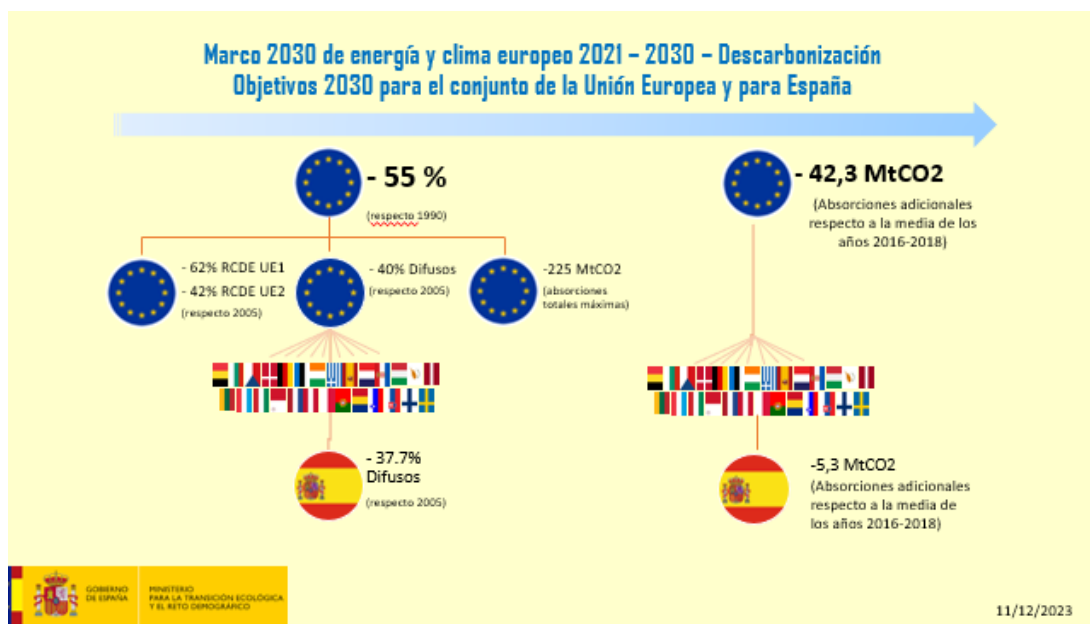


Figura 3 Objetivos 2030 para el conjunto de la Unión Europea y para España. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

1.1.4 Horizonte 2050

La Ley del Clima Europea, creada en 2021, establece el marco legal para que la Unión Europea alcance la neutralidad climática en 2050. Esto implica equilibrar las emisiones de gases de efecto invernadero con las absorciones de estos gases dentro de la Unión Europea, e incluso lograr emisiones negativas después de esa fecha.

Por su parte, la Ley 7/2021 también establece para España el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para 2050 o, si es posible, antes de esa fecha.

1.2 Normativa vigente para producción de ACS. Condiciones de contorno

Resulta esencial conocer la normativa vigente aplicable a nuevas instalaciones de ACS para el desarrollo de nuestro proyecto. Para ello, en este apartado se realizará una recopilación de las diferentes normas que deberemos conocer y asegurar su cumplimiento.

1.2.1 Código Técnico de la Edificación

En primer lugar, los edificios españoles deberán cumplir el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre. En cuanto a

las exigencias básicas, se destacan tres áreas principales:

- Seguridad, tanto estructural como de resistencia de los edificios; en caso de incendio, que implicaría la prevención y protección contra incendios; y la seguridad de utilización, que busca reducir el riesgo de accidentes dentro del edificio.
- Habitabilidad, que incluye salubridad, con condiciones higiénicas y de salud dentro del edificio y control de la calidad del aire y agua; protección contra el ruido, con un aislamiento acústico adecuado; y ahorro de energía y aislamiento térmico, mejorando la eficiencia energética y el confort térmico.
- Ahorro de Energía, que básicamente se centra en la limitación del consumo energético, el rendimiento de las instalaciones y la contribución solar mínima para los sistemas de agua caliente sanitaria.

En cuanto a su organización, el CTE se divide en varios documentos, llamados Documentos Básicos. Entre ellos, nos interesan especialmente el DB-HS (Salubridad), que establece normas sobre higiene, salud y protección del medio ambiente, por lo comentado sobre la legionelosis; y el DB-HE (Ahorro de Energía), que define normas para mejorar la eficiencia energética del edificio, especialmente las secciones HE 2, para lograr el bienestar térmico de los ocupantes del edificio (actualmente esta exigencia se desarrolla en el RITE), y la sección HE 4, que establece la contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS.

1.2.2 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

Siguiendo con lo comentado anteriormente, pasaríamos al **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios** (RITE), aprobado mediante el Real Decreto 1027/2007 del 20 de julio. El RITE es el encargado de regular las instalaciones térmicas en los edificios en España, desde la calefacción hasta la producción de agua caliente sanitaria.

El RITE ha sido modificado en varias ocasiones para adaptarse a la nueva normativa europea. Algunas de las modificaciones más relevantes incluyen el RD 1826/2009 (medidas adicionales para la eficiencia energética y el uso de renovables), el RD 238/2013 (mejoras en la eficiencia y seguridad de las instalaciones), y el RD 178/2021, para alinear los objetivos de eficiencia con los de la UE.

1.2.3 Ley de Cambio Climático y Transición Energética

Por otro lado, tendríamos la **Ley de Cambio Climático y Transición Energética**, parte de la cual se ha comentado de forma muy somera en el apartado anterior. El objetivo es sentar las bases para reducir las emisiones. A pesar de que esta ley no se enfoca especialmente en los sistemas de ACS, es una ley que es importante comentar puesto que de una forma u otra sí que afectará a nuestro proyecto.

1.2.4 Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla

A continuación, es importante destacar la **Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla**. Esta Ordenanza es, probablemente y junto al CTE, la normativa más importante para nuestro proyecto, puesto que será esta norma la que marque de manera más profunda el desarrollo de nuestro caso práctico. Se trata de una ordenanza que viene a promover el uso de energías renovables, además de incluir medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta ley será incluso más exigente que el propio CTE.

1.2.5 Real Decreto 487/2022

En último lugar, es importante hacer mención al **Real Decreto 487/2022**, puesto que es el marco legal que establece los requisitos para prevenir y controlar la legionela. Este documento deroga al anterior, documento que quedó obsoleto, actualizando además las medidas de vigilancia, control y eliminación de la legionela. No ahondaremos demasiado en este Real Decreto puesto que nuestro proyecto no se centra en estos asuntos, pero sí que vamos a comentar algún punto más importante mencionado en el mismo:

- Un punto esencial es el de mantener el agua por encima de los 50 °C en los puntos alejados y a 60°C, como mínimo, en el acumulador.
- Agua fría por debajo de 25°C.
- Limpieza y desinfección regular en los depósitos y acumuladores, además de realizarla cuando uno de estos equipos se mantenga en parada un cierto tiempo.
- Monitoreo del agua, tomando muestras y analizándola

2 METODOLOGÍA

Para afrontar la necesidad de calentar el agua de nuestro sistema de ACS, se consideran tres alternativas diferentes. La primera de ellas consiste en el empleo de energía solar térmica, tecnología que lleva junto a nosotros varias décadas, con un apoyo que le permitirá elevar la temperatura en los momentos de mayor necesidad. Realmente no se contempla un único apoyo para esta alternativa, sino que, tal y como se ha comentado anteriormente, se estudiarán cuatro escenarios diferentes: caldera de condensación, caldera convencional, caldera de biomasa y termo eléctrico.

Por otro lado, la segunda alternativa se basa en sustituir los colectores solares térmicos por bombas de calor, pero se contemplan dos escenarios muy diferenciados. El primero de éstos consiste en tratar la generación de calor necesaria para el sistema de ACS de forma centralizada mediante un sistema de bombas de calor comunes. El número de bombas de calor a emplear se estudiará más adelante, pero la idea de disponer de un sistema centralizado es la de aprovechar un equipo con un rendimiento y una capacidad de trabajo mayores que pueda suplir la demanda del edificio en su totalidad. El segundo escenario, en cambio, implica el empleo de una bomba de calor independiente para cada vivienda del edificio. Ambas posibilidades estarían respaldadas por un sistema solar fotovoltaico, con la finalidad de, además de minimizar al máximo el costo eléctrico de estas bombas de calor, cumplir con el porcentaje de energía renovable consumida establecida por la normativa local sevillana y, si fuera posible, aliviar la factura energética de los ocupantes del edificio más allá del propio equipo de aerotermia.

La tercera alternativa consistirá en emplear una caldera de biomasa de un tamaño mayor que la que se use como apoyo en la primera alternativa, ya que el combustible empleado en éstas además de ser barato es considerado renovable.

2.1 Datos iniciales

Antes de iniciar con las tres alternativas, sería necesario realizar algunas puntualizaciones sobre el funcionamiento del sistema de ACS del edificio:

2.1.1 Datos generales del edificio.

Provincia	Sevilla
Localidad	Sevilla
Nº de viviendas	50
Ocupación	200 personas

Tabla 1 Datos del edificio. Fuente: elaboración propia.

2.1.2 Parámetros climáticos.

	Rad global (kWh/m ²)	T ^a agua red	T ^a promedio ambiente
Enero	74,3	11	10,9
Febrero	96,9	11	12,5
Marzo	140,4	13	15,6
Abril	173,7	14	17,3
Mayo	207,8	16	20,7
Junio	227,4	19	25,1
Julio	232,6	21	28,2
Agosto	207,3	21	27,9
Septiembre	155,4	20	25,0
Octubre	112,9	16	20,2
Noviembre	80,7	13	15,1
Diciembre	62,4	11	11,9
Promedio	147,7	15,5	19,2

Tabla 2 Parámetros climáticos. Fuente: elaboración propia.

2.1.3 Cálculo de la demanda de ACS.

En el CTE encontramos la cantidad de agua caliente sanitaria a 60°C que consumirá diariamente cada persona en función de la actividad a la que se dedique el edificio. En nuestro caso, la demanda de referencia de ACS es la de edificios de uso residencial privado, para el cual se establece el criterio de 28 litros diarios por persona: “La demanda de referencia de ACS para edificios de uso residencial privado se obtendrá considerando unas necesidades de 28 litros/día-persona (a 60°C), una ocupación al menos igual a la mínima establecida en la tabla a-Anejo F y, en el caso de viviendas multifamiliares, un factor de centralización de acuerdo a la tabla b-Anejo F”. Importante tener en cuenta el número total de viviendas de la instalación, ya que al ser una instalación centralizada hay que tener en cuenta el factor de centralización, que en nuestro caso al disponer de un número de viviendas entre 21 y 50 viene definido como 0,85. Esta información la encontraremos en el Anejo F de dicho documento.

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Tabla 3 Factor de centralización. Fuente: CTE.

$$Q_{ACS} = 4 \frac{\text{personas}}{\text{vivienda}} * 50 \text{viviendas} * 28 \left[\frac{l}{\text{día} \cdot \text{persona}} \right] * 0,85 = 4760l/\text{día}$$

Disponiendo del consumo de ACS a 60°C del edificio, podremos calcular el consumo energético del mismo mensualmente. Para ello, necesitaremos conocer la temperatura media mensual del agua de red, la cual extraeremos directamente del anejo G del CTE. Con la siguiente expresión obtendremos los resultados que buscamos:

$$E_{ACS} = Q_{ACS} * \rho_{agua} * c_p * (T_{ACS} - T_{red}) * n$$

E_{ACS} : Demanda energética (J/mes).

Q_{ACS} : Caudal diario de ACS (l/día).

ρ_{agua} : Densidad del agua (kg/l).

c_p : Calor específico del agua (J/kgK).

T_{ACS} : Temperatura del ACS (°C).

T_{red} : Temperatura del agua de red (°C).

n : Número de días del mes.

Mes	Tª agua de red (°C)	Demanda (MJ)
Enero	11	30295,54
Febrero	11	28340,99
Marzo	13	29058,99
Abril	14	27523,27
Mayo	16	27204,16
Junio	19	24531,61
Julio	21	24112,78
Agosto	21	24112,78
Septiembre	20	23933,28
Octubre	16	27204,16
Noviembre	13	28121,60
Diciembre	11	30295,54
Total anual (E_{ACS})		324734,72

Tabla 4 Demanda energética. Fuente: elaboración propia.

A pesar de que la temperatura de ACS sea 60°C, realmente no se consumirá a esta temperatura. Lo ideal sería realizar una mezcla entre esta agua a 60°C y el agua de red, consiguiendo un agua a 45°C lista para el consumo. Tomando las expresiones del anejo F del CTE podremos calcular la demanda total de agua a la temperatura deseada:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T)$$

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

$D(T)$: Demanda de ACS anual a la temperatura T elegida.

$D_i(T)$: Demanda de ACS para el mes i , a la temperatura T elegida.

$D_i(60^\circ\text{C})$: Demanda de ACS para el mes i , a la temperatura de 60°C .

T : Temperatura del acumulador final.

T_i : Temperatura media del agua fría en el mes i (según anejo G).

Mes	Tª agua de red ($^\circ\text{C}$)	Demanda ACS a 45°C (l)
Enero	11	6860,00
Febrero	11	6860,00
Marzo	13	6991,25
Abril	14	7063,23
Mayo	16	7222,07
Junio	19	7506,15
Julio	21	7735,00
Agosto	21	7735,00
Septiembre	20	7616,00
Octubre	16	7222,07
Noviembre	13	6991,25
Diciembre	11	6860,00
Total anual (Q_{ACS})		86662,02

Tabla 5 Demanda ACS a 45°C . Fuente: elaboración propia.

2.1.4 Aislamiento y pérdidas de la instalación.

Al desconocerse el tipo de aislamiento de la instalación y el área de transmisión para poder efectuar los cálculos de pérdidas de calor, se tomará la hipótesis en la que el coeficiente de transferencia medio (U) por el área de transferencia es igual a 15 W/K .

2.2 Alternativa 1: Solar térmica

El propósito es diseñar una instalación solar térmica que cumpla con la normativa vigente, específicamente el Código Técnico de la Edificación (CTE) y la Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla.

2.2.1 Componentes principales de la instalación

Antes de establecer la metodología a seguir, haremos una breve introducción de los componentes principales de este tipo de instalaciones. Una instalación solar térmica se compone de varios componentes: el sistema de captación, el sistema de acumulación y el sistema de apoyo.

2.2.1.1 Sistema de captación.

El sistema está compuesto por una serie de captadores que convierten la radiación solar en energía térmica, calentando así el fluido de trabajo que circula a través de ellos. Los colectores planos incluyen principalmente:

- Un absorbedor, que maximiza la absorción de radiación solar y minimiza la emisión de calor.

- Una cubierta transparente, que reduce las pérdidas de calor por convección del aire exterior y por emisión del absorbedor.
- Un serpentín, por donde circula el fluido caloportador.
- Un aislante térmico.

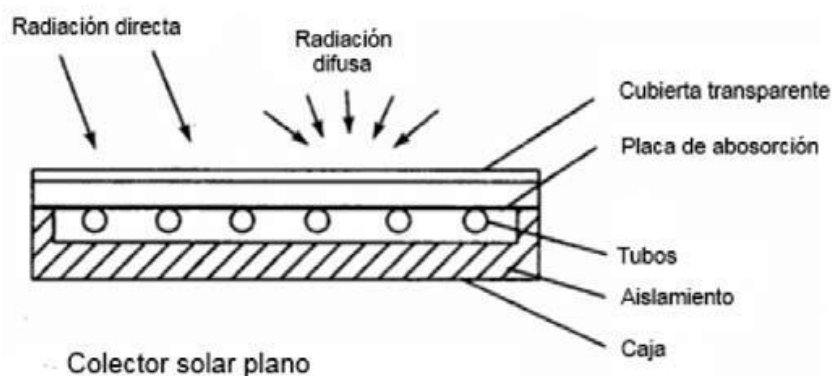


Figura 4: Esquema de un captador. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-esquemático-de-colector-solar-plano-4_fig13_352798657

Los captadores deberán ser instalados en un lugar soleado y que, además, sea accesible. Todos los captadores tendrán la misma orientación e inclinación.

El valor total de las pérdidas por orientación, inclinación y sombreado deberá ser inferior al 15%. En esta alternativa se considerará nulo este valor.

Para el sistema de ACS, el área total de los captadores debe cumplir la siguiente condición marcada por la Ordenanza anteriormente mencionada:

$$80 < \frac{V}{A} < 120$$

Donde:

A : Área total de los captadores (m^2).

V : Volumen del depósito de acumulación solar (l).

2.2.1.2 Sistema de acumulación.

Se recomienda una relación de al menos 75 litros/ m^2 de instalación, condición que cumpliremos ya que la Ordenanza del Ayuntamiento de Sevilla es más exigente. Lo ideal sería que todo el volumen de acumulación se concentre en un único acumulador, que debería ser vertical y estar instalado dentro del edificio.

2.2.1.3 Sistema de apoyo.

La función de este sistema será la de elevar la temperatura en el depósito cuando el suministro de los captadores sea insuficiente. Será más común que ocurra en los meses de invierno.

Metodología

El dimensionamiento de la instalación se realizará mediante el programa CHEQ4, software elaborado por el IDAE y la ASIT para cumplir específicamente con los requerimientos marcados por el CTE. A continuación se mostrarán una serie de figuras sobre el propio software.

En primer lugar, será necesario definir la localización de nuestro proyecto:

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

Provincia: Sevilla Municipio: Sevilla Zona climática: Zona V Latitud: 37° 22'

Mapa provincia

Altura municipio seleccionado (m): 12

Altura de la instalación (m): 12

	Rad(MJ/m2)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,8	11,0	10,7
Febrero	13,2	11,0	11,9
Marzo	18,1	13,0	14,0
Abril	22,1	14,0	16,0
Mayo	25,2	16,0	19,6
Junio	28,4	19,0	23,4
Julio	29,2	21,0	26,8
Agosto	25,9	21,0	26,8
Septiembre	20,8	20,0	24,4
Octubre	14,5	16,0	19,5
Noviembre	10,5	13,0	14,3
Diciembre	8,4	11,0	11,1
Promedio	18,8	15,5	18,2

Localización Configuración Demanda Solar/Apoyo Otros parámetros Resultados

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

Figura 5: Captura de la localización del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

A continuación, será necesario definir la configuración de nuestro sistema. En nuestro caso, todo centralizado:

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

CONSUMO ÚNICO CONSUMO MÚLTIPLE

Instalación con sistema prefabricado Instalación con todo centralizado

Instalación con interacumulador Instalación con apoyo distribuido

Instalación con intercambiador independiente Instalación con acumulación distribuida

Instalación con intercambiador y piscina cubierta Instalación con intercambio distribuido

INSTALACIÓN CON TODO CENTRALIZADO

Sistema solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en instalaciones de consumo múltiple con acumulación solar centralizada, intercambiador de calor externo, acumulación de apoyo centralizada y conexión directa del circuito de distribución.

Localización Configuración Demanda Solar/Apoyo Otros parámetros Resultados

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

Figura 6: Captura de la configuración del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

En tercer lugar, se establecerá la demanda de ACS a 60°C de la instalación:

CHEQ4

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

Logos: ASIT, IDAE

CONSUMO ÚNICO

Aplicación:

Número de...:

Demanda calculada (l/día a 60 °C):

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	50	3	200,0	4.760
Tipo B	0	0	0,0	0
Tipo C	0	0	0,0	0
Tipo D	0	0	0,0	0

Demanda calculada (l/día a 60 °C): 4.760

CONSUMO TOTAL

Otras demandas (l/día a 60°C):

Demanda total (l/día a 60°C): 4.760

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA

Caso general FS 60%

Caso piscina FS 70%

OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
100	100	100	100	100	100	100
Jul	100	100	100	100	100	100

Localización

Configuración

Demanda

Solar/Apoyo

Otros parámetros

Resultados

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

Figura 7: Captura de la demanda del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHEQ4.

En este punto aparece una diferencia importante con la normativa aplicable en Sevilla, ya que el 60% marcado por el programa es insuficiente. Según la Ordenanza mencionada anteriormente, la fracción solar en el caso de las instalaciones en Sevilla será del 70% (75% si el sistema auxiliar hace uso del efecto Joule). Por tanto, en los casos de calderas convencionales, de condensación o de biomasa, habrá que justificar el 70% en lugar del 60% que marca el CHEQ4, y si se hace uso de un termo eléctrico, habrá que llegar a un 75%.

A continuación, habrá que definir el sistema de captación y apoyo:

CHEQ4

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

Logos: ASIT, IDAE

CAPTADORES

Empresa:

Marca/Modelo:

EKSV 26P

AVISO:
Verificar la existencia y vigencia de la certificación del captador seleccionado.

Datos de ensayo

Área (m2)	2,364
n0 (-)	0,784
a1 (W/m2K)	4,25
a2 (W/m2K2)	0,0072
Qtest(l/hm2)	85,04
k50	0,94
Laboratorio	SPF
Certificación	NP-28310

CAMPO DE CAPTADORES

Núm. captadores: Captadores en serie: Pérdidas sombras (%):

Orientación (°): Inclinación (°): Área total captadores (m2): 0

CIRCUITO PRIMARIO / SECUNDARIO

Caudal prim.(l/h): Anticongelante (%): Long. circuito (m):

Diám. tubería (mm): Esp. aislante (mm): Aislante:

SISTEMA DE APOYO

Tipo de sistema:

Tipo de combustible:

Localización

Configuración

Demanda

Solar/Apoyo

Otros parámetros

Resultados

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

Figura 8: Captura del sistema de captación y apoyo del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante

CHE4Q.

Lo único que se ha cumplimentado en esta página en el momento de la captura es el modelo del captador, ya que el resto de datos dependerán del sistema a utilizar, lo cual iremos definiendo más adelante.

En quinto lugar, es necesario definir el resto de parámetros de la instalación, que en nuestro caso serán el volumen de acumulación y los datos relativos a la distribución:

The screenshot displays the CHE4Q software interface, titled 'Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas'. The interface is organized into several sections for data entry:

- VOLUMEN DE ACUMULACIÓN:** Includes a 'Volumen total (l)' field set to 7500 and a 'Vol/Área (l/m2)' field set to 88,13.
- VOLUMEN ACUMULACIÓN SUBESTACIONES:** Features fields for 'Tipo A (l)', 'Tipo B (l)', 'Tipo C (l)', and 'Tipo D (l)', all currently empty. It also shows 'Volumen total (l)' as 0 and 'Vol/Área (l/m2)'.
- DISTRIBUCIÓN:** Contains fields for 'Long. circuito (m)' (75), 'Diám. tubería (mm)' (40), 'Esp. aislante (mm)' (45), and 'T. imp.(°C)' (60). A dropdown menu for 'Aislante' is set to 'lana de vidrio'.
- DISTRIBUCIÓN SUBESTACIONES:** Includes fields for 'Long. total (m)' (200), 'Diám. tubería (mm)' (30), 'Esp. aislante (mm)' (45), and another 'Aislante' dropdown set to 'lana de vidrio'.
- PISCINA CUBIERTA:** A section with multiple empty input fields for parameters like 'Altura (m)', 'Apertura diaria (h)', 'Superficie lámina (m2)', 'Humedad relativa (%)', 'Temp. ambiente (°C)', 'Temp. piscina (°C)', 'Renov. volumen día (%)', and 'Ocupación (pers/m2)'.

On the right side, there is a vertical menu with icons and labels: 'Localización', 'Configuración', 'Demanda', 'Solar/Apoyo', 'Otros parámetros', and 'Resultados'. At the bottom, a navigation bar includes buttons for 'Datos proyecto', 'Nuevo proyecto', 'Abrir proyecto', 'Guardar proyecto', 'Ayuda', 'Acerca de...', and 'Salir'.

Figura 9: Captura del resto de parámetros del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

Es importante resaltar que en el caso del apoyo del termo solar el volumen de acumulación será diferente para poder cumplir con la relación *Volumen/Área*.

Finalmente, en la sección de resultados, podremos observar si con las especificaciones que hemos ido introduciendo en el programa cumplimos los requisitos o no:

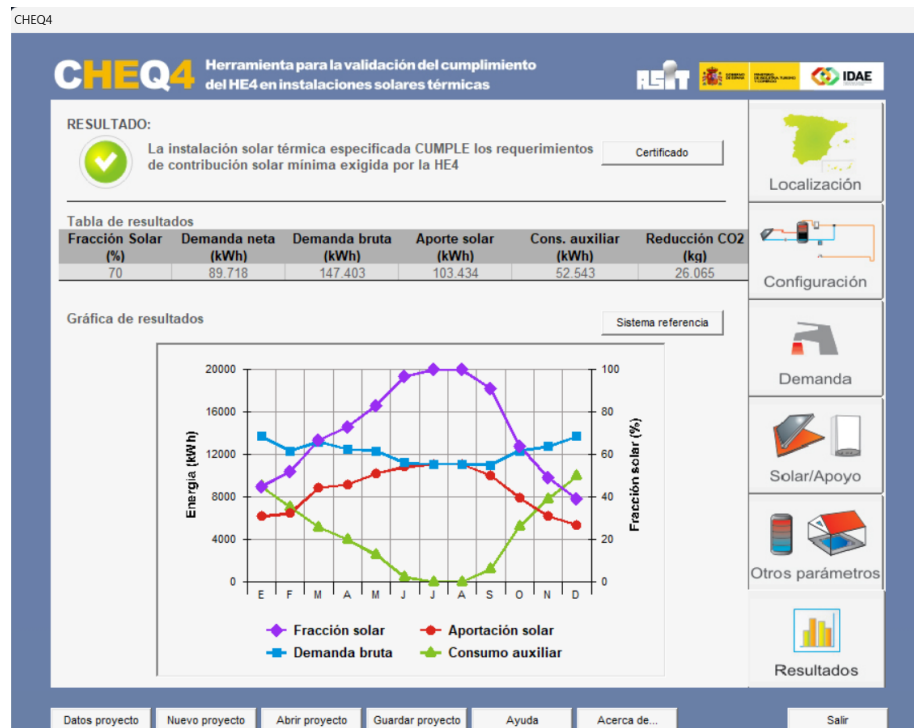


Figura 10: Captura de los resultados del proyecto. Fuente: elaboración propia mediante CHEQ4.

Resulta especialmente interesante el programa porque no se limita a dar el visto bueno a la instalación, sino que te aporta los datos de la demanda de la instalación, tanto neta como bruta, además de una representación mensual de la evolución durante un año completo de la instalación. Utilizaremos este programa para estudiar un sistema de colectores planos con cuatro tipos de sistemas auxiliares: caldera convencional, caldera de condensación, caldera de biomasa y termo eléctrico.

2.3 Alternativa 2: Aerotermia con apoyo de energía solar fotovoltaica

2.3.1 Metodología

La simulación permite entender cómo cambia la temperatura del agua en los depósitos de inercia. Se consideran factores como la temperatura exterior, la temperatura del agua de red, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS), las características y parámetros de la bomba de calor seleccionada o la temperatura de acumulación. Este análisis nos permitirá comprobar el correcto funcionamiento de los equipos que se hayan elegido en base a los dimensionamientos que se describirán en apartados posteriores.

Es importante señalar que, de cara a facilitar los cálculos, se ha supuesto la temperatura en el interior del depósito como uniforme, ya que se ha considerado que la estratificación sólo aportaría complejidad a los cálculos y nada de valor real al estudio. Por otro lado, el paso de tiempo que se va a utilizar es el mismo que se ha venido empleando en Ingeniería de Procesos Térmicos, 10 minutos, ya que se considera suficiente para modelar el comportamiento del depósito.

En cuanto a las ecuaciones, en primer lugar, tenemos la que se empleará para calcular el calor a aplicar en el depósito:

$$Q_{ACS} = m_{dep} * C_p * \Delta T = \rho * V * C_p * \Delta T$$

Donde:

Q_{ACS} : Calor necesario para subir la temperatura de la masa de agua desde la temperatura de red hasta la temperatura deseada.

m_{dep} : Masa de agua del depósito.

c_p : Calor específico del agua.

ΔT : Variación entre la temperatura de salida y la de entrada al depósito.

ρ_{agua} : Densidad del agua.

V : Volumen del depósito.

Aplicando el paso de tiempo comentado anteriormente, la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$\rho * V * c_p * \frac{T(t + \Delta t) - T(t)}{\Delta t} = Q_{entrada} - Q_{salida}$$

La densidad del agua, la cual tomaremos constante para simplificar los cálculos, multiplicada por el volumen, calor específico y por la diferencia de temperaturas en ese espacio de tiempo nos daría como resultado la variación de energía calorífica en el propio depósito. A continuación, definiremos dicha variación de energía:

Tenemos, por un lado, la energía entrante en nuestro sistema, calor que será aportado por la máquina de aerotermia. Dicha energía se define esencialmente igual que la primera de las ecuaciones descritas en este apartado, con la salvedad de que todas las variables serán referidas a la propia máquina:

$$Q_{entrada} = m_{aero} * c_{paero} * (T_e - T_s)$$

Donde:

$Q_{entrada}$: Calor aportado por la máquina de aerotermia.

m_{aero} : Masa de agua aportada por la máquina de aerotermia.

c_{paero} : Calor específico del agua aportada por la máquina de aerotermia.

T_e : Temperatura del agua de entrada al depósito, es decir, temperatura de impulsión del equipo.

T_s : Temperatura del agua de salida del depósito.

Por otro lado, tenemos la energía saliente del sistema. Esta expresión estaría formada por dos términos, uno debido al propio consumo de ACS, y el otro debido a las pérdidas de calor del sistema:

$$Q_{salida} = m_{ACS} * c_{pACS} * (T_{ACS} - T_{red}) + U * A * (T_{dep} - T_{ext})$$

Donde:

Q_{salida} : Calor saliente del sistema.

m_{ACS} : Masa de agua saliente del sistema.

c_{paero} : Calor específico del agua saliente del sistema.

T_{ACS} : Temperatura de consumo de ACS.

T_{red} : Temperatura del agua de red.

U : Coeficiente de transferencia.

A : Área de transferencia.

T_{dep} : Temperatura del agua saliente del depósito.

T_{ext} : Temperatura ambiente exterior.

Despejando la temperatura en el instante tras el paso de tiempo en la segunda expresión de este mismo apartado quedaría lo siguiente:

$$T(t + \Delta t) = \frac{(Q_{entrada} - Q_{salida1} - Q_{salida2}) * \Delta t}{m_{dep} * c_p} + T(t)$$

Con tal de realizar los cálculos en un día tipo, sería necesario establecer que la temperatura en el instante inicial del depósito es igual a la temperatura en el último instante del día. Esto se añadirá según cada apartado, estación del año y máquina de aerotermia.

2.3.2 Escenario 1: Sistema de ACS centralizado

En este tipo de sistemas lo primero a tener en cuenta es la potencia de diseño para suministrar la energía necesaria para la agrupación de viviendas. En nuestro escenario particular, se trata de un edificio de unas 50 viviendas habitadas por 4 personas cada una, es decir, 200 personas en total.

Con el fin de determinar la potencia requerida en los equipos de producción, es necesario llevar a cabo una serie de cálculos para aproximarnos a la potencia que podría satisfacer las necesidades de nuestro edificio. Una vez obtengamos esta potencia, la idea sería realizar una serie de simulaciones que analicen las variaciones de temperatura en el depósito a lo largo del día.

2.3.2.1 Equipo de aerotermia

Una vez conocido el consumo de ACS de nuestra instalación, además del perfil del consumo diario podemos comenzar con los cálculos para fundamentar nuestras elecciones de equipos. En nuestro caso, a pesar de que en otras instalaciones de este tipo existe algún tipo de apoyo adicional a la bomba de calor, en nuestro caso será este equipo el que eleve la temperatura del agua de la temperatura de entrada de red a la temperatura de impulsión. El proceso de cálculo que seguiremos el método de la sección 6.4 de la Guía Técnica para Instalaciones de ACS del IDAE.

En primer lugar, es necesario definir el volumen de acumulación de nuestra instalación. Según IDAE, se podrían tomar hipótesis conservadoras y considerar que el consumo en la hora punta es el 50% del consumo medio diario. En nuestro caso, esto significaría que el consumo en la hora punta ascendería hasta los 2380l. Sabemos que esto supera por mucho la realidad, ya que mediante el perfil de consumo diario comentado anteriormente sabemos que el consumo en esta hora pico ascendería hasta el 10%. Aun así, con la idea de evitar posibles problemas de funcionamiento, elegiremos un volumen de acumulación de 2000l.

A continuación, procederemos a calcular la potencia de nuestra bomba de calor. Para ello, volveremos a apoyarnos en la sección 6.4 de la Guía Técnica para Instalaciones de ACS del IDAE:

$$P_{BdC} = [Q_{punta} - V_{acumulación} * F_{uso}] * (T_{acumulador} - T_{red}) * 1,16/\eta_{ACS}$$

$$F_{uso} = 0,63 + 0,14 * \left(\frac{H}{D}\right)$$

P_{BdC} : Potencia suministrada por la bomba de calor en el pico de demanda (W).

Q_{punta} : Consumo en la hora punta (476 l).

$V_{acumulación}$: Volumen del acumulador (2000 l).

F_{uso} : Factor de uso del volumen acumulado.

H : Altura del depósito (2280 mm).

D : Diámetro del depósito (1360 mm).

$T_{acumulador}$: Temperatura del agua en el acumulador (60°C).

T_{red} : Temperatura del agua de la red (11°C).

η_{ACS} : Rendimiento de la bomba de calor (estimado en un 75% según la guía del IDAE).

Tenemos, por tanto:

$$F_{uso} = 0,8647$$

$$P_{BdC} = -94991,01 \text{ W}$$

Obtenemos una potencia negativa, lo que significa que con la energía del propio acumulador sería suficiente para satisfacer el pico de la demanda. Para estos casos, el IDAE facilita una forma alternativa de cálculo. Este cálculo consiste en basar la potencia en el tiempo de calentamiento/recuperación del depósito, que podremos fijar en 3 o 4 horas:

$$P_{BdC} = V_{acumulación} * (T_{acumulador} - T_{red}) * 1,16 / (\eta_{ACS} * t_{rec})$$

P_{BdC} : Potencia suministrada por la bomba de calor en el pico de demanda (W).

$V_{acumulación}$: Volumen del acumulador (2000 l).

$T_{acumulador}$: Temperatura del agua en el acumulador (60°C).

T_{red} : Temperatura del agua de la red (11°C).

η_{ACS} : Rendimiento de la bomba de calor (estimado en un 75% según la guía del IDAE).

t_{rec} : Tiempo de recuperación (3,5h)

Obtenemos:

$$P_{BdC} = 43306,67 \text{ W}$$

Tendremos que elegir, por tanto, un equipo que disponga, como mínimo, de esta potencia. Otra opción sería buscar una solución con varios equipos de menor potencia, pero esa solución tendría más sentido en instalaciones en las que la potencia a cubrir sea más elevada. En nuestro caso se podría cubrir con un solo equipo sin problema.

La bomba de calor seleccionada (CAHV-P500YB-HPB(-BS) de Mitsubishi Heavy Industries) se trata de una aerotermia con un amplio rango de operación. En nuestro caso, teniendo en cuenta que la bomba de calor se instalaría en Sevilla, gozaríamos de unas temperaturas relativamente suaves prácticamente todo el año. Esto es especialmente interesante para el consumo y el COP de nuestro equipo.

En cuanto a las especificaciones de la bomba de calor seleccionada, el equipo elegido nos aportaría lo que necesitamos: una temperatura de impulsión máxima de 70°C, mediante la cual podemos mantener la temperatura del acumulador y de la red de distribución en torno a 60°C.

2.3.2.2 Curvas correctoras

Las curvas correctoras nos permitirán adaptar nuestra simulación a valores más cercanos a la realidad. Son datos que suelen suministrar los fabricantes en los catálogos, aunque dependiendo del fabricante se aportará más o menos información de los equipos. Para nuestro caso práctico se ha decidido modelar las siguientes:

- Curva correctora de la capacidad de calefacción

Se define como la variación de la capacidad de calefacción, siempre con un factor de carga parcial igual al 100%, en función de la temperatura ambiente exterior y la temperatura de impulsión de la máquina seleccionada. Mediante una ecuación que relaciona una serie de valores y estas dos variables obtendremos un factor corrector que podremos utilizar para modelar el comportamiento del equipo elegido.

En el caso concreto de la bomba de calor seleccionada, la CAHV-P500YB-HPB(-BS) de Mitsubishi Heavy

Industries, no se aporta información sobre esta curva. Para suplir esta falta de información, el departamento de Ingeniería Energética ha aportado la siguiente curva:

$$P_{11} * Text^{E_{111}} * Timp^{E_{112}} + P_{20} * Text^{E_{201}} * Timp^{E_{202}} + P_{02} * Text^{E_{021}} * Timp^{E_{022}} + P_{10} * Text^{E_{101}} * Timp^{E_{102}} + P_{01} * Text^{E_{011}} * Timp^{E_{012}} + P_{00} * Text^{E_{001}} * Timp^{E_{002}}$$

Resumiéndose sus valores en las siguientes tablas:

P_{11}	0,000025
P_{20}	0,000568
P_{02}	-0,000332
P_{10}	0,028463
P_{01}	0,023152
P_{00}	0,352924

Tabla 6 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

E_{111}	1	E_{112}	1
E_{201}	2	E_{202}	0
E_{021}	0	E_{022}	2
E_{101}	1	E_{102}	0
E_{011}	0	E_{012}	1
E_{001}	0	E_{002}	0

Tabla 7 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

La curva está caracterizada para un equipo con una temperatura de impulsión máxima de 60°C. En nuestro caso, nuestra temperatura máxima de impulsión es 70°C, por lo que habría que realizar un pequeño ajuste en estos valores para que la curva sea más fiel a la realidad. Dado que la temperatura de impulsión de la máquina para la que se había ajustado la curva estaba pensada para ser 50°C y nuestro equipo funcionará constantemente a 70°C, deberemos modificar la variable E002 para poder igualar ambas ecuaciones para una temperatura exterior concreta, obteniendo los siguientes valores:

P_{11}	0,0000251
P_{20}	0,0005684
P_{02}	-0,0003325
P_{10}	0,0284630

P_{01}	0,0231520
P_{00}	0,3529237

Tabla 8 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

E_{111}	1	E_{112}	1
E_{201}	2	E_{202}	0
E_{021}	0	E_{022}	2
E_{101}	1	E_{102}	0
E_{011}	0	E_{012}	1
E_{001}	0	E_{002}	0,1569128

Tabla 9 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

Si representamos los valores obtenidos, la curva correctora del equipo seleccionado para un rango de temperatura exterior entre 0 y 40°C es la siguiente:

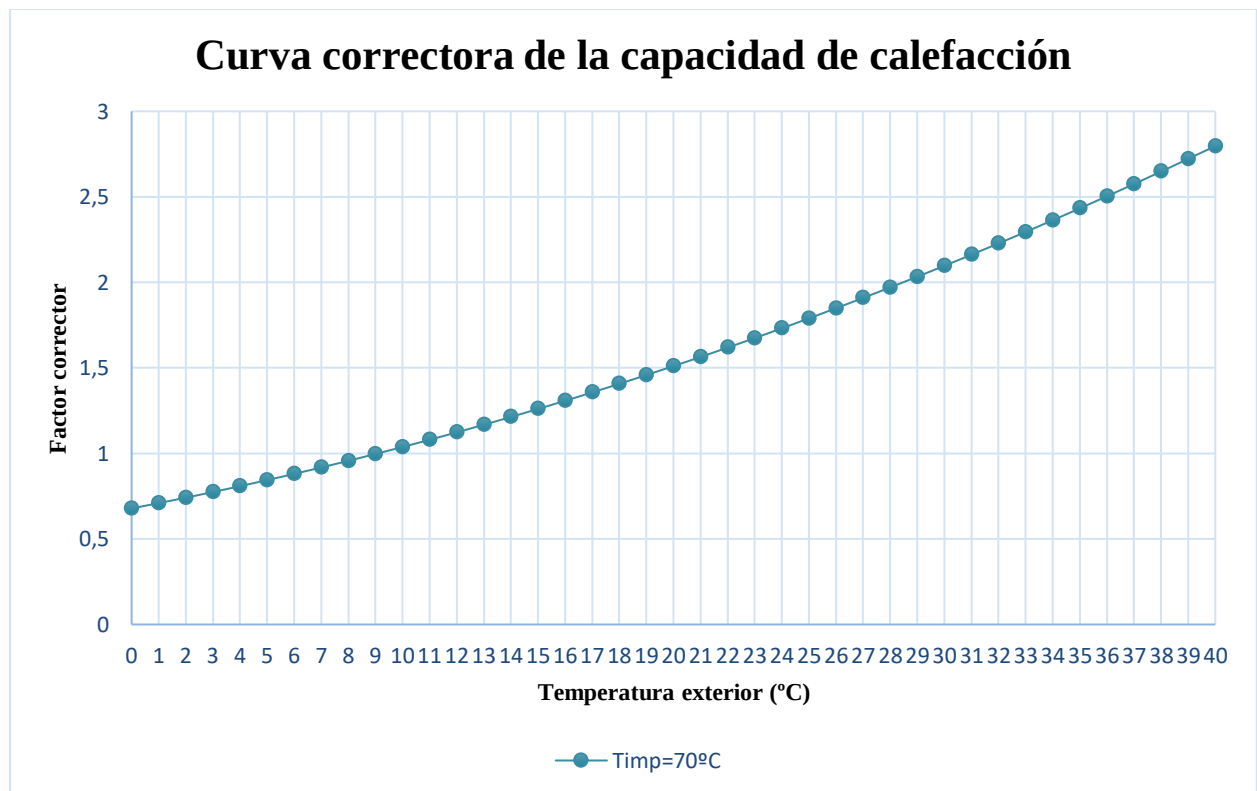


Figura 11: Curva correctora de la capacidad de calefacción en función de la Text y la Timp. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla

La forma en la que se aplicará este factor corrector será multiplicando la potencia nominal del equipo seleccionado, con la idea de que nos proporcione la potencia real que aportará al sistema. Teniendo en cuenta que el proyecto está ubicado en Sevilla, el equipo proporcionará una potencia real mayor que la nominal durante la mayor parte del año.

- Variación del COP por la carga parcial del equipo (FCP)

Nuestro equipo va a estar funcionando la mayor parte del tiempo a carga parcial, es decir, que va a operar a una capacidad inferior a su capacidad nominal. Esto se debe a que la demanda energética no será en todo momento la de diseño del equipo.

Las bombas de calor están diseñadas para funcionar de manera óptima a una capacidad específica. Cuando operan a una capacidad inferior, su COP puede verse reducido, lo que lleva a un mayor consumo eléctrico para producir el mismo calor.

Resulta esencial, por tanto, poder modelizar una curva que relacione el funcionamiento a una carga parcial con la variación del COP. Para ello emplearemos dos expresiones facilitadas por el Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla, que en concreto pertenecen a un equipo de aerotermia de Daikin, concretamente el modelo Altherma Bibloc ERHQ014BV3.

En primer lugar, se dispone de una ecuación que relaciona el COP real con el COP nominal mediante el parámetro HEIR:

$$COP_R = \frac{1}{HEIR} * COP_N(T)$$

Rigiéndose el parámetro HEIR por la siguiente ecuación:

$$HEIR = A + B * fcp + C * fcp^2 + D * fcp^3$$

Las constantes de dicha ecuación se exponen en la siguiente tabla:

A	B	C	D
0,0856522	0,938814	-0,183436	0,15897

Tabla 10 Parámetros de las constantes de la ecuación de la variable HEIR. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

Mediante la primera de estas dos ecuaciones se obtiene la siguiente curva:

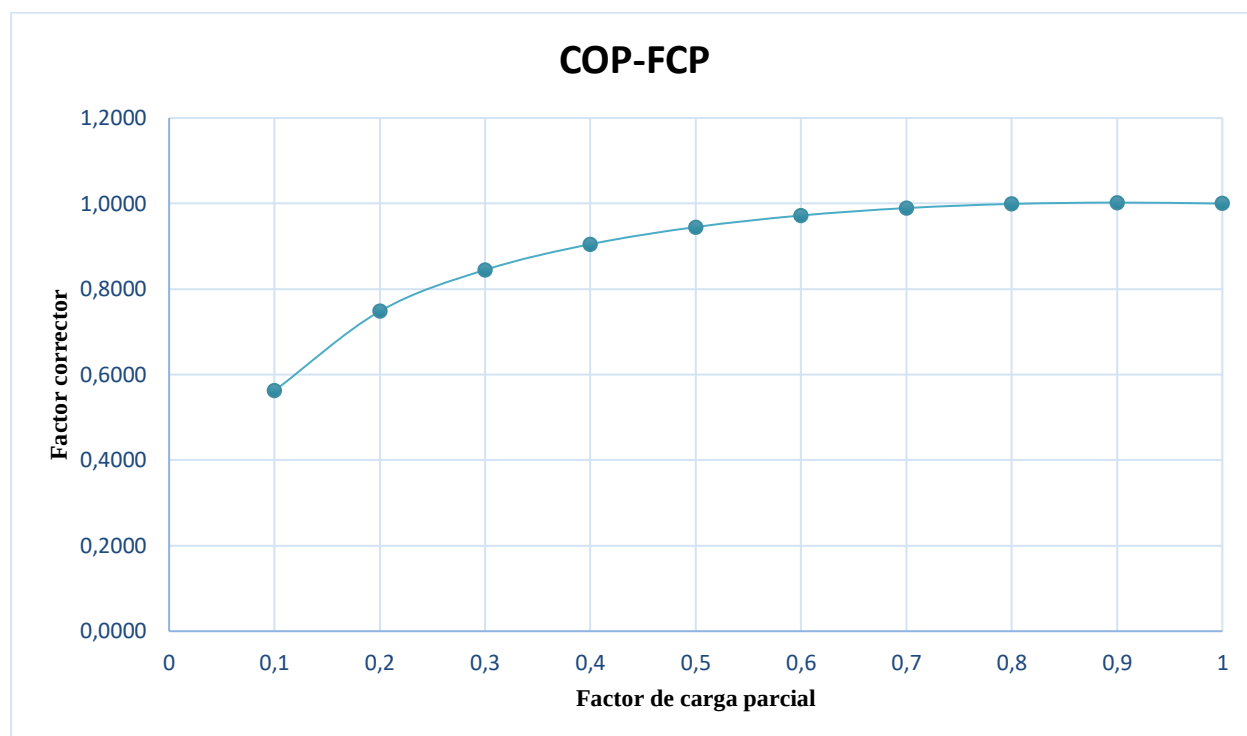


Figura 12: Curva correctora del COP real en función de la carga parcial del equipo. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

- Variación del COP por la temperatura exterior

Teniendo en cuenta que el COP variará según la temperatura exterior, se antoja imprescindible modelizar según la época del año dichas variaciones con la idea de aplicarlas a la simulación de nuestro sistema. Para ello emplearemos una serie de datos proporcionados por el fabricante del equipo seleccionado, MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, los cuales nos servirán para estimar el COP real en cada momento.

Los datos proporcionados por el fabricante, los cuales son para una humedad relativa del 85% y de los cuales se han descartado los valores de temperatura exterior menores a -7°C por las condiciones climáticas de Sevilla, son los expuestos a continuación.

En primer lugar, las tablas referentes al modo que prima la eficiencia energética:

Capacidad (kW)		Tª aire de entrada ($^{\circ}\text{C}$)												
		-7	-5	0	2	5	7	10	16	20	25	30	35	40
Tª Agua Salida ($^{\circ}\text{C}$)	35	42,2	42,4	42,7	42,8	43,5	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	45	42,4	42,6	42,9	43,0	43,5	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	55	42,7	42,8	43,1	43,2	43,6	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	60	42,8	42,9	43,2	43,3	43,7	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	65	42,9	43,0	43,3	43,4	43,7	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	70	43,0	43,1	43,4	43,5	43,7	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0

Tabla 11 Valores de capacidad de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo eficiencia. Fuente:

Mitsubishi Heavy Industries.

Consumo (kW)		Tª aire de entrada (°C)												
		-7	-5	0	2	5	7	10	16	20	25	30	35	40
Tª Agua Salida (°C)	35	16,9	16,2	14,7	14,2	12,0	10,9	9,82	8,20	7,40	6,60	6,30	6,02	5,77
	45	19,5	18,7	17,0	16,4	14,2	12,9	11,9	10,1	9,08	8,05	7,73	7,44	7,17
	55	22,8	22,0	20,1	19,5	17,5	16,5	15,2	13,2	12,1	11,0	10,3	9,75	9,24
	60	25,0	24,1	22,1	21,4	19,1	17,8	16,6	14,7	13,6	12,4	11,6	10,8	10,2
	65	27,6	26,7	24,6	23,9	22,2	21,3	19,6	16,9	15,4	14,0	13,0	12,1	11,4
	70	30,8	29,8	27,6	26,9	25,7	25,6	23,9	19,9	18,0	16,0	14,8	13,8	12,9

Tabla 12 Valores del consumo de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.

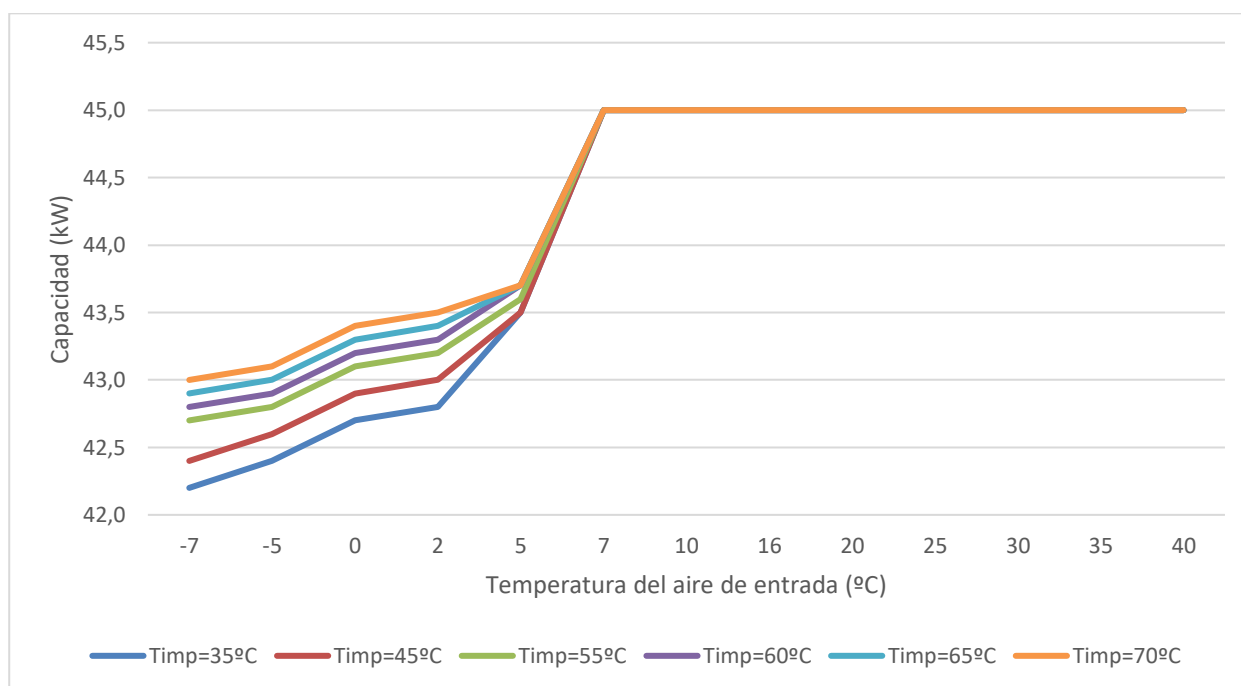


Figura 13: Capacidad en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries

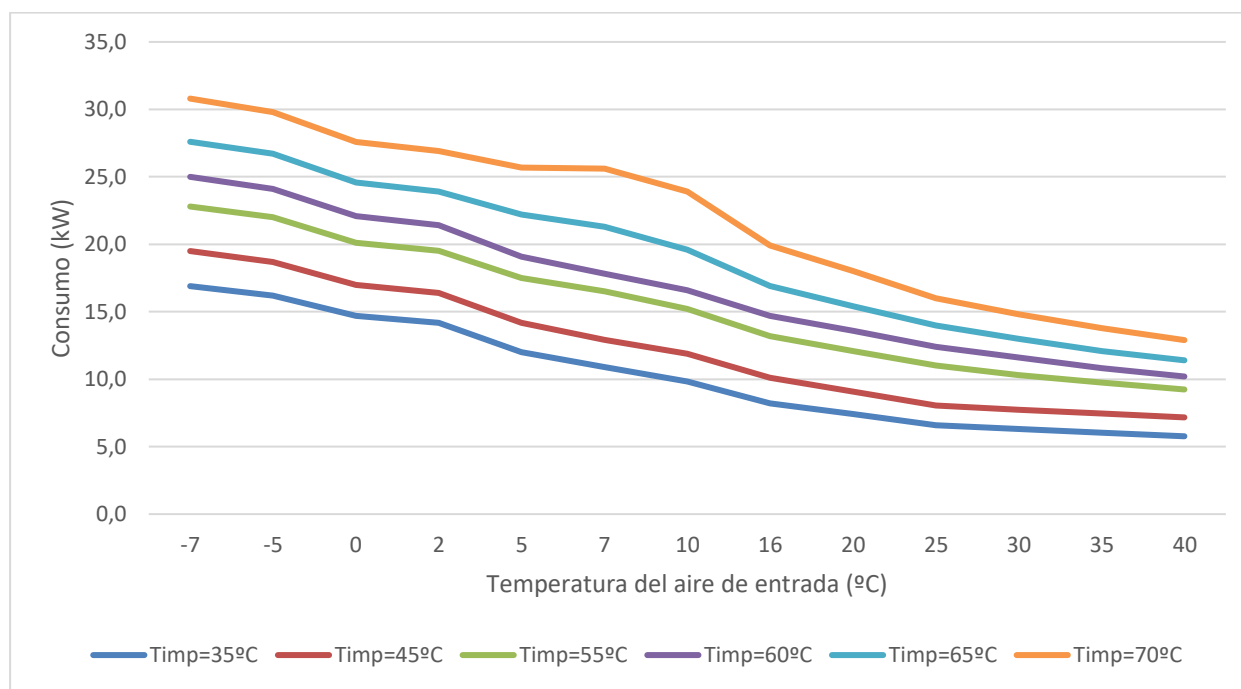


Figura 14: Consumo en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries

En segundo lugar, las tablas referentes al modo de funcionamiento que prima la producción de calor:

Capacidad (kW)		Tª aire de entrada (°C)												
		-7	-5	0	2	5	7	10	16	20	25	30	35	40
Tª Agua Salida (°C)	35	42,2	42,4	42,7	45,4	49,6	63,4	65,9	71,3	73,9	75,4	73,0	70,5	68,0
	45	42,4	42,6	42,9	45,0	49,1	63,2	65,6	70,4	73,0	74,8	72,2	69,6	67,0
	55	42,7	42,8	43,1	44,5	48,8	62,8	65,9	69,6	71,3	71,0	69,2	67,5	65,7
	60	42,8	42,9	43,2	44,1	48,6	61,5	64,8	68,6	69,7	69,4	68,1	66,8	65,5
	65	42,9	43,0	43,3	43,7	48,5	60,1	63,1	67,6	68,7	67,8	66,9	66,1	65,2
	70	43,0	43,1	43,4	43,5	48,3	58,7	61,3	65,8	66,7	66,1	65,7	65,4	65,0

Tabla 13 Valores de capacidad de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.

Capacidad (kW)		T ^a aire de entrada (°C)												
		-7	-5	0	2	5	7	10	16	20	25	30	35	40
T ^a Agua Salida (°C)	35	16,9	16,2	14,7	15,6	15,2	17,7	17,0	16,2	15,3	13,9	12,7	11,6	10,8
	45	19,5	18,7	17,0	17,8	17,6	20,9	20,2	19,2	18,1	16,6	14,6	12,9	11,8
	55	22,8	22,0	20,1	20,8	21,2	25,6	25,3	23,9	22,2	19,5	17,4	15,6	14,1
	60	25,0	24,1	22,1	22,6	23,4	27,9	27,9	26,6	24,3	21,3	19,0	17,2	15,6
	65	27,6	26,7	24,6	24,8	25,8	30,1	30,2	29,6	27,0	23,2	20,9	19,0	17,4
	70	30,8	29,8	27,6	27,5	28,6	32,6	32,7	32,5	29,5	25,2	23,1	21,3	19,7

Tabla 14 Valores del consumo de la bomba de calor CAHV-P500YB-HPB(-BS) en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries.

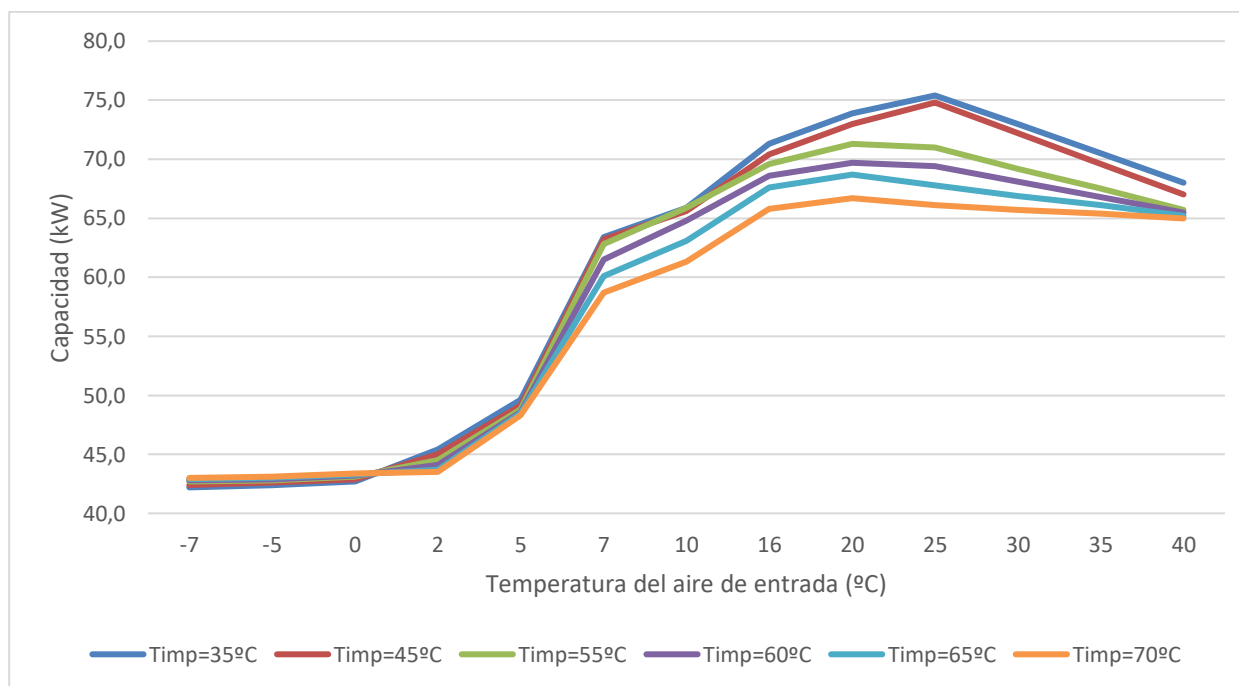


Figura 15: Capacidad en función de la temperatura del aire de entrada en modo capacidad. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries

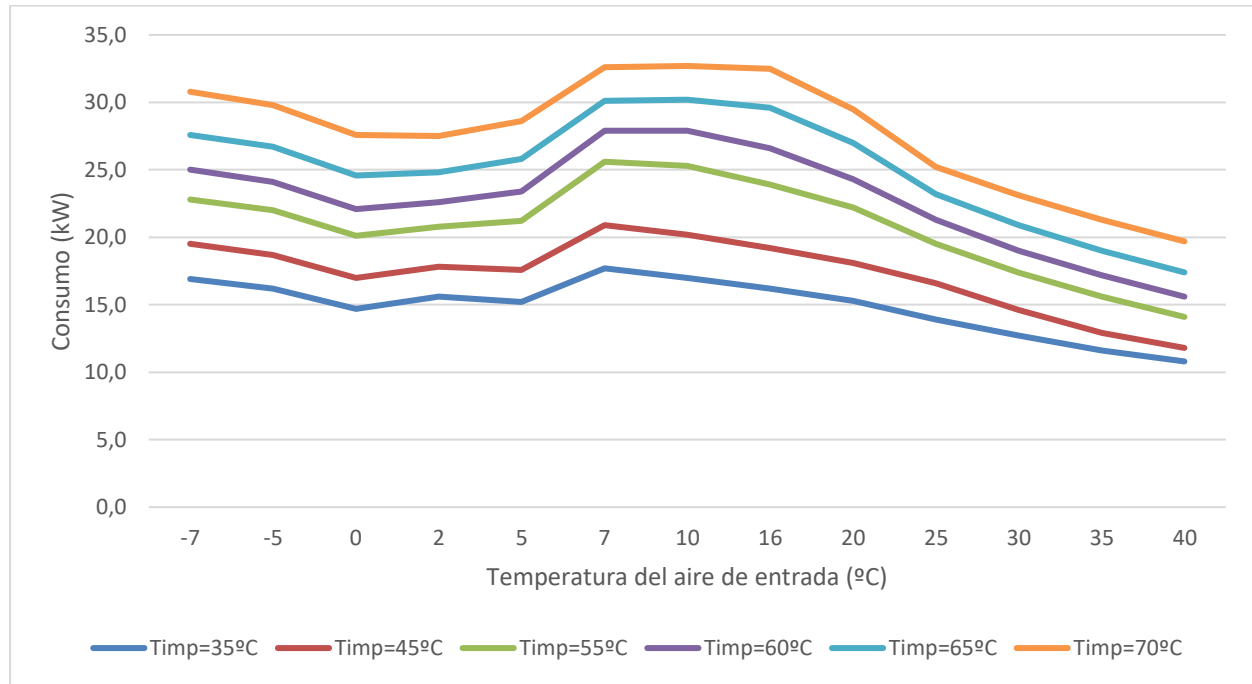


Figura 16: Consumo en función de la temperatura del aire de entrada en modo eficiencia. Fuente: Mitsubishi Heavy Industries

En nuestro caso particular, dado que las necesidades de nuestro proyecto estarían cubiertas con los 45kW nominales del modo eficiencia, emplearíamos ese modo de funcionamiento en la totalidad del tiempo de funcionamiento, quedando el modo capacidad reservado únicamente a momentos de extrema necesidad. Esto además nos permitirá tener unos consumos eléctricos menores, dando lugar a un COP ligeramente mayor.

El desafío actual sería establecer un modelo a partir de estas tablas, para lo cual emplearemos un polinomio proporcionado por el Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla:

$$COP_N = A * Text^3 + B * Text^2 + C * Text + D$$

Donde:

COP_N : COP nominal instantáneo del equipo.

T_{ext} : Temperatura exterior (°C).

La idea de esta ecuación es la de aplicarla en las diferentes estaciones del año, para poder establecer los valores de las constantes A, B, C y D, las cuales variarán en función de la temperatura del agua de impulsión del mes en cuestión. Teniendo en cuenta que la información proporcionada por el fabricante para este modelo no aporta nada acerca de la temperatura del agua de entrada, se ha supuesto para la misma un valor de 14°C para los valores de la tabla, y a partir de ella y de interpolaciones extraídas de otros catálogos del fabricante, se han obtenido unos valores experimentales con los que poder establecer los coeficientes de estas curvas para los días tipo de las diferentes estaciones del año.

Para el día tipo de invierno, con una temperatura del agua de red de 11°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00005638	0,00329143	0,00472381	1,63

Tabla 15 Coeficientes curva de COP en función de Text a 11°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

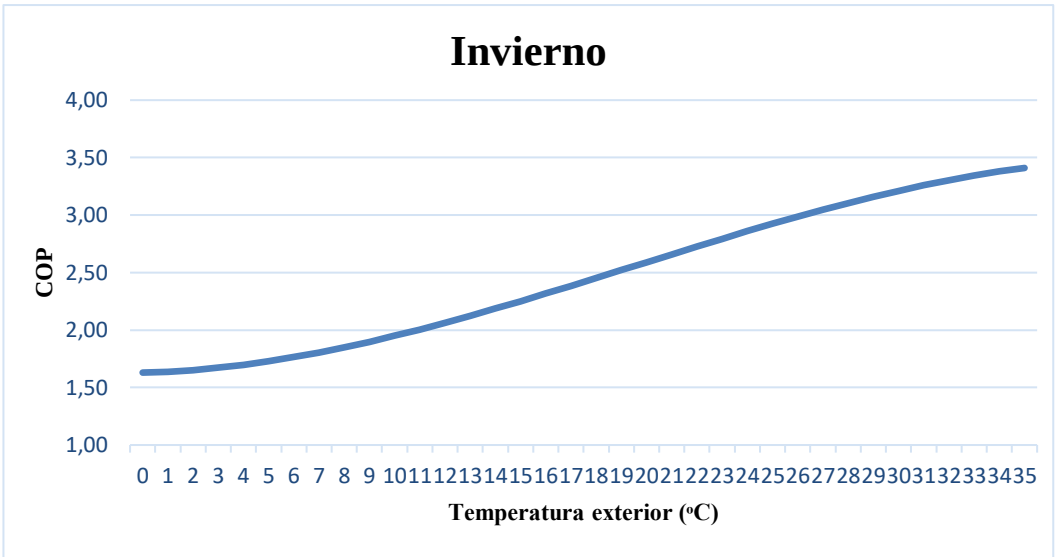


Figura 17: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 11°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de primavera, con una temperatura del agua de red de 14°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00005724	0,00326714	0,00405238	1,57

Tabla 16 Coeficientes curva de COP en función de Text a 14°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

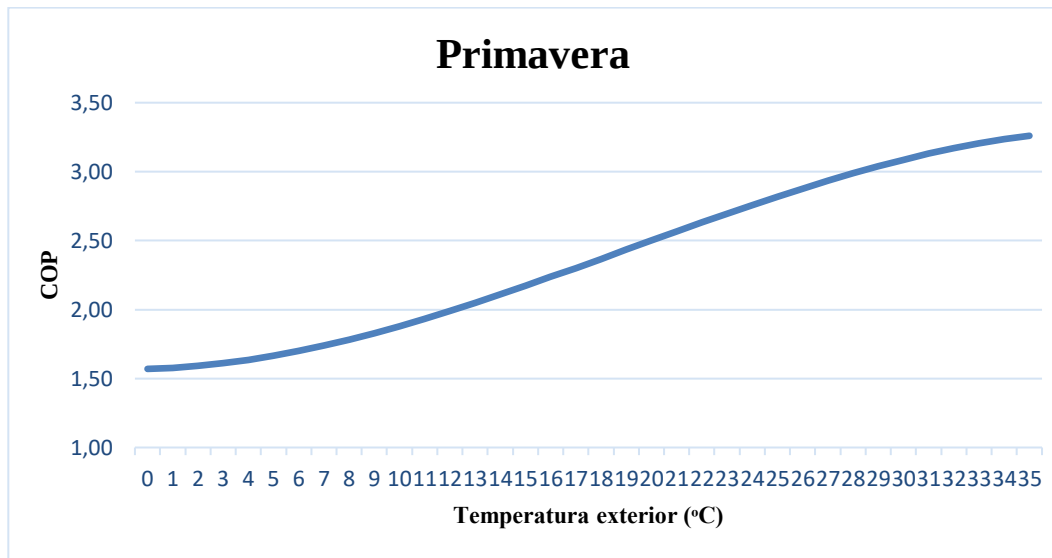


Figura 18: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 14°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de verano, con una temperatura del agua de red de 21°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00002543	0,00181286	0,0114143	1,47

Tabla 17 Coeficientes curva de COP en función de Text a 21°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

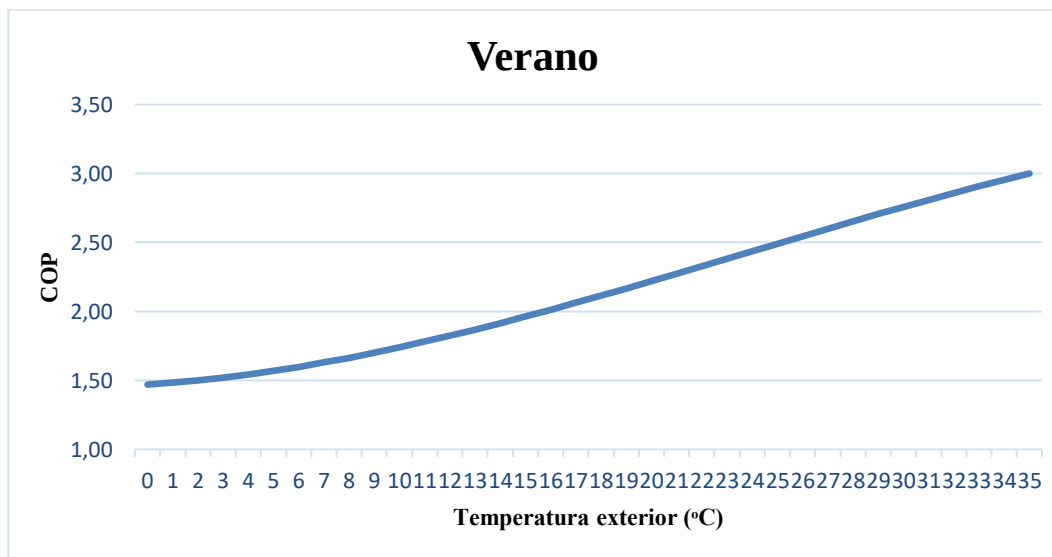


Figura 19: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 21°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de otoño, con una temperatura del agua de red de 16°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00005686	0,00325571	0,00312857	1,55

Tabla 18 Coeficientes curva de COP en función de Text a 16°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

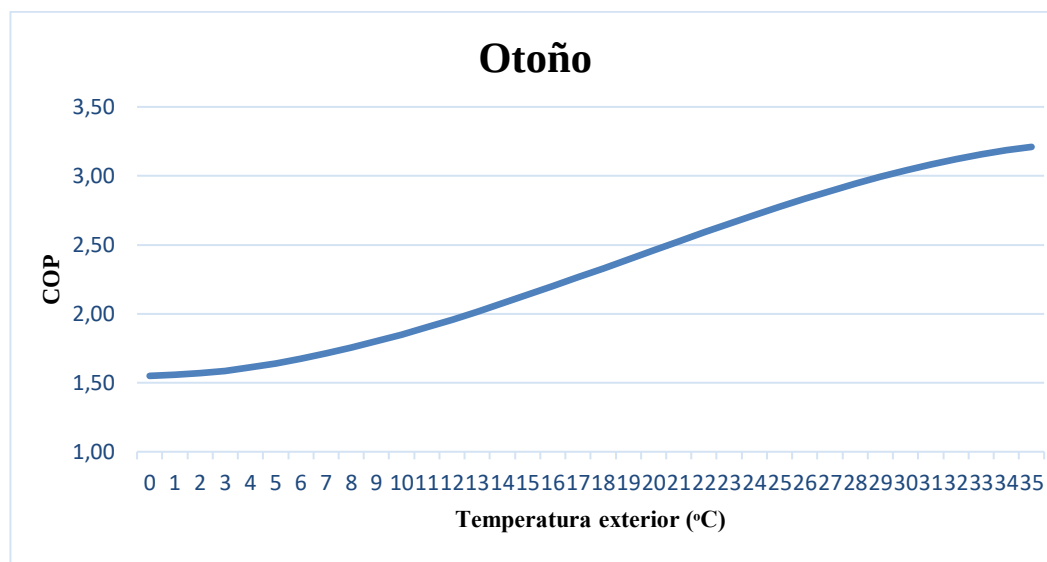


Figura 20: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 16°C. Fuente elaboración propia.

2.3.3 Escenario 2: Sistema de ACS individualizado

2.3.3.1 Equipo de aerotermia

A diferencia del apartado anterior, para este escenario se propone una solución individualizada. Para este escenario procederemos de una forma muy similar al anterior. En primer lugar, aplicaremos el procedimiento de cálculo la sección 6.4 de la Guía Técnica para Instalaciones de ACS del IDAE, aunque esta vez saltaremos directamente a la estimación aproximada de la potencia necesaria mediante la segunda ecuación propuesta, ya que la idea es emplear un acumulador de tamaño medio y nos pasaría como en el caso anterior: que el resultado de la primera expresión daría un resultado negativo, significando esto que con la energía contenida en el propio acumulador sería suficiente para suplir la demanda del momento de consumo pico de la instalación.

Procedemos, por tanto, con la forma alternativa de cálculo:

$$P_{BdC} = V_{acumulación} * (T_{acumulador} - T_{red}) * 1,16 / (\eta_{ACS} * t_{rec})$$

P_{BdC} : Potencia suministrada por la bomba de calor en el pico de demanda (W).

$V_{acumulación}$: Volumen del acumulador (180 l).

$T_{acumulador}$: Temperatura del agua en el acumulador (60°C).

T_{red} : Temperatura del agua de la red (11°C).

η_{ACS} : Rendimiento de la bomba de calor (estimado en un 75% según la guía del IDAE).

t_{rec} : Tiempo de recuperación (3,5h)

Obtenemos:

$$P_{BdC} = 3897,6 \text{ W}$$

Tendremos que elegir un equipo que disponga, como mínimo, de esta potencia. Los equipos seleccionados, ERGA04DV como unidad exterior, y EHVX04S18D3V como unidad interior, ambos equipos de Daikin.

En cuanto a las especificaciones de la bomba de calor seleccionada, el equipo elegido nos aportaría lo que necesitamos: una temperatura de impulsión máxima de 65°C, mediante la cual podemos mantener la temperatura del acumulador y de la red de distribución en torno a 60°C.

2.3.3.2 Curvas correctoras

- Curva correctora de la capacidad de calefacción

En el caso concreto de la bomba de calor seleccionada, al igual que en el escenario anterior, no se aporta información sobre esta curva. Para suplir esta falta de información, utilizaremos de nuevo la expresión aportada por el Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla:

$$P_{11} * Text^{E_{111}} * Timp^{E_{112}} + P_{20} * Text^{E_{201}} * Timp^{E_{202}} + P_{02} * Text^{E_{021}} * Timp^{E_{022}} + P_{10} * Text^{E_{101}} * Timp^{E_{102}} + P_{01} * Text^{E_{011}} * Timp^{E_{012}} + P_{00} * Text^{E_{001}} * Timp^{E_{002}}$$

Resumiéndose sus valores en las siguientes tablas:

P_{11}	0,000025
P_{20}	0,000568
P_{02}	-0,000332
P_{10}	0,028463
P_{01}	0,023152
P_{00}	0,352924

Tabla 19 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla

E_{111}	1	E_{112}	1
E_{201}	2	E_{202}	0
E_{021}	0	E_{022}	2
E_{101}	1	E_{102}	0
E_{011}	0	E_{012}	1
E_{001}	0	E_{002}	0

Tabla 20 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de

Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

La curva está caracterizada para un equipo con una temperatura de impulsión máxima de 60°C. En nuestro caso, nuestra temperatura máxima de impulsión es 65°C, por lo que, de nuevo, habría que realizar un pequeño ajuste en estos valores para que la curva sea más fiel a la realidad. Dado que la temperatura de impulsión de la máquina para la que se había ajustado la curva estaba pensada para ser 50°C y nuestro equipo funcionará constantemente a 65°C, deberemos modificar la variable E002 para poder igualar ambas ecuaciones para una temperatura exterior concreta, obteniendo los siguientes valores:

P_{11}	0,0000251
P_{20}	0,0005684
P_{02}	-0,0003325
P_{10}	0,0284630
P_{01}	0,0231520
P_{00}	0,3529237

Tabla 21 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

E_{111}	1	E_{112}	1
E_{201}	2	E_{202}	0
E_{021}	0	E_{022}	2
E_{101}	1	E_{102}	0
E_{011}	0	E_{012}	1
E_{001}	0	E_{002}	0,118523

Tabla 22 Parámetros de la curva correctora de la capacidad de calefacción. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

Si representamos los valores obtenidos, se obtendría la siguiente curva:

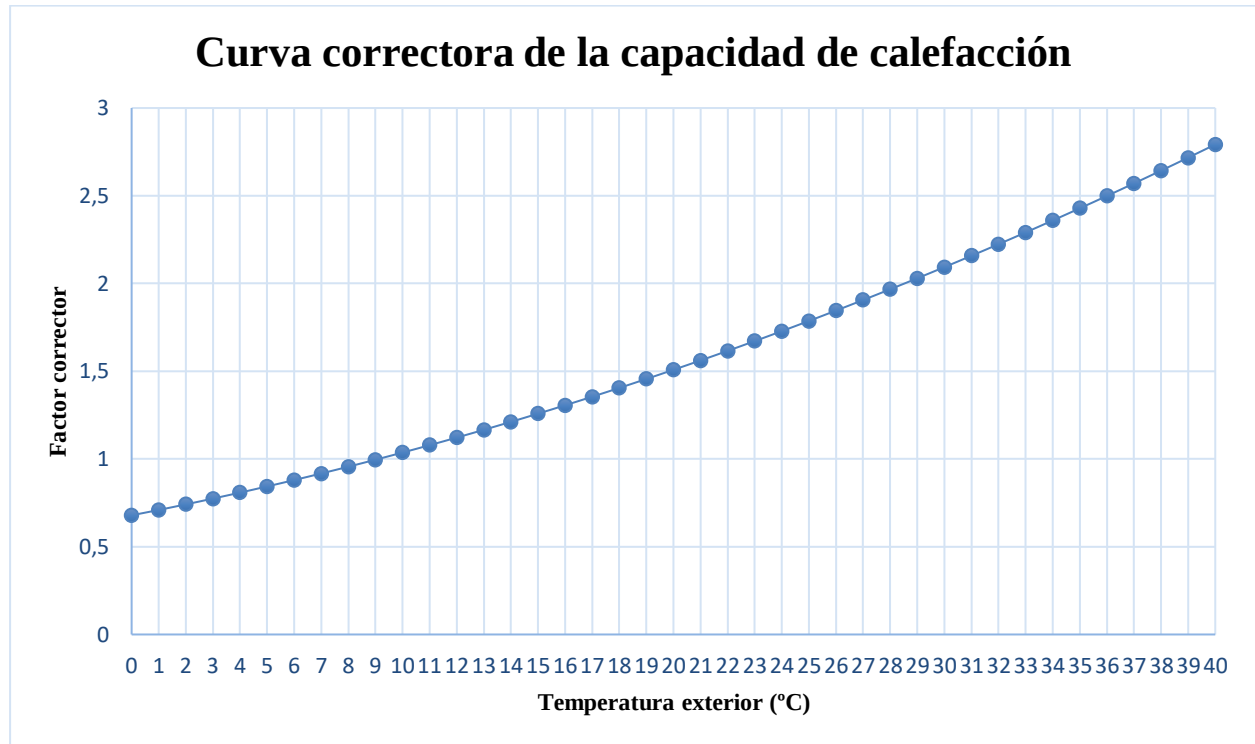


Figura 21: Curva correctora de la capacidad de calefacción en función de la Text y la Timp. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla

Tal como se comentó en este mismo apartado en el escenario anterior, la forma en la que se aplicará este factor corrector será multiplicando la potencia nominal del equipo seleccionado, con la idea de que nos proporcione la potencia real que aportará al sistema.

- Variación del COP por la carga parcial del equipo (FCP)

Al igual que el equipo de aerotermia del escenario anterior, la unidad elegida operará a carga parcial gran parte del tiempo. Nos encontramos, por tanto, en la tesitura de tener que modelar la curva que relacione el funcionamiento a una carga parcial con la variación del COP. Para ello emplearemos las dos expresiones facilitadas por el Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla, que en concreto pertenecen a un equipo de aerotermia de Daikin, concretamente el modelo Altherma Bibloc ERHQ014BV3.

Al encontrarse ya tanto las ecuaciones como los valores de las constantes expuestos en el escenario anterior, procederemos a mostrar la curva:

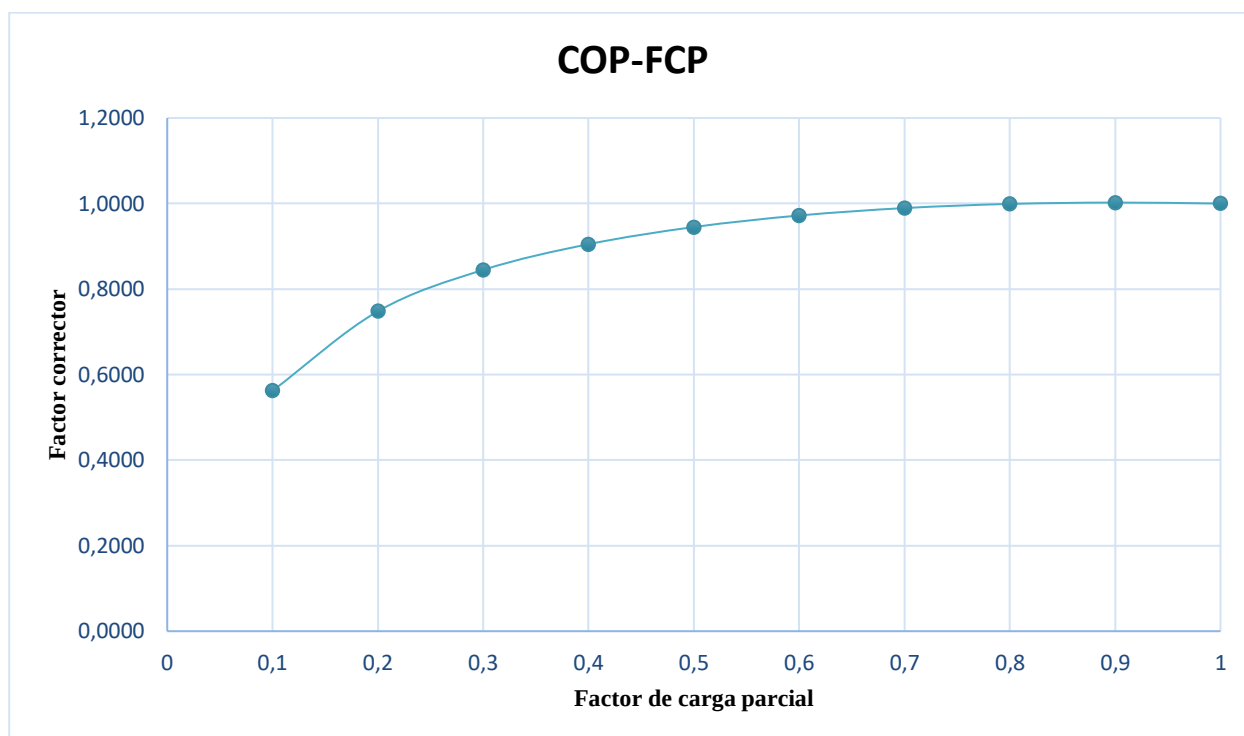


Figura 22: Curva correctora del COP real en función de la carga parcial del equipo. Fuente: Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla.

- Variación del COP por la temperatura exterior

Teniendo en cuenta que el COP variará según la temperatura exterior, se antoja imprescindible modelizar según la época del año dichas variaciones con la idea de aplicarlas a la simulación de nuestro sistema. Para ello emplearemos una serie de datos proporcionados por el fabricante del equipo seleccionado, Daikin, los cuales nos servirán para estimar el COP real en cada momento.

El siguiente paso sería establecer un modelo a partir de los datos expuestos en los catálogos del fabricante. Para ello emplearemos el polinomio proporcionado por el Departamento de Ingeniería Energética del área de Máquinas y motores térmicos de la Universidad de Sevilla:

$$COP_N = A * Text^3 + B * Text^2 + C * Text + D$$

Donde:

COP_N : COP nominal instantáneo del equipo.

T_{ext} : Temperatura exterior (°C).

Para el día tipo de invierno, con una temperatura del agua de red de 11°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00033849	0,011725	0,042905	1,85

Tabla 23 Coeficientes curva de COP en función de $Text$ a 11°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

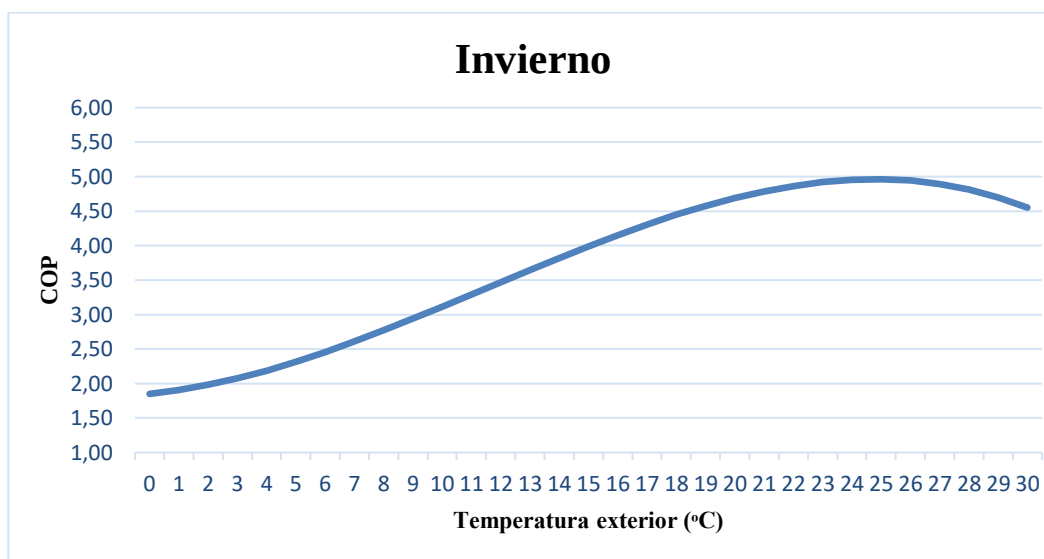


Figura 23: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 11°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de primavera, con una temperatura del agua de red de 14°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00034524	0,011595	0,04319	1,81

Tabla 24 Coeficientes curva de COP en función de Text a 14°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

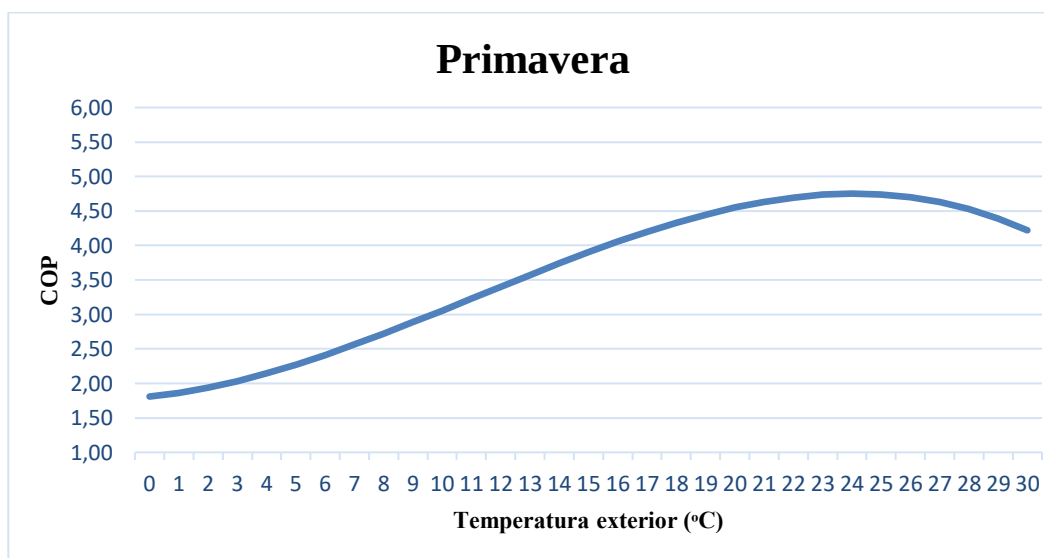


Figura 24: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 14°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de verano, con una temperatura del agua de red de 21°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00028413	0,0088897	0,053357	1,69

Tabla 25 Coeficientes curva de COP en función de Text a 21°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

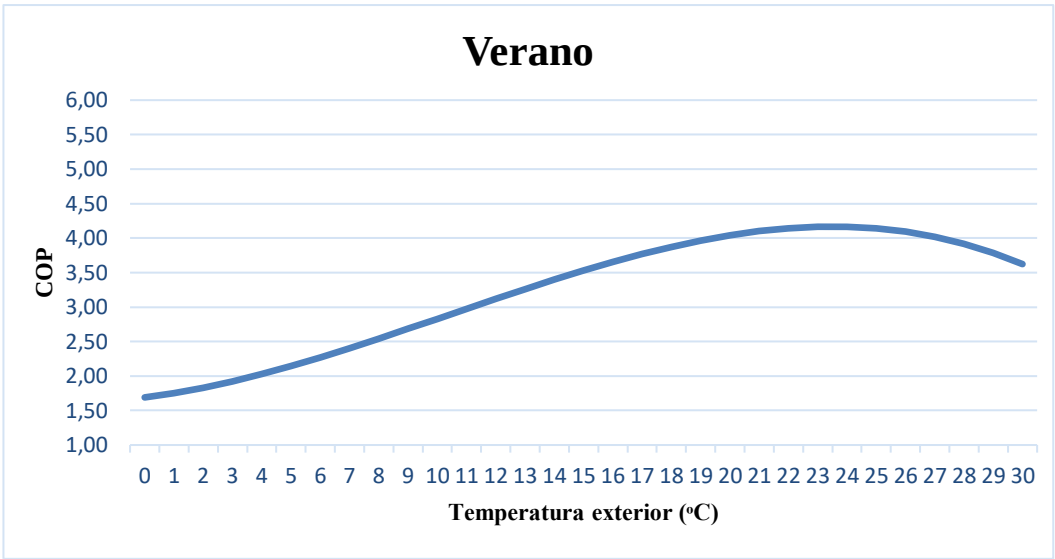


Figura 25: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 21°C. Fuente elaboración propia.

Para el día tipo de otoño, con una temperatura del agua de red de 16°C, se han obtenido los siguientes resultados:

A	B	C	D
-0,00033571	0,010969	0,049405	1,78

Tabla 26 Coeficientes curva de COP en función de Text a 16°C de temperatura de agua de red. Fuente: elaboración propia.

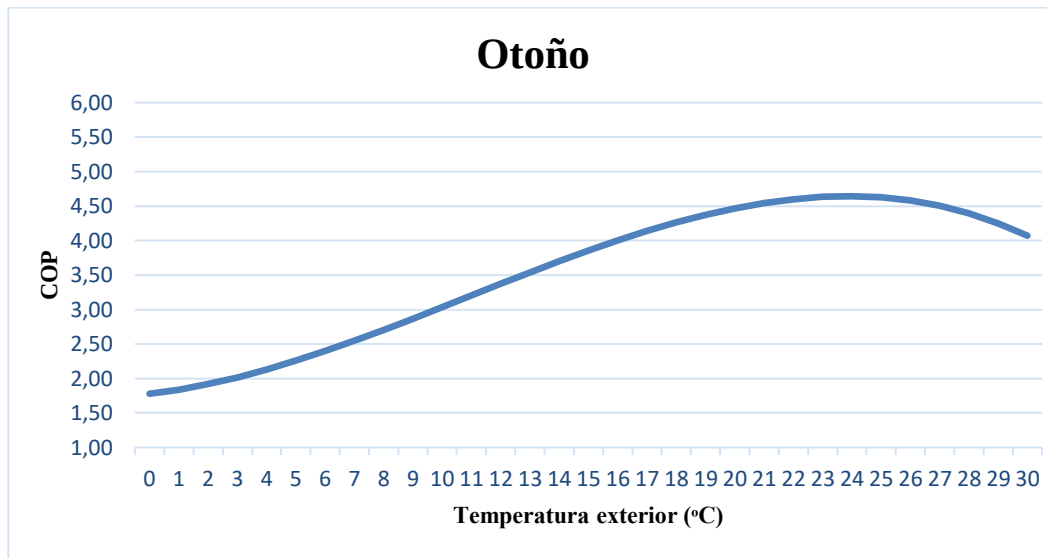


Figura 26: Curva COP con temperatura de agua de red igual a 16°C. Fuente elaboración propia.

2.4 Alternativa 3: Caldera de biomasa

2.4.1 Metodología

En nuestro proceso para seleccionar una caldera y proceder a simular la evolución de las temperaturas en el depósito, comenzaremos estudiando los diferentes tipos de combustible existentes:

- Pellets

Los pellets son pequeños cilindros que se obtienen al ejercer presión sobre el serrín y virutas secas, aunque también pueden estar formados por astillas u otra biomasa. La principal ventaja de éstos es su disponibilidad, puesto que son reconocidos y utilizados mundialmente.

- Astillas

La calidad de las astillas de madera, que son fragmentos de entre 5 y 100 mm, depende de la materia prima, la recolección y la tecnología de astillado. Debido a su fácil pretratamiento (astillado y secado) y su producción local, pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño. Además, son menos costosos. Sin embargo, requieren más espacio de almacenamiento que los huesos de aceituna o los pellets. Dado que tienen variaciones en poder calorífico y humedad, es fundamental controlar su calidad. Las calderas residenciales no deben usar astillas grandes y trozos de madera muy húmedos (más del 40%).

- Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales apropiados para su uso como combustible en calderas de biomasa provienen principalmente de las industrias del aceite de oliva y aceitunas, alcohólicas, uva y frutos secos. Los proveedores suelen secar estos residuos para reducir su humedad y aumentar su poder calorífico. Aunque suelen ser económicos y de buena calidad, es importante considerar las variaciones dentro de una misma biomasa. Por ejemplo, el hueso de aceituna debe estar limpio de pieles para minimizar el mantenimiento y mejorar el funcionamiento de la caldera.

- Combustibles tradicionales: leña y briquetas

La leña proviene de trocear troncos que no van a ser utilizados para producir madera, y pueden producirse localmente por los propios usuarios. Al igual que ocurre con el resto de la biomasa, la energía que producen en la caldera va a depender del tipo de madera y de la humedad que contenga. Las briquetas son cilindros de biomasa densificada de tamaño superior al del pélet, provenientes normalmente de serrines y virutas de aserraderos. Estos cilindros sustituyen normalmente a la leña en las calderas.

PCI			
Combustible	(kJ/kg)	(kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pellets	17000 – 19000	4,7 - 5,3	< 15
Astillas	10000 – 16000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18000 – 19000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16000 – 19000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14400 – 16200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17000 – 19000	4,7 – 5,3	< 20

Tabla 27 Poder calorífico inferior de los tipos de biomasa más utilizados. Fuente: Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios, IDAE.

Con la información con la que contamos, elegiremos una caldera que utilice pellets como combustible. En primer lugar, ocupan un buen puesto entre las demás alternativas en cuanto a su poder calorífico. Por otro lado, al ser compactos y uniformes, serán más sencillos de almacenar que otras alternativas. El ser tan compactos les confiere otra característica muy importante para una instalación de este tipo: la posibilidad de automatizar el suministro de la caldera, evitando así tener que introducir el combustible manualmente, como podría ocurrir con la leña. Otra ventaja importante es que los pellets se fabrican con residuos, por lo que utilizándolos de esta forma se contribuye a una gestión más sostenible de los recursos forestales, quemando los residuos que ya no pueden aprovecharse de otra forma y evitando la quema de otros materiales que sí que podrían tener una vida diferente.

En cuanto a la metodología de cálculo a emplear para esta alternativa, tal y como se ha comentado anteriormente, se empleará el archivo de cálculo tipo Excel proporcionado por el Departamento de Ingeniería Energética, sobre el que se han realizado una serie de modificaciones para incluir los parámetros del equipo seleccionado.

2.4.2 Equipo elegido

En el mercado, a pesar de existir una amplia gama de calderas (compactas, con alimentador inferior, con parrilla móvil, de combustión en cascada), para nuestra instalación resulta difícil pensar en otra que no sea una de tipo compacto, especialmente por las características de la instalación y por la potencia a suministrar. Por tanto, se realizó una búsqueda de equipos, resultando la más interesante la caldera de biomasa PE1e Pellet 45, de Fröling.

El equipo seleccionado resulta especialmente interesante porque cumple todas las características necesarias: que sea compacto, de una potencia de unos 45kW, con pellet como combustible, que pueda ser utilizado para calentar ACS, que se le pueda poner un alimentador automático, que disponga de un alto rendimiento y que su comportamiento a carga parcial sea correcto.

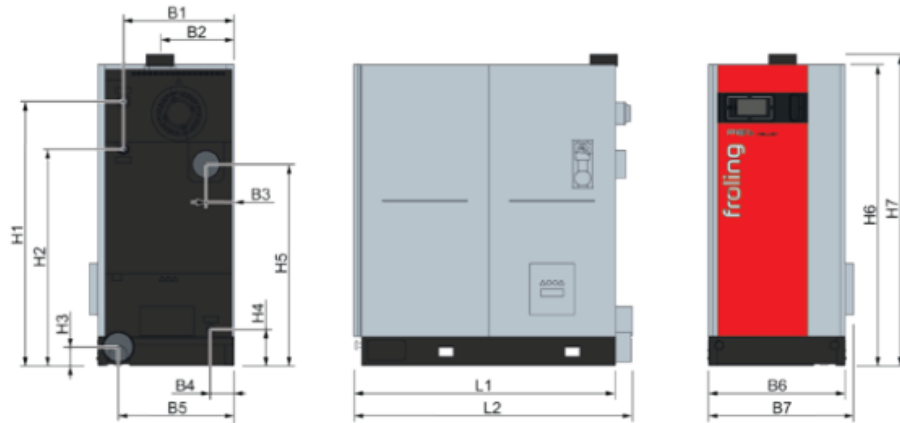


Figura 27 Dimensiones de la caldera de biomasa seleccionada. Fuente: <https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/neu-pe1e-pellet/>.

Dimensiones - PE1e Pellet 45 [mm]	
L1 Longitud de la caldera	1400
L2 Longitud total incluida la conexión del tubo de salida de humos	1490
B1 Distancia entre las conexiones de impulsión/retorno y el lado de la caldera	590
B2 Distancia entre la conexión del tubo de salida de humos y el lado de la caldera	395
B3 Distancia entre la conexión del tubo de salida de humos trasero y el lado de la caldera (opcional)	150
B4 Distancia entre el vaciado y el lado de la caldera	130
B5 Distancia entre la conexión de entrada de aire y el lado de la caldera (opcional)	620
B6 Anchura de la caldera	730
B7 Anchura de la caldera incluida la cubierta del separador de partículas electrostático (opcional)	810
H1 Altura de la conexión de ida	1425
H2 Altura de la conexión de retorno	1175
H3 Altura de la conexión de la entrada de aire (opcional)	100
H4 Altura de la conexión de vaciado	195
H5 Altura de la conexión del tubo de salida de humos trasero (opcional)	1090
H6 Altura de la caldera	1620
H7 Altura total	1675
Diámetro exterior del tubo de salida de humos	149

Tabla 28 Dimensiones de la caldera de biomasa seleccionada. Fuente: <https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/neu-pe1e-pellet/>.

2.5 Resultados

Tras detallar la metodología a emplear en cada una de las alternativas de nuestro estudio, procederemos a exponer los resultados obtenidos.

2.5.1 Resultados alternativa 1

A efectos prácticos, contaremos con 4 sistemas diferentes, pero como podremos comprobar a continuación, la mayoría de los datos se compartirán para 3 de estos 4 sistemas. Estamos hablando de los sistemas que consisten en la quema de un combustible para aportar ese extra de energía necesario para nuestro sistema.

Para estos casos, partiremos de los siguientes datos:

- En primer lugar, dispondremos de 36 colectores planos, haciendo un área total de

captación de 85,10 m².

- Para evitar la congelación del sistema, el circuito estará formado por un 20% de anticongelante.
- El aislante que usaremos, por sus buenas características térmicas, será la lana de vidrio.
- En el caso de la tubería del circuito primario, ya que tiene un diámetro de entre 30 y 60 mm, deberá disponer de un aislante de 40 mm.
- En cuanto al volumen de acumulación, ya que el valor de la relación Volumen/Área debe mantenerse por encima de 80, se ha escogido como 7500 l.

Vayamos, por tanto, a los resultados para los primeros 3 sistemas auxiliares:

- Caldera de condensación.

Para este primer escenario, se ha tomado como sistema auxiliar una caldera de condensación que empleará como combustible gas natural. Obtenemos los siguientes resultados:

Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	147.403
Aporte solar [kWh]	103.572
Consumo auxiliar [kWh]	46.033
Reducción de emisiones de CO2 [kg de CO2]	22.938

Tabla 29 Resultados caldera de condensación. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

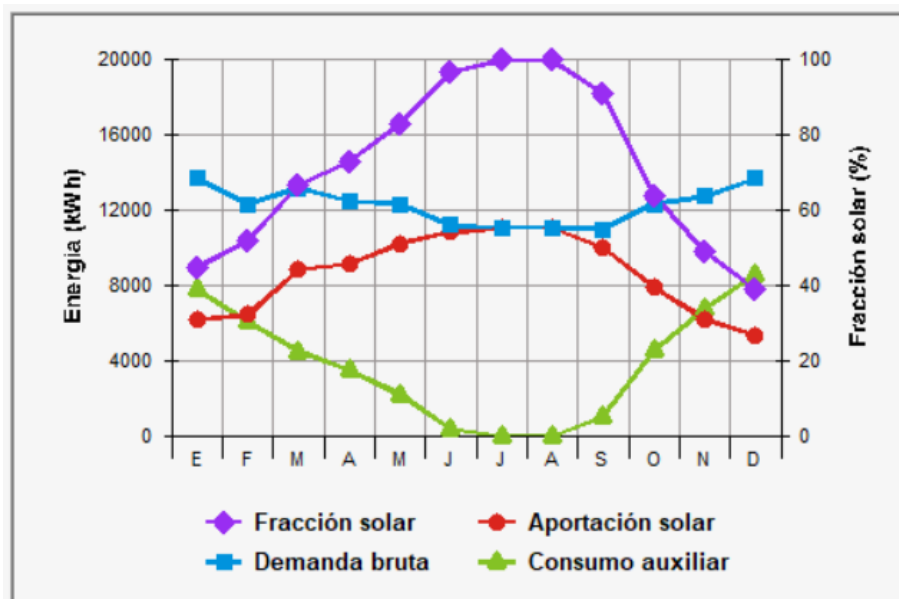


Figura 28: Resultados caldera de condensación. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

- Caldera convencional.

Para este escenario, se ha tomado como sistema auxiliar una caldera convencional que empleará como combustible gas natural. Obtenemos los siguientes resultados:

Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	147.403

Aporte solar [kWh]	103.572
Consumo auxiliar [kWh]	52.378
Reducción de emisiones de CO2 [kg de CO2]	26.100

Tabla 30 Resultados caldera convencional. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

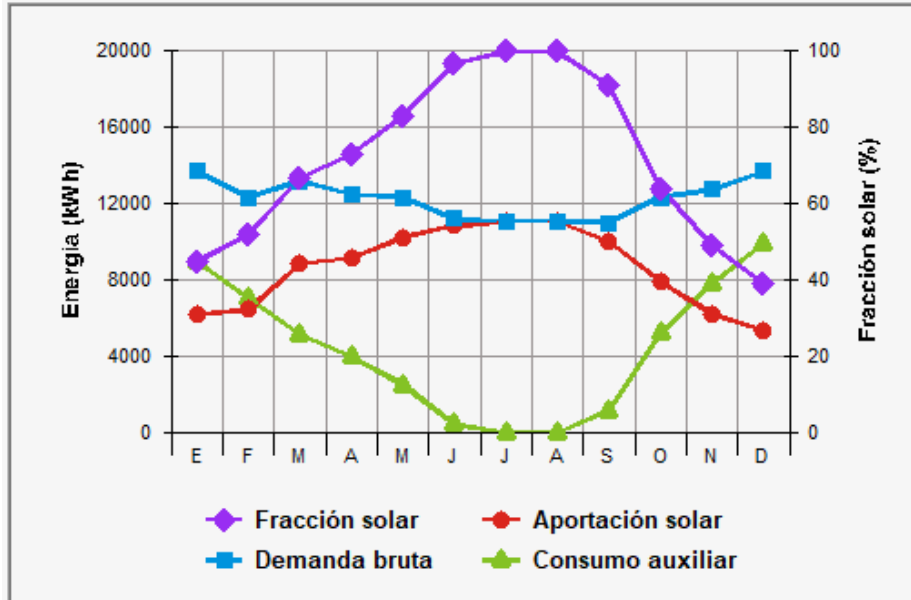


Figura 29: Resultados caldera convencional. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

- Caldera de biomasa.

Para este escenario, se ha tomado como sistema auxiliar una caldera convencional que empleará como combustible gas natural. Obtenemos los siguientes resultados:

Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	147.403
Aporte solar [kWh]	103.572
Consumo auxiliar [kWh]	56.708
Reducción de emisiones de CO2 [kg de CO2]	2.167

Tabla 31 Resultados caldera de biomasa. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q

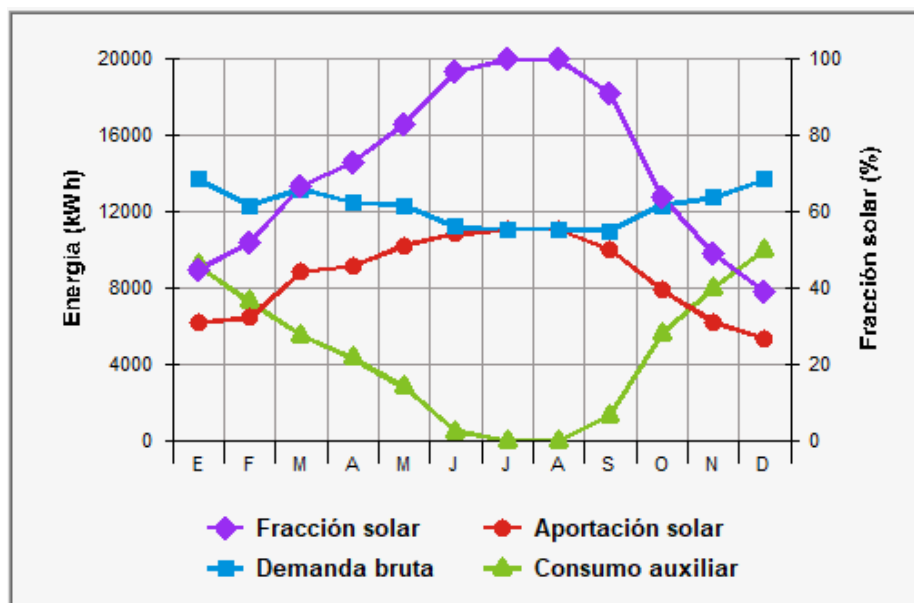


Figura 30: Resultados caldera de biomasa. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

- Termo eléctrico.

Quedaría pendiente el cuarto de estos casos, ya que, al tratarse de un sistema auxiliar de termo eléctrico, la Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla establece lo siguiente: “la contribución solar mínima anual para agua caliente sanitaria será del 70%, siendo del 75% en el caso de que se utilice como energía auxiliar de apoyo el efecto Joule”. Deberemos, por tanto, modificar los componentes de nuestro sistema para cumplir tanto ese 75% como la fracción Volumen/Área, que en el caso de Sevilla debe ser como mínimo de 80.

Tenemos, por tanto, los siguientes datos:

- En primer lugar, dispondremos de 51 colectores planos, haciendo un área total de captación de 120,56 m².
- Para evitar la congelación del sistema, el circuito estará formado por un 20% de anticongelante.
- El aislante que usaremos, por sus buenas características térmicas, será la lana de vidrio.
- En el caso de la tubería del circuito primario, ya que tiene un diámetro de entre 30 y 60 mm, deberá disponer de un aislante de 40 mm.
- En cuanto al volumen de acumulación, ya que el valor de la relación Volumen/Área debe mantenerse por encima de 80, se ha escogido como 10000 l.

Obtenemos los siguientes resultados:

Fracción solar [%]	75
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	176.783
Aporte solar [kWh]	132.518
Consumo auxiliar [kWh]	106.369
Reducción de emisiones de CO2 [kg de CO2]	47.309

Tabla 32 Resultados termo eléctrico. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

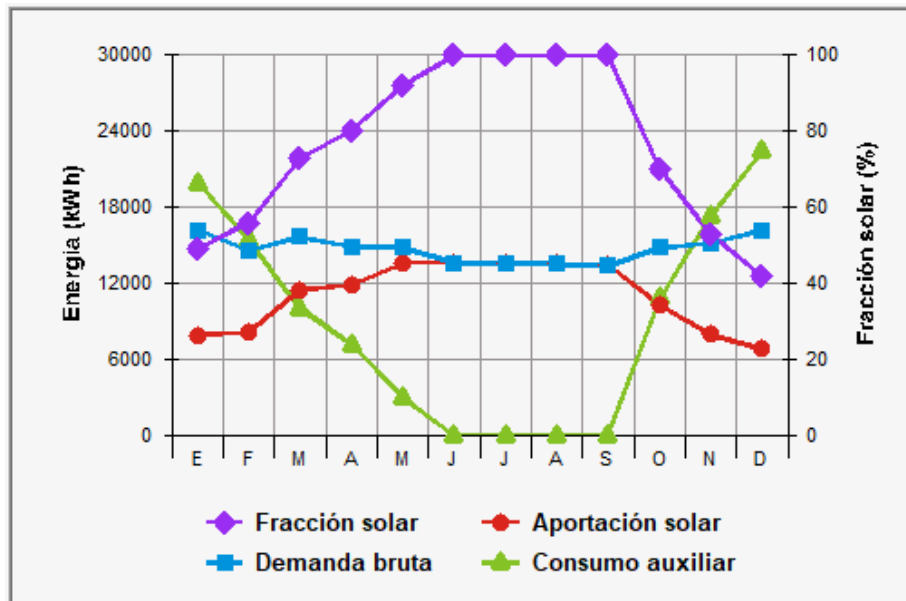


Figura 31: Resultados termo eléctrico. Fuente: elaboración propia mediante CHE4Q.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, consultar Anexo A.

En los apartados posteriores de análisis energético, económico y ambiental se realizará una comparativa tanto entre los diferentes escenarios de esta misma alternativa como con el resto.

2.5.2 Resultados alternativa 2

2.5.2.1 Escenario 1: Sistema de ACS centralizado

La evolución de la temperatura del depósito a lo largo de los días representativos es la siguiente:

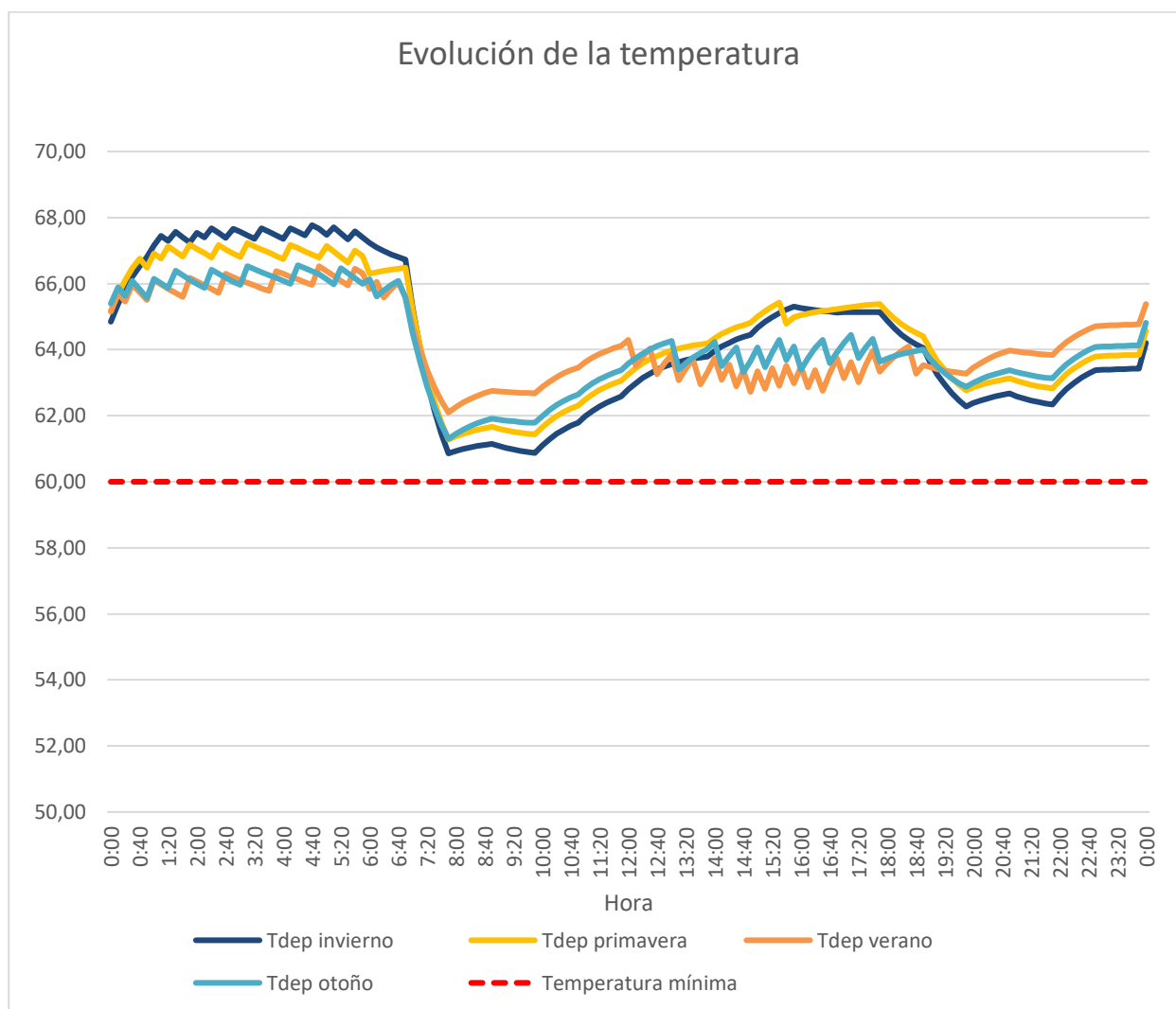


Figura 32: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.

Observando las gráficas podremos comprobar que hemos realizado un buen dimensionamiento del equipo, ya que, en ningún caso, para las condiciones simuladas, la temperatura del depósito cae por debajo de los 60°C que se habían marcado como límite. Cabría destacar que, tal como se comentó anteriormente, se ha simulado para el modo de funcionamiento más eficiente, por lo que, si en un momento concreto fuese necesario un plus de potencia, podría activarse el modo en el que prima la producción de calor, pudiéndose superar los 60kW de potencia.

En cuanto al consumo del equipo seleccionado, se ha aproximado el total anual mediante los días tipo:

Mes	Consumo aproximado (kWh)
Enero	5487,21
Febrero	4496,16
Marzo	4806,24
Abril	4651,20
Mayo	4806,24
Junio	3923,57
Julio	4054,35
Agosto	4054,35
Septiembre	4025,84
Octubre	4160,04
Noviembre	4025,84
Diciembre	5487,21
Total	53978,26

Tabla 33 Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.

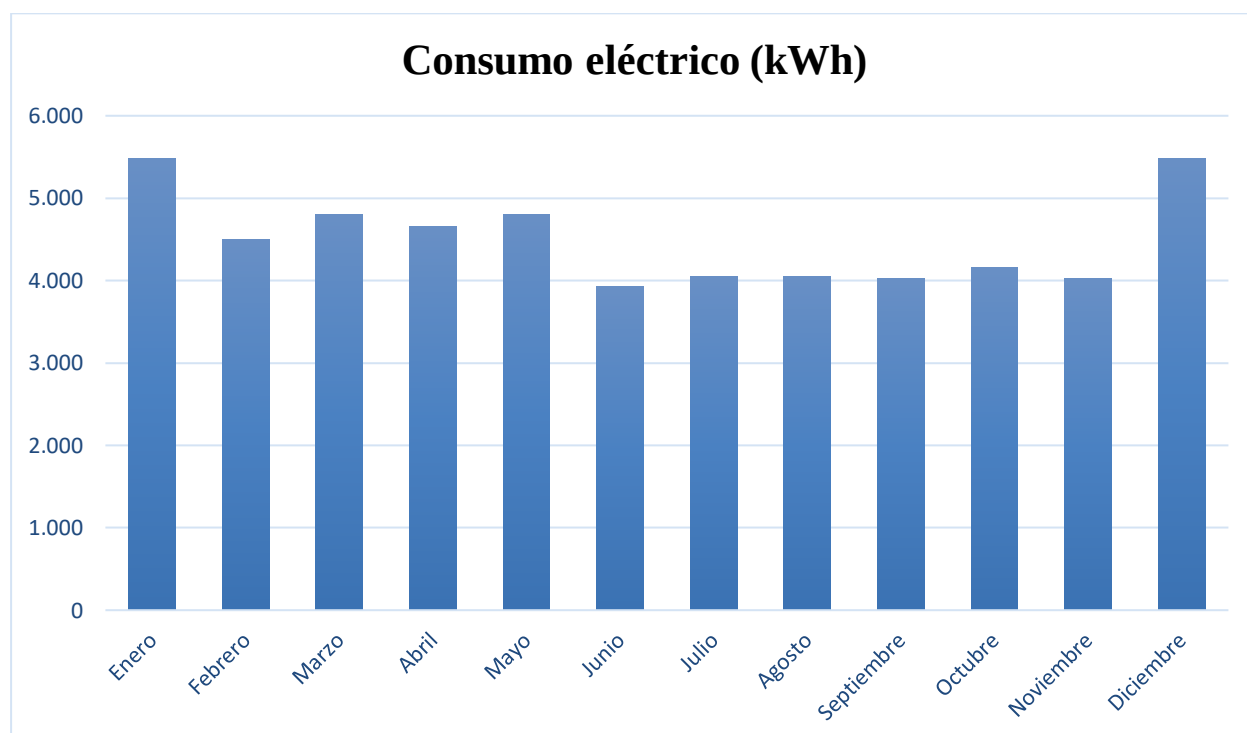


Figura 33: Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.

2.5.2.2 Escenario 2: Sistema de ACS individualizado

La evolución de la temperatura del depósito a lo largo de los días representativos es la siguiente:

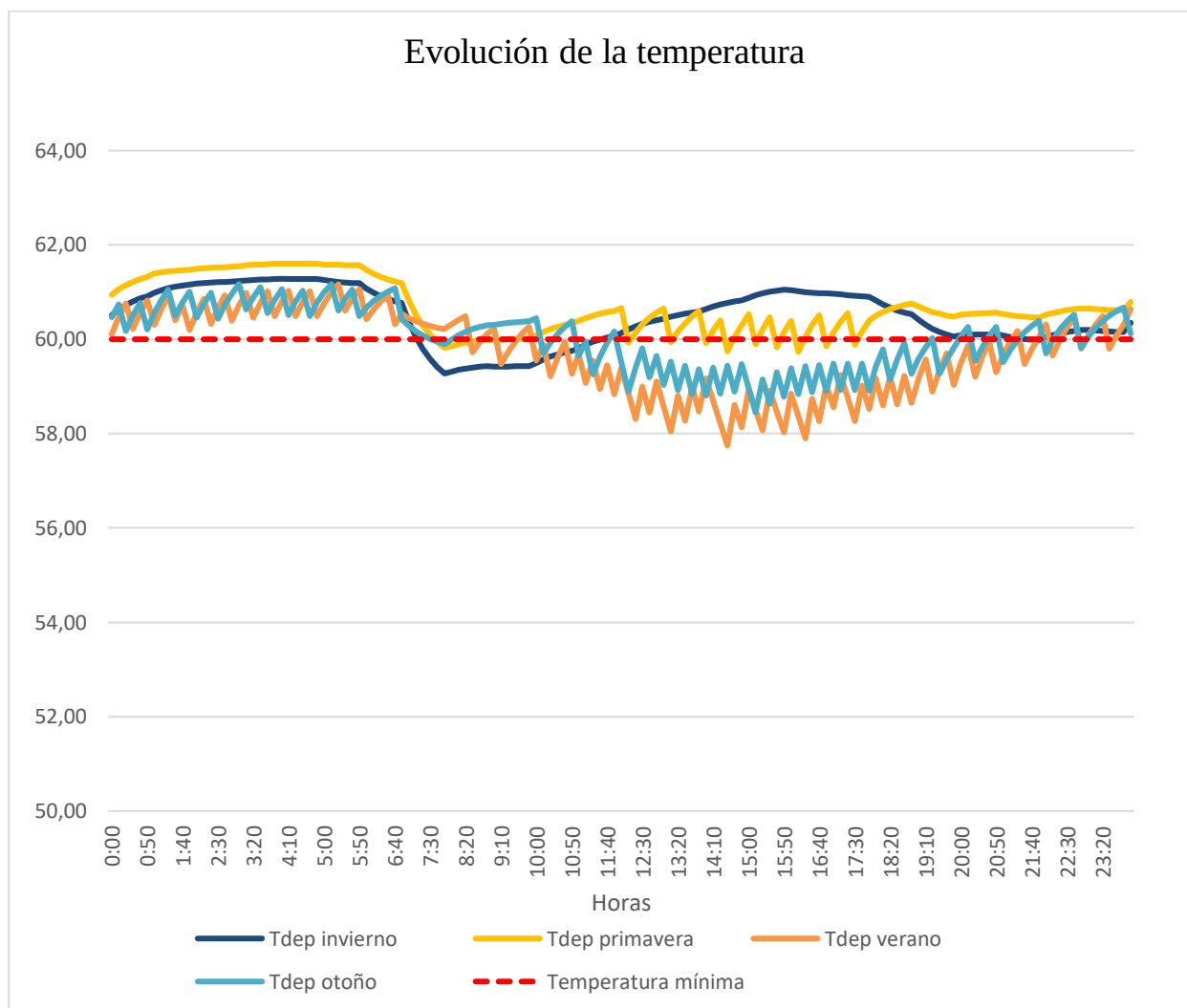


Figura 34: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.

Observando las gráficas podremos comprobar que en todos los casos la temperatura del depósito cae por debajo de los 60°C. Realmente esto no supone ningún problema para los días tipo de invierno, cuya temperatura mínima alcanzada en el depósito es 59,3°C; primavera, cuya temperatura mínima alcanzada en el depósito es 59,7°C; ni otoño, cuya temperatura mínima alcanzada en el depósito es 58,5°C. Sí que supondría un ligero problema para el día tipo de verano, ya que la temperatura caería por debajo de los 58°C, alcanzando los 57,8°C. Para estos días concretos habría que recurrir, en las horas punta de consumo, que es cuando se alcanza esta temperatura, al apoyo eléctrico de la unidad interior, permitiéndonos elevar la temperatura del depósito.

En cuanto al consumo del equipo seleccionado, se ha aproximado el total anual mediante los días tipo:

Mes	Consumo aproximado (kWh)
Enero	350,50
Febrero	241,78
Marzo	258,45
Abril	250,12
Mayo	258,45
Junio	206,82
Julio	213,71
Agosto	213,71
Septiembre	195,67
Octubre	202,19
Noviembre	195,67
Diciembre	350,50
Total	2937,58

Tabla 34 Consumo anual individual aproximado escenario 2. Fuente: elaboración propia.

Recordemos que la solución contempla un equipo por vivienda, por lo que habrá que ajustar estos valores al total de las viviendas para obtener el consumo eléctrico total de los equipos de aerotermia del edificio:

Mes	Consumo aproximado (kWh)
Enero	17525,20
Febrero	12088,93
Marzo	12922,65
Abril	12505,79
Mayo	12922,65
Junio	10340,89
Julio	10685,59
Agosto	10685,59

Septiembre	9783,48
Octubre	10109,60
Noviembre	9783,48
Diciembre	17525,20
Total	146879,06

Tabla 35 Consumo anual total aproximado escenario 2. Fuente: elaboración propia.

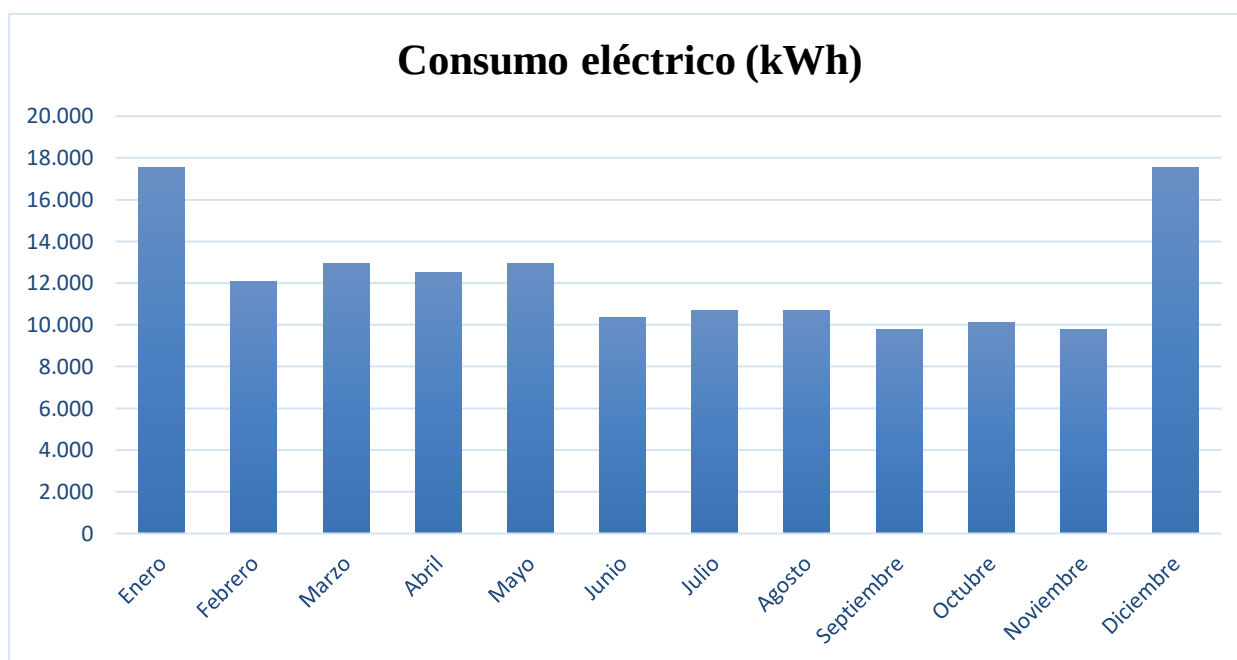


Figura 35: Consumo anual aproximado escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, consultar Anexo B.

2.5.2.3 Implantación fotovoltaica

A pesar de que, según el rendimiento estacional de los equipos seleccionados, la aerotermia pueda ser considerada como energía renovable, se tomó la decisión de realizar una implantación fotovoltaica en la cubierta del edificio, con la idea de reducir lo máximo posible la factura eléctrica de los vecinos del edificio y, a su vez, aumentar el índice de renovabilidad.

Para realizar este estudio nos hemos servido de dos programas principalmente: un software de cálculo de SolarEdge, con el cual hemos realizado un modelado 3D del edificio y un esquema de los módulos, y PVSyst para el cálculo en sí del sistema.

2.5.2.3.1 Implantación en cubiertas

Como se ha comentado anteriormente, la idea es la de completar el espacio disponible en la cubierta del edificio. El espacio disponible para ambas alternativas será el mismo, ya que el equipo seleccionado para el escenario 1 se ha colocado en un lugar en el que no se podían instalar módulos por recibir sombra. A continuación, podremos ver una imagen satélite del edificio:



Figura 36: Imagen vía satélite del edificio del caso práctico. Fuente: Google Earth.

En primer lugar, dado que se detectan ciertos relieves en la cubierta, se utilizó el software de SolarEdge para generar una imagen en 3D del edificio, sobre la cual podremos simular las diferentes disposiciones para la instalación.

El módulo seleccionado para la instalación es el CS7N-670MS 1500V, de CSI Solar, con una potencia de 670 Wp y unas dimensiones de 1,303 x 2,384 m. Los módulos se instalarán en disposición horizontal. Se instalará un total de 78 módulos, alcanzando un total de 52.260 Wp.

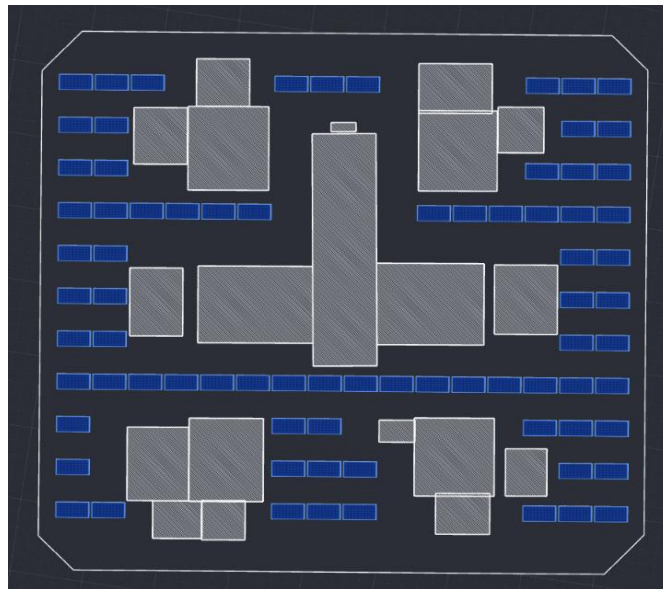


Figura 37: Esquema de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.

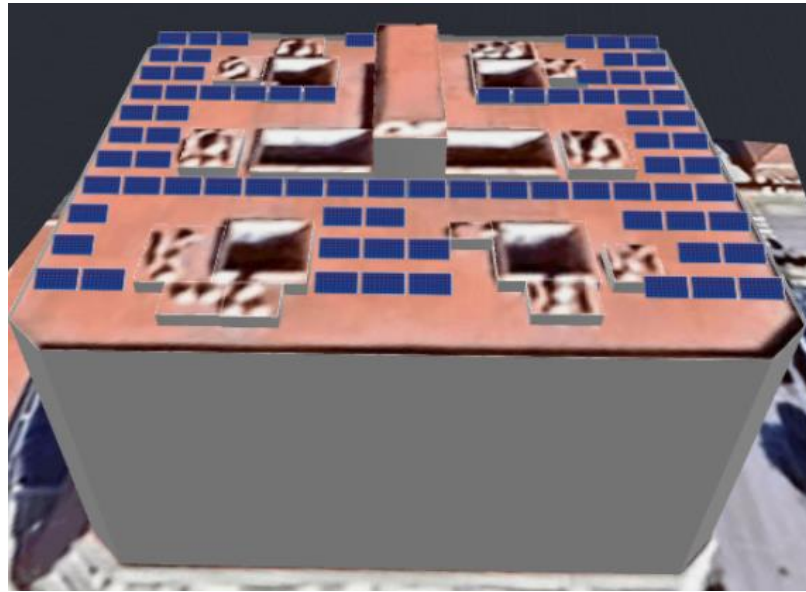


Figura 38: Modelo 3D de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.

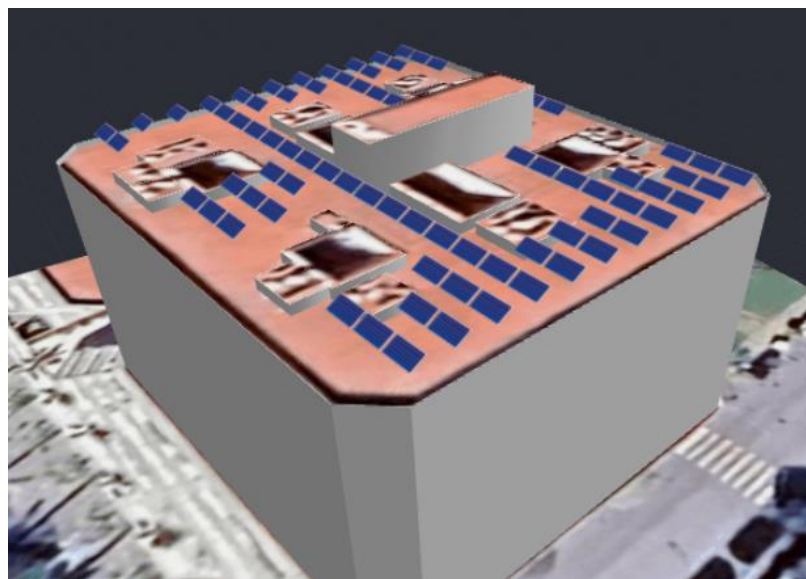


Figura 39: Modelo 3D de la instalación. Fuente: Elaboración propia mediante software de SolarEdge.

En cuanto al inversor seleccionado, se trata del modelo Sunny Tripower 15000TL, de SMA, con una potencia unitaria de 15 kW. Se instalarán 3 de estos inversores, proporcionando una potencia total de 45 kW.

2.5.2.3.2 Producción fotovoltaica

Se ha realizado una única simulación con PVSyst para ambos escenarios ya que, como se ha comentado anteriormente, la potencia a instalar no variará en función de los equipos de aerotermia. Dado que el propio programa está totalmente actualizado, tanto el inversor como el módulo seleccionado se encuentran en la propia base de datos, lo que facilita el cálculo. Se introducen el resto de los datos necesarios: localización, número de módulos, número de strings y número de módulos por string, inclinación de las estructuras, etc. Con todos estos datos, el software de cálculo nos proporciona un informe sobre la simulación realizada:

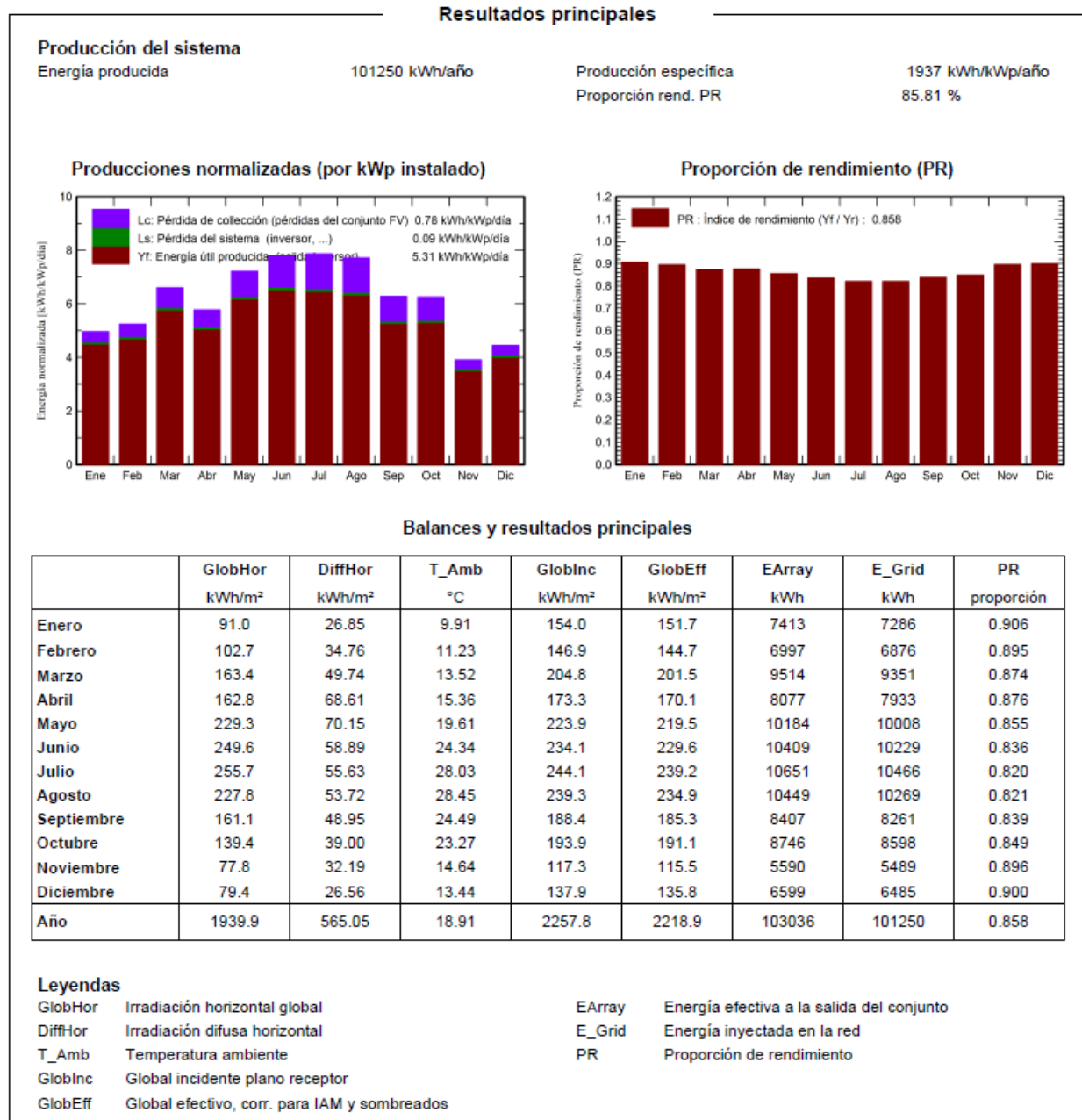


Figura 40: Resultados principales de la simulación. Fuente: elaboración mediante PVSystem.

En cuanto a las pérdidas de la instalación:

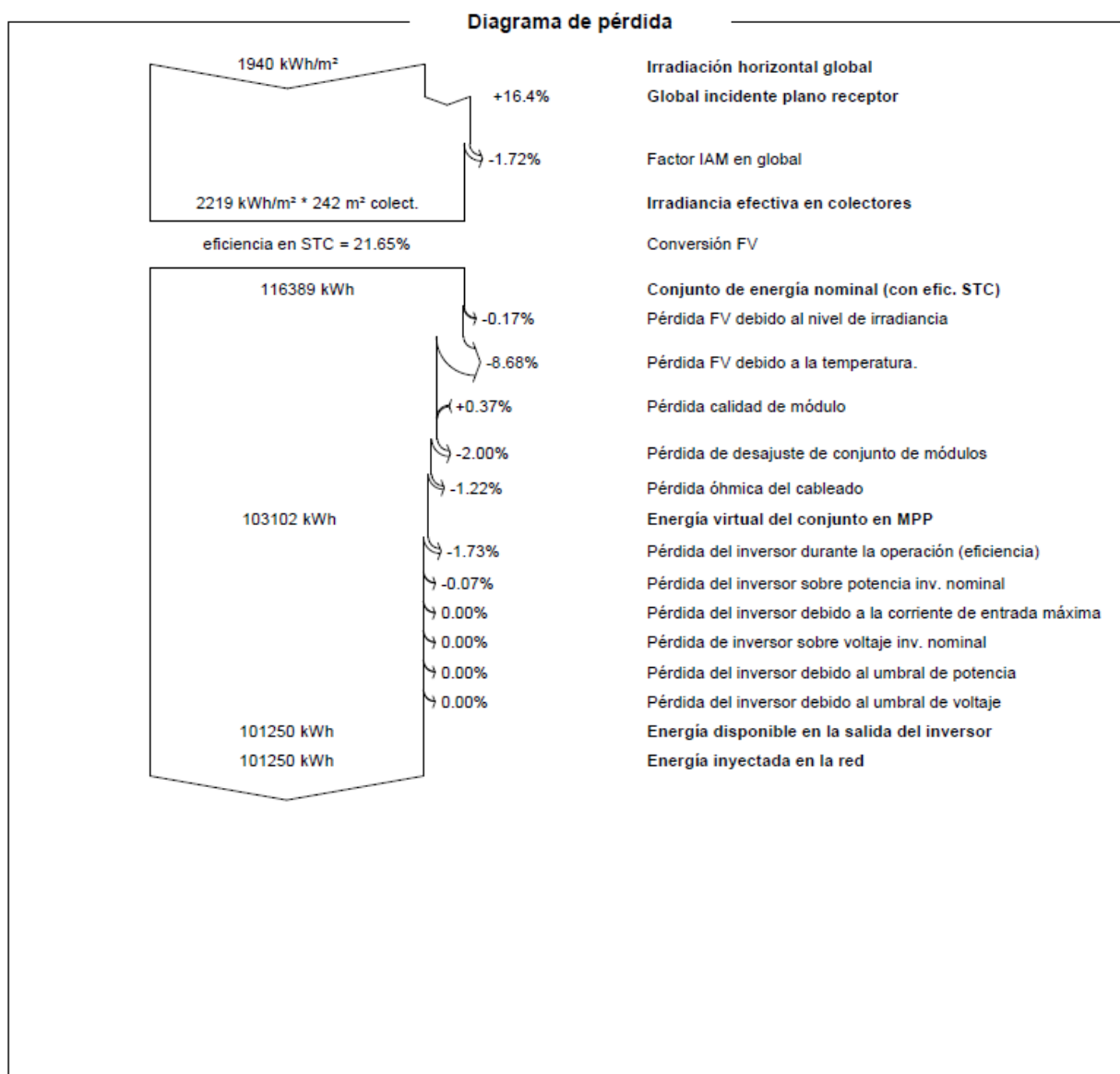


Figura 41: Diagrama de pérdidas de la instalación. Fuente: elaboración mediante PVSystem.

La producción fotovoltaica anual sería la siguiente:

Mes	Energía producida (kWh)
Enero	7286
Febrero	6876
Marzo	9351
Abril	7933
Mayo	10008
Junio	10229

Julio	10466
Agosto	10269
Septiembre	8261
Octubre	8598
Noviembre	5489
Diciembre	6485
Total	101251

Tabla 36 Producción fotovoltaica anual. Fuente: elaboración propia mediante PVSyst.

Más adelante necesitaremos un perfil diario de la producción fotovoltaica, por lo que para ello hemos recurrido a la web de REE, obteniendo la siguiente gráfica:

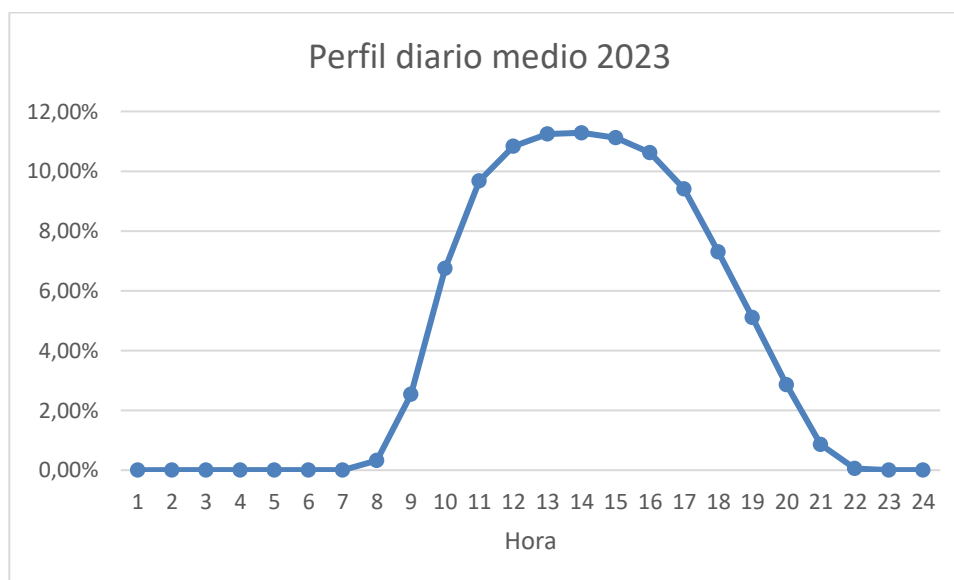


Figura 42: Perfil horario medio de generación fotovoltaica del año 2023. Fuente: REE.

Resulta interesante conocer dicho perfil para hacernos una idea de qué parte de la energía que consumen los equipos estará siendo proporcionada por nuestra instalación fotovoltaica y qué parte se estará sufriendo de la red. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, el perfil anterior no es más que una media anual, por lo que necesitaremos establecer un perfil por cada época del año. Para establecer dicho perfil emplearemos datos reales de producción obtenidos del OMIE. Los perfiles de generación son los siguientes:

Horas	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
0:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

4:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7:00:00	0,29%	0,13%	0,04%	0,15%
8:00:00	0,52%	0,38%	0,83%	0,40%
9:00:00	1,30%	1,63%	3,43%	1,22%
10:00:00	4,89%	4,52%	6,42%	4,99%
11:00:00	10,83%	7,92%	7,94%	9,15%
12:00:00	14,72%	9,82%	8,87%	10,83%
13:00:00	16,18%	10,67%	9,37%	11,43%
14:00:00	15,84%	11,12%	9,59%	11,59%
15:00:00	14,18%	11,14%	9,64%	11,52%
16:00:00	11,05%	10,91%	9,54%	11,26%
17:00:00	6,52%	10,34%	9,19%	10,55%
18:00:00	2,51%	9,28%	8,59%	9,08%
19:00:00	1,16%	7,33%	7,60%	5,66%
20:00:00	0,00%	3,98%	5,85%	1,70%
21:00:00	0,00%	0,73%	2,69%	0,31%
22:00:00	0,00%	0,10%	0,42%	0,15%
23:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 37 Perfiles de generación según estación del año. Fuente: <https://www.omie.es/es/market-results/daily/daily-market/hourly-power-technologies>.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, consultar Anexo C.

2.5.3 Resultados alternativa 3

La evolución de la temperatura del depósito a lo largo de los días representativos es la siguiente:

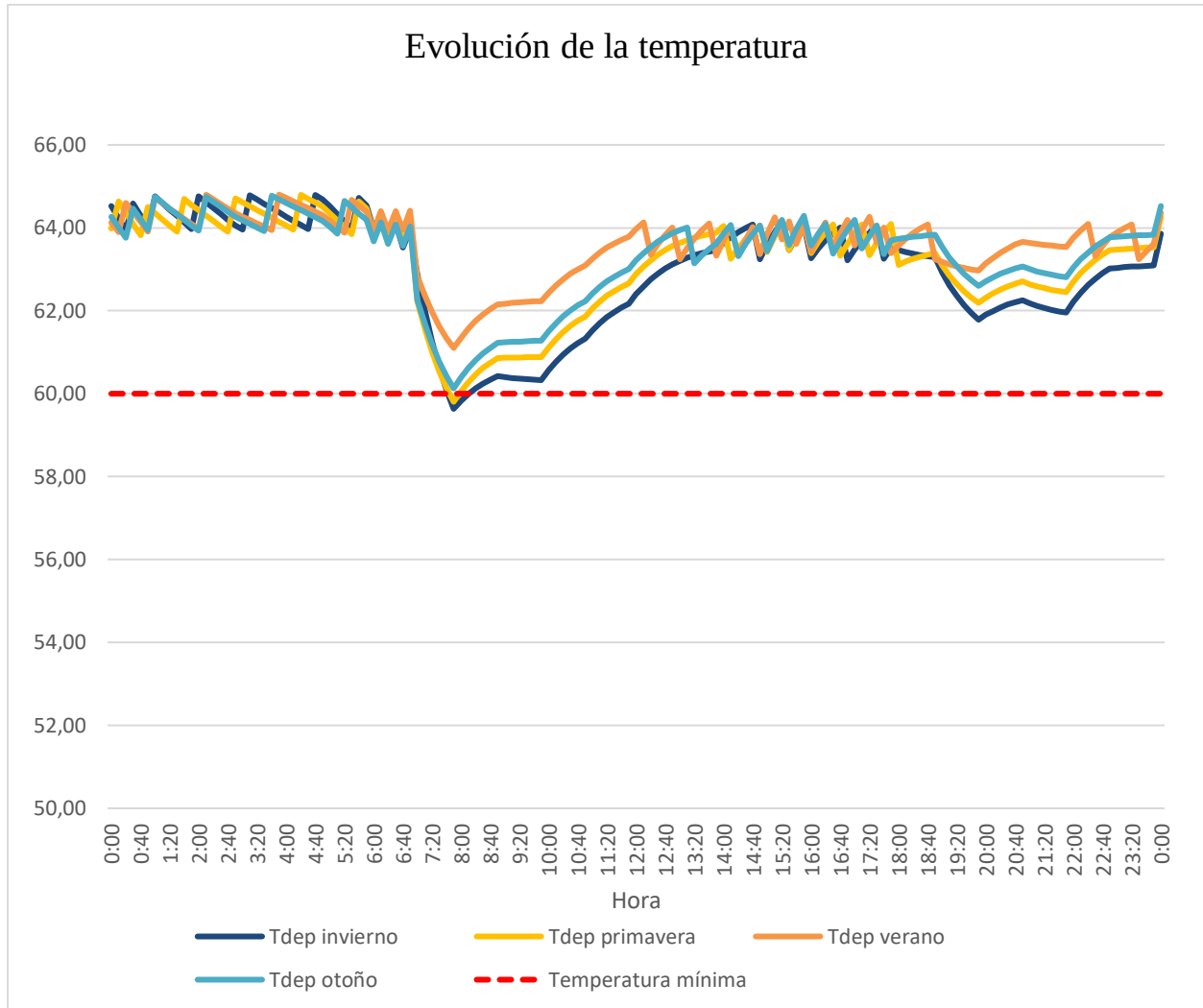


Figura 43: Evolución de la temperatura del depósito. Fuente: elaboración propia.

Observando las gráficas podremos comprobar que solo en los casos de invierno y primavera la temperatura del depósito cae por debajo de los 60°C. Realmente esto no supone ningún problema, ya que la temperatura mínima es 59,60°C. Bastaría con aumentar unos grados la temperatura de impulsión del equipo (fijada en 70°C, pero que podría llegar a 90°C sin problema), para suplir ese pequeño pico.

En cuanto al consumo del equipo seleccionado, se ha aproximado el total anual mediante los días tipo:

Mes	Consumo aproximado (kWh)	Consumo aproximado (kg)
Enero	10094,87	2018,97
Febrero	8901,41	1780,28
Marzo	9515,30	1903,06
Abril	9208,36	1841,67
Mayo	9515,30	1903,06
Junio	7797,12	1559,42
Julio	8057,02	1611,40
Agosto	8057,02	1611,40
Septiembre	8760,11	1752,02
Octubre	9052,11	1810,42
Noviembre	8760,11	1752,02
Diciembre	10094,87	2018,97
Total	107813,59	21562,72

Tabla 38 Consumo anual aproximado alternativa 3. Fuente: elaboración propia.

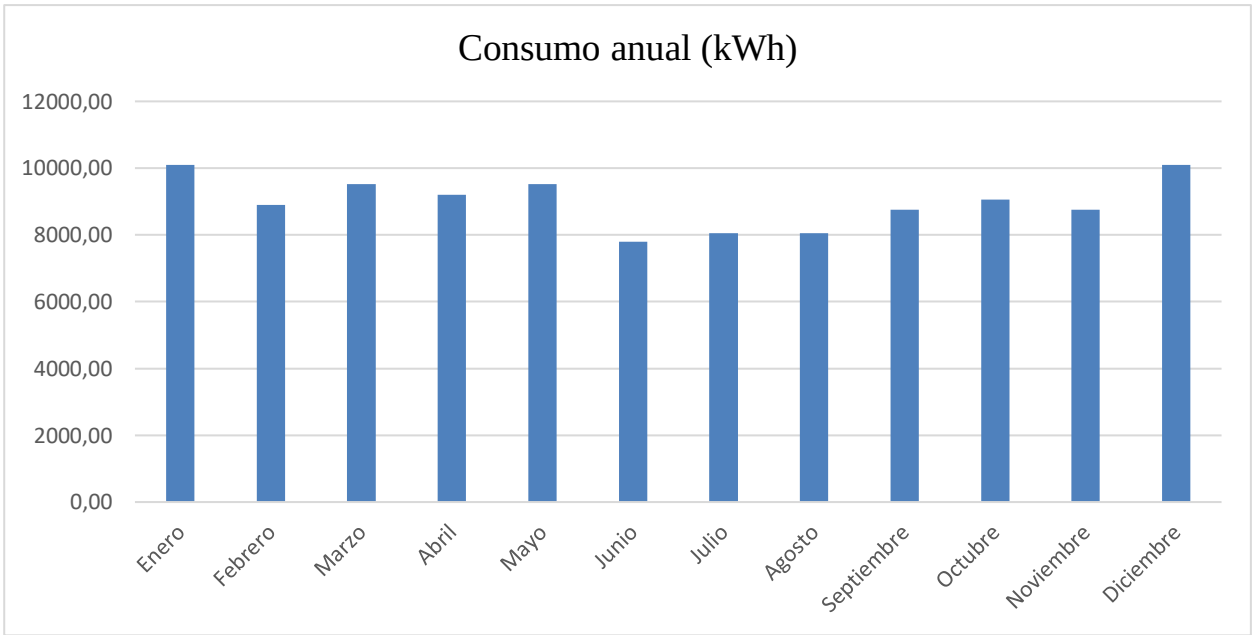


Figura 44: Consumo anual aproximado alternativa 3. Fuente: elaboración propia

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, consultar Anexo D.

2.5.4 Análisis energético

Para poder comparar de forma efectiva las tres alternativas, deberemos hacer un estudio sobre qué parte de la energía eléctrica se consume de la red y qué parte no en la alternativa 2. Para ello emplearemos el perfil de generación fotovoltaica comentado en el punto de implementación fotovoltaica, el cual obtuvimos de datos reales del OMIE.

Como comentábamos, parte del consumo de los equipos será aportado por los módulos fotovoltaicos. Empezaremos con las gráficas del escenario centralizado:

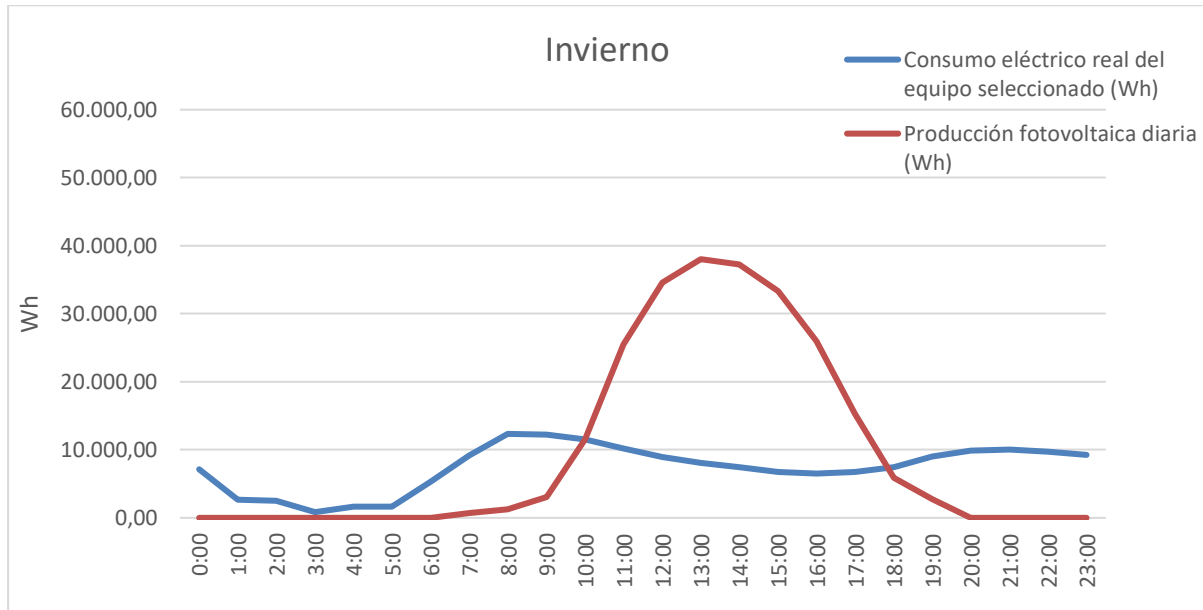


Figura 45: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de invierno. Fuente: elaboración propia.

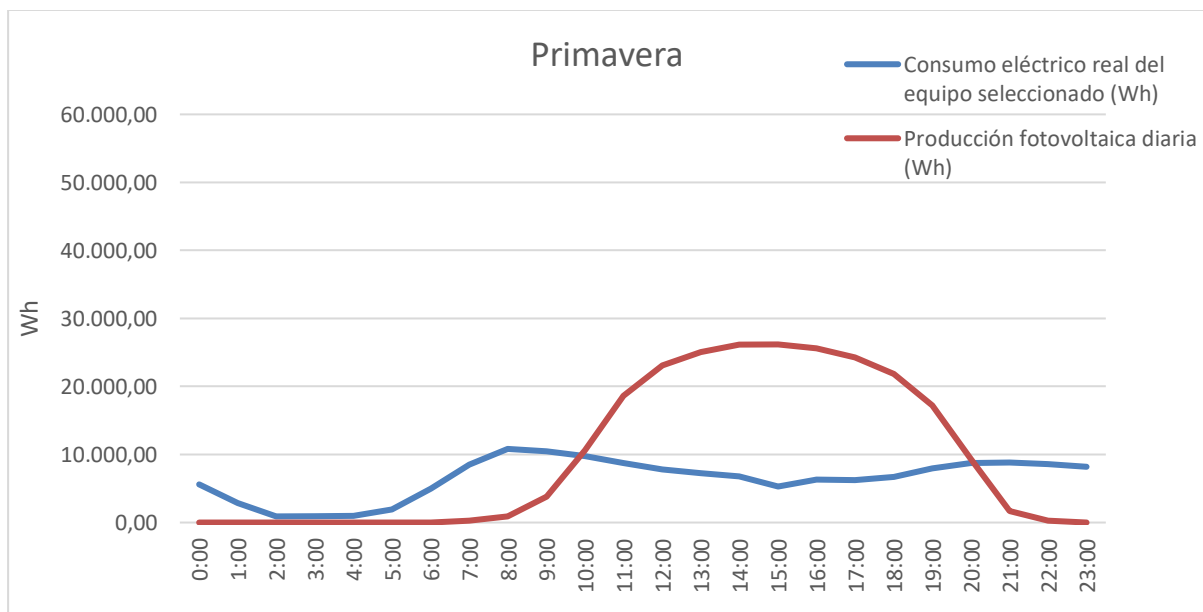


Figura 46: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de primavera. Fuente: elaboración propia.

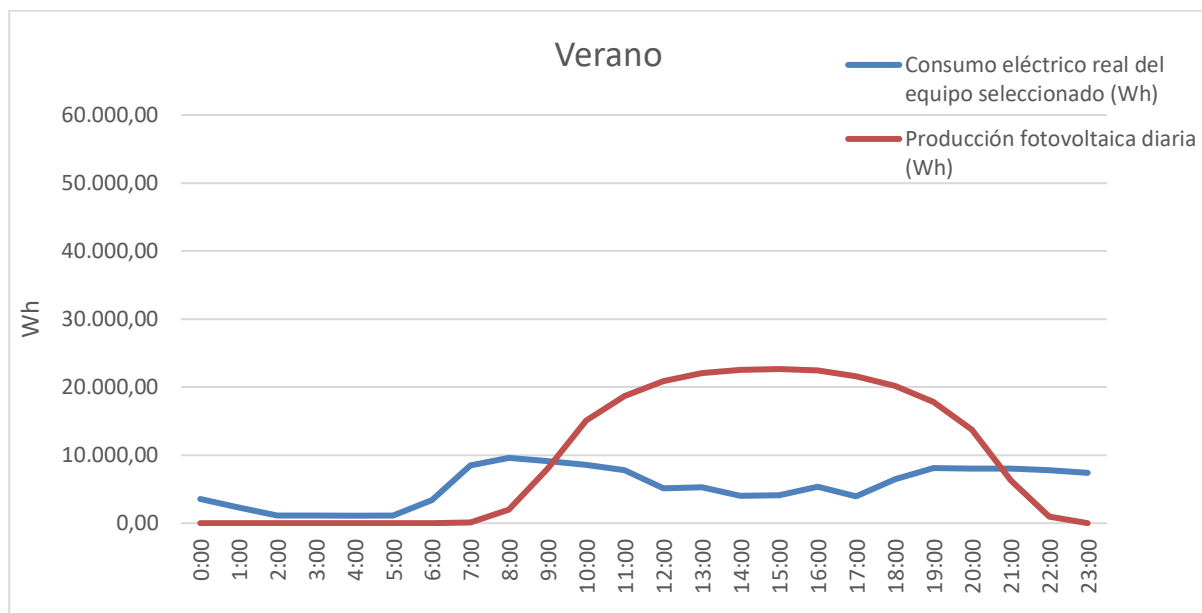


Figura 47: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de verano. Fuente: elaboración propia.

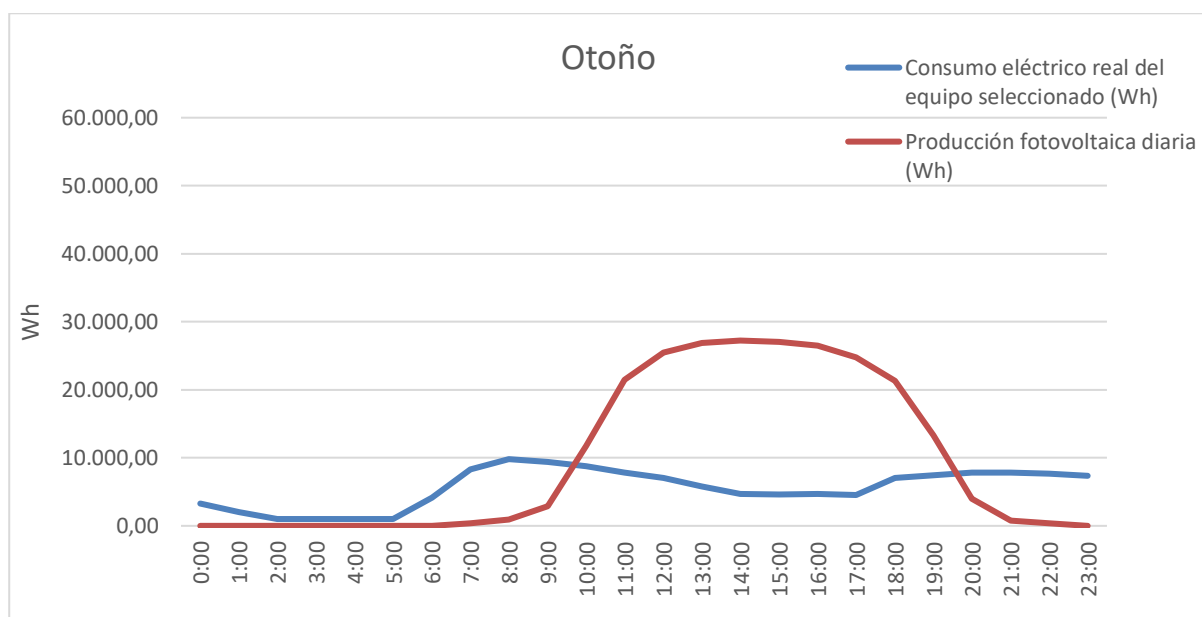


Figura 48: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de otoño. Fuente: elaboración propia.

Si enfrentamos consumo y producción fotovoltaica anual obtendremos la siguiente gráfica para este escenario:

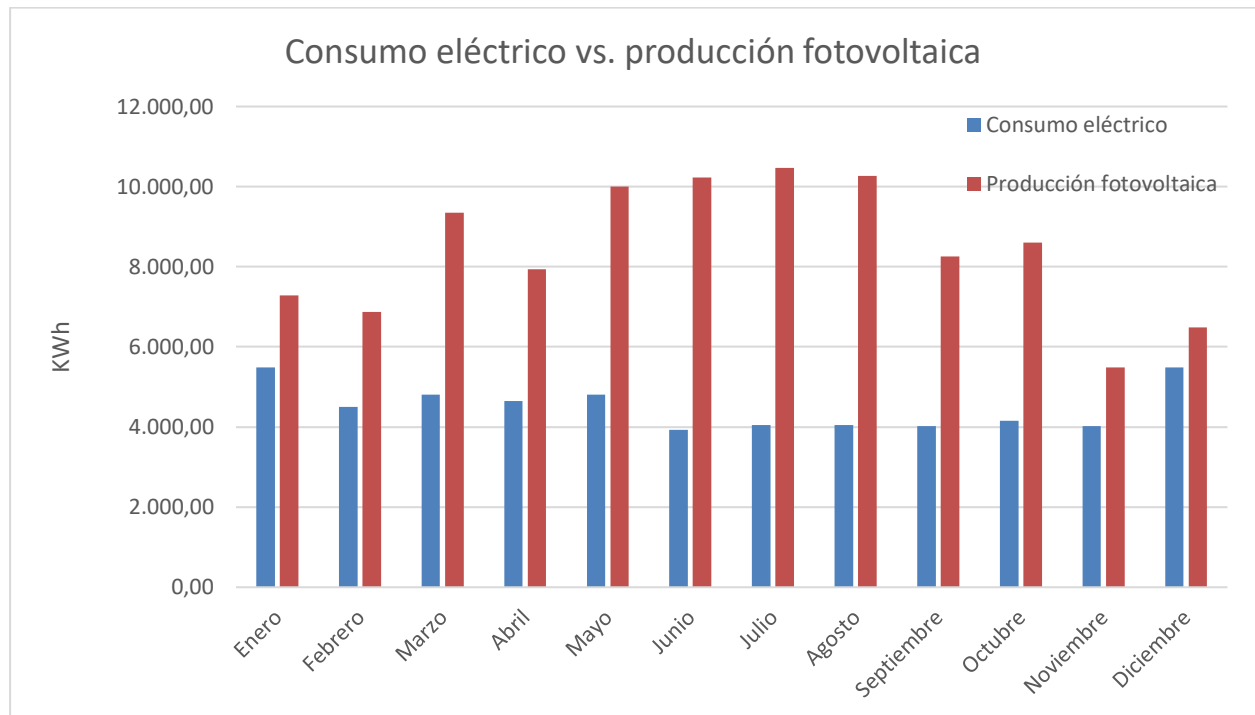


Figura 49: Consumo vs. producción fotovoltaica anual escenario centralizado. Fuente: elaboración propia.

A continuación, el escenario individualizado:

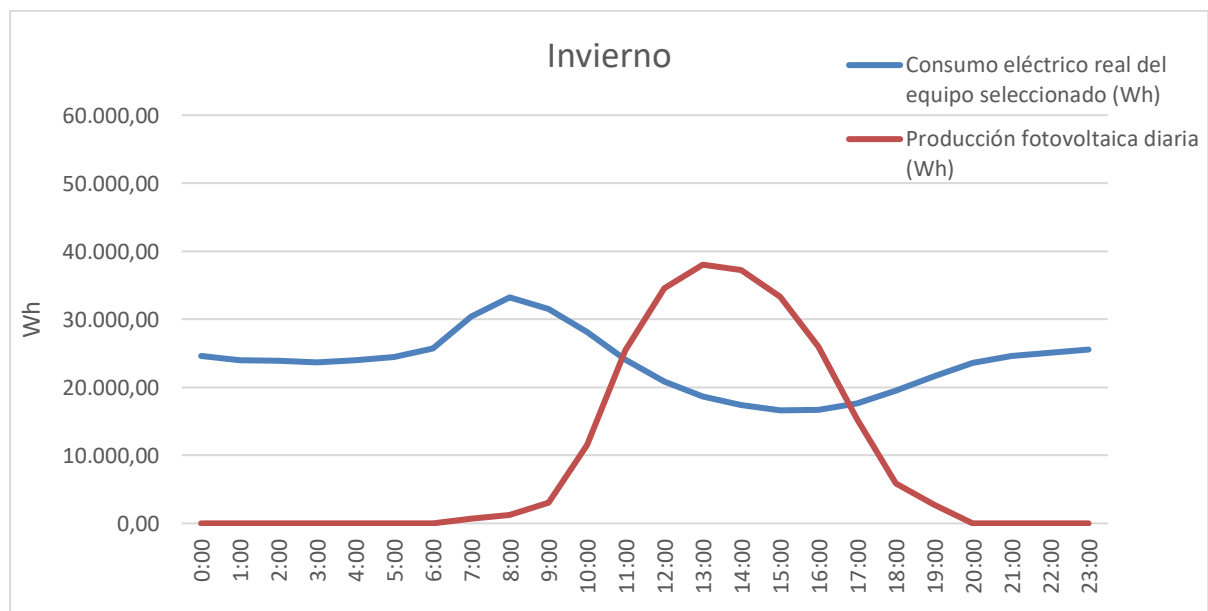


Figura 50: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de invierno. Fuente: elaboración propia.

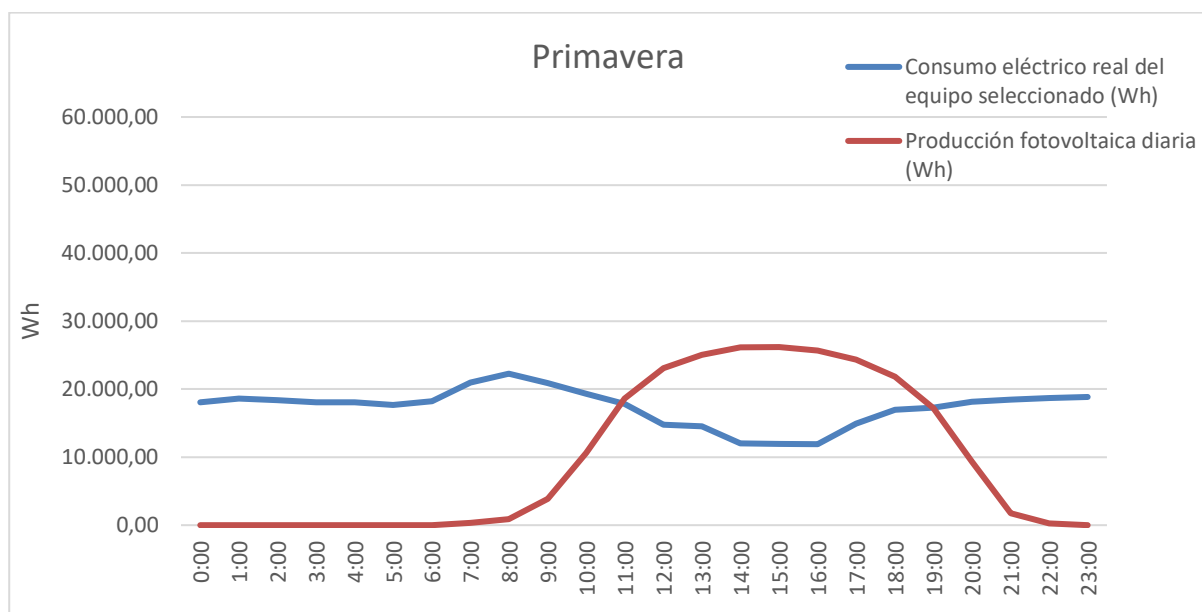


Figura 51: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de primavera. Fuente: elaboración propia.

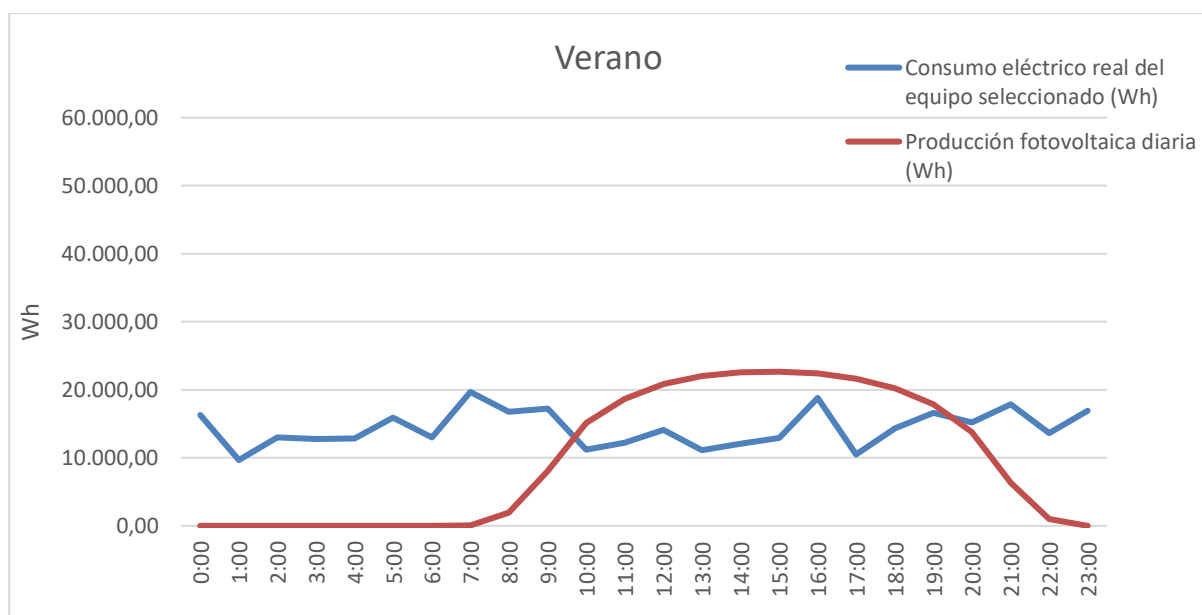


Figura 52: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de verano. Fuente: elaboración propia.

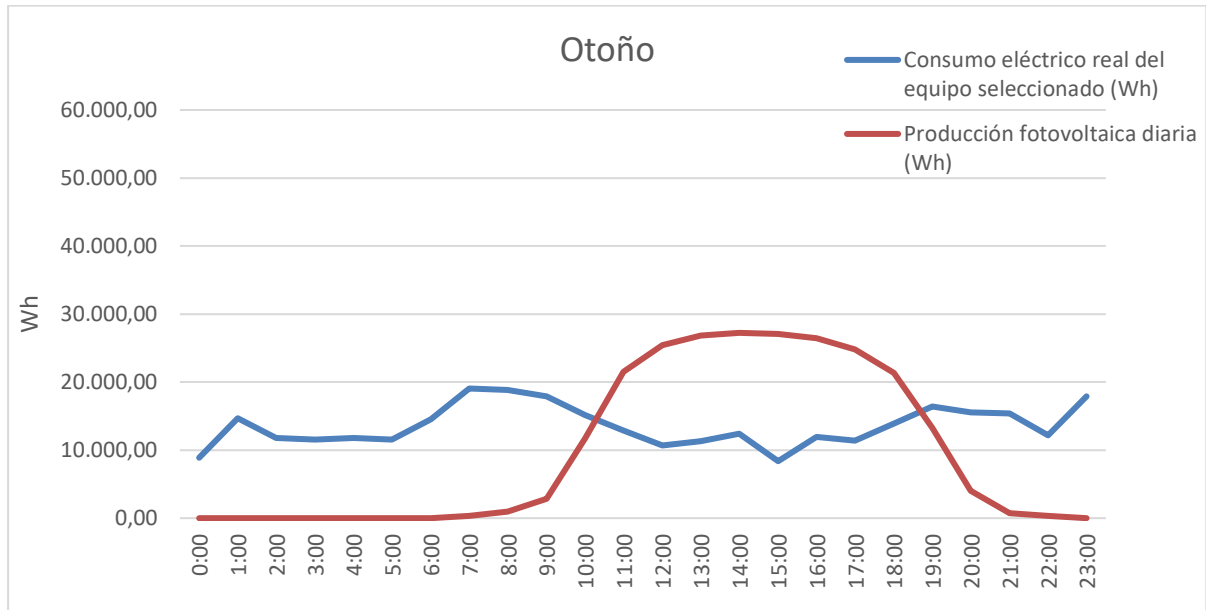


Figura 53: Consumo vs. producción fotovoltaica en un día tipo de otoño. Fuente: elaboración propia.

Si enfrentamos consumo y producción fotovoltaica anual obtendremos la siguiente gráfica para este escenario:

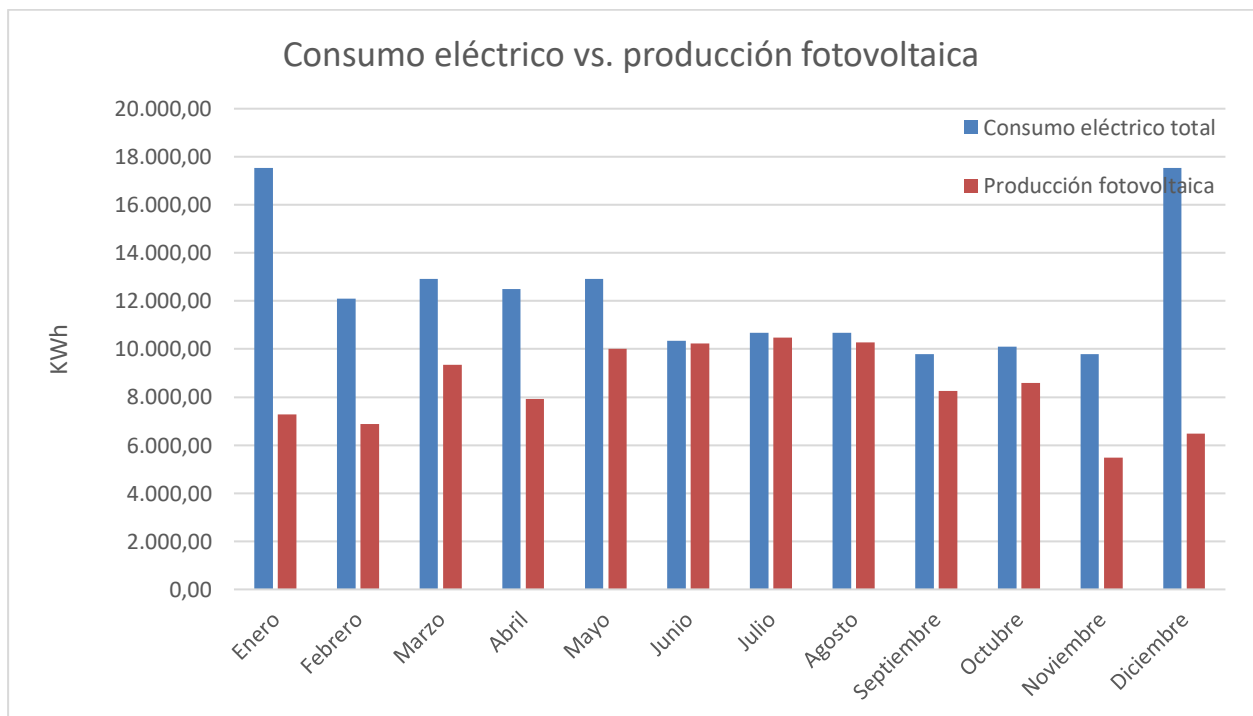


Figura 54: Consumo vs. producción fotovoltaica anual escenario individualizado. Fuente: elaboración propia.

Las bombas de calor aerotérmicas pueden llegar a ser muy eficientes. Por cada kWh de electricidad que consumen, pueden generar entre 3 y 5 kWh de energía térmica (es decir, un COP de entre 3 y 5). Teniendo esto en cuenta, no es de extrañar que desde Europa se considere a la aerotermia como una aliada para la contribución a los objetivos de energía renovable establecidos por la Unión Europea, siendo incluso reconocida por la Directiva de ésta como una fuente de energía renovable (2009/28/CE) si se cumplen una serie de características, las cuales trataremos más adelante. Su uso ayuda a cumplir los objetivos nacionales e

internacionales de aumentar la proporción de energías renovables en el mix energético.

De cara a justificar el uso de la aerotermia como renovable, el CTE dicta lo siguiente:

“Las bombas de calor destinadas a la producción de ACS y/o climatización de piscina, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional ($SCOP_{dhw}$) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica. El valor de $SCOP_{dhw}$ se determinará para la temperatura de preparación del ACS, que no será inferior a 45°C.”

En el caso de nuestro proyecto, las bombas de calor empleadas son accionadas eléctricamente, por lo que el rendimiento medio estacional debe ser superior a 2,5 para poder ser consideradas como renovables.

El rendimiento medio estacional ($SCOP_{dhw}$ o SPF), se define de la siguiente forma:

$$SPF = COP_{nominal} * FP * FC$$

Donde:

$COP_{nominal}$: Se trata del COP nominal del equipo de aerotermia seleccionado.

FP : Se trata de un factor de ponderación que tiene en cuenta las diferentes zonas climáticas de España que marca el CTE.

FC : Se trata de factor de corrección tiene en cuenta la diferencia entre la temperatura de distribución o uso y la temperatura para la cual se ha obtenido el COP en el ensayo.

El valor del COP dependerá del equipo seleccionado en los casos prácticos, pero para el FP y el FC hay unas tablas en el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” del IDAE:

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. Int. horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Int. 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

Tabla 39 Factor de ponderación para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de calor en función de las fuentes energéticas, según la zona climática. Fuente: IDAE.

Factor de Corrección (FC)						
Tª de condensación (°C)	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

Tabla 40 Factor de corrección en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP. Fuente: IDAE.

Por tanto, aplicando la ecuación anterior, en el caso del escenario centralizado, tenemos que el COP nominal es igual a 3,49, FP igual a 0,8 y FC igual a 1, obteniendo por tanto un SPF de 2,8. En el caso del escenario individualizado, COP nominal igual a 5,1, FP igual a 0,68 y FC igual a 1, obteniendo un SPF de 3,47.

A continuación, será necesario calcular el porcentaje renovable de ambos equipos, para lo cual emplearemos la expresión siguiente:

$$\% \text{ renovable aero} = 1 - (1/SPF)$$

Sustituyendo para los valores de SPF de ambos equipos obtenemos un 64,3% para el caso centralizado y un 71,2% para el caso individual. Ambos casos quedan por debajo del límite del 85% marcado por la Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla, por lo que era necesario emplear módulos fotovoltaicos para elevar dicho porcentaje.

En el caso del escenario 1, el del equipo de aerotermia centralizado, tenemos que la producción total fotovoltaica anual es de 101.252 kWh, y el consumo total del equipo unos 53.978 kWh. La normativa no indica que para el cálculo deba tenerse en cuenta qué porcentaje se consume de la red y qué porcentaje no, por lo que para este caso el sistema sería 100%, dado que se produce cerca del doble de lo que consume anualmente el equipo.

En el caso del escenario 2, el del sistema de equipos de aerotermia individualizados, tenemos la misma producción total, ya que la instalación fotovoltaica es la misma, pero sin embargo el consumo es bastante más elevado que en el caso centralizado, alcanzando los 146.879 kWh. En este caso, aplicando la misma regla que en el escenario anterior, tampoco habría problema, ya que la instalación fotovoltaica cubriría, con la normativa en la mano, alrededor del 70% del consumo anual de los equipos, por lo que se superaría el 85% establecido en la Ordenanza anteriormente mencionada.

Para el resto de alternativas, teniendo en cuenta que se han diseñado específicamente para cumplir la normativa, demostrándose además en esta misma memoria cuando ha sido necesario, no sería necesario realizar ninguna comprobación adicional. Sí que sería conveniente mencionar que, a raíz de la nueva Directiva de Eficiencia Energética, estará prohibido que los gobiernos empleen dinero público para subvencionar instalaciones que empleen combustibles fósiles, por lo que quizá los casos de la caldera convencional y el de la caldera de condensación de la alternativa 1 sean menos interesantes que el resto.

Alternativa	Escenario	Energía consumida anualmente (kWh)
Alternativa 1	Caldera de condensación	46.033
	Caldera convencional	52.378
	Caldera de biomasa	56.708
	Termo eléctrico	106.369
Alternativa 2	Aerotermia centralizada	53.978
	Aerotermia individualizada	146.879
Alternativa 3	Caldera de biomasa	107.814

Tabla 41 Resumen de la energía consumida por las diferentes alternativas. Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior sería necesario destacar que, para la alternativa 1, esa es la energía consumida por los equipos auxiliares. El resto de la energía la suministraría el sistema solar térmico.

2.5.5 Análisis económico

Teniendo en cuenta que tenemos tres alternativas, iremos una por una. En primer lugar, para la alternativa número uno, partimos de los siguientes datos para realizar los cálculos pertinentes:

Material	Precio
Colector solar	500,00
Depósito 7500 litros	15.000,00
Depósito 10000 litros	20.000,00
Caldera de condensación	1.700,00
Caldera convencional	1.100,00
Caldera de biomasa	3.700,00
Termo eléctrico	3.000,00
Precio de la electricidad (€/kWh)	0,13
Precio del gas natural	0,07
Precio de los pellets (biomasa) (€/kWh)	0,04

Tabla 42 Resumen de los datos iniciales para la alternativa 1.

Con estos datos y con lo expuesto anteriormente, podemos proceder a calcular el coste inicial de nuestra instalación y los costes recurrentes anuales para cada uno de los escenarios:

Escenario 1: caldera de condensación	Instalación inicial	Coste anual
Colectores	18.000,00	-
Depósito	15.000,00	-
Caldera	1.700,00	-
Consumo	-	3.222,31
TOTAL	34.700,00	3.222,31

Tabla 43 Costes del escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Escenario 2: caldera convencional	Instalación inicial	Coste anual
Colectores	18.000,00	-
Depósito	15.000,00	-
Caldera	1.100,00	-
Consumo	-	3.666,46
TOTAL	34.100,00	3.666,46

Tabla 44 Costes del escenario 2. Fuente: elaboración propia.

Escenario 3: caldera de biomasa	Instalación inicial	Coste anual
Colectores	18.000,00	-
Depósito	15.000,00	-
Caldera	3.700,00	-
Consumo	-	2.325,03
TOTAL	36.700,00	2.325,03

Tabla 45 Costes del escenario 3. Fuente: elaboración propia.

Escenario 4: termo eléctrico	Instalación inicial	Coste anual
Colectores	25.500,00	-
Depósito	20.000,00	-
Termo	3.000,00	-
Consumo	-	13.827,97
TOTAL	48.500,00	13.827,97

Tabla 46 Costes del escenario 4. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la alternativa número dos, tendremos dos escenarios diferentes:

Escenario 1	Coste inicial	Coste anual	Ahorro
Sistema de aerotermia	18.000,00		
Depósito	3.000,00		
Paneles fotovoltaicos	6.480,24		
Inversores	9.900,00		
Consumo eléctrico de red		3.245,01	
Consumo de fotovoltaica vecinos			7.327,58
TOTAL	37.380,24	3.245,01	7.327,58

Tabla 47 Costes del escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Escenario 2	Coste inicial	Coste anual	Ahorro
Sistemas de aerotermia	250.000,00		
Depósitos	35.000,00		
Paneles fotovoltaicos	6.480,24		
Inversores	9.900,00		
Consumo eléctrico de red		12.443,17	
Consumo de fotovoltaica vecinos			3.971,73
TOTAL	301.380,24	12.443,17	3.971,73

Tabla 48 Costes del escenario 2. Fuente: elaboración propia.

En este caso, como podremos observar, hay una diferencia abismal de precio, cosa que esperábamos que sucediera por el alto coste individual de los equipos de aerotermia. El escenario 2 se saldría totalmente de precio y dejaría de ser competitivo con el resto de alternativas.

En cuanto a la alternativa número 3:

Alternativa 3: Caldera de biomasa	Instalación inicial	Coste anual
Caldera	15.000,00	-
Depósito	3.000,00	-
Consumo	-	4.420,36
TOTAL	18.000,00	4.420,36

Tabla 49 Costes de la alternativa 3. Fuente: elaboración propia.

Exceptuando el caso de la aerotermia individualizada, todas las demás opciones son muy interesantes, aunque hay una que destaca sobre las demás, y es la aerotermia centralizada. El coste de instalación es bastante similar a los de la alternativa 1, pero tiene el gran aliciente de contar con un buen excedente fotovoltaico que podrían aprovechar los vecinos o directamente verterlo a la red. Descartamos, por tanto, el resto de opciones, siendo la opción elegida la aerotermia centralizada con apoyo fotovoltaico.

2.5.6 Análisis medioambiental

En el análisis ambiental se evaluará la opción más económicamente rentable, es decir, el caso de la aerotermia centralizada apoyada mediante energía fotovoltaica. Teniendo en cuenta el tipo de equipos que son, únicamente utilizaremos coeficientes de paso de energía eléctrica primaria a energía eléctrica final y emisiones de CO₂ por kWh de energía final eléctrica:

Coef eprimaria/energía elect. final:	1,954
Emisiones de CO ₂ por kWh E. final elect:	0,331

Tabla 50 Constantes necesarias para análisis ambiental.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/energia/files-1/Eficiencia/RITE/documentosreconocidosrite/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf.

El cálculo a realizar resulta bastante sencillo, ya que únicamente tenemos una energía consumida por el equipo de aerotermia y una energía producida por el sistema fotovoltaico. Al ser mayor la producción fotovoltaica que el consumo de nuestro equipo, se considera que incluso se están reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera:

Balance de energía eléctrica generada/consumida (kWh)	-47272,74
Balance de energía primaria generada/consumida (kWh)	-92370,93
Emisiones de CO₂ (kg)	-30574,78

Tabla 51 Balance ambiental. Fuente: elaboración propia

3 CONCLUSIONES

Concluiríamos la memoria comentando que el propósito inicial se ha cumplido. La idea era la de realizar un estudio de las diferentes alternativas para la generación de calor para un sistema de agua caliente sanitaria y, tras haber aportado tres alternativas diferentes y algunos escenarios particulares dentro de ellas, podríamos decir que se ha llegado a una solución que tiene sentido y que, teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, puede aportar más que el resto de alternativas. Bien es cierto que de haberse ubicado en otra localización más al norte dentro del territorio peninsular probablemente la alternativa seleccionada no habría sido la misma, ya que la generación fotovoltaica habría sido mucho menor.

En cuanto a los resultados de todas las alternativas en general, los resultados, dependiendo del suministro de los materiales y de las condiciones del lugar de instalación, son tan similares que podría explicar la variedad que podemos observar en las instalaciones reales. No suele haber una solución que predomine claramente sobre las demás y que, por tanto, sea la solución predeterminada, sino que dependiendo de las variables del proyecto, hay tantos grises que pueden hacernos tomar un camino u otro muy diferentes en función del proyecto.

Un punto que no se ha comentado en la memoria es que la solución adoptada es también la que menor mantenimiento conllevaría, puesto que, al no haber quema de combustible como en las soluciones de los diferentes tipos de caldera no se necesitaría de limpiezas periódicas, y al no disponer de un elevado número de captadores en la cubierta se ahorraría en mantenimiento de estos.

Por último, me gustaría comentar que, a pesar de que el principal motivo para elegir la solución por la que se ha optado sea económico, es también importante destacar el balance medioambiental de la misma, puesto que, al generar más energía de la que consume, estaríamos contribuyendo a frenar las emisiones de CO₂.

REFERENCIAS

- AENOR. (2021). *Exigencias de aislamiento del RITE*. Obtenido de <https://aislamientocertificado.aenor.com/exigencias-de-aislamiento-del-rite-rendimiento-de-instalaciones-termicas/#>
- Andalucía, J. d. (2024). Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/accesorediam/estadisticas/estadisticas-oficiales/climatologia-y-meteorologia-andalucia>
- Ariston. (2021). *Ariston*. Obtenido de <https://www.ariston.com/es-es/>
- Baxi. (2024). *Baxi*. Obtenido de <https://www.baxi.es/>
- Biomasalamanca. (2024). Obtenido de <https://biomasalamanca.es/es/caldera-de-pellet/512-falkor-de-20-250-kw-caldera-con-ac-s-integrada.html>
- Consejo, P. E. (2018). Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>
- CTE. (2021). *Código Técnico de la Edificación*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/>
- Daikin. (2024). *Daikin*. Obtenido de https://www.daikin.es/es_es/hogar.html
- España, G. d. (2016). *FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/energia/files-1/Eficiencia/RITE/documentosreconocidosrite/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf
- España, G. d. (2021). *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-8447>
- España, G. d. (2022). *Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-10297>
- Europea, C. (2019). *Pacto Verde Europeo*. Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_19_6691
- Fröling. (2024). *Caldera de Pellets*. Obtenido de <https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/>
- Fröling. (2024). *PEle Pellet*. Obtenido de <https://www.froeling.com/es-es/productos/caldera-de-pellets/neupele-pellet/>
- González, L. A. (2010). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-esquemático-de-colector-solar-plano-4_fig13_352798657
- IDAE. (2009). *Instalaciones de biomasa térmica en edificios*. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10920_Instalaciones_Biomasa_Term_edificios_2009_b6fe691f.pdf
- IDAE. (2010). *Guía técnica agua caliente sanitaria*. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_08_Guia_tecnica_agua_caliente_sanitaria_central_906c75b2.pdf
- IDAE. (2020). *CHEQ4*. Obtenido de <https://www.idae.es/cheq4>
- IDAE. (2024). *Energía Solar Térmica*. Obtenido de <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/energia-solar-termica>
- IDAE. (2024). *Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía*. Obtenido de <https://www.idae.es/>
- Lapesa. (2024). *Depósitos y equipamientos*. Obtenido de https://lapesa.es/sites/default/files/01_catologo_cacs_es_0221_20_web_1.pdf

- Lapesa. (2024). *Lapesa*. Obtenido de <https://lapesa.es/es>
- MHI. (2024). *Mitsubishi Heavy Industries*. Obtenido de <https://www.mhi.com/>
- OCU. (2024). *Vivienda y energía*. Obtenido de <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/calderas/noticias/calderas-gas-no-prohibidas>
- OMIE. (2024). *Daily Market*. Obtenido de <https://www.omie.es/es/market-results/daily/daily-market/hourly-power-technologies?scope=daily&date=2023-10-02&system=1>
- Pellet-Precio. (2024). Obtenido de <https://pellet-precio.com/producto/pallet-de-pellet-1072-kg/>
- REE. (2024). *Generación, solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-de-energias-renovables/sol/generacion/solar-fotovoltaica-solgeneracion>
- RITE - *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios*. (2021). Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/rite.html>
- Sevilla, A. d. (2012). *Circular Ordenanza Municipal*. Obtenido de <https://www.sevilla.org/ayuntamiento/unidad-organica/agencia-energia-sostenibilidad/documentos/circular-1.pdf>
- Sevilla, A. d. (2012). *Ordenanza Municipal*. Obtenido de <https://www.sevilla.org/ayuntamiento/unidad-organica/servicio-de-apoyo-juridico/ordenanzas-del-municipio-de-sevilla/ordenanza-para-la-gestion-de-la-energia-el-cambio-climatico-y-la-sostenibilidad.pdf>
- SolarEdge. (2024). *SolarEdge*. Obtenido de <https://www.solaredge.com/es/>
- SolarEdge. (2024). *SolarEdge Designer*. Obtenido de <https://www.solaredge.com/es/products/software-tools/designer>
- TeknoSolar. (2024). *Inversor SMA*. Obtenido de <https://www.teknosolar.com/inversor-sma-sunny-tripower-x-15-15kw/>
- Toshiba. (2024). Obtenido de <https://www.toshiba-aire.es/estia-calefaccion-inverter>

ANEXO A: RESULTADOS CHEQ4

Escenario 1: Caldera de condensación

CHEQ4



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

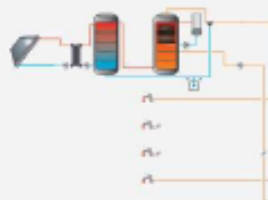
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	La Rinconada
Comunidad	Andalucía
Localidad	La Rinconada
Dirección	

Datos del autor

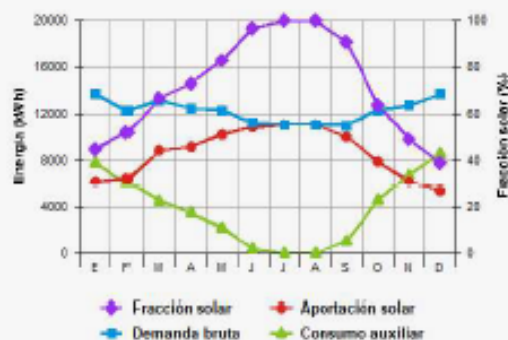
Nombre	Luis Manuel Aguilar Velasco
Empresa o institución	
Email	luisaguilarvelasco@gmail.com
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Rinconada (La) (Sevilla)
Altura respecto la referencia [m]	20
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada
Demanda [l/día a 60°C]	4.760
Ocupación	Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic
%	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100

Resultados



Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	147.403
Aporte solar [kWh]	103.572
Consumo auxiliar [kWh]	46.033
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	22.938

CHEQ4

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

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	89.718
Demanda ACS de referencia [kWh]	-13.854
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	-17.995
Emisiones de CO2 [kg CO2]	-3.795

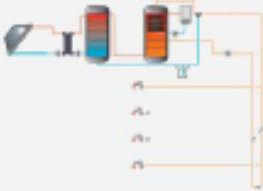
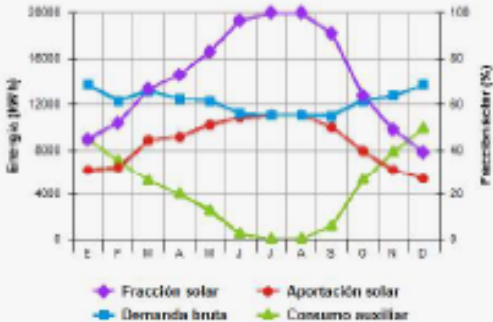
CHEQ4



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

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	EKSV 26P (Daikin)	☐
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	36,0	☐
Número de captadores en serie	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	0,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	30,0	☐
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	7.237,0	☐
Porcentaje de anticongelante [%]	20,0	☐
Longitud del circuito primario [m]	60,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	44,0	☐
Espesor del aislante [mm]	40,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de condensación	☐
Tipo de combustible	Gas natural	☐
Acumulación		
Volumen [l]	7.500,0	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	75,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	200,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	30,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐

Escenario 2: Caldera convencional

CHEQ4												
La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4												
Datos del proyecto												
Nombre del proyecto	La Rinconada											
Comunidad	Andalucía											
Localidad	La Rinconada											
Dirección												
Datos del autor												
Nombre	Luis Manuel Aguilar Velasco											
Empresa o Institución												
Email	luisaguilarvelasco@gmail.com											
Teléfono												
Características del sistema solar												
												
Localización de referencia	Rinconada (La) (Sevilla)											
Altura respecto la referencia [m]	20											
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada											
Demanda [l/día a 60°C]	4.760											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resultados												
												
Fracción solar [%]	70											
Demanda neta [kWh]	89.718											
Demanda bruta [kWh]	147.403											
Aporte solar [kWh]	103.572											
Consumo auxiliar [kWh]	52.378											
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	26.100											

CHEQ4

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

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	89.718
Demanda ACS de referencia [kWh]	-13.854
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	-17.995
Emisiones de CO2 [kg CO2]	-3.795

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	EKSV 26P (Daikin)	☐
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	36,0	☐
Número de captadores en serie	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	0,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	30,0	☐
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	7.237,0	☐
Porcentaje de anticongelante [%]	20,0	☐
Longitud del circuito primario [m]	60,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	44,0	☐
Espesor del aislante [mm]	40,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera convencional	☐
Tipo de combustible	Gas natural	☐
Acumulación		
Volumen [l]	7.500,0	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	75,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	200,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	30,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐

Escenario 3: Caldera de biomasa

CHEQ4



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

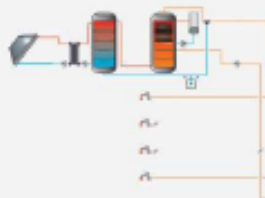
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	La Rinconada
Comunidad	Andalucía
Localidad	La Rinconada
Dirección	

Datos del autor

Nombre	Luis Manuel Aguilar Velasco
Empresa o institución	
Email	luisaguilarvelasco@gmail.com
Teléfono	

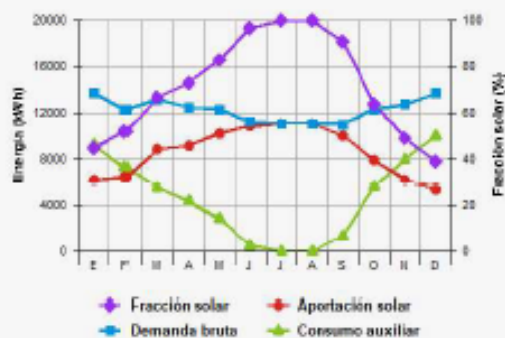
Características del sistema solar



Localización de referencia	Rinconada (La) (Sevilla)
Altura respecto la referencia [m]	20
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada
Demanda [l/día a 60°C]	4.760

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	147.403
Aporte solar [kWh]	103.572
Consumo auxiliar [kWh]	56.708
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	2.167

CHEQ4

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

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	89.718
Demanda ACS de referencia [kWh]	-13.854
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	-17.995
Emisiones de CO2 [kg CO2]	-3.795

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	EKSV 26P (Daikin)	☐
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	36,0	☐
Número de captadores en serie	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	0,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	30,0	☐
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	7.237,0	☐
Porcentaje de anticongelante [%]	20,0	☐
Longitud del circuito primario [m]	60,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	44,0	☐
Espesor del aislante [mm]	40,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de biomasa	☐
Tipo de combustible	Biomasa	☐
Acumulación		
Volumen [l]	7.500,0	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	75,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	200,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	30,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐

Escenario 4: Termo eléctrico



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

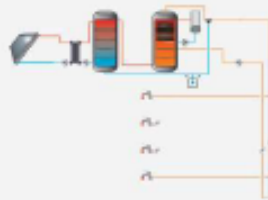
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	La Rinconada
Comunidad	Andalucía
Localidad	La Rinconada
Dirección	

Datos del autor

Nombre	Luis Manuel Aguilar Velasco
Empresa o institución	
Email	luisaguilarvelasco@gmail.com
Teléfono	

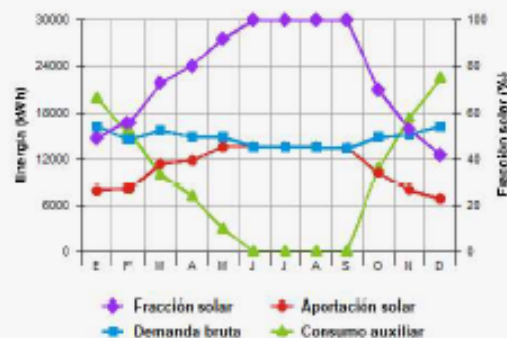
Características del sistema solar



Localización de referencia	Rinconada (La) (Sevilla)
Altura respecto la referencia [m]	20
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada
Demanda [l/día a 60°C]	4.760

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	75
Demanda neta [kWh]	89.718
Demanda bruta [kWh]	176.783
Aporte solar [kWh]	132.518
Consumo auxiliar [kWh]	106.369
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	47.309

CHEQ4

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

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	89.718
Demanda ACS de referencia [kWh]	-42.800
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	-55.593
Emisiones de CO2 [kg CO2]	-11.723

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	EKSV 26P (Daikin)	☐
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	51,0	☐
Número de captadores en serie	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	0,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	30,0	☐
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	10.253,0	☐
Porcentaje de anticongelante [%]	20,0	☐
Longitud del circuito primario [m]	60,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	52,0	☐
Espesor del aislante [mm]	40,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Termo eléctrico	☐
Tipo de combustible	Electricidad	☐
Acumulación		
Volumen [l]	10.000,0	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	75,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	200,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	30,0	☐
Espesor del aislante [mm]	45,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐

ANEXO B: CÁLCULOS ALTERNATIVA 2

Alternativa 2.1 Día tipo invierno

[illegible]

108	64800	18:00	13,40	11	0,09781839	65,14	0,00	1,18581	53.361,23	10.940,40	0,21	0,21	0,75	10.940,40	10.946,71	776,06	13.895,30	-3.730,97	64,87	2,15	1,62	6749,89
109	65400	18:10	11,40	11	0,09781839	64,87	0,00	1,09717	49.372,58	11.543,17	0,23	0,23	0,79	11.543,17		802,05	13.895,30	-3.154,17	64,64	2,03	1,60	7233,96
110	66000	18:20	11,40	11	0,09781839	64,64	0,00	1,09717	49.372,58	12.052,76	0,24	0,24	0,80	12.052,76		798,65	13.895,30	-2.641,18	64,45	2,03	1,62	7454,67
111	66600	18:30	11,40	11	0,09781839	64,45	0,00	1,09717	49.372,58	12.479,47	0,25	0,25	0,81	12.479,47		795,80	13.895,30	-2.211,63	64,29	2,03	1,63	7639,22
112	67200	18:40	11,40	11	0,09781839	64,29	0,00	1,09717	49.372,58	12.836,79	0,26	0,26	0,81	12.836,79		793,42	13.895,30	-1.851,93	64,16	2,03	1,65	7793,57
113	67800	18:50	11,40	11	0,09781839	64,16	0,00	1,09717	49.372,58	13.135,99	0,27	0,27	0,82	13.135,99		791,43	13.895,30	-1.550,74	64,05	2,03	1,66	7922,71
114	68400	19:00	11,40	11	0,13167861	64,05	0,00	1,09717	49.372,58	13.386,52	0,27	0,27	0,82	13.386,52	12.572,45	789,76	18.705,21	-6.108,44	63,61	2,03	1,67	8030,76
115	69000	19:10	10,60	11	0,13167861	63,61	0,00	1,06299	47.834,41	14.373,41	0,30	0,30	0,85	14.373,41		795,18	18.705,21	-5.126,98	63,24	1,98	1,68	8576,55
116	69600	19:20	10,60	11	0,13167861	63,24	0,00	1,06299	47.834,41	15.201,72	0,32	0,32	0,86	15.201,72		789,66	18.705,21	-4.293,14	62,94	1,98	1,70	8940,42
117	70200	19:30	10,60	11	0,13167861	62,94	0,00	1,06299	47.834,41	15.895,33	0,33	0,33	0,87	15.895,33		785,03	18.705,21	-3.594,91	62,68	1,98	1,72	9244,75
118	70800	19:40	10,60	11	0,13167861	62,68	0,00	1,06299	47.834,41	16.476,12	0,34	0,34	0,87	16.476,12		781,16	18.705,21	-3.010,25	62,46	1,98	1,73	9499,38
119	71400	19:50	10,60	11	0,13167861	62,46	0,00	1,06299	47.834,41	16.962,46	0,35	0,35	0,88	16.962,46		777,92	18.705,21	-2.520,67	62,28	1,98	1,75	9712,50
120	72000	20:00	10,60	11	0,10722401	62,28	0,00	1,06299	47.834,41	17.369,70	0,36	0,36	0,89	17.369,70	16.046,46	775,20	15.231,38	1.363,11	62,38	1,98	1,76	9890,90
121	72600	20:10	9,20	11	0,10722401	62,38	0,00	1,00492	45.221,40	17.149,47	0,38	0,38	0,89	17.149,47		797,67	15.231,38	1.120,42	62,46	1,91	1,71	10047,76
122	73200	20:20	9,20	11	0,10722401	62,46	0,00	1,00492	45.221,40	16.968,46	0,38	0,38	0,89	16.968,46		798,88	15.231,38	938,20	62,53	1,91	1,70	9965,39
123	73800	20:30	9,20	11	0,10722401	62,53	0,00	1,00492	45.221,40	16.816,88	0,37	0,37	0,89	16.816,88		799,89	15.231,38	785,61	62,58	1,91	1,70	9896,42
124	74400	20:40	9,20	11	0,10722401	62,58	0,00	1,00492	45.221,40	16.689,96	0,37	0,37	0,89	16.689,96		800,73	15.231,38	657,84	62,63	1,91	1,70	9838,65
125	75000	20:50	9,20	11	0,10722401	62,63	0,00	1,00492	45.221,40	16.583,68	0,37	0,37	0,89	16.583,68		801,44	15.231,38	550,85	62,67	1,91	1,69	9790,29
126	75600	21:00	9,20	11	0,11851075	62,67	0,00	1,00492	45.221,40	16.494,68	0,36	0,36	0,89	16.494,68	16.783,86	802,04	16.834,69	-1.142,04	62,59	1,91	1,69	9749,78
127	76200	21:10	8,50	11	0,11851075	62,59	0,00	0,97672	43.952,49	16.679,19	0,38	0,38	0,89	16.679,19		811,31	16.834,69	-966,80	62,52	1,87	1,68	9952,35
128	76800	21:20	8,50	11	0,11851075	62,52	0,00	0,97672	43.952,49	16.835,39	0,38	0,38	0,90	16.835,39		810,26	16.834,69	-809,56	62,46	1,87	1,68	10034,75
129	77400	21:30	8,50	11	0,11851075	62,46	0,00	0,97672	43.952,49	16.966,18	0,39	0,39	0,90	16.966,18		809,39	16.834,69	-677,90	62,41	1,87	1,68	10085,37
130	78000	21:40	8,50	11	0,11851075	62,41	0,00	0,97672	43.952,49	17.075,70	0,39	0,39	0,90	17.075,70		808,66	16.834,69	-567,65	62,37	1,87	1,68	10136,13
131	78600	21:50	8,50	11	0,11851075	62,37	0,00	0,97672	43.952,49	17.167,41	0,39	0,39	0,90	17.167,41		808,05	16.834,69	-475,33	62,34	1,87	1,69	10178,63
132	79200	22:00	8,50	11	0,09029390	62,34	0,00	0,97672	43.952,49	17.244,21	0,39	0,39	0,90	17.244,21	16.994,68	807,54	12.826,43	3.610,24	62,60	1,87	1,69	10214,23
133	79800	22:10	8,00	11	0,09029390	62,60	0,00	0,95692	43.061,48	16.660,93	0,39	0,39	0,90	16.660,93		818,93	12.826,43	3.015,58	62,81	1,85	1,66	10026,00
134	80400	22:20	8,00	11	0,09029390	62,81	0,00	0,95692	43.061,48	16.173,74	0,38	0,38	0,89	16.173,74		822,18	12.826,43	2.525,13	62,99	1,85	1,65	9797,29
135	81000	22:30	8,00	11	0,09029390	62,99	0,00	0,95692	43.061,48	15.765,77	0,37	0,37	0,89	15.765,77		824,89	12.826,43	2.114,45	63,14	1,85	1,64	9605,76
136	81600	22:40	8,00	11	0,09029390	63,14	0,00	0,95692	43.061,48	15.424,16	0,36	0,36	0,88	15.424,16		827,17	12.826,43	1.770,56	63,27	1,85	1,63	9445,35
137	82200	22:50	8,00	11	0,09029390	63,27	0,00	0,95692	43.061,48	15.138,11	0,35	0,35	0,88	15.138,11		829,08	12.826,43	1.482,60	63,38	1,85	1,63	9311,00
138	82800	23:00	8,00	11	0,09781839	63,38	0,00	0,95692	43.061,48	14.898,58	0,35	0,35	0,88	14.898,58	15.676,88	830,68	13.895,30	172,61	63,39	1,85	1,62	9198,47
139	83400	23:10	7,30	11	0,09781839	63,39	0,00	0,92968	41.835,55	14.870,69	0,36	0,36	0,88	14.870,69		841,36	13.895,30	134,03	63,40	1,82	1,60	9281,43
140	84000	23:20	7,30	11	0,09781839	63,40	0,00	0,92968	41.835,55	14.849,04	0,35	0,35	0,88	14.849,04		841,51	13.895,30	112,23	63,41	1,82	1,60	9271,09
141	84600	23:30	7,30	11	0,09781839	63,41	0,00	0,92968	41.835,55	14.830,91	0,35	0,35	0,88	14.830,91		841,63	13.895,30	93,98	63,42	1,82	1,60	9262,42
142	85200	23:40	7,30	11	0,09781839	63,42	0,00	0,92968	41.835,55	14.815,72	0,35	0,35	0,88	14.815,72		841,73	13.895,30	78,70	63,42	1,82	1,60	9255,17
143	85800	23:50	7,30	11	0,09781839	63,42	0,00	0,92968	41.835,55	14.803,01	0,35	0,35	0,88	14.803,01		841,81	13.895,30	65,90	63,43	1,82	1,60	9249,09

107	64200	17:50	19.70	14	0.07360033	65.36	0.00	1.49473	67.263.00	10.432.60	0.16	0.16	-0.68	10.432.60		684.95	9.532.57	215.09		65.38		2.480169624	1.6913	6.168.36
108	64800	18:00	19.70	14	0.10071624	65.38	0.00	1.49473	67.263.00	10.397.85	0.15	0.15	0.68	10.397.85	10.510.76	685.18	13.044.57	-3.331.89		65.14		2.480169624	1.6891	6.155.84
109	65400	18:10	18.20	14	0.10071624	65.14	0.00	1.41709	63.768.89	10.936.16	0.17	0.17	0.71	10.936.16		704.09	13.044.57	-2.812.50		64.94		2.380896992	1.6868	6.483.29
110	66000	18:20	18.20	14	0.10071624	64.94	0.00	1.41709	63.768.89	11.390.54	0.18	0.18	0.72	11.390.54		701.06	13.044.57	-2.355.08		64.77		2.380896992	1.7121	6.653.00
111	66600	18:30	18.20	14	0.10071624	64.77	0.00	1.41709	63.768.89	11.771.03	0.18	0.18	0.73	11.771.03		698.53	13.044.57	-1.972.06		64.63		2.380896992	1.7323	6.794.90
112	67200	18:40	18.20	14	0.10071624	64.63	0.00	1.41709	63.768.89	12.089.64	0.19	0.19	0.73	12.089.64		696.40	13.044.57	-1.651.33		64.51		2.380896992	1.7487	6.913.57
113	67800	18:50	18.20	14	0.10071624	64.51	0.00	1.41709	63.768.89	12.356.43	0.19	0.19	0.74	12.356.43		694.62	13.044.57	-1.382.76		64.41		2.380896992	1.7620	7.012.86
114	68400	19:00	18.20	14	0.13557955	64.41	0.00	1.41709	63.768.89	12.579.83	0.20	0.20	0.74	12.579.83	11.853.94	693.13	17.559.99	-5.673.30		64.00		2.380896992	1.7728	7.095.93
115	69000	19:10	16.90	14	0.13557955	64.00	0.00	1.35186	60.833.77	13.496.41	0.22	0.22	0.77	13.496.41		706.52	17.559.99	-4.770.11		63.66		2.295335701	1.7766	7.596.93
116	69600	19:20	16.90	14	0.13557955	63.66	0.00	1.35186	60.833.77	14.267.07	0.23	0.23	0.79	14.267.07		701.39	17.559.99	-3.994.31		63.37		2.295335701	1.8077	7.892.37
117	70200	19:30	16.90	14	0.13557955	63.37	0.00	1.35186	60.833.77	14.912.39	0.25	0.25	0.80	14.912.39		697.08	17.559.99	-3.344.68		63.13		2.295335701	1.8321	8.139.29
118	70800	19:40	16.90	14	0.13557955	63.13	0.00	1.35186	60.833.77	15.452.76	0.25	0.25	0.81	15.452.76		693.48	17.559.99	-2.800.71		62.93		2.295335701	1.8516	8.345.75
119	71400	19:50	16.90	14	0.13557955	62.93	0.00	1.35186	60.833.77	15.905.25	0.26	0.26	0.81	15.905.25		690.47	17.559.99	-2.345.21		62.76		2.295335701	1.8672	8.518.42
120	72000	20:00	16.90	14	0.11040049	62.76	0.00	1.35186	60.833.77	16.284.14	0.27	0.27	0.82	16.284.14	15.053.00	687.94	14.298.85	1.297.35		62.86		2.295335701	1.8798	8.662.88
121	72600	20:10	15.30	14	0.11040049	62.86	0.00	1.27422	57.339.99	16.074.54	0.28	0.28	0.83	16.074.54		713.34	14.298.85	1.062.35		62.93		2.191803554	1.8183	8.840.44
122	73200	20:20	15.30	14	0.11040049	62.93	0.00	1.27422	57.339.99	15.902.91	0.28	0.28	0.83	15.902.91		714.48	14.298.85	889.57		63.00		2.191803554	1.8129	8.772.03
123	73800	20:30	15.30	14	0.11040049	63.00	0.00	1.27422	57.339.99	15.759.19	0.27	0.27	0.83	15.759.19		715.44	14.298.85	744.90		63.05		2.191803554	1.8083	8.714.73
124	74400	20:40	15.30	14	0.11040049	63.05	0.00	1.27422	57.339.99	15.638.84	0.27	0.27	0.82	15.638.84		716.24	14.298.85	623.75		63.09		2.191803554	1.8045	8.666.73
125	75000	20:50	15.30	14	0.11040049	63.09	0.00	1.27422	57.339.99	15.538.07	0.27	0.27	0.82	15.538.07		716.91	14.298.85	522.30		63.13		2.191803554	1.8012	8.626.53
126	75600	21:00	15.30	14	0.12202160	63.13	0.00	1.27422	57.339.99	15.453.68	0.27	0.27	0.82	15.453.68	15.727.87	717.48	15.803.99	-1.067.79		63.06		2.191803554	1.7984	8.592.87
127	76200	21:10	14.90	14	0.12202160	63.06	0.00	1.25527	56.487.01	15.626.20	0.28	0.28	0.83	15.626.20		722.33	15.803.99	-900.12		62.99		2.166377498	1.7906	8.726.77
128	76800	21:20	14.90	14	0.12202160	62.99	0.00	1.25527	56.487.01	15.771.62	0.28	0.28	0.83	15.771.62		721.36	15.803.99	-753.73		62.94		2.166377498	1.7952	8.785.42
129	77400	21:30	14.90	14	0.12202160	62.94	0.00	1.25527	56.487.01	15.893.39	0.28	0.28	0.83	15.893.39		720.54	15.803.99	-631.14		62.89		2.166377498	1.7990	8.834.52
130	78000	21:40	14.90	14	0.12202160	62.89	0.00	1.25527	56.487.01	15.995.36	0.28	0.28	0.83	15.995.36		719.86	15.803.99	-528.50		62.85		2.166377498	1.8022	8.875.62
131	78600	21:50	14.90	14	0.12202160	62.85	0.00	1.25527	56.487.01	16.080.74	0.28	0.28	0.83	16.080.74		719.30	15.803.99	-442.54		62.82		2.166377498	1.8048	8.910.03
132	79200	22:00	14.90	14	0.09296884	62.82	0.00	1.25527	56.487.01	16.152.24	0.29	0.29	0.83	16.152.24	15.919.93	718.82	12.041.14	3.392.29		63.06		2.166377498	1.8070	8.938.84
133	79800	22:10	14.00	14	0.09296884	63.06	0.00	1.21328	54.597.73	15.604.18	0.29	0.29	0.83	15.604.18		735.97	12.041.14	2.827.07		63.27		2.110031414	1.7597	8.867.35
134	80400	22:20	14.00	14	0.09296884	63.27	0.00	1.21328	54.597.73	15.147.44	0.28	0.28	0.83	15.147.44		739.02	12.041.14	2.367.28		63.44		2.110031414	1.7454	8.678.31
135	81000	22:30	14.00	14	0.09296884	63.44	0.00	1.21328	54.597.73	14.764.98	0.27	0.27	0.82	14.764.98		741.57	12.041.14	1.982.28		63.58		2.110031414	1.7330	8.519.87
136	81600	22:40	14.00	14	0.09296884	63.58	0.00	1.21328	54.597.73	14.444.72	0.26	0.26	0.82	14.444.72		743.70	12.041.14	1.659.88		63.70		2.110031414	1.7223	8.387.10
137	82200	22:50	14.00	14	0.09296884	63.70	0.00	1.21328	54.597.73	14.176.55	0.26	0.26	0.81	14.176.55		745.49	12.041.14	1.389.92		63.80		2.110031414	1.7130	8.275.84
138	82800	23:00	14.00	14	0.10071624	63.80	0.00	1.21328	54.597.73	13.951.99	0.26	0.26	0.81	13.951.99	14.681.64	746.99	13.044.57	160.44		63.81		2.110031414	1.7051	8.182.61
139	83400	23:10	13.50	14	0.10071624	63.81	0.00	1.19036	53.566.04	13.926.07	0.26	0.26	0.81	13.926.07		754.66	13.044.57	126.85		63.82		2.079316205	1.6887	8.246.72
140	84000	23:20	13.50	14	0.10071624	63.82	0.00	1.19036	53.566.04	13.905.58	0.26	0.26	0.81	13.905.58		754.80	13.044.57	106.22		63.83		2.079316205	1.6880	8.238.09
141	84600	23:30	13.50	14	0.10071624	63.83	0.00	1.19036	53.566.04	13.888.42	0.26	0.26	0.81	13.888.42		754.91	13.044.57	88.94		63.83		2.079316205	1.6874	8.230.86
142	85200	23:40	13.50	14	0.10071624	63.83	0.00	1.19036	53.566.04	13.874.05	0.26	0.26	0.81	13.874.05		755.01	13.044.57	74.48		63.84		2.079316205	1.6869	8.224.81
143	85800	23:50	13.50	14	0.10071624	63.84	0.00	1.19036	53.566.04	13.862.02	0.26	0.26	0.81	13.862.02		755.09	13.044.57	62.36		63.84		2.079316205	1.6864	8.219.74
144	86400	0:00	13.50	14	0.02324221	63.84	0.00	1.19036	53.566.04	13.851.94	0.26	0.26	0.81	13.851.94	13.884.68	755.15	3.010.28	10.086.50		64.57		2.079316205	1.6861	8.215.50

Alternativa 2.1 Día tipo verano

[illegible]

106	63600	17:40	30.50	21	0.08060036	63.52	0.00	2.12930	95.818,42	14.568,85	0.15	0.15	0.68	14.568,85	495,37	8.081,96	5.991,52	63,96	2,783073033	1,8831	7.736,66
107	64200	17:50	30.50	21	0.08060036	63,96	0,00	2,12930	95.818,42	13.600,86	0,14	0,00	0,00	0,00	501,83	8.081,96	-8.583,79	63,34	2,783073033	0,0000	0,00
108	64800	18:00	30.50	21	0.11029523	63.34	0.00	2.12930	95.818,42	14.987,66	0.16	0.16	0.68	14.987,66	492,58	11.059,52	3.435,55	63,59	2,783073033	1,9041	7.871,13
109	65400	18:10	28.40	21	0.11029523	63.59	0.00	1.99553	89.798,66	14.432,61	0.16	0.16	0.69	14.432,61	527,78	11.059,52	2.845,30	63,79	2,67387124	1,8487	7.806,94
110	66000	18:20	28.40	21	0.11029523	63,79	0,00	1,99553	89.798,66	13.972,92	0.16	0.16	0,68	13.972,92	530,85	11.059,52	2.382,55	63,96	2,67387124	1,8257	7.653,46
111	66600	18:30	28.40	21	0.11029523	63.96	0.00	1.99553	89.798,66	13.587,99	0.15	0.15	0,68	13.587,99	533,41	11.059,52	1.995,06	64,10	2,67387124	1,8058	7.524,80
112	67200	18:40	28.40	21	0.11029523	64.10	0.00	1.99553	89.798,66	13.265,67	0.15	0.00	0,00	0,00	535,56	11.059,52	-11.595,09	63,27	2,67387124	0,0000	0,00
113	67800	18:50	28.40	21	0.11029523	63.27	0.00	1.99553	89.798,66	15.138,98	0.17	0.17	0,70	15.138,98	523,07	11.059,52	3.558,38	63,53	2,67387124	1,8824	8.042,41
114	68400	19:00	28.40	21	0.14847435	63.53	0.00	1.99553	89.798,66	14.564,41	0.16	0.16	0.69	14.564,41	526,90	14.887,82	-850,32	63,47	2,67387124	1,8551	7.850,91
115	69000	19:10	26.30	21	0.14847435	63.47	0.00	1.86677	84.004,50	14.701,79	0.18	0.18	0,71	14.701,79	557,49	14.887,82	-743,52	63,41	2,561550194	1,8284	8.040,84
116	69600	19:20	26.30	21	0.14847435	63.41	0.00	1.86677	84.004,50	14.821,91	0.18	0.18	0,72	14.821,91	556,69	14.887,82	-622,60	63,37	2,561550194	1,8338	8.082,53
117	70200	19:30	26.30	21	0.14847435	63.37	0.00	1.86677	84.004,50	14.922,50	0.18	0.18	0,72	14.922,50	556,02	14.887,82	-521,34	63,33	2,561550194	1,8383	8.117,44
118	70800	19:40	26.30	21	0.14847435	63.33	0.00	1.86677	84.004,50	15.006,72	0.18	0.18	0,72	15.006,72	555,46	14.887,82	-436,55	63,30	2,561550194	1,8421	8.146,65
119	71400	19:50	26.30	21	0.14847435	63.30	0.00	1.86677	84.004,50	15.077,25	0.18	0.18	0,72	15.077,25	554,98	14.887,82	-365,55	63,27	2,561550194	1,8452	8.171,12
120	72000	20:00	26.30	21	0.12090054	63.27	0.00	1.86677	84.004,50	15.136,31	0.18	0.18	0,72	15.136,31	554,59	12.122,94	2.458,78	63,45	2,561550194	1,8478	8.191,60
121	72600	20:10	24.20	21	0.12090054	63.45	0.00	1.74302	78.435,94	14.739,07	0.19	0.19	0,73	14.739,07	588,74	12.122,94	2.027,39	63,59	2,447522862	1,7920	8.224,70
122	73200	20:20	24.20	21	0.12090054	63.59	0.00	1.74302	78.435,94	14.411,52	0.18	0.18	0,73	14.411,52	590,92	12.122,94	1.697,66	63,72	2,447522862	1,7779	8.105,98
123	73800	20:30	24.20	21	0.12090054	63.72	0.00	1.74302	78.435,94	14.137,25	0.18	0.18	0,72	14.137,25	592,75	12.122,94	1.421,56	63,82	2,447522862	1,7657	8.006,49
124	74400	20:40	24.20	21	0.12090054	63.82	0.00	1.74302	78.435,94	13.907,58	0.18	0.18	0,72	13.907,58	594,28	12.122,94	1.190,36	63,90	2,447522862	1,7553	7.923,11
125	75000	20:50	24.20	21	0.12090054	63.90	0.00	1.74302	78.435,94	13.715,27	0.17	0.17	0,71	13.715,27	595,56	12.122,94	996,76	63,98	2,447522862	1,7464	7.853,26
126	75600	21:00	24.20	21	0.13362691	63.98	0.00	1.74302	78.435,94	13.554,23	0.17	0.17	0,71	13.554,23	596,64	13.399,04	-441,45	63,94	2,447522862	1,7389	7.794,74
127	76200	21:10	22.30	21	0.13362691	63.94	0.00	1.63538	73.592,12	13.625,55	0.19	0.19	0,73	13.625,55	624,66	13.399,04	-398,15	63,92	2,344063876	1,7074	7.980,44
128	76800	21:20	22.30	21	0.13362691	63.92	0.00	1.63538	73.592,12	13.689,87	0.19	0.19	0,73	13.689,87	624,23	13.399,04	-333,40	63,89	2,344063876	1,7102	8.004,79
129	77400	21:30	22.30	21	0.13362691	63.89	0.00	1.63538	73.592,12	13.743,74	0.19	0.19	0,73	13.743,74	623,88	13.399,04	-279,17	63,87	2,344063876	1,7126	8.025,17
130	78000	21:40	22.30	21	0.13362691	63.87	0.00	1.63538	73.592,12	13.788,84	0.19	0.19	0,73	13.788,84	623,57	13.399,04	-233,77	63,85	2,344063876	1,7146	8.042,24
131	78600	21:50	22.30	21	0.13362691	63.85	0.00	1.63538	73.592,12	13.826,61	0.19	0.19	0,73	13.826,61	623,32	13.399,04	-195,75	63,84	2,344063876	1,7162	8.056,52
132	79200	22:00	22.30	21	0.10181098	63.84	0.00	1.63538	73.592,12	13.858,24	0.19	0.19	0,73	13.858,24	623,11	10.208,79	3.026,33	64,06	2,344063876	1,7176	8.068,49
133	79800	22:10	21.20	21	0.10181098	64.06	0.00	1.57494	70.872,21	13.369,30	0.19	0.19	0,73	13.369,30	642,87	10.208,79	2.517,64	64,24	2,284468003	1,6749	7.982,01
134	80400	22:20	21.20	21	0.10181098	64.24	0.00	1.57494	70.872,21	12.962,55	0.18	0.18	0,73	12.962,55	645,58	10.208,79	2.108,17	64,39	2,284468003	1,6568	7.824,06
135	81000	22:30	21.20	21	0.10181098	64.39	0.00	1.57494	70.872,21	12.621,95	0.18	0.18	0,72	12.621,95	647,85	10.208,79	1.765,31	64,52	2,284468003	1,6410	7.691,65
136	81600	22:40	21.20	21	0.10181098	64.52	0.00	1.57494	70.872,21	12.336,75	0.17	0.17	0,71	12.336,75	649,76	10.208,79	1.478,20	64,62	2,284468003	1,6274	7.580,66
137	82200	22:50	21.20	21	0.10181098	64.62	0.00	1.57494	70.872,21	12.097,93	0.17	0.17	0,71	12.097,93	651,35	10.208,79	1.237,79	64,71	2,284468003	1,6157	7.487,65
138	82800	23:00	21.20	21	0.11029523	64.71	0.00	1.57494	70.872,21	11.897,95	0.17	0.17	0,70	11.897,95	652,68	11.059,52	185,75	64,73	2,284468003	1,6057	7.409,70
139	83400	23:10	20.60	21	0.11029523	64.73	0.00	1.54255	69.414,71	11.867,94	0.17	0.17	0,71	11.867,94	661,88	11.059,52	146,54	64,74	2,252147707	1,5938	7.446,34
140	84000	23:20	20.60	21	0.11029523	64.74	0.00	1.54255	69.414,71	11.844,27	0.17	0.17	0,71	11.844,27	662,04	11.059,52	122,70	64,74	2,252147707	1,5926	7.436,98
141	84600	23:30	20.60	21	0.11029523	64.74	0.00	1.54255	69.414,71	11.824,44	0.17	0.17	0,71	11.824,44	662,17	11.059,52	102,75	64,75	2,252147707	1,5916	7.429,15
142	85200	23:40	20.60	21	0.11029523	64.75	0.00	1.54255	69.414,71	11.807,84	0.17	0.17	0,71	11.807,84	662,28	11.059,52	86,04	64,76	2,252147707	1,5908	7.422,59
143	85800	23:50	20.60	21	0.11029523	64.76	0.00	1.54255	69.414,71	11.793,94	0.17	0.17	0,71	11.793,94	662,37	11.059,52	72,04	64,76	2,252147707	1,5901	7.417,09
144	86400	0:00	20.60	21	0.02545275	64.76	0.00	1.54255	69.414,71	11.782,30	0.17	0.17	0,71	11.782,30	662,45	2.552,20	8.567,65	65,38	2,252147707	1,5895	7.412,49

Alternativa 2.1 Día tipo otoño

										Eficiencia		1		Pcal		45000 W		Tmin_dep		Tmax_dep																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
										rmw		0,538535184 kg/s		fcp min		0,15000		61,29813539		66,55512																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
										Tcons		60 °C		fcp max		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
										Temp_max		70 °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
										Tacs		45 °C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
										Timestep (s)		600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
										ID paso tiempo		Tiempo (seg)		Tiempo (h)		Dia tipo otoño		Tred (°C)		masc(kg/s)		cond inicial 64,82		Tdep(t) anterior		ON/OFF		Curva pot		Pot Max 100%		Pot requerida		fpc deseado		fcp real		COP-FCP		Qentregado(W)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0:00	19,00	16	0,02376490	64,82224192	0,00	1,45818	65,618,09	11,649,96	0,18	0,18	0,72	11,649,96	Pérdidas(W)	Qacs(W)	SUMAQ(W)	Tdep(t+DT)	COP(Text)	COPreal	Cons real(W)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</

106	63600	17:40	26,80	16	0,07525561	64,07	0,00	1,89697	85 363,60	13 353,45	0,16	0,16	0,68	13 353,45		558,98	9 118,11	3 676,37		64,33	2,87779406	1,9690	6 781,85
107	64200	17:50	26,80	16	0,07525551	64,33	0,00	1,89697	85 363,60	12 759,50	0,15	0,00	0,00	0,00		562,94	9 118,11	-9 681,04		63,63	2,87779406	0,0000	0,00
108	64800	18:00	26,80	16	0,10298122	63,63	0,00	1,89697	85 363,60	14 323,57	0,17	0,17	0,70	14 323,57	9 130,24	552,51	12 477,41	1 293,65		63,73	2,87779406	2,0224	7 082,50
109	65400	18:10	24,90	16	0,10298122	63,73	0,00	1,78371	80 267,06	14 114,57	0,18	0,18	0,72	14 114,57		582,40	12 477,41	1 054,75		63,80	2,768700083	1,9797	7 129,74
110	66000	18:20	24,90	16	0,10298122	63,80	0,00	1,78371	80 267,06	13 944,16	0,17	0,17	0,71	13 944,16		583,54	12 477,41	883,21		63,87	2,768700083	1,9709	7 075,00
111	66600	18:30	24,90	16	0,10298122	63,87	0,00	1,78371	80 267,06	13 801,47	0,17	0,17	0,71	13 801,47		584,49	12 477,41	739,57		63,92	2,768700083	1,9635	7 029,15
112	67200	18:40	24,90	16	0,10298122	63,92	0,00	1,78371	80 267,06	13 681,98	0,17	0,17	0,71	13 681,98		585,29	12 477,41	619,29		63,96	2,768700083	1,9572	6 990,75
113	67800	18:50	24,90	16	0,10298122	63,96	0,00	1,78371	80 267,06	13 581,93	0,17	0,17	0,70	13 581,93		585,95	12 477,41	518,57		64,00	2,768700083	1,9518	6 958,57
114	68400	19:00	24,90	16	0,13862857	64,00	0,00	1,78371	80 267,06	13 498,15	0,17	0,17	0,70	13 498,15	13 770,38	586,51	16 796,51	-3 884,87		63,72	2,768700083	1,9473	6 931,63
115	69000	19:10	23,10	16	0,13862857	63,72	0,00	1,68020	75 609,11	14 125,79	0,19	0,19	0,73	14 125,79		609,33	16 796,51	-3 280,05		63,49	2,658706534	1,9427	7 271,15
116	69600	19:20	23,10	16	0,13862857	63,49	0,00	1,68020	75 609,11	14 655,72	0,19	0,19	0,74	14 655,72		605,80	16 796,51	-2 746,59		63,29	2,658706534	1,9678	7 447,80
117	70200	19:30	23,10	16	0,13862857	63,29	0,00	1,68020	75 609,11	15 099,46	0,20	0,20	0,75	15 099,46		602,84	16 796,51	-2 299,89		63,12	2,658706534	1,9879	7 595,52
118	70800	19:40	23,10	16	0,13862857	63,12	0,00	1,68020	75 609,11	15 471,03	0,20	0,20	0,75	15 471,03		600,36	16 796,51	-1 925,84		62,99	2,658706534	2,0043	7 719,09
119	71400	19:50	23,10	16	0,13862857	62,99	0,00	1,68020	75 609,11	15 782,17	0,21	0,21	0,76	15 782,17		598,29	16 796,51	-1 612,63		62,87	2,658706534	2,0175	7 822,46
120	72000	20:00	23,10	16	0,11288326	62,87	0,00	1,68020	75 609,11	16 042,71	0,21	0,21	0,76	16 042,71	15 196,15	596,55	13 677,16	1 769,00		63,00	2,658706534	2,0284	7 908,97
121	72600	20:10	21,70	16	0,11288326	63,00	0,00	1,60224	72 100,86	15 756,91	0,22	0,22	0,77	15 756,91		619,45	13 677,16	1 460,29		63,10	2,569987607	1,9796	7 959,72
122	73200	20:20	21,70	16	0,11288326	63,10	0,00	1,60224	72 100,86	15 520,98	0,22	0,22	0,77	15 520,98		621,03	13 677,16	1 222,79		63,19	2,569987607	1,9700	7 878,78

Alternativa 2.2 Día tipo invierno

										Tcons		60 °C Temp_max Tacs		fcp min fcpmax		0,15000 1		mw 59,27421442 61,282135		0,055050263 kg/s Pcal																	
										Nº COEF	Nº VAR	P_11	P20	P02	P10	P01	P_00	E_111	E_112	E_201	E_202	E_021	E_022	E_101	E_102	E_011	E_012	E_001	E_002								
										6	2	0,000025126	0,00056841	-0,00033250	0,0284630	0,02315130	0,35299374	1,0	1,0	2,00	0,0	0,0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0,11852319					
										A	B	C	D			A	B	C	D																		
										HEIR-FCP	0,0856522	0,938814	-0,183436	0,15897			coeficientes	-0,00033849	0,011725	0,042905	1,85																
ID paso tiempo	Timestep (s) 600	Día tipo invierno	Entradas Text (°C)	Tred (°C)	masc(kg/s)	cond inicial 60,35	Tdep(t) anterior	ON/OFF	Curva pot	Pot Max 100%	Pot requerida	fpc deseado	fcp real	COAL-FCP	Gentregado(W)	Pérdidas(W)	Qacc(W)	SU/MAQ(W)	Tdept(+DT)	COP(Text)	COPreal	Cons real(W)															
0	0	0:00	7,30	11	0,00053114	60,35014059	0,00	0,92889	4.272,88	1.069,47	0,25	0,25	0,80	1.069,47																							
1	600	0:10	6,70	11	0,00053114	60,51	0,00	0,90606	4.167,85	1.033,09	0,25	0,25	0,80	1.033,09																							
2	1200	0:20	6,70	11	0,00053114	60,63	0,00	0,90606	4.167,85	1.005,47	0,24	0,24	0,79	1.005,47																							
3	1800	0:30	6,70	11	0,00053114	60,73	0,00	0,90606	4.167,85	988,25	0,24	0,24	0,78	988,25																							
4	2400	0:40	6,70	11	0,00053114	60,80	0,00	0,90606	4.167,85	965,37	0,23	0,23	0,78	965,37																							
5	3000	0:50	6,70	11	0,00053114	60,87	0,00	0,90606	4.167,85	950,99	0,23	0,23	0,78	950,99																							
6	3600	1:00	6,70	11	0,00022131	60,92	0,00	0,90606	4.167,85	939,42	0,23	0,23	0,78	939,42	979,60	813,23	31,44	94,74	60,99	2,561993482	1,9929	471,38															
7	4200	1:10	5,70	11	0,00022131	60,99	0,00	0,86891	3.996,99	922,03	0,23	0,23	0,78	922,03																							
8	4800	1:20	5,70	11	0,00022131	61,04	0,00	0,86891	3.996,99	910,80	0,23	0,23	0,78	910,80																							
9	5400	1:30	5,70	11	0,00022131	61,08	0,00	0,86891	3.996,99	901,76	0,23	0,23	0,78	901,76																							
10	6000	1:40	5,70	11	0,00022131	61,11	0,00	0,86891	3.996,99	894,48	0,22	0,22	0,78	894,48																							
11	6600	1:50	5,70	11	0,00022131	61,14	0,00	0,86891	3.996,99	888,63	0,22	0,22	0,77	888,63																							
12	7200	2:00	5,70	11	0,00017705	61,16	0,00	0,86891	3.996,99	883,93	0,22	0,22	0,77	883,93	900,27	831,85	25,15	26,92	61,18	2,412817771	1,8656	473,81															
13	7800	2:10	5,30	11	0,00017705	61,18	0,00	0,85437	3.930,11	878,99	0,22	0,22	0,78	878,99																							
14	8400	2:20	5,30	11	0,00017705	61,19	0,00	0,85437	3.930,11	876,11	0,22	0,22	0,78	876,11																							
15	9000	2:30	5,30	11	0,00017705	61,20	0,00	0,85437	3.930,11	873,80	0,22	0,22	0,77	873,80																							
16	9600	2:40	5,30	11	0,00017705	61,21	0,00	0,85437	3.930,11	871,94	0,22	0,22	0,77	871,94																							
17	10200	2:50	5,30	11	0,00017705	61,22	0,00	0,85437	3.930,11	870,74	0,22	0,22	0,77	870,74																							
18	10800	3:00	5,30	11	0,00008852	61,22	0,00	0,85437	3.930,11	869,24	0,22	0,22	0,77	869,24	873,42	838,81	12,57	17,85	61,23	2,356358374	1,8220	477,08															
19	11400	3:10	5,40	11	0,00008852	61,23	0,00	0,85799	3.946,75	865,96	0,22	0,22	0,77	865,96																							
20	12000	3:20	5,40	11	0,00008852	61,25	0,00	0,85799	3.946,75	863,05	0,22	0,22	0,77	863,05																							
21	12600	3:30	5,40	11	0,00008852	61,26	0,00	0,85799	3.946,75	860,71	0,22	0,22	0,77	860,71																							
22	13200	3:40	5,40	11	0,00008852	61,27	0,00	0,85799	3.946,75	858,83	0,22	0,22	0,77	858,83																							
23	13800	3:50	5,40	11	0,00008852	61,27	0,00	0,85799	3.946,75	857,31	0,22	0,22	0,77	857,31																							
24	14400	4:00	5,40	11	0,00008852	61,28	0,00	0,85799	3.946,75	856,09	0,22	0,22	0,77	856,09	860,33	838,09	12,57	17,85	61,28	2,370288011	1,8222	470,03															
25	15000	4:10	4,90	11	0,00008852	61,28	0,00	0,84001	3.864,06	855,11	0,22	0,22	0,77	855,11																							
26	15600	4:20	4,90	11	0,00008852	61,28	0,00	0,84001	3.864,06	855,70	0,22	0,22	0,77	855,70																							
27	16200	4:30	4,90	11	0,00008852	61,28	0,00	0,84001	3.864,06	856,17	0,22	0,22	0,77	856,17																							
28	16800	4:40	4,90	11	0,00008852	61,28	0,00	0,84001	3.864,06	856,55	0,22	0,22	0,77	856,55																							
29	17400	4:50	4,90	11	0,00008852	61,27	0,00	0,84001	3.864,06	856,85	0,22	0,22	0,77	856,85																							
30	18000	5:00	4,90	11	0,00026557	61,27	0,00	0,84001	3.864,06	857,10	0,22	0,22	0,77	857,10	856,25	845,60	37,72	-26,23	61,25	2,30192874	1,7816	481,10															
31	18600	5:10	4,70	11	0,00026557	61,25	0,00	0,83290	3.831,35	861,91	0,23	0,23	0,78	861,91																							
32	19200	5:20	4,70	11	0,00026557	61,23	0,00	0,83290	3.831,35	866,33	0,23	0,23	0,78	866,33																							
33	19800	5:30	4,70	11	0,00026557	61,22	0,00	0,83290	3.831,35	869,89	0,23	0,23	0,78	869,89																							
34	20400	5:40	4,70	11	0,00026557	61,21	0,00	0,83290	3.831,35	872,76	0,23	0,23	0,78	872,76																							
35	21000	5:50	4,70	11	0,00026557	61,20	0,00	0,83290	3.831,35	875,06	0,23	0,23	0,78	875,06																							
36	21600	6:00	4,70	11	0,00119507	61,19	0,00	0,83290	3.831,35	876,91	0,23	0,23	0,78	876,91	870,48	847,31	169,76	-140,16	61,08	2,275515703	1,7786	493,03															
37	22200	6:10	4,60	11	0,00119507	61,08	0,00	0,82936	3.815,08	902,63	0,24	0,24	0,79	902,63																							
38	22800	6:20	4,60	11	0,00119507	61,06	0,00	0,82936	3.815,08	923,67	0,24	0,24	0,79	923,67																							
39	23400	6:30	4,60	11	0,00119507	60,91	0,00	0,82936	3.815,08	940,47	0,25	0,25	0,80	940,47																							
40	24000	6:40	4,60	11	0,00119507	60,85	0,00	0,82936	3.815,08	954,04	0,25	0,25	0,80	954,04																							
41	24600	6:50	4,60	11	0,00119507	60,80	0,00	0,82936	3.815,08	964,96	0,25	0,25	0,81	964,96																							
42	25200	7:00	4,60	11	0,00442617	60,77	0,00	0,82936	3.815,08	973,74	0,26	0,26	0,81	973,74	943,24	842,50	628,75	-497,50	60,37	2,262516737	1,8277	532,78															
43	25800	7:10	4,30	11	0,00442617	60,37	0,00	0,81882	3.766,56	1.065,03	0,28	0,28	0,83	1.065,03																							
44	26400	7:20	4,30	11	0,00442617	60,05	0,00	0,81882	3.766,56	1.139,31	0,30	0,30	0,85	1.139,31																							
45	27000	7:30	4,30	11	0,00442617	59,79	0,00	0,81882	3.766,56	1.199,30	0,32	0,32	0,86	1.199,30																							
46	27600	7:40	4,30	11	0,00442617	59,58	1,00	0,81882	3.766,56	1.247,14	0,33	0,33	0,88	1.247,14																							
47	28200	7:50	4,30	11	0,00442617	59,41	1,00	0,81882	3.766,56	1.285,81	0,34	0,34	0,87	1.285,81																							
48	28800	8:00	4,40	11	0,00309832	59,27	1,00	0,81882	3.766,56	1.316,93	0,35	0,35	0,88	1.316,93	1.208,88	824,61	440,12	52,19	59,32	2,224374426	1,9528	674,39															
49	29400	8:10	4,40	11	0,00309832	59,32	1,00	0,82232	3.782,68	1.307,35	0,35	0,35	0,88	1.307,35																							
50	30000	8:20	4,40	11	0,00309832	59,35	1,00	0,82232	3.782,68	1.299,37	0,34	0,34	0,87	1.299,37																							
51	30600	8:30	4,40	11	0,00309832	59,38	1,00	0,82232	3.782,68	1.292,95	0,34	0,34	0,87	1.292,95																							
52	31200	8:40	4,40	11	0,00309832	59,40	1,00	0,82232	3.782,68	1.287,79	0,34	0,34	0,87	1.287,79																							
53	31800	8:50	4,40	11	0,00309832	59,42	1,00	0,82232	3.782,68	1.283,68	0,34	0,34	0,87	1.283,68																							
54	32400	9:00	4,40	11	0,00331963	59,43	1,00	0,82232	3.782,68	1.280,29	0,34	0,34	0,87	1.280,29	1.291,90	825,50	471,56	-16,78	59,42	2,236944068	1,9486	657,04															
55	33000	9:10	5,50	11	0,00331963	59,42	1,00	0,86162	3.963,44	1.283,36	0,32	0,32	0,86	1.283,36																							
56	33600	9:20	5,50	11	0,00331963	59,42	1,00	0,86162	3.963,44	1.282,81	0,32	0,32	0,86	1.282,81																							
57	34200	9:30	5,50	11	0,00331963	59,42	1,00	0,86162	3.963,44	1.282,37	0,32	0,32	0,86	1.282,37																							
58	34800	9:40	5,50	11	0,00331963	59,43	1,00	0,86162	3.963,44	1.282,01	0,32	0,32	0,86	1.282,01																							

106	63600	17:40	13:40	11	0,00168195	60,92	0,00	1,18425	5,447,54	938,47	0,17	0,17	0,71	938,47		712,80	238,92	-13,25	60,91	3,715825857	2,6370	355,89
107	64200	17:50	13:40	11	0,00168195	60,91	0,00	1,18425	5,447,54	940,90	0,17	0,17	0,71	940,90		712,64	238,92	-10,66	60,90	3,715825857	2,6395	356,47
108	64800	18:00	13:40	11	0,00230161	60,90	0,00	1,18425	5,447,54	942,86	0,17	0,17	0,71	942,86	936,06	712,51	326,95	-96,60	60,82	3,715825857	2,6415	356,94
109	65400	18:10	11:40	11	0,00230161	60,82	0,00	1,09586	5,040,96	960,58	0,19	0,19	0,74	960,58		741,35	326,95	-107,72	60,74	3,361410171	2,4732	388,39
110	66000	18:20	11:40	11	0,00230161	60,74	0,00	1,09586	5,040,96	980,35	0,19	0,19	0,74	980,35		740,06	326,95	-86,66	60,67	3,361410171	2,4907	393,60
111	66600	18:30	11:40	11	0,00230161	60,67	0,00	1,09586	5,040,96	996,25	0,20	0,20	0,75	996,25		739,03	326,95	-69,72	60,61	3,361410171	2,5045	397,79
112	67200	18:40	11:40	11	0,00230161	60,61	0,00	1,09586	5,040,96	1,009,05	0,20	0,20	0,75	1,009,05		738,19	326,95	-56,09	60,57	3,361410171	2,5153	401,16
113	67800	18:50	11:40	11	0,00230161	60,57	0,00	1,09586	5,040,96	1,019,34	0,20	0,20	0,75	1,019,34		737,52	326,95	-45,13	60,53	3,361410171	2,5240	403,86
114	68400	19:00	11:40	11	0,00309832	60,53	0,00	1,09586	5,040,96	1,027,62	0,20	0,20	0,75	1,027,62	998,66	736,98	440,12	-149,48	60,41	3,361410171	2,5308	406,04
115	69000	19:10	10:60	11	0,00309832	60,41	0,00	1,06178	4,884,19	1,055,05	0,22	0,22	0,77	1,055,05		747,19	440,12	-132,26	60,31	3,219066994	2,4703	427,10
116	69600	19:20	10:60	11	0,00309832	60,31	0,00	1,06178	4,884,19	1,079,32	0,22	0,22	0,77	1,079,32		745,61	440,12	-106,41	60,22	3,219066994	2,4884	433,74
117	70200	19:30	10:60	11	0,00309832	60,22	0,00	1,06178	4,884,19	1,098,85	0,22	0,22	0,78	1,098,85		744,34	440,12	-85,61	60,15	3,219066994	2,5026	439,09
118	70800	19:40	10:60	11	0,00309832	60,15	0,00	1,06178	4,884,19	1,114,56	0,23	0,23	0,78	1,114,56		743,31	440,12	-68,88	60,10	3,219066994	2,5138	443,38
119	71400	19:50	10:60	11	0,00309832	60,10	0,00	1,06178	4,884,19	1,127,20	0,23	0,23	0,78	1,127,20		742,49	440,12	-55,41	60,05	3,219066994	2,5226	446,84
120	72000	20:00	10:60	11	0,00252292	60,05	0,00	1,06178	4,884,19	1,137,36	0,23	0,23	0,79	1,137,36	1,102,06	741,82	358,39	37,16	60,08	3,219066994	2,5296	449,61
121	72600	20:10	9:20	11	0,00252292	60,08	0,00	1,00389	4,617,89	1,130,55	0,24	0,24	0,80	1,130,55		763,27	358,39	8,89	60,09	2,973551899	2,3726	476,50
122	73200	20:20	9:20	11	0,00252292	60,09	0,00	1,00389	4,617,89	1,128,92	0,24	0,24	0,80	1,128,92		763,38	358,39	7,15	60,10	2,973551899	2,3716	476,02
123	73800	20:30	9:20	11	0,00252292	60,10	0,00	1,00389	4,617,89	1,127,60	0,24	0,24	0,80	1,127,60		763,46	358,39	5,76	60,10	2,973551899	2,3707	475,63
124	74400	20:40	9:20	11	0,00252292	60,10	0,00	1,00389	4,617,89	1,126,55	0,24	0,24	0,80	1,126,55		763,53	358,39	4,63	60,11	2,973551899	2,3701	475,32
125	75000	20:50	9:20	11	0,00252292	60,11	0,00	1,00389	4,617,89	1,125,70	0,24	0,24	0,80	1,125,70		763,59	358,39	3,73	60,11	2,973551899	2,3695	475,07
126	75600	21:00	9:20	11	0,00278849	60,11	0,00	1,00389	4,617,89	1,125,01	0,24	0,24	0,80	1,125,01	1,127,39	763,63	396,11	-34,73	60,08	2,973551899	2,3691	474,87
127	76200	21:10	8:50	11	0,00278849	60,08	0,00	0,97578	4,488,59	1,131,39	0,25	0,25	0,80	1,131,39		773,71	396,11	-38,44	60,05	2,853948579	2,2970	492,56
128	76800	21:20	8:50	11	0,00278849	60,05	0,00	0,97578	4,488,59	1,138,44	0,25	0,25	0,81	1,138,44		773,25	396,11	-30,93	60,03	2,853948579	2,3012	494,72
129	77400	21:30	8:50	11	0,00278849	60,03	0,00	0,97578	4,488,59	1,144,11	0,25	0,25	0,81	1,144,11		772,88	396,11	-24,88	60,01	2,853948579	2,3045	496,47
130	78000	21:40	8:50	11	0,00278849	60,01	0,00	0,97578	4,488,59	1,148,68	0,26	0,26	0,81	1,148,68		772,59	396,11	-20,02	59,99	2,853948579	2,3072	497,87
131	78600	21:50	8:50	11	0,00278849	59,99	1,00	0,97578	4,488,59	1,152,35	0,26	0,26	0,81	1,152,35		772,35	396,11	-16,10	59,98	2,853948579	2,3093	499,00
132	79200	22:00	8:50	11	0,00212456	59,98	1,00	0,97578	4,488,59	1,155,31	0,26	0,26	0,81	1,155,31	1,145,05	772,15	301,80	81,36	60,04	2,853948579	2,3111	499,90
133	79800	22:10	8:00	11	0,00212456	60,04	0,00	0,95604	4,397,80	1,140,38	0,26	0,26	0,81	1,140,38		780,63	301,80	57,95	60,09	2,77033312	2,2482	507,24
134	80400	22:20	8:00	11	0,00212456	60,09	0,00	0,95604	4,397,80	1,129,74	0,26	0,26	0,81	1,129,74		781,32	301,80	46,63	60,13	2,77033312	2,2421	503,88
135	81000	22:30	8:00	11	0,00212456	60,13	0,00	0,95604	4,397,80	1,121,19	0,25	0,25	0,81	1,121,19		781,88	301,80	37,51	60,16	2,77033312	2,2371	501,17
136	81600	22:40	8:00	11	0,00212456	60,16	0,00	0,95604	4,397,80	1,114,31	0,25	0,25	0,81	1,114,31		782,33	301,80	30,18	60,18	2,77033312	2,2331	499,00
137	82200	22:50	8:00	11	0,00212456	60,18	0,00	0,95604	4,397,80	1,108,77	0,25	0,25	0,80	1,108,77		782,69	301,80	24,28	60,20	2,77033312	2,2298	497,24
138	82800	23:00	8:00	11	0,00230161	60,20	0,00	0,95604	4,397,80	1,104,31	0,25	0,25	0,80	1,104,31	1,119,78	782,98	326,95	-5,62	60,19	2,77033312	2,2272	495,83
139	83400	23:10	7:30	11	0,00230161	60,19	0,00	0,92889	4,272,88	1,105,34	0,26	0,26	0,81	1,105,34		793,41	326,95	-15,02	60,18	2,656353386	2,1942	513,11
140	84000	23:20	7:30	11	0,00230161	60,18	0,00	0,92889	4,272,88	1,108,10	0,26	0,26	0,81	1,108,10		793,23	326,95	-12,08	60,17	2,656353386	2,1958	514,02
141	84600	23:30	7:30	11	0,00230161	60,17	0,00	0,92889	4,272,88	1,110,32	0,26	0,26	0,81	1,110,32		793,09	326,95	-9,72	60,16	2,656353386	2,1970	514,75
142	85200	23:40	7:30	11	0,00230161	60,16	0,00	0,92889	4,272,88	1,112,10	0,26	0,26	0,81	1,112,10		792,97	326,95	-7,82	60,16	2,656353386	2,1980	515,34
143	85800	23:50	7:30	11	0,00230161	60,16	0,00	0,92889	4,272,88	1,113,53	0,26	0,26	0,81	1,113,53		792,88	326,95	-6,29	60,15	2,656353386	2,1988	515,81
144	86400	0:00	7:30	11	0,00053114	60,15	0,00	0,92889	4,272,88	1,114,69	0,26	0,26	0,81	1,114,69	1,110,68	792,80	75,45	246,44	60,35	2,656353386	2,1995	516,19

Alternativa 2.2 Día tipo primavera

Tempstep (s)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
600

Tempstep (h)
600

Tempstep (seg)
60

108	64800	18:00	19:70	14	0.00236979	60.39	0.00	1.49238	6.864.97	1.060.22	0.15	0.15	0.68	1.060.22	921.38	610.35	306.93	142.94	60.50	4.521257975	3.0780	344.45
109	65400	18:10	18:20	14	0.00236979	60.50	0.00	1.41493	6.508.66	1.034.00	0.16	0.16	0.69	1.034.00		634.57	306.93	92.50	60.58	4.355482984	2.9979	344.90
110	66000	18:20	18:20	14	0.00236979	60.58	0.00	1.41493	6.508.66	1.017.02	0.16	0.16	0.68	1.017.02		635.67	306.93	74.42	60.64	4.355482984	2.9788	341.43
111	66600	18:30	18:20	14	0.00236979	60.64	0.00	1.41493	6.508.66	1.003.37	0.15	0.15	0.68	1.003.37		636.56	306.93	59.87	60.69	4.355482984	2.9631	338.62
112	67200	18:40	18:20	14	0.00236979	60.69	0.00	1.41493	6.508.66	992.38	0.15	0.15	0.68	992.38		637.28	306.93	48.17	60.72	4.355482984	2.9503	336.37
113	67800	18:50	18:20	14	0.00236979	60.72	0.00	1.41493	6.508.66	983.54	0.15	0.15	0.67	983.54		637.86	306.93	38.75	60.75	4.355482984	2.9398	334.56
114	68400	19:00	18:20	14	0.00319011	60.75	0.00	1.41493	6.508.66	976.43	0.15	0.15	0.67	976.43	1.001.12	638.32	413.18	-75.07	60.69	4.355482984	2.9314	333.09
115	69000	19:10	16:90	14	0.00319011	60.69	0.00	1.34986	6.209.37	990.20	0.16	0.16	0.69	990.20		656.92	413.18	-79.89	60.63	4.185151411	2.8849	343.24
116	69600	19:20	16:90	14	0.00319011	60.63	0.00	1.34986	6.209.37	1.004.86	0.16	0.16	0.69	1.004.86		655.97	413.18	-64.28	60.58	4.185151411	2.9012	346.36
117	70200	19:30	16:90	14	0.00319011	60.58	0.00	1.34986	6.209.37	1.016.66	0.16	0.16	0.70	1.016.66		655.20	413.18	-51.71	60.54	4.185151411	2.9141	348.88
118	70800	19:40	16:90	14	0.00319011	60.54	0.00	1.34986	6.209.37	1.026.15	0.17	0.17	0.70	1.026.15		654.58	413.18	-41.60	60.51	4.185151411	2.9244	350.90
119	71400	19:50	16:90	14	0.00319011	60.51	0.00	1.34986	6.209.37	1.033.78	0.17	0.17	0.70	1.033.78		654.08	413.18	-33.47	60.48	4.185151411	2.9325	352.52
120	72000	20:00	16:90	14	0.00259766	60.48	0.00	1.34986	6.209.37	1.039.93	0.17	0.17	0.70	1.039.93	1.018.60	653.68	336.44	49.80	60.52	4.185151411	2.9391	353.83
121	72600	20:10	15:30	14	0.00259766	60.52	0.00	1.27243	5.853.16	1.030.79	0.18	0.18	0.72	1.030.79		678.27	336.44	16.07	60.53	3.948576907	2.8248	364.90
122	73200	20:20	15:30	14	0.00259766	60.53	0.00	1.27243	5.853.16	1.027.84	0.18	0.18	0.71	1.027.84		678.47	336.44	12.93	60.54	3.948576907	2.8219	364.24
123	73800	20:30	15:30	14	0.00259766	60.54	0.00	1.27243	5.853.16	1.025.47	0.18	0.18	0.71	1.025.47		678.62	336.44	10.40	60.55	3.948576907	2.8195	363.70
124	74400	20:40	15:30	14	0.00259766	60.55	0.00	1.27243	5.853.16	1.023.56	0.17	0.17	0.71	1.023.56		678.75	336.44	8.37	60.56	3.948576907	2.8176	363.27
125	75000	20:50	15:30	14	0.00259766	60.56	0.00	1.27243	5.853.16	1.022.02	0.17	0.17	0.71	1.022.02		678.85	336.44	6.73	60.56	3.948576907	2.8161	362.93
126	75600	21:00	15:30	14	0.00287110	60.56	0.00	1.27243	5.853.16	1.020.79	0.17	0.17	0.71	1.020.79	1.025.08	678.93	371.86	-30.00	60.54	3.948576907	2.8148	362.65
127	76200	21:10	14:90	14	0.00287110	60.54	0.00	1.25352	5.766.20	1.026.29	0.18	0.18	0.72	1.026.29		684.57	371.86	-30.14	60.51	3.885700637	2.7906	367.77
128	76800	21:20	14:90	14	0.00287110	60.51	0.00	1.25352	5.766.20	1.031.82	0.18	0.18	0.72	1.031.82		684.21	371.86	-24.24	60.49	3.885700637	2.7960	369.03
129	77400	21:30	14:90	14	0.00287110	60.49	0.00	1.25352	5.766.20	1.036.27	0.18	0.18	0.72	1.036.27		683.92	371.86	-19.51	60.48	3.885700637	2.8003	370.05
130	78000	21:40	14:90	14	0.00287110	60.48	0.00	1.25352	5.766.20	1.039.85	0.18	0.18	0.72	1.039.85		683.68	371.86	-15.69	60.47	3.885700637	2.8038	370.87
131	78600	21:50	14:90	14	0.00287110	60.47	0.00	1.25352	5.766.20	1.042.73	0.18	0.18	0.72	1.042.73		683.50	371.86	-12.63	60.46	3.885700637	2.8066	371.53
132	79200	22:00	14:90	14	0.00218750	60.46	0.00	1.25352	5.766.20	1.045.05	0.18	0.18	0.72	1.045.05	1.037.00	683.34	283.32	78.38	60.52	3.885700637	2.8088	372.06
133	79800	22:10	14:00	14	0.00218750	60.52	0.00	1.21165	5.573.59	1.030.66	0.18	0.18	0.73	1.030.66		697.78	283.32	49.56	60.56	3.73994144	2.7229	378.52
134	80400	22:20	14:00	14	0.00218750	60.56	0.00	1.21165	5.573.59	1.021.57	0.18	0.18	0.73	1.021.57		698.38	283.32	39.87	60.59	3.73994144	2.7143	376.36
135	81000	22:30	14:00	14	0.00218750	60.59	0.00	1.21165	5.573.59	1.014.25	0.18	0.18	0.72	1.014.25		698.85	283.32	32.08	60.62	3.73994144	2.7074	374.62
136	81600	22:40	14:00	14	0.00218750	60.62	0.00	1.21165	5.573.59	1.008.37	0.18	0.18	0.72	1.008.37		699.24	283.32	25.81	60.64	3.73994144	2.7018	373.23
137	82200	22:50	14:00	14	0.00218750	60.64	0.00	1.21165	5.573.59	1.003.63	0.18	0.18	0.72	1.003.63		699.55	283.32	20.76	60.65	3.73994144	2.6972	372.10
138	82800	23:00	14:00	14	0.00236979	60.65	0.00	1.21165	5.573.59	999.82	0.18	0.18	0.72	999.82	1.013.05	699.79	306.93	-6.91	60.65	3.73994144	2.6935	371.20
139	83400	23:10	13:50	14	0.00236979	60.65	0.00	1.18879	5.468.42	1.001.09	0.18	0.18	0.73	1.001.09		707.21	306.93	-13.06	60.64	3.656833885	2.6529	377.36
140	84000	23:20	13:50	14	0.00236979	60.64	0.00	1.18879	5.468.42	1.003.48	0.18	0.18	0.73	1.003.48		707.06	306.93	-10.50	60.63	3.656833885	2.6551	377.94
141	84600	23:30	13:50	14	0.00236979	60.63	0.00	1.18879	5.468.42	1.005.41	0.18	0.18	0.73	1.005.41		706.93	306.93	-8.45	60.62	3.656833885	2.6570	378.41
142	85200	23:40	13:50	14	0.00236979	60.62	0.00	1.18879	5.468.42	1.006.96	0.18	0.18	0.73	1.006.96		706.83	306.93	-6.80	60.62	3.656833885	2.6584	378.78
143	85800	23:50	13:50	14	0.00236979	60.62	0.00	1.18879	5.468.42	1.008.21	0.18	0.18	0.73	1.008.21		706.75	306.93	-5.47	60.61	3.656833885	2.6596	379.09
144	86400	0:00	13:50	14	0.00054688	60.61	0.00	1.18879	5.468.42	1.009.21	0.18	0.18	0.73	1.009.21	1.005.73	706.68	70.83	231.70	60.80	3.656833885	2.6605	379.33

Alternativa 2.2 Día tipo Verano

nmw

Tcons

Tmax

Tacs

0,055050263

60

65

45

kg/s

°C

°C

°C

1

fcp min

fcp max

Pcal

0,15000

1

4600 W

57,74626829

61,165095

Tmin_dep

Tmax_dep

UA

15 W/K

Masa

180

kg

CURVA 3 -Curva correctora capacidad calefaccion en función de T_e_cond y T_agua salda

NP COEF

6

NP VAR

2

P.111

0,000025126

P.02

0,00056841

P.03

0,00033250

P.10

0,0284630

P.01

0,0231520

P.112

0,35292374

P.113

1,0

P.101

0,00

P.102

0,0

P.103

0,0

P.104

2

P.105

1

P.106

0

P.107

1

P.108

0

P.109

0

P.110

0,11852319

Varianción del COP con la carga parcial

A

B

C

D

Varianción del COP con la carga parcial

A

B

C

D

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

HEIR-FCP

0,0856522

0,938814

-0,183436

0,15897

coeficientes

-0,00082413

0,0088897

0,053357

1,69

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,42

COPreal

626,99

Cons real(W)

631,85

Pérdidas (W)

600,60

Qacs(W)

613,69

SUMAAQ(W)

619,08

COPI(T+DT)

623,4

107	64200	17:50	30.50	21	0.00189648	59.02	1.00	2.12559	9.777.72	1.376.00	0.14	0.00	0.00	0.00	427.76	190.16	-617.92	58.52	3.525517984	0.0000	0.00	
108	64800	18:00	30.50	21	0.00259518	58.52	1.00	2.12559	9.777.72	1.489.39	0.15	0.15	0.68	1.489.39	753.39	420.37	260.22	808.80	59.17	3.525517984	2.3872	623.91
109	65400	18:10	28.40	21	0.00259518	59.17	1.00	1.99208	9.163.58	1.340.98	0.15	0.00	0.00	0.00		461.55	260.22	-721.77	58.59	3.867047076	0.0000	0.00
110	66000	18:20	28.40	21	0.00259518	58.59	1.00	1.99208	9.163.58	1.473.42	0.16	0.16	0.69	1.473.42		452.91	260.22	760.29	59.20	3.867047076	2.6741	551.00
111	66600	18:30	28.40	21	0.00259518	59.20	1.00	1.99208	9.163.58	1.333.91	0.15	0.00	0.00	0.00		462.01	260.22	-722.23	58.62	3.867047076	0.0000	0.00
112	67200	18:40	28.40	21	0.00259518	58.62	1.00	1.99208	9.163.58	1.466.44	0.16	0.16	0.69	1.466.44		453.36	260.22	752.85	59.22	3.867047076	2.6692	549.39
113	67800	18:50	28.40	21	0.00259518	59.22	1.00	1.99208	9.163.58	1.328.29	0.14	0.00	0.00	0.00		462.37	260.22	-722.60	58.65	3.867047076	0.0000	0.00
114	68400	19:00	28.40	21	0.00349351	58.65	1.00	1.99208	9.163.58	1.460.89	0.16	0.16	0.69	1.460.89	733.46	453.72	350.30	656.86	59.17	3.867047076	2.6653	548.11
115	69000	19:10	26.30	21	0.00349351	59.17	1.00	1.86359	8.572.51	1.340.35	0.16	0.16	0.68	1.340.35		493.09	350.30	496.96	59.57	4.073469857	2.7866	481.01
116	69600	19:20	26.30	21	0.00349351	59.57	1.00	1.86359	8.572.51	1.249.16	0.15	0.00	0.00	0.00		499.03	350.30	-849.33	58.89	4.073469857	0.0000	0.00
117	70200	19:30	26.30	21	0.00349351	58.89	1.00	1.86359	8.572.51	1.405.01	0.16	0.16	0.70	1.405.01		488.87	350.30	565.84	59.34	4.073469857	2.8374	495.17
118	70800	19:40	26.30	21	0.00349351	59.34	1.00	1.86359	8.572.51	1.301.18	0.15	0.15	0.68	1.301.18		495.64	350.30	455.24	59.71	4.073469857	2.7543	472.41
119	71400	19:50	26.30	21	0.00349351	59.71	1.00	1.86359	8.572.51	1.217.64	0.14	0.00	0.00	0.00		501.09	350.30	-851.39	59.03	4.073469857	0.0000	0.00
120	72000	20:00	26.30	21	0.00284472	59.03	1.00	1.86359	8.572.51	1.373.87	0.16	0.16	0.69	1.373.87	903.40	490.90	285.25	597.73	59.50	4.073469857	2.8133	488.35
121	72600	20:10	24.20	21	0.00284472	59.50	1.00	1.74011	8.004.49	1.264.19	0.16	0.16	0.69	1.264.19		529.55	285.25	449.39	59.86	4.160574293	2.8573	442.45
122	73200	20:20	24.20	21	0.00284472	59.86	1.00	1.74011	8.004.49	1.181.73	0.15	0.00	0.00	0.00		534.93	285.25	-820.18	59.21	4.160574293	0.0000	0.00
123	73800	20:30	24.20	21	0.00284472	59.21	1.00	1.74011	8.004.49	1.332.23	0.17	0.17	0.70	1.332.23		525.12	285.25	521.87	59.62	4.160574293	2.9150	457.03
124	74400	20:40	24.20	21	0.00284472	59.62	1.00	1.74011	8.004.49	1.236.47	0.15	0.15	0.68	1.236.47		531.36	285.25	419.86	59.96	4.160574293	2.8327	436.49
125	75000	20:50	24.20	21	0.00284472	59.96	1.00	1.74011	8.004.49	1.159.42	0.14	0.00	0.00	0.00		536.39	285.25	-821.63	59.30	4.160574293	0.0000	0.00
126	75600	21:00	24.20	21	0.00314416	59.30	1.00	1.74011	8.004.49	1.310.19	0.16	0.16	0.70	1.310.19	857.18	526.55	315.27	468.37	59.68	4.160574293	2.8967	452.31
127	76200	21:10	22.30	21	0.00314416	59.68	1.00	1.63270	7.510.44	1.224.25	0.16	0.16	0.70	1.224.25		560.66	315.27	348.32	59.96	4.149741341	2.8846	424.41
128	76800	21:20	22.30	21	0.00314416	59.96	1.00	1.63270	7.510.44	1.160.33	0.15	0.15	0.68	1.160.33		564.83	315.27	280.23	60.18	4.149741341	2.8255	410.66
129	77400	21:30	22.30	21	0.00314416	60.18	0.00	1.63270	7.510.44	1.108.91	0.15	0.00	0.00	0.00		568.18	315.27	-883.45	59.47	4.149741341	0.0000	0.00
130	78000	21:40	22.30	21	0.00314416	59.47	1.00	1.63270	7.510.44	1.271.02	0.17	0.17	0.70	1.271.02		557.61	315.27	398.14	59.79	4.149741341	2.9256	434.45
131	78600	21:50	22.30	21	0.00314416	59.79	1.00	1.63270	7.510.44	1.197.96	0.16	0.16	0.69	1.197.96		562.37	315.27	320.32	60.05	4.149741341	2.8607	418.76
132	79200	22:00	22.30	21	0.00239555	60.05	0.00	1.63270	7.510.44	1.139.18	0.15	0.15	0.68	1.139.18	998.79	566.21	240.21	332.77	60.31	4.149741341	2.8051	406.11
133	79800	22:10	21.20	21	0.00239555	60.31	0.00	1.57240	7.233.04	1.078.12	0.15	0.00	0.00	0.00		586.69	240.21	-826.89	59.65	4.109328159	0.0000	0.00
134	80400	22:20	21.20	21	0.00239555	59.65	1.00	1.57240	7.233.04	1.229.86	0.17	0.17	0.71	1.229.86		576.79	240.21	412.86	59.98	4.109328159	2.9022	423.77
135	81000	22:30	21.20	21	0.00239555	59.98	1.00	1.57240	7.233.04	1.154.10	0.16	0.16	0.69	1.154.10		581.73	240.21	332.16	60.25	4.109328159	2.8332	407.34
136	81600	22:40	21.20	21	0.00239555	60.25	0.00	1.57240	7.233.04	1.093.14	0.15	0.15	0.68	1.093.14		585.71	240.21	267.23	60.46	4.109328159	2.7738	394.09
137	82200	22:50	21.20	21	0.00239555	60.46	0.00	1.57240	7.233.04	1.044.11	0.14	0.00	0.00	0.00		588.91	240.21	-829.11	59.80	4.109328159	0.0000	0.00
138	82800	23:00	21.20	21	0.00259518	59.80	1.00	1.57240	7.233.04	1.196.25	0.17	0.17	0.70	1.196.25	778.89	578.98	260.22	357.04	60.08	4.109328159	2.8722	416.49
139	83400	23:10	20.60	21	0.00259518	60.08	0.00	1.54009	7.084.40	1.130.73	0.16	0.16	0.69	1.130.73		592.26	260.22	278.25	60.31	4.077775112	2.8118	402.13
140	84000	23:20	20.60	21	0.00259518	60.31	0.00	1.54009	7.084.40	1.079.67	0.15	0.15	0.68	1.079.67		595.59	260.22	223.86	60.48	4.077775112	2.7617	390.95
141	84600	23:30	20.60	21	0.00259518	60.48	0.00	1.54009	7.084.40	1.038.59	0.15	0.00	0.00	0.00		598.27	260.22	-858.49	59.80	4.077775112	0.0000	0.00
142	85200	23:40	20.60	21	0.00259518	59.80	1.00	1.54009	7.084.40	1.196.13	0.17	0.17	0.70	1.196.13		587.99	260.22	347.91	60.08	4.077775112	2.8723	416.43
143	85800	23:50	20.60	21	0.00259518	60.08	0.00	1.54009	7.084.40	1.132.29	0.16	0.16	0.69	1.132.29		592.16	260.22	279.91	60.30	4.077775112	2.8133	402.47
144	86400	0:00	20.60	21	0.00059889	60.30	0.00	1.54009	7.084.40	1.080.92	0.15	0.15	0.68	1.080.92	936.62	595.51	60.05	425.37	60.64	4.077775112	2.7629	391.22

Alternativa 2.2 Día tipo otoño

										Eficiencia		1	Pcal		4600 W	Tmin_dep	Tmax_dep											
										nmw	0,055050263	kg/s	60	°C	°C	1	58,44835814	61,170685										
										Tcons	60	°C	°C	fcp min	fcp max	1	1	1										
										Temp_max	65	°C	°C	fcp min	fcp max	1	1	1										
										Tacs	45	°C	°C	fcp min	fcp max	1	1	1										
										concl inicial		Equipo calentamiento																
										60,12		Gentregado(W)																
										60,11995594																		

105	63000	17:30	26.80	16	0.00177072	59.48	1.00	1.89373	8.711.15	1.269.33	0.15	0.00	0.00	0.00	490.22	214.54	-704.76	58.92	4.520403169	0.0000	0.00	
106	63600	17:40	26.80	16	0.00177072	58.92	1.00	1.89373	8.711.15	1.398.66	0.16	0.16	0.69	1.398.66	481.78	214.54	702.33	59.48	4.520403169	3.1242	447.69	
107	64200	17:50	26.80	16	0.00177072	59.48	1.00	1.89373	8.711.15	1.269.78	0.15	0.00	0.00	0.00	490.19	214.54	-704.73	58.92	4.520403169	0.0000	0.00	
108	64800	18:00	26.80	16	0.00242309	58.92	1.00	1.89373	8.711.15	1.399.10	0.16	0.16	0.69	1.399.10	699.31	293.59	623.76	59.41	4.520403169	3.1245	447.78	
109	65400	18:10	24.90	16	0.00242309	59.41	1.00	1.78071	8.191.27	1.284.64	0.16	0.16	0.68	1.284.64	517.72	293.59	473.33	59.79	4.628299618	3.1698	405.27	
110	66000	18:20	24.90	16	0.00242309	59.79	1.00	1.78071	8.191.27	1.197.78	0.15	0.00	0.00	0.00	523.38	293.59	-816.97	59.14	4.628299618	0.0000	0.00	
111	66600	18:30	24.90	16	0.00242309	59.14	1.00	1.78071	8.191.27	1.347.70	0.16	0.16	0.70	1.347.70	513.61	293.59	540.50	59.57	4.628299618	3.2286	417.42	
112	67200	18:40	24.90	16	0.00242309	59.57	1.00	1.78071	8.191.27	1.248.51	0.15	0.15	0.68	1.248.51	520.08	293.59	434.85	59.92	4.628299618	3.1347	398.29	
113	67800	18:50	24.90	16	0.00242309	59.92	1.00	1.78071	8.191.27	1.168.72	0.14	0.00	0.00	0.00	525.28	293.59	-818.87	59.27	4.628299618	0.0000	0.00	
114	68400	19:00	24.90	16	0.00326185	59.27	1.00	1.78071	8.191.27	1.318.98	0.16	0.16	0.69	1.318.98	866.64	395.21	408.29	59.59	4.628299618	3.2023	411.89	
115	69000	19:10	23.10	16	0.00326185	59.59	1.00	1.67743	7.716.16	1.244.06	0.16	0.16	0.69	1.244.06	547.37	395.21	301.48	59.83	4.636330867	3.2094	387.63	
116	69600	19:20	23.10	16	0.00326185	59.83	1.00	1.67743	7.716.16	1.188.74	0.15	0.15	0.68	1.188.74	550.97	395.21	242.55	60.03	4.636330867	3.1533	376.98	
117	70200	19:30	23.10	16	0.00326185	60.03	0.00	1.67743	7.716.16	1.144.23	0.15	0.00	0.00	0.00	553.88	395.21	-949.09	59.27	4.636330867	0.0000	0.00	
118	70800	19:40	23.10	16	0.00326185	59.27	1.00	1.67743	7.716.16	1.318.39	0.17	0.17	0.71	1.318.39	542.52	395.21	380.66	59.57	4.636330867	3.2802	401.92	
119	71400	19:50	23.10	16	0.00326185	59.57	1.00	1.67743	7.716.16	1.248.54	0.16	0.16	0.69	1.248.54	547.07	395.21	306.25	59.82	4.636330867	3.2138	388.49	
120	72000	20:00	23.10	16	0.00265608	59.82	1.00	1.67743	7.716.16	1.192.34	0.15	0.15	0.68	1.192.34	1.032.01	321.82	319.78	60.07	4.636330867	3.1571	377.67	
121	72600	20:10	21.70	16	0.00265608	60.07	0.00	1.59964	7.358.35	1.133.66	0.15	0.15	0.68	1.133.66	575.57	321.82	236.28	60.26	4.586891053	3.1197	363.38	
122	73200	20:20	21.70	16	0.00265608	60.26	0.00	1.59964	7.358.35	1.090.30	0.15	0.00	0.00	0.00	578.39	321.82	-900.21	59.54	4.586891053	0.0000	0.00	
123	73800	20:30	21.70	16	0.00265608	59.54	1.00	1.59964	7.358.35	1.255.49	0.17	0.17	0.71	1.255.49	567.62	321.82	366.05	59.83	4.586891053	3.2436	387.07	
124	74400	20:40	21.70	16	0.00265608	59.83	1.00	1.59964	7.358.35	1.188.32	0.16	0.16	0.69	1.188.32	572.00	321.82	294.50	60.07	4.586891053	3.1771	374.02	
125	75000	20:50	21.70	16	0.00265608	60.07	0.00	1.59964	7.358.35	1.134.28	0.15	0.15	0.68	1.134.28	575.53	321.82	236.94	60.26	4.586891053	3.1204	363.50	
126	75600	21:00	21.70	16	0.00293566	60.26	0.00	1.59964	7.358.35	1.090.80	0.15	0.00	0.00	0.00	785.29	355.69	-934.05	59.51	4.586891053	0.0000	0.00	
127	76200	21:10	20.80	16	0.00293566	59.51	1.00	1.55081	7.133.74	1.262.20	0.18	0.18	0.72	1.262.20	580.68	355.69	325.83	59.77	4.532227412	3.2479	388.62	
128	76800	21:20	20.80	16	0.00293566	59.77	1.00	1.55081	7.133.74	1.202.41	0.17	0.17	0.70	1.202.41	584.58	355.69	262.14	59.98	4.532227412	3.1904	376.88	
129	77400	21:30	20.80	16	0.00293566	59.98	1.00	1.55081	7.133.74	1.154.31	0.16	0.16	0.69	1.154.31	587.72	355.69	210.90	60.15	4.532227412	3.1416	367.42	
130	78000	21:40	20.80	16	0.00293566	60.15	0.00	1.55081	7.133.74	1.115.61	0.16	0.16	0.68	1.115.61	590.24	355.69	169.67	60.28	4.532227412	3.1006	359.80	
131	78600	21:50	20.80	16	0.00293566	60.28	0.00	1.55081	7.133.74	1.084.47	0.15	0.15	0.68	1.084.47	592.27	355.69	136.51	60.39	4.532227412	3.0664	353.66	
132	79200	22:00	20.80	16	0.00223670	60.39	0.00	1.55081	7.133.74	1.059.42	0.15	0.00	0.00	0.00	969.83	593.91	271.00	59.70	4.532227412	0.0000	0.00	
133	79800	22:10	19.70	16	0.00223670	59.70	1.00	1.49238	6.864.97	1.218.13	0.18	0.18	0.72	1.218.13	600.06	271.00	347.08	59.98	4.44360954	3.1877	382.13	
134	80400	22:20	19.70	16	0.00223670	59.98	1.00	1.49238	6.864.97	1.154.45	0.17	0.17	0.70	1.154.45	604.21	271.00	279.23	60.20	4.44360954	3.1253	369.38	
135	81000	22:30	19.70	16	0.00223670	60.20	0.00	1.49238	6.864.97	1.103.21	0.16	0.16	0.69	1.103.21	607.55	271.00	224.65	60.38	4.44360954	3.0721	359.10	
136	81600	22:40	19.70	16	0.00223670	60.38	0.00	1.49238	6.864.97	1.061.98	0.15	0.15	0.68	1.061.98	610.24	271.00	180.74	60.53	4.44360954	3.0271	350.82	
137	82200	22:50	19.70	16	0.00223670	60.53	0.00	1.49238	6.864.97	1.028.82	0.15	0.00	0.00	0.00	612.40	271.00	883.41	59.82	4.44360954	0.0000	0.00	
138	82800	23:00	19.70	16	0.00242309	59.82	1.00	1.49238	6.864.97	1.190.92	0.17	0.17	0.71	1.190.92	954.78	293.59	295.51	60.06	4.44360954	3.1616	376.69	
139	83400	23:10	19.00	16	0.00242309	60.06	0.00	1.45592	6.697.22	1.136.70	0.17	0.17	0.71	1.136.70	615.87	293.59	227.24	60.24	4.37586911	3.0883	368.06	
140	84000	23:20	19.00	16	0.00242309	60.24	0.00	1.45592	6.697.22	1.095.00	0.16	0.16	0.70	1.095.00	618.59	293.59	182.82	60.39	4.37586911	3.0453	359.57	
141	84600	23:30	19.00	16	0.00242309	60.39	0.00	1.45592	6.697.22	1.061.45	0.16	0.16	0.69	1.061.45	620.78	293.59	147.09	60.50	4.37586911	3.0092	352.73	
142	85200	23:40	19.00	16	0.00242309	60.50	0.00	1.45592	6.697.22	1.034.46	0.15	0.15	0.68	1.034.46	622.54	293.59	118.34	60.60	4.37586911	2.9792	347.22	
143	85800	23:50	19.00	16	0.00242309	60.60	0.00	1.45592	6.697.22	1.012.74	0.15	0.15	0.68	1.012.74	623.95	293.59	95.21	60.67	4.37586911	2.9544	342.79	
144	86400	0:00	19.00	16	0.00055917	60.67	0.00	1.45592	6.697.22	995.27	0.15	0.00	0.00	0.00	890.06	625.09	67.75	-692.84	60.12	4.37586911	0.0000	0.00



Versión 7.4.7

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Edificio Residencial

Variante: 50 viviendas

Sin escena 3D definida, sin sombras

Potencia del sistema: 52.3 kWp

La Rinconada - Spain

Autor(a)

aBalados services S.L. (Spain)



PVsyst V7.4.7
VC0, Fecha de simulación:
03/07/24 19:47
con V7.4.7

Proyecto: Nuevo Proyecto

Variante: Nueva variante de simulación

aBalados services S.L. (Spain)

Resumen del proyecto		
Sitio geográfico La Rinconada España	Situación	
	Latitud	37.48 °N
	Longitud	-5.98 °W
	Altitud	13 m
Datos meteo La Rinconada PVGIS api TMY	Configuración del proyecto	
	Albedo	
	0.20	
	Zona horaria	
	UTC+1	

Resumen del sistema			
Sistema conectado a la red		Sin escena 3D definida, sin sombras	
Orientación campo FV		Sombreados cercanos	
Plano fijo		Sin sombreados	
Inclinación/Azimut		30 / 0 °	
Necesidades del usuario			
Carga ilimitada (red)			
Información del sistema			
Generador FV		Inversores	
Núm. de módulos		Núm. de unidades	
78 unidades		3 unidades	
Pnom total		Pnom total	
52.3 kWp		45.0 kWca	
		Proporción Pnom	
		1.161	

Resumen de resultados			
Energía producida	101250 kWh/año	Producción específica	1937 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	85.81 %

Tabla de contenido	
Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Resultados principales	4
Diagrama de pérdida	5
Graficos predefinidos	6
Diagrama unifilar	7



PVsyst V7.4.7
VCO, Fecha de simulación:
03/07/24 19:47
con V7.4.7

Proyecto: Nuevo Proyecto
Variante: Nueva variante de simulación
aBalados services S.L. (Spain)

Parámetros generales		
Sistema conectado a la red	Sin escena 3D definida, sin sombras	
Orientación campo FV		
Orientación	Configuración de cobertizos	Modelos usados
Plano fijo	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Inclinación/Azmut	30 / 0 °	Difuso Importado
		Circunsolar separado
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre	Sin sombreados	Carga ilimitada (red)

Características del generador FV			
Módulo FV		Inversor	
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	SMA
Modelo	CS7N-670MS 1500V	Modelo	Sunny Tripower 15000TL
(Base de datos PVsyst original)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	670 Wp	Unidad Nom. Potencia	15.0 kWca
Número de módulos FV	78 unidades	Número de Inversores	6 * MPPT 50% 3 unidades
Nominal (STC)	52.3 kWp	Potencia total	45.0 kWca
Módulos	6 cadena x 13 En serie	Voltaje de funcionamiento	240-800 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pnom (CC:CA)	1.16
Pmpp	48.0 kWp	No hay reparto de potencia entre MPPTs	
U mpp	450 V		
I mpp	107 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	52 kWp	Potencia total	45 kWca
Total	78 módulos	Número de Inversores	3 unidades
Área del módulo	242 m²	Proporción Pnom	1.16

Pérdidas de cableado CC								
Factor de pérdida térmica		Res. conjunto global						
Temperatura módulo según irradiancia		70 mΩ						
Uc (const)	20.0 W/m²K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC					
Uv (viento)	0.0 W/m²K/m/s							
Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdida de calidad módulo						
Frac. de pérdida		Frac. de pérdida						
2.0 % en MPP		-0.4 %						
Factor de pérdida IAM								
Efecto de Incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario								
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000



PVsyst V7.4.7

VCO, Fecha de simulación:
03/07/24 19:47
con V7.4.7

Proyecto: Nuevo Proyecto

Variante: Nueva variante de simulación

aBalados services S.L. (Spain)

Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida

101250 kWh/año

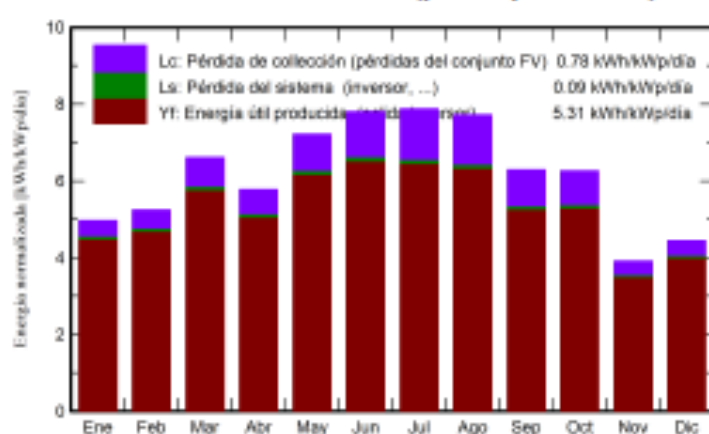
Producción específica

1937 kWh/kWp/año

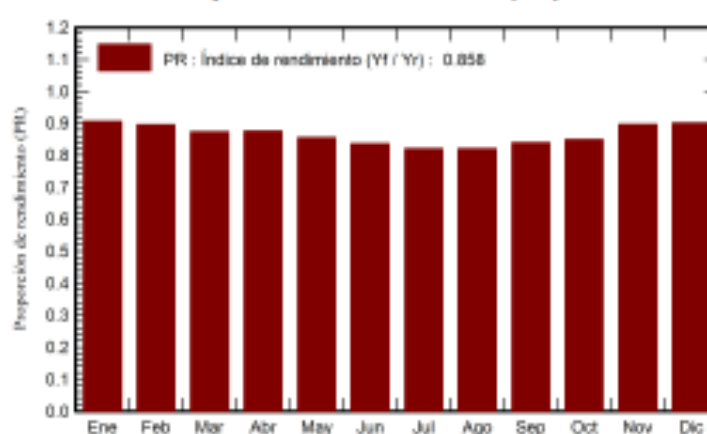
Proporción rend. PR

85.81 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	91.0	26.85	9.91	154.0	151.7	7413	7286	0.906
Febrero	102.7	34.76	11.23	146.9	144.7	6997	6876	0.895
Marzo	163.4	49.74	13.52	204.8	201.5	9514	9351	0.874
Abril	162.8	68.61	15.36	173.3	170.1	8077	7933	0.876
Mayo	229.3	70.15	19.61	223.9	219.5	10184	10008	0.855
Junio	249.6	58.89	24.34	234.1	229.6	10409	10229	0.836
Julio	255.7	55.63	28.03	244.1	239.2	10651	10466	0.820
Agosto	227.8	53.72	28.45	239.3	234.9	10449	10269	0.821
Septiembre	161.1	48.95	24.49	188.4	185.3	8407	8261	0.839
Octubre	139.4	39.00	23.27	193.9	191.1	8746	8598	0.849
Noviembre	77.8	32.19	14.64	117.3	115.5	5590	5489	0.896
Diciembre	79.4	26.56	13.44	137.9	135.8	6599	6485	0.900
Año	1939.9	565.05	18.91	2257.8	2218.9	103036	101250	0.858

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

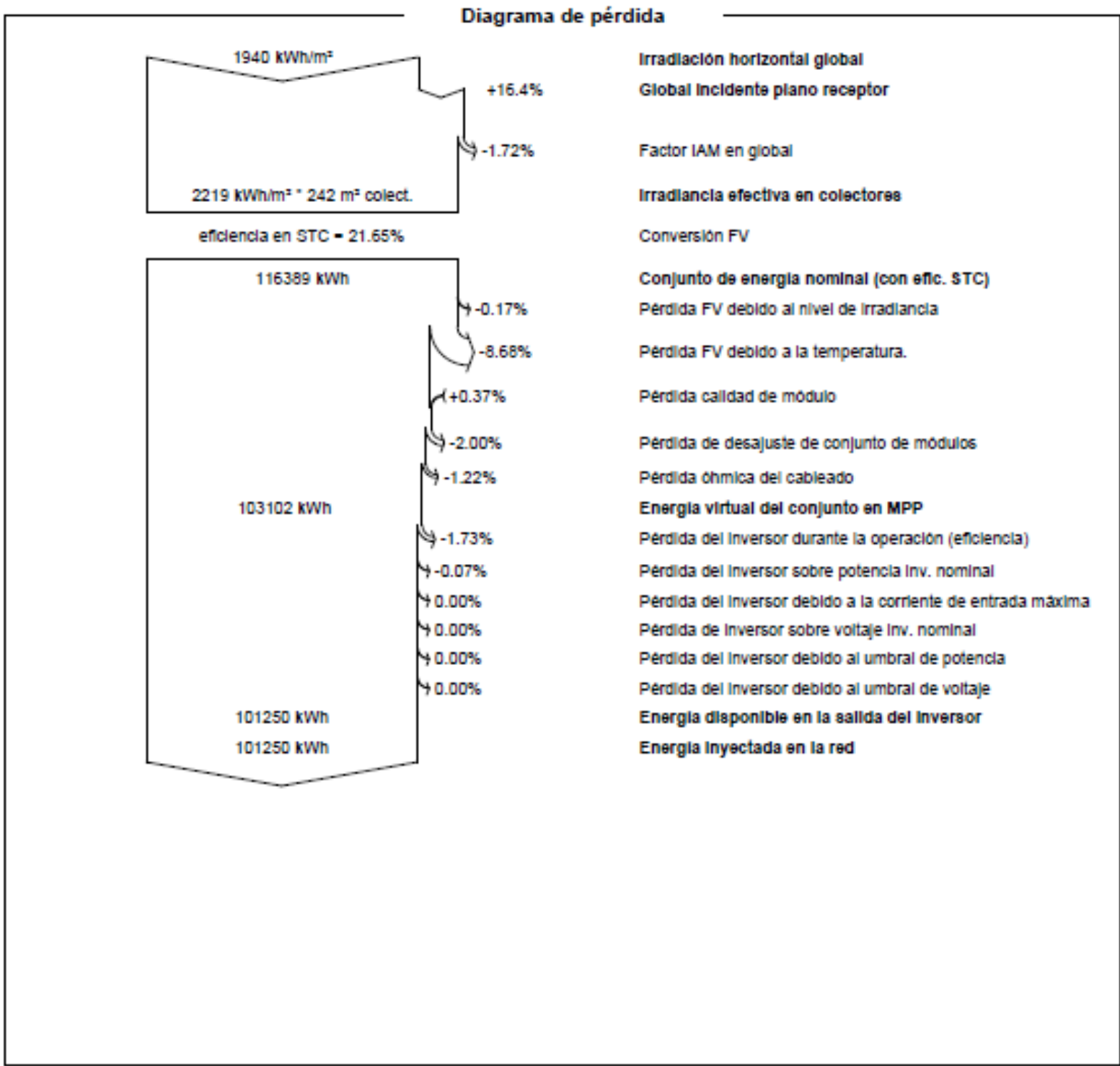
E_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento



PVsyst V7.4.7
VC0, Fecha de simulación:
03/07/24 19:47
con V7.4.7

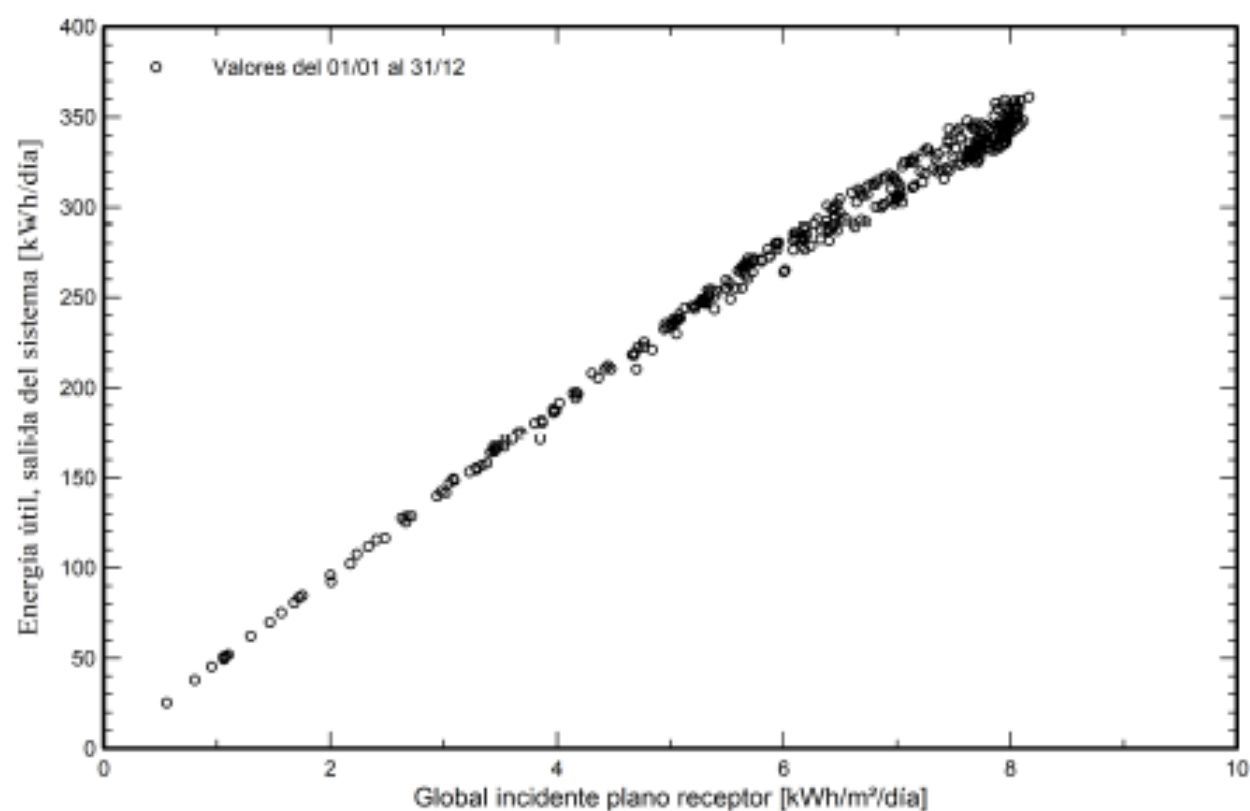
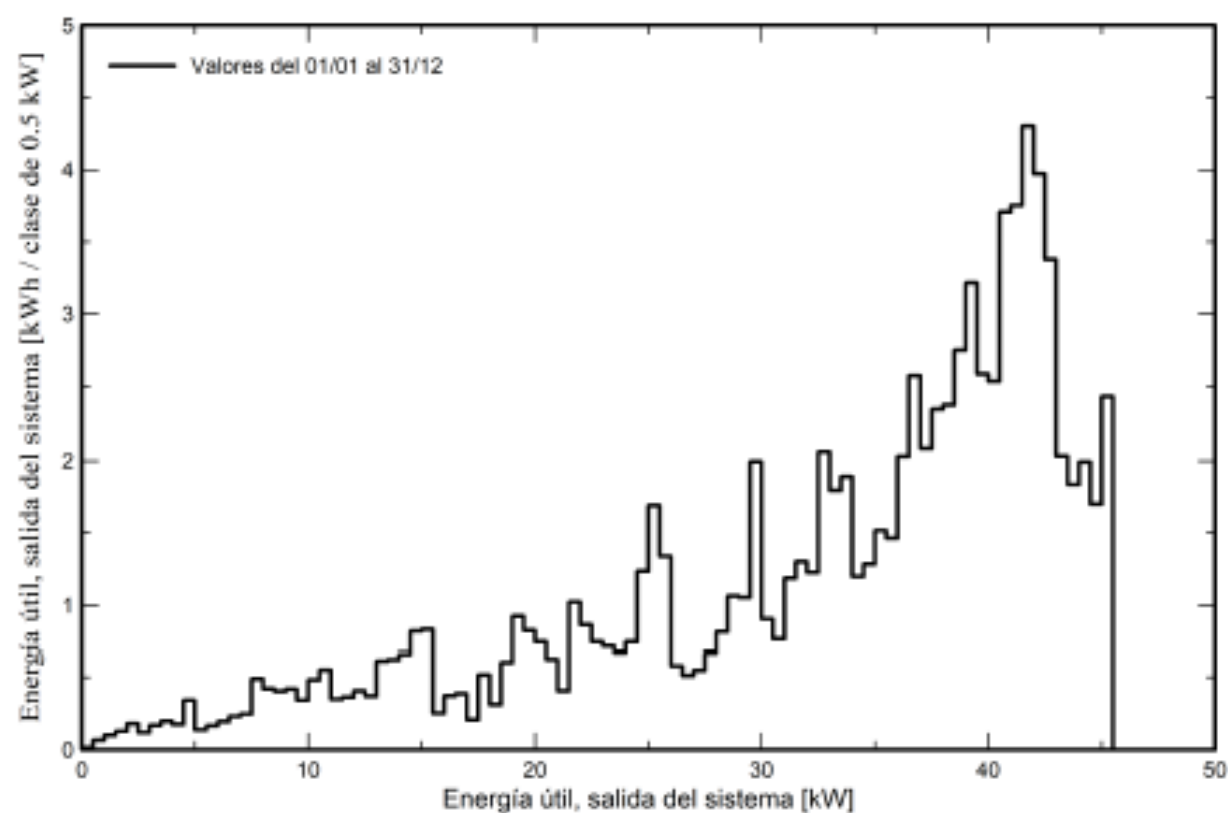
Proyecto: Nuevo Proyecto
Variante: Nueva variante de simulación
aBalados services S.L. (Spain)

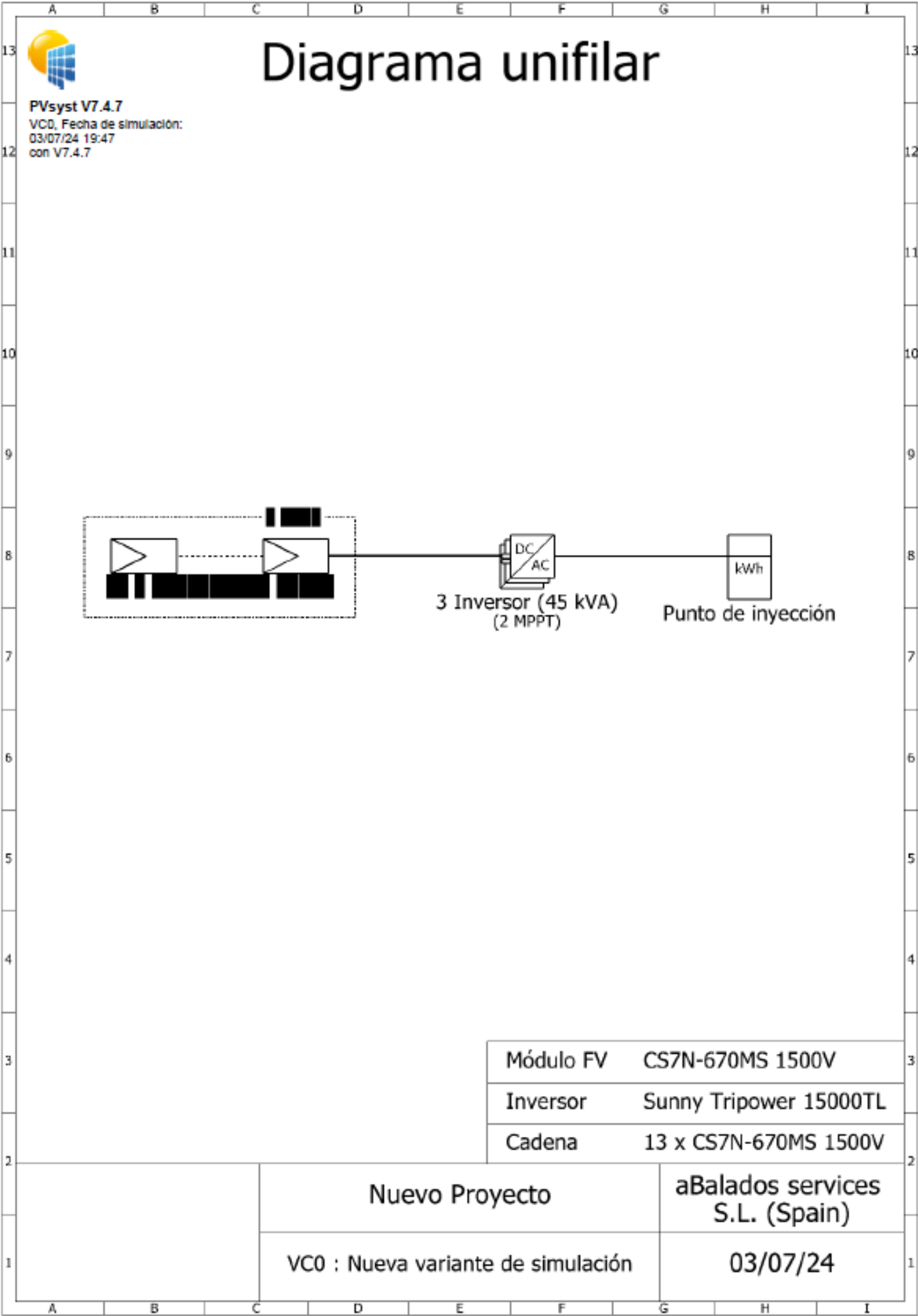


**PVsyst V7.4.7**VCD, Fecha de simulación:
03/07/24 19:47
con V7.4.7**Proyecto: Nuevo Proyecto**

Variante: Nueva variante de simulación

aBalados services S.L. (Spain)

Gráficos predefinidos**Diagrama entrada/salida diaria****Distribución de potencia de salida del sistema**



ANEXO D: CÁLCULOS ALTERNATIVA 3

Alternativa 3 Día tipo invierno

			mw			0,538535184 kg/s			Pcal			45000 W			Tmin_dep			59,63 °C		
			Tcons			60 °C			Rend cold			0,953			Tmax_dep			64,79 °C		
			Timp_max			70 °C			Rend comb			0,884								
			Tacs			45 °C			fcp min			0,30000								
			UA			15 W/K			fcp max			1								
			Masa			2000 kg														
												23.324,96								

65	39000	10:50	7,50	11	0,11662962	61,22	0,00	19.760,82	0,44	0,44	18.832,06		805,76	16.567,47	1.458,83	61,32	21303,24
66	39600	11:00	7,50	11	0,10534288	61,32	0,00	19.525,13	0,43	0,43	18.607,45	19.326,70	807,33	14.964,17	2.835,95	61,53	21049,15
67	40200	11:10	10,00	11	0,10534288	61,53	0,00	19.066,96	0,42	0,42	18.170,81		772,89	14.964,17	2.433,75	61,70	20555,21
68	40800	11:20	10,00	11	0,10534288	61,70	0,00	18.673,76	0,41	0,41	17.796,09		775,51	14.964,17	2.056,41	61,85	20131,32
69	41400	11:30	10,00	11	0,10534288	61,85	0,00	18.341,52	0,41	0,41	17.479,47		777,72	14.964,17	1.737,58	61,97	19773,16
70	42000	11:40	10,00	11	0,10534288	61,97	0,00	18.060,80	0,40	0,40	17.211,94		779,59	14.964,17	1.468,18	62,08	19470,52
71	42600	11:50	10,00	11	0,10534288	62,08	0,00	17.823,60	0,40	0,40	16.985,89		781,18	14.964,17	1.240,54	62,17	19214,81
72	43200	12:00	10,00	11	0,09029390	62,17	0,00	17.623,17	0,39	0,39	16.794,89	17.406,51	782,51	12.826,43	3.185,94	62,40	18998,74
73	43800	12:10	12,30	11	0,09029390	62,40	0,00	17.108,45	0,38	0,38	16.304,35		751,44	12.826,43	2.726,48	62,59	18443,84
74	44400	12:20	12,30	11	0,09029390	62,59	0,00	16.667,96	0,37	0,37	15.884,57		754,38	12.826,43	2.303,76	62,76	17968,97
75	45000	12:30	12,30	11	0,09029390	62,76	0,00	16.295,76	0,36	0,36	15.529,86		756,86	12.826,43	1.946,57	62,90	17567,72
76	45600	12:40	12,30	11	0,09029390	62,90	0,00	15.981,27	0,36	0,36	15.230,15		758,96	12.826,43	1.644,77	63,02	17228,68
77	46200	12:50	12,30	11	0,09029390	63,02	0,00	15.715,54	0,35	0,35	14.976,91		760,73	12.826,43	1.389,76	63,12	16942,21
78	46800	13:00	12,30	11	0,09029390	63,12	0,00	15.491,02	0,34	0,34	14.762,94	15.448,13	762,23	12.826,43	1.174,28	63,20	16700,16
79	47400	13:10	14,30	11	0,09029390	63,20	0,00	15.301,30	0,34	0,34	14.582,14		733,49	12.826,43	1.022,22	63,27	16495,63
80	48000	13:20	14,30	11	0,09029390	63,27	0,00	15.136,15	0,34	0,34	14.424,75		734,59	12.826,43	863,73	63,33	16317,59
81	48600	13:30	14,30	11	0,09029390	63,33	0,00	14.996,60	0,33	0,33	14.291,76		735,52	12.826,43	729,81	63,39	16167,15
82	49200	13:40	14,30	11	0,09029390	63,39	0,00	14.878,69	0,33	0,33	14.179,40		736,31	12.826,43	616,66	63,43	16040,04
83	49800	13:50	14,30	11	0,09029390	63,43	0,00	14.779,07	0,33	0,33	14.084,45		736,97	12.826,43	521,05	63,47	15932,64
84	50400	14:00	14,30	11	0,07712604	63,47	0,00	14.694,89	0,33	0,33	14.004,23	14.261,12	737,53	10.955,91	2.310,78	63,63	15841,89
85	51000	14:10	15,50	11	0,07712604	63,63	0,00	14.321,55	0,32	0,32	13.648,44		722,02	10.955,91	1.970,51	63,78	15439,41
86	51600	14:20	15,50	11	0,07712604	63,78	0,00	14.003,20	0,31	0,31	13.345,05		724,15	10.955,91	1.664,99	63,90	15096,21
87	52200	14:30	15,50	11	0,07712604	63,90	0,00	13.734,20	0,31	0,31	13.088,69		725,94	10.955,91	1.406,85	64,00	14806,21
88	52800	14:40	15,50	11	0,07712604	64,00	0,00	13.506,91	0,30	0,30	12.872,08		727,45	10.955,91	1.188,72	64,08	14561,18
89	53400	14:50	15,50	11	0,07712604	64,08	0,00	13.314,86	0,30	0,00	0,00		728,73	10.955,91	-11.684,64	63,24	0,00
90	54000	15:00	15,50	11	0,06207706	63,24	0,00	15.202,64	0,34	0,34	14.488,11	11.240,40	716,15	8.818,17	4.953,79	63,60	16389,27
91	54600	15:10	15,70	11	0,06207706	63,60	0,00	14.402,30	0,32	0,32	13.725,39		718,48	8.818,17	4.188,74	63,90	15526,46
92	55200	15:20	15,70	11	0,06207706	63,90	0,00	13.725,56	0,31	0,31	13.080,46		723,00	8.818,17	3.539,30	64,15	14796,90
93	55800	15:30	15,70	11	0,06207706	64,15	0,00	13.153,75	0,29	0,00	0,00		726,81	8.818,17	-9.544,98	63,47	0,00
94	56400	15:40	15,70	11	0,06207706	63,47	0,00	14.695,85	0,33	0,33	14.005,14		716,53	8.818,17	4.470,44	63,79	15842,92
95	57000	15:50	15,70	11	0,06207706	63,79	0,00	13.973,60	0,31	0,31	13.316,84		721,34	8.818,17	3.777,33	64,06	15064,30
96	57600	16:00	15,70	11	0,07336379	64,06	0,00	13.363,33	0,30	0,00	0,00	9.021,31	725,41	10.421,47	-11.146,88	63,26	0,00
97	58200	16:10	15,00	11	0,07336379	63,26	0,00	15.164,23	0,34	0,34	14.451,51		723,91	10.421,47	3.306,13	63,50	16347,86
98	58800	16:20	15,00	11	0,07336379	63,50	0,00	14.630,09	0,33	0,33	13.942,47		727,47	10.421,47	2.793,53	63,70	15772,03
99	59400	16:30	15,00	11	0,07336379	63,70	0,00	14.178,76	0,32	0,32	13.512,36		730,47	10.421,47	2.360,41	63,87	15285,48
100	60000	16:40	15,00	11	0,07336379	63,87	0,00	13.797,41	0,31	0,31	13.148,94		733,02	10.421,47	1.994,44	64,01	14874,36
101	60600	16:50	15,00	11	0,07336379	64,01	0,00	13.475,19	0,30	0,00	0,00		735,17	10.421,47	-11.156,64	63,21	0,00
102	61200	17:00	15,00	11	0,07148267	63,21	0,00	15.277,66	0,34	0,34	14.559,61	11.602,48	723,15	10.154,26	3.682,21	63,47	16470,15
103	61800	17:10	13,40	11	0,07148267	63,47	0,00	14.682,76	0,33	0,33	13.992,67		751,11	10.154,26	3.087,30	63,70	15828,82
104	62400	17:20	13,40	11	0,07148267	63,70	0,00	14.183,98	0,32	0,32	13.517,33		754,44	10.154,26	2.608,63	63,88	15291,10
105	63000	17:30	13,40	11	0,07148267	63,88	0,00	13.762,52	0,31	0,31	13.115,69		757,25	10.154,26	2.204,18	64,04	14836,75
106	63600	17:40	13,40	11	0,07148267	64,04	0,00	13.406,42	0,30	0,00	0,00		759,62	10.154,26	-10.913,88	63,26	0,00
107	64200	17:50	13,40	11	0,07148267	63,26	0,00	15.169,67	0,34	0,34	14.456,69		747,87	10.154,26	3.554,57	63,51	16353,73
108	64800	18:00	13,40	11	0,09781839	63,51	0,00	14.595,39	0,32	0,32	13.909,41	11.498,63	751,70	13.895,30	-737,59	63,46	15734,62
109	65400	18:10	11,40	11	0,09781839	63,46	0,00	14.714,56	0,33	0,33	14.022,97		780,90	13.895,30	-653,23	63,41	15863,09
110	66000	18:20	11,40	11	0,09781839	63,41	0,00	14.820,09	0,33	0,33	14.123,55		780,20	13.895,30	-551,95	63,37	15976,86
111	66600	18:30	11,40	11	0,09781839	63,37	0,00	14.909,27	0,33	0,33	14.208,53		779,60	13.895,30	-466,37	63,34	16073,00
112	67200	18:40	11,40	11	0,09781839	63,34	0,00	14.984,61	0,33	0,33	14.280,34		779,10	13.895,30	-394,06	63,31	16154,23
113	67800	18:50	11,40	11	0,09781839	63,31	0,00	15.048,28	0,33	0,33	14.341,01		778,68	13.895,30	-332,97	63,29	16222,86
114	68400	19:00	11,40	11	0,13167861	63,29	0,00	15.102,07	0,34	0,34	14.392,28	14.228,11	778,32	18.705,21	-5.091,25	62,92	16280,85
115	69000	19:10	10,60	11	0,13167861	62,92	0,00	15.924,62	0,35	0,35	15.176,16		784,84	18.705,21	-4.313,88	62,61	17167,60
116	69600	19:20	10,60	11	0,13167861	62,61	0,00	16.621,57	0,37	0,37	15.840,36		780,19	18.705,21	-3.645,04	62,35	17918,96
117	70200	19:30	10,60	11	0,13167861	62,35	0,00	17.210,47	0,38	0,38	16.401,57		776,26	18.705,21	-3.079,90	62,13	18553,82
118	70800	19:40	10,60	11	0,13167861	62,13	0,00	17.708,06	0,39	0,39	16.875,78		772,95	18.705,21	-2.602,38	61,94	19090,25
119	71400	19:50	10,60	11	0,13167861	61,94	0,00	18.128,50	0,40	0,40	17.276,46		770,14	18.705,21	-2.198,89	61,78	19543,51
120	72000	20:00	10,60	11	0,10722401	61,78	0,00	18.483,75	0,41	0,41	17.615,02	16.530,89	767,77	15.231,38	1.615,86	61,90	19926,49
121	72600	20:10	9,20	11	0,10722401	61,90	0,00	18.222,69	0,40	0,40	17.366,23		790,52	15.231,38	1.344,33	62,00	19645,05
122	73200	20:20	9,20	11	0,10722401	62,00	0,00	18.005,50	0,40	0,40	17.159,25		791,96	15.231,38	1.135,90	62,08	19410,91
123	73800	20:30	9,20	11	0,10722401	62,08	0,00	17.821,99	0,40	0,40	16.984,35		793,19	15.231,38	959,78	62,15	19213,07
124	74400	20:40	9,20	11	0,10722401	62,15	0,00	17.666,92	0,39	0,39	16.836,58		794,22	15.231,38	810,97	62,21	19045,90
125	75000	20:50	9,20	11	0,10722401	62,21	0,00	17.535,90	0,39	0,39	16.711,72		795,09	15.231,38	685,24	62,26	18904,66
126	75600	21:00	9,20	11	0,11851075	62,26	0,00	17.425,20	0,39	0,39	16.606,21	16.944,06	795,83	16.834,69	-1.024,31	62,18	18785,31
127	76200	21:10	8,50	11	0,11851075	62,18	0,00	17.590,68	0,39	0,39	16.763,92		805,23	16.834,69	-876,00	62,12	18963,71
128	76800	21:20	8,50	11	0,11851075	62,12</											

140	84000	23:20	7,30	11	0,09781839	63,05	0,00	15.635,53	0,35	0,35	14.900,66		836,26	13.895,30	169,10	63,06	16855,95
141	84600	23:30	7,30	11	0,09781839	63,06	0,00	15.608,21	0,35	0,35	14.874,63		836,45	13.895,30	142,88	63,07	16826,50
142	85200	23:40	7,30	11	0,09781839	63,07	0,00	15.585,13	0,35	0,35	14.852,63		836,60	13.895,30	120,73	63,08	16801,61
143	85800	23:50	7,30	11	0,09781839	63,08	0,00	15.565,62	0,35	0,35	14.834,04		836,73	13.895,30	102,01	63,09	16780,59
144	86400	0:00	7,30	11	0,02257348	63,09	0,00	15.549,14	0,35	0,35	14.818,33	14.868,63	836,84	3.206,61	10.774,89	63,86	16762,82

Alternativa 3 Día tipo primavera

																		mw	0,538535184	kg/s	Pcal	45000	W	Tmin_dep	59,80	°C																																																			
																		Tcons	60	°C	Rend cald	0,953		Tmax_dep	64,80	°C																																																			
																		Timp_max	70	°C	Rend comb	0,884																																																							
																		Tacs	45	°C	fcp min	0,30000																																																							
																		UA	15	W/K	fcp max	1																																																							
																		Masa	2000	kg																																																									
																		22.941,54																																																											
																		cond inicial					Equipo calentamiento																																																						
																		64,25																																																											
																		Entradas																																																											
																		Día tipo primavera																																																											
																		Timestep (s)																																																											
																		600																																																											
																		ID paso tiempo					Tiempo (seg)					Tiempo (h)																																																	
																		Text (°C)					Tred (°C)					macs(kg/s)																																																	
																		Tdep(t):anterior					ON/OFF					Pot requerida					fpc deseado					fcp real					Qentregado(W)					Pérdidas(W)					Qacs(W)					SUMAQ(W)					Tdep(t+DT)					Cons real(W)									
																		64,25					0,00					12.930,13					0,29					0,00					0,00					738,80					3.010,28					-3.749,08					63,98					0,00									
																		63,98					0,00					13.535,84					0,30					0,30					12.899,65					767,76					3.010,28					9.121,61					64,64					14592,37									
																		64,64					0,00					12.062,15					0,27					0,00					0,00					777,59					3.010,28					-3.787,87					64,37					0,00									
																		64,37					0,00					12.674,12					0,28					0,00					0,00					773,51					3.010,28					-3.783,79					64,10					0,00									
																		64,10					0,00					13.285,43					0,30					0,00					0,00					769,43					3.010,28					-3.779,71					63,82					0,00									
																		63,82					0,00					13.896,08					0,31					0,31					13.242,96					765,36					3.010,28					9.467,32					64,50					14980,73									
																		64,50					0,00					12.366,54					0,27					0,00					0,00					4.357,10					775,56					1.254,29					-2.029,84					64,36					0,00				
																		64,36					0,00					12.694,48					0,28					0,00					0,00					813,87					1.254,29					-2.068,16					64,21					0,00									
																		64,21					0,00					13.028,61					0,29					0,00					0,00					811,64					1.254,29					-2.065,93					64,06					0,00									
																		64,06					0,00					13.362,38					0,30					0,00					0,00					809,42					1.254,29					-2.063,70					63,91					0,00									
																		63,91					0,00					13.695,80					0,30					0,30					13.052,09					807,19					1.254,29					10.990,61					64,70					14764,81									
																		64,70					0,00					11.920,15					0,26					0,00					0,00					819,03					1.254,29					-2.073,32					64,55					0,00									
																		64,55					0,00					12.255,11					0,27					0,00					0,00					2.175,35					816,80					1.003,43					-1.820,23					64,42					0,00				
																		64,42					0,00					12.549,19					0,28					0,00					0,00					810,34					1.003,43					-1.813,77					64,29					0,00									
																		64,29					0,00					12.842,22					0,29					0,00					0,00					808,39					1.003,43					-1.811,81					64,16					0,00									
																		64,16					0,00					13.134,94					0,29					0,00					0,00					806,43					1.003,43					-1.809,86					64,03					0,00									
																		64,03					0,00					13.427,34					0,30					0,00					0,00					804,48					1.003,43					-1.807,91					63,90					0,00									
																		63,90					0,00					13.719,43					0,30					0,30					13.074,62					802,54					1.003,43					11.268,65					64,71					14790,29									
																		64,71					0,00					11.898,86					0,26					0,00					0,00					2.179,10					814,67					501,71					-1.316,39					64,62					0,00				
																		64,62					0,00					12.111,54					0,27					0,00					0,00					810,26					501,71					-1.311,97					64,52					0,00									
																		64,52					0,00					12.323,50					0,27					0,00					0,00					808,84					501,71					-1.310,56					64,43					0,00									
																		64,43					0,00					12.535,23					0,28					0,00					0,00					807,43					501,71					-1.309,15					64,33					0,00									
																		64,33					0,00					12.746,74					0,28					0,00					0,00					806,02					501,71					-1.307,74					64,24					0,00									
																		64,24					0,00					12.958,02					0,29					0,00					0,00					804,61					501,71					-1.306,33					64,15					0,00									
																		64,15					0,00					13.169,07					0,29					0,00					0,00					803,21					501,71					-1.304,92					64,05					0,00									
																		64,05					0,00					13.379,89					0,30					0,00					0,00					806,30					501,71					-1.308,01					63,96					0,00									
																		63,96					0,00					13.591,22					0,30					0,30					12.952,43					804,89					501,71					11.645,82					64,80					14652,07									
																		64,80					0,00					11.709,71					0,26					0,00					0,00					817,44					501,71					-1.319,15					64,70					0,00									
																		64,70					0,00					11.922,83					0,26					0,00					0,00					816,01					501,71					-1.317,73					64,61					0,00									
																		64,61					0,00					12.135,73					0,27					0,00					0,00					814,60					501,71					-1.316,31					64,51					0,00									
																		64,51					0,00					12.348,39					0,27					0,00					0,00					2.158,74					813,18					1.505,14					-2.318,32					64,35					0,00				
																		64,35					0,00					12.722,94					0,28					0,00					0,00					797,18					1.505,14					-2.302,32					64,18					0,00									
																		64,18					0,00					13.094,90					0,29					0,00					0,00					794,70					1.505,14					-2.299,84					64,01					0,00									
																		64,01					0,00					13.466,47					0,30					0,00					0,00					792,22					1.505,14					-2.297,37					63,85					0,00									
																		63,85					0,00					13.837,63					0,31					0,31					13.187,26					789,75					1.505,14					10.892,37					64,63					14917,72									
																		64,63					0,00					12.077,85					0,27					0,00					0,00					801,48					1.505,14					-2.306,62					64,47					0,00									
																		64,47					0,00					12.450,51					0,28					0,00					0,00					2.197,88					799,00					6.773,14					-7.572,14					63,92					0,00				
																		63,92					0,00					13.673,87					0,30					0,30					13.031,20					790,84					6.773,14					5.467,22					64,32					14741,18									
																		64,32					0,00					12.790,58					0,28					0,00					0,00					796,73					6.773,14					-7.569,87					63,77					0,00									
																		63,77					0,00					14.013,58					0,31					0,31					13.354,94					788,58					6.773,14					5.793,22					64,19					15107,40									
																		64,19					0,00					13.077,62					0,29					0,00					0,00					794,82					6.773,14					-7.567,96					63,64					0,00									
																		63,64					0,00					14.300,30					0,32					0,32					13.628,19					786,66					6.773,14					6.068,38					64,08					15416,50									
																		64,08					0,00					13.319,89					0,30					0,00					0,00					6.669,05					793,20					25.085,70					-25.878,90					62,22					0,00				
																		62,22					0,00					17.500,90					0,39					0,39					16.678,36					763,83					25.085,70					-9.171,17					61,56					18866,92									
																		61,56					0,00					18.982,60					0,42					0,42					18.090,42					753,95					25.085,70					-7.749,23					61,01					20464,28									
																		61,01					0,00					20.234,57					0,45					0,45					19.283,55					745,60					25.085,70					-6.547,76					60,54					21813,97									
																		60,54					0,00					21.292,43					0,47					0,47					20.291,69					738,55					25.085,70					-5.532,57					60,14					22954,40									
																		60,14					0,00					22.186,28					0,49					0,49					21.143,52					732,59					25.085,70					-4.674,77					59,80					23918,01									
																		59,80					1,00					22.941,54					0,51					0,51					21.863,28					727,56					17.559,99					3.575,73					60,06					24732,22									
																		60,06					0,00					22.363,84					0,50					0,50					21.312,74					722,41					17.559,99					3.030,34					60,28					24109,43									
																		60,28					0,00					21.874,25					0,49					0,49					20.846,16					725,67					17.559,99					2.560,50					60,46					23581,63									
																		60,46					0,00					21.460,58					0,48					0,48					20.451,93					728,43					17.559,99					2.163,51					60,62					23135,67									
																		60,62					0,00					21.111,04					0,47					0,47					20.118,82					730,76					17.559,99					1.828,07					60,75					22758,85									
																		60,75					0,00					20.815,70					0,46					0,46					19.837,36					732,73					17.559,99					1.544,64					60,86					22440,45									
																		60,86					0,00					20.566,14					0,46					0,46					19.599,54					20.361,09					734,39					18.814,28					50,87					60,86					22171,42				
																		60,86					0,00					20.557,93					0,46					0,46					19.591,70					710,45					18.814,28					66,98					60,87					22162,56									
																		60,87					0,00					20.547,11					0,46					0,46					19.581,39					710,52					18.814,28					56,59					60,87					22150,90									
																		60,87					0,00					20.537,96					0,46					0,46					19.572,68					710,58					18.814,28					47,82					60,88					22141,04									
																		60,88					0,00					20.530,24					0,46					0,46					19.565,31					710,63					18.814,28					40,41					60,88					22132,71									
																		60,88					0,00					20.523,71					0,46					0,46					19.559,09					710,68					18.814,28					34,14					60,88					22125,67									
																		60,88					0,00					20.518,19					0,46					0,46					19.553,84					19.570,67					710,71					15.553,14					3.289,99					61,12					22119,73				
																		61,12					0,00					19.986,66					0,44					0,44					19.047,29					687,26					15.553,14					2.806,90					61,32					21546,70									
																		61,32					0,00					19.533,18					0,43					0,43					18.615,12					690,28					15.553,14					2.371,70					61,49					21057,82									
																		61,49					0,00					19.150,00					0,43					0,43					18.249,95					692,83					15.553,14					2.003,98					61,63					20644,74									
																		61,63					0,00					18.826,24					0,42					0,42					17.941,40					694,99					15.553,14					1.693,28					61,75					20295,71									

65	39000	10:50	15,30	14	0,12008475	61,75	0,00	18.552,67	0,41	0,41	17.680,70		696,82	15.553,14	1.430,74	61,86	20000,79
66	39600	11:00	15,30	14	0,10846364	61,86	0,00	18.321,52	0,41	0,41	17.460,41	18.165,81	698,36	14.047,99	2.714,06	62,05	19751,59
67	40200	11:10	16,90	14	0,10846364	62,05	0,00	17.883,03	0,40	0,40	17.042,53		677,28	14.047,99	2.317,26	62,22	19278,88
68	40800	11:20	16,90	14	0,10846364	62,22	0,00	17.508,66	0,39	0,39	16.685,75		679,78	14.047,99	1.957,98	62,36	18875,28
69	41400	11:30	16,90	14	0,10846364	62,36	0,00	17.192,32	0,38	0,38	16.384,29		681,88	14.047,99	1.654,41	62,48	18534,26
70	42000	11:40	16,90	14	0,10846364	62,48	0,00	16.925,04	0,38	0,38	16.129,56		683,67	14.047,99	1.397,90	62,58	18246,11
71	42600	11:50	16,90	14	0,10846364	62,58	0,00	16.699,19	0,37	0,37	15.914,33		685,17	14.047,99	1.181,16	62,66	18002,64
72	43200	12:00	16,90	14	0,09296884	62,66	0,00	16.508,36	0,37	0,37	15.732,47	16.314,82	686,44	12.041,14	3.004,89	62,88	17796,91
73	43800	12:10	18,90	14	0,09296884	62,88	0,00	16.022,89	0,36	0,36	15.269,82		659,68	12.041,14	2.569,00	63,06	17273,55
74	44400	12:20	18,90	14	0,09296884	63,06	0,00	15.607,84	0,35	0,35	14.874,27		662,45	12.041,14	2.170,69	63,22	16826,10
75	45000	12:30	18,90	14	0,09296884	63,22	0,00	15.257,15	0,34	0,34	14.540,06		664,79	12.041,14	1.834,14	63,35	16448,03
76	45600	12:40	18,90	14	0,09296884	63,35	0,00	14.960,82	0,33	0,33	14.257,66		666,76	12.041,14	1.549,76	63,46	16128,58
77	46200	12:50	18,90	14	0,09296884	63,46	0,00	14.710,44	0,33	0,33	14.019,05		668,43	12.041,14	1.309,48	63,56	15858,65
78	46800	13:00	18,90	14	0,09296884	63,56	0,00	14.498,88	0,32	0,32	13.817,43	14.463,05	669,84	12.041,14	1.106,45	63,64	15630,58
79	47400	13:10	19,80	14	0,09296884	63,64	0,00	14.320,12	0,32	0,32	13.647,07		657,53	12.041,14	948,40	63,70	15437,87
80	48000	13:20	19,80	14	0,09296884	63,70	0,00	14.166,90	0,31	0,31	13.501,05		658,55	12.041,14	801,36	63,76	15272,68
81	48600	13:30	19,80	14	0,09296884	63,76	0,00	14.037,43	0,31	0,31	13.377,67		659,42	12.041,14	677,11	63,81	15133,11
82	49200	13:40	19,80	14	0,09296884	63,81	0,00	13.928,03	0,31	0,31	13.273,42		660,15	12.041,14	572,13	63,85	15015,18
83	49800	13:50	19,80	14	0,09296884	63,85	0,00	13.835,60	0,31	0,31	13.185,33		660,76	12.041,14	483,43	63,89	14915,53
84	50400	14:00	19,80	14	0,07941088	63,89	0,00	13.757,50	0,31	0,31	13.110,89	13.349,24	661,28	10.285,14	2.164,47	64,04	14831,33
85	51000	14:10	20,80	14	0,07941088	64,04	0,00	13.407,80	0,30	0,00	0,00		648,61	10.285,14	-10.933,75	63,26	0,00
86	51600	14:20	20,80	14	0,07941088	63,26	0,00	15.174,27	0,34	0,34	14.461,08		636,84	10.285,14	3.539,10	63,51	16358,68
87	52200	14:30	20,80	14	0,07941088	63,51	0,00	14.602,49	0,32	0,32	13.916,17		640,65	10.285,14	2.990,38	63,72	15742,27
88	52800	14:40	20,80	14	0,07941088	63,72	0,00	14.119,36	0,31	0,31	13.455,75		643,87	10.285,14	2.526,74	63,91	15221,44
89	53400	14:50	20,80	14	0,07941088	63,91	0,00	13.711,14	0,30	0,30	13.066,71		646,59	10.285,14	2.134,98	64,06	14781,35
90	54000	15:00	20,80	14	0,06391607	64,06	0,00	13.366,21	0,30	0,00	0,00	9.149,95	648,89	8.278,28	-8.927,17	63,42	0,00
91	54600	15:10	20,80	14	0,06391607	63,42	0,00	14.808,49	0,33	0,33	14.112,49		639,28	8.278,28	5.194,93	63,79	15964,35
92	55200	15:20	20,80	14	0,06391607	63,79	0,00	13.969,19	0,31	0,31	13.312,64		644,87	8.278,28	4.389,49	64,11	15059,55
93	55800	15:30	20,80	14	0,06391607	64,11	0,00	13.260,02	0,29	0,00	0,00		649,60	8.278,28	-8.927,88	63,47	0,00
94	56400	15:40	20,80	14	0,06391607	63,47	0,00	14.702,42	0,33	0,33	14.011,40		639,98	8.278,28	5.093,14	63,83	15850,00
95	57000	15:50	20,80	14	0,06391607	63,83	0,00	13.879,57	0,31	0,31	13.227,23		645,47	8.278,28	4.303,48	64,14	14962,93
96	57600	16:00	20,80	14	0,07553718	64,14	0,00	13.184,30	0,29	0,00	0,00	9.110,63	650,10	9.783,42	-10.433,53	63,39	0,00
97	58200	16:10	20,70	14	0,07553718	63,39	0,00	14.869,94	0,33	0,33	14.171,06		640,37	9.783,42	3.747,26	63,66	16030,61
98	58800	16:20	20,70	14	0,07553718	63,66	0,00	14.264,53	0,32	0,32	13.594,10		644,40	9.783,42	3.166,27	63,89	15377,94
99	59400	16:30	20,70	14	0,07553718	63,89	0,00	13.752,99	0,31	0,31	13.106,60		647,81	9.783,42	2.675,36	64,08	14826,47
100	60000	16:40	20,70	14	0,07553718	64,08	0,00	13.320,76	0,30	0,00	0,00		650,69	9.783,42	-10.434,12	63,33	0,00
101	60600	16:50	20,70	14	0,07553718	63,33	0,00	15.006,50	0,33	0,33	14.301,19		639,46	9.783,42	3.878,31	63,61	16177,82
102	61200	17:00	20,70	14	0,07360033	63,61	0,00	14.379,92	0,32	0,32	13.704,06	11.479,50	643,63	9.532,57	3.527,86	63,86	15502,33
103	61800	17:10	19,70	14	0,07360033	63,86	0,00	13.809,95	0,31	0,31	13.160,88		662,43	9.532,57	2.965,88	64,08	14887,88
104	62400	17:20	19,70	14	0,07360033	64,08	0,00	13.330,78	0,30	0,00	0,00		665,63	9.532,57	-10.198,20	63,34	0,00
105	63000	17:30	19,70	14	0,07360033	63,34	0,00	14.978,41	0,33	0,33	14.274,42		654,64	9.532,57	4.087,21	63,64	16147,54
106	63600	17:40	19,70	14	0,07360033	63,64	0,00	14.318,08	0,32	0,32	13.645,13		659,05	9.532,57	3.453,51	63,88	15435,66
107	64200	17:50	19,70	14	0,07360033	63,88	0,00	13.760,12	0,31	0,31	13.113,40		662,77	9.532,57	2.918,07	64,09	14834,16
108	64800	18:00	19,70	14	0,10071624	64,09	0,00	13.288,68	0,30	0,00	0,00	9.032,31	665,91	13.044,57	-13.710,47	63,11	0,00
109	65400	18:10	18,20	14	0,10071624	63,11	0,00	15.503,75	0,34	0,34	14.775,08		673,64	13.044,57	1.056,87	63,19	16713,89
110	66000	18:20	18,20	14	0,10071624	63,19	0,00	15.333,00	0,34	0,34	14.612,35		674,78	13.044,57	893,01	63,25	16529,81
111	66600	18:30	18,20	14	0,10071624	63,25	0,00	15.188,73	0,34	0,34	14.474,86		675,74	13.044,57	754,55	63,30	16374,28
112	67200	18:40	18,20	14	0,10071624	63,30	0,00	15.066,82	0,33	0,33	14.358,68		676,55	13.044,57	637,56	63,35	16242,85
113	67800	18:50	18,20	14	0,10071624	63,35	0,00	14.963,82	0,33	0,33	14.260,52		677,24	13.044,57	538,71	63,39	16131,81
114	68400	19:00	18,20	14	0,13557955	63,39	0,00	14.876,78	0,33	0,33	14.177,58	14.443,18	677,82	17.559,99	-4.060,24	63,10	16037,98
115	69000	19:10	16,90	14	0,13557955	63,10	0,00	15.532,76	0,35	0,35	14.802,72		692,95	17.559,99	-3.450,22	62,85	16745,16
116	69600	19:20	16,90	14	0,13557955	62,85	0,00	16.090,18	0,36	0,36	15.333,94		689,23	17.559,99	-2.915,28	62,64	17346,09
117	70200	19:30	16,90	14	0,13557955	62,64	0,00	16.561,17	0,37	0,37	15.782,80		686,09	17.559,99	-2.463,29	62,46	17853,84
118	70800	19:40	16,90	14	0,13557955	62,46	0,00	16.959,14	0,38	0,38	16.162,06		683,44	17.559,99	-2.081,37	62,31	18282,88
119	71400	19:50	16,90	14	0,13557955	62,31	0,00	17.295,41	0,38	0,38	16.482,53		681,20	17.559,99	-1.758,66	62,19	18645,39
120	72000	20:00	16,90	14	0,11040049	62,19	0,00	17.579,54	0,39	0,39	16.753,30	15.886,22	679,30	14.298,85	1.775,15	62,31	18951,70
121	72600	20:10	15,30	14	0,11040049	62,31	0,00	17.292,75	0,38	0,38	16.479,99		705,22	14.298,85	1.475,92	62,42	18642,52
122	73200	20:20	15,30	14	0,11040049	62,42	0,00	17.054,30	0,38	0,38	16.252,74		706,80	14.298,85	1.247,09	62,51	18385,46
123	73800	20:30	15,30	14	0,11040049	62,51	0,00	16.852,82	0,37	0,37	16.060,73		708,15	14.298,85	1.053,73	62,59	18168,25
124	74400	20:40	15,30	14	0,11040049	62,59	0,00	16.682,57	0,37	0,37	15.898,49		709,28	14.298,85	890,36	62,65	17984,72
125	75000	20:50	15,30	14	0,11040049	62,65	0,00	16.538,73	0,37	0,37	15.761,41		710,24	14.298,85	752,31	62,70	17829,65
126	75600	21:00	15,30	14	0,12202160	62,70	0,00	16.417,18	0,36	0,36	15.645,58	16.016,49	711,05	15.803,99	-869,47	62,64	17698,61
127	76200	21:10	14,90	14	0,12202160	62,64	0,00	16.557,65	0,37	0,37	15.779,44		716,12	15.803,99	-740,66	62,59	17850,05
128	76800	21:20	14,90	14	0,12202160	62,59	0,00	16.677									

140	84000	23:20	13,50	14	0,10071624	63,49	0,00	14.650,88	0,33	0,33	13.962,29		749,83	13.044,57	167,89	63,50	15794,44
141	84600	23:30	13,50	14	0,10071624	63,50	0,00	14.623,75	0,32	0,32	13.936,44		750,01	13.044,57	141,86	63,51	15765,20
142	85200	23:40	13,50	14	0,10071624	63,51	0,00	14.600,83	0,32	0,32	13.914,60		750,16	13.044,57	119,87	63,52	15740,49
143	85800	23:50	13,50	14	0,10071624	63,52	0,00	14.581,47	0,32	0,32	13.896,14		750,29	13.044,57	101,28	63,53	15719,61
144	86400	0:00	13,50	14	0,02324221	63,53	0,00	14.565,10	0,32	0,32	13.880,55	13.930,48	750,40	3.010,28	10.119,86	64,25	15701,97

Alternativa 3 Día tipo verano

						mw	0,538535184	kg/s	Pcal	45000	W	Tmin_dep	61,10	°C								
						Tcons	60	°C	Rend cold	0,953		Tmax_dep	64,80	°C								
						Timp_max	70	°C	Rend comb	0,884												
						Tacs	45	°C	fcp min	0,30000												
						UA	15	W/K	fcp max	1												
						Masa	2000	kg														
						20.020,04																
						cond inicial		Equipo calentamiento														
						64,36																
								ON/OFF	Pot requerida	fpc deseado	fcp real	Qentregado(W)		Pérdidas(W)	Qacs(W)	SUMAQ(W)	Tdep(t+DT)	Cons real(W)				
						Tdep(t):anterior																
ID paso tiempo	Tiempo (seg)	Tiempo (h)	Text (°C)	Tred (°C)	macs(kg/s)																	
0	0	0:00	20,60	21	0,02545275	64,36		0,00	12.683,85	0,28	0,00	0,00		740,44	2.552,20	-3.292,64	64,13	0,00				
1	600	0:10	19,20	21	0,02545275	64,13		0,00	13.215,81	0,29	0,00	0,00		673,89	2.552,20	-3.226,09	63,89	0,00				
2	1200	0:20	19,20	21	0,02545275	63,89		0,00	13.737,02	0,31	0,31	13.091,38		670,42	2.552,20	9.868,76	64,60	14809,25				
3	1800	0:30	19,20	21	0,02545275	64,60		0,00	12.142,61	0,27	0,00	0,00		681,05	2.552,20	-3.233,25	64,37	0,00				
4	2400	0:40	19,20	21	0,02545275	64,37		0,00	12.664,98	0,28	0,00	0,00		677,57	2.552,20	-3.229,76	64,14	0,00				
5	3000	0:50	19,20	21	0,02545275	64,14		0,00	13.186,78	0,29	0,00	0,00		674,09	2.552,20	-3.226,29	63,91	0,00				
6	3600	1:00	19,20	21	0,01060531	63,91		0,00	13.708,02	0,30	0,30	13.063,75		4.359,19	670,61	1.063,42	11.329,72	64,72	14777,99			
7	4200	1:10	18,60	21	0,01060531	64,72		0,00	11.877,59	0,26	0,00	0,00		691,82	1.063,42	-1.755,23	64,60	0,00				
8	4800	1:20	18,60	21	0,01060531	64,60		0,00	12.161,16	0,27	0,00	0,00		689,93	1.063,42	-1.753,34	64,47	0,00				
9	5400	1:30	18,60	21	0,01060531	64,47		0,00	12.444,43	0,28	0,00	0,00		688,04	1.063,42	-1.751,45	64,34	0,00				
10	6000	1:40	18,60	21	0,01060531	64,34		0,00	12.727,40	0,28	0,00	0,00		686,15	1.063,42	-1.749,57	64,22	0,00				
11	6600	1:50	18,60	21	0,01060531	64,22		0,00	13.010,06	0,29	0,00	0,00		684,27	1.063,42	-1.747,68	64,09	0,00				
12	7200	2:00	18,60	21	0,00848425	64,09		0,00	13.292,42	0,30	0,00	0,00		0,00	682,38	850,73	-1.533,12	63,98	0,00			
13	7800	2:10	17,90	21	0,00848425	63,98		0,00	13.540,11	0,30	0,30	12.903,72		691,23	850,73	11.361,76	64,80	14596,97				
14	8400	2:20	17,90	21	0,00848425	64,80		0,00	11.704,50	0,26	0,00	0,00		703,47	850,73	-1.554,20	64,69	0,00				
15	9000	2:30	17,90	21	0,00848425	64,69		0,00	11.955,59	0,27	0,00	0,00		701,80	850,73	-1.552,53	64,57	0,00				
16	9600	2:40	17,90	21	0,00848425	64,57		0,00	12.206,42	0,27	0,00	0,00		700,12	850,73	-1.550,86	64,46	0,00				
17	10200	2:50	17,90	21	0,00848425	64,46		0,00	12.456,98	0,28	0,00	0,00		698,45	850,73	-1.549,19	64,35	0,00				
18	10800	3:00	17,90	21	0,00424212	64,35		0,00	12.707,27	0,28	0,00	0,00		2.150,62	696,78	425,37	-1.122,15	64,27	0,00			
19	11400	3:10	17,60	21	0,00424212	64,27		0,00	12.888,56	0,29	0,00	0,00		700,08	425,37	-1.125,44	64,19	0,00				
20	12000	3:20	17,60	21	0,00424212	64,19		0,00	13.070,39	0,29	0,00	0,00		698,86	425,37	-1.124,23	64,11	0,00				
21	12600	3:30	17,60	21	0,00424212	64,11		0,00	13.252,02	0,29	0,00	0,00		697,65	425,37	-1.123,02	64,03	0,00				
22	13200	3:40	17,60	21	0,00424212	64,03		0,00	13.433,46	0,30	0,00	0,00		696,44	425,37	-1.121,81	63,95	0,00				
23	13800	3:50	17,60	21	0,00424212	63,95		0,00	13.614,70	0,30	0,30	12.974,81		695,24	425,37	11.854,20	64,80	14677,38				
24	14400	4:00	17,60	21	0,00424212	64,80		0,00	11.699,52	0,26	0,00	0,00		2.162,47	708,00	425,37	-1.133,37	64,72	0,00			
25	15000	4:10	16,60	21	0,00424212	64,72		0,00	11.882,63	0,26	0,00	0,00		721,78	425,37	-1.147,15	64,64	0,00				
26	15600	4:20	16,60	21	0,00424212	64,64		0,00	12.067,97	0,27	0,00	0,00		720,55	425,37	-1.145,91	64,55	0,00				
27	16200	4:30	16,60	21	0,00424212	64,55		0,00	12.253,10	0,27	0,00	0,00		719,31	425,37	-1.144,68	64,47	0,00				
28	16800	4:40	16,60	21	0,00424212	64,47		0,00	12.438,04	0,28	0,00	0,00		718,08	425,37	-1.143,45	64,39	0,00				
29	17400	4:50	16,60	21	0,00424212	64,39		0,00	12.622,77	0,28	0,00	0,00		716,85	425,37	-1.142,21	64,31	0,00				
30	18000	5:00	16,60	21	0,01272637	64,31		0,00	12.807,31	0,28	0,00	0,00		0,00	715,62	1.276,10	-1.991,72	64,16	0,00			
31	18600	5:10	16,40	21	0,01272637	64,16		0,00	13.129,09	0,29	0,00	0,00		716,47	1.276,10	-1.992,57	64,02	0,00				
32	19200	5:20	16,40	21	0,01272637	64,02		0,00	13.451,01	0,30	0,00	0,00		714,33	1.276,10	-1.990,43	63,88	0,00				
33	19800	5:30	16,40	21	0,01272637	63,88		0,00	13.772,59	0,31	0,31	13.125,27		712,18	1.276,10	11.136,99	64,68	14847,60				
34	20400	5:40	16,40	21	0,01272637	64,68		0,00	11.973,29	0,27	0,00	0,00		724,18	1.276,10	-2.000,28	64,53	0,00				
35	21000	5:50	16,40	21	0,01272637	64,53		0,00	12.296,45	0,27	0,00	0,00		722,02	1.276,10	-1.998,12	64,39	0,00				
36	21600	6:00	16,40	21	0,05726868	64,39		0,00	12.619,27	0,28	0,00	0,00		2.187,55	719,87	5.742,44	-6.462,32	63,93	0,00			
37	22200	6:10	17,10	21	0,05726868	63,93		0,00	13.663,33	0,30	0,30	13.021,15		702,41	5.742,44	6.576,29	64,40	14729,81				
38	22800	6:20	17,10	21	0,05726868	64,40		0,00	12.600,86	0,28	0,00	0,00		709,49	5.742,44	-6.451,94	63,94	0,00				
39	23400	6:30	17,10	21	0,05726868	63,94		0,00	13.643,24	0,30	0,30	13.002,00		702,55	5.742,44	6.557,01	64,41	14708,15				
40	24000	6:40	17,10	21	0,05726868	64,41		0,00	12.583,88	0,28	0,00	0,00		709,61	5.742,44	-6.452,05	63,94	0,00				
41	24600	6:50	17,10	21	0,05726868	63,94		0,00	13.626,28	0,30	0,30	12.985,84		702,66	5.742,44	6.540,74	64,41	14689,87				
42	25200	7:00	17,10	21	0,21210621	64,41		0,00	12.569,55	0,28	0,00	0,00		6.501,50	709,70	21.268,31	-21.978,02	62,84	0,00			
43	25800	7:10	18,30	21	0,21210621	62,84		0,00	16.120,33	0,36	0,36	15.362,68		668,03	21.268,31	-6.573,67	62,36	17378,59				
44	26400	7:20	18,30	21	0,21210621	62,36		0,00	17.182,38	0,38	0,38	16.374,81		660,95	21.268,31	-5.554,46	61,96	18523,54				
45	27000	7:30	18,30	21	0,21210621	61,96		0,00	18.079,76	0,40	0,40	17.230,01		654,97	21.268,31	-4.693,27	61,63	19490,96				
46	27600	7:40	18,30	21	0,21210621	61,63		0,00	18.838,01	0,42	0,42	17.952,62		649,91	21.268,31	-3.965,61	61,34	20308,39				
47	28200	7:50	18,30	21	0,21210621	61,34		0,00	19.478,69	0,43	0,43	18.563,19		645,64	21.268,31	-3.350,76	61,10	20999,09				
48	28800	8:00	18,30	21	0,14847435	61,10		0,00	20.020,04	0,44	0,44	19.079,10		17.427,07	642,03	14.887,82	3.549,25	61,36	21582,69			
49	29400	8:10	20,00	21	0,14847435	61,36		0,00	19.446,62	0,43	0,43	18.532,63		620,36	14.887,82	3.024,46	61,57	20964,52				
50	30000	8:20	20,00	21	0,14847435	61,57		0,00	18.957,99	0,42	0,42	18.066,97		62								

65	39000	10:50	24,70	21	0,13150585	63,00	0,00	15.756,37	0,35	0,35	15.015,82		574,46	13.186,35	1.255,01	63,09	16986,22
66	39600	11:00	24,70	21	0,11877948	63,09	0,00	15.553,61	0,35	0,35	14.822,59	15.441,35	575,81	11.910,26	2.336,52	63,26	16767,64
67	40200	11:10	27,10	21	0,11877948	63,26	0,00	15.176,12	0,34	0,34	14.462,84		542,33	11.910,26	2.010,26	63,40	16360,68
68	40800	11:20	27,10	21	0,11877948	63,40	0,00	14.851,34	0,33	0,33	14.153,33		544,49	11.910,26	1.698,58	63,52	16010,55
69	41400	11:30	27,10	21	0,11877948	63,52	0,00	14.576,92	0,32	0,32	13.891,80		546,32	11.910,26	1.435,23	63,62	15714,71
70	42000	11:40	27,10	21	0,11877948	63,62	0,00	14.345,04	0,32	0,32	13.670,82		547,87	11.910,26	1.212,70	63,71	15464,73
71	42600	11:50	27,10	21	0,11877948	63,71	0,00	14.149,12	0,31	0,31	13.484,11		549,17	11.910,26	1.024,68	63,79	15253,52
72	43200	12:00	27,10	21	0,10181098	63,79	0,00	13.983,57	0,31	0,31	13.326,34	13.831,54	550,28	10.208,79	2.567,27	63,97	15075,05
73	43800	12:10	29,40	21	0,10181098	63,97	0,00	13.568,80	0,30	0,30	12.931,06		518,54	10.208,79	2.203,73	64,13	14627,90
74	44400	12:20	29,40	21	0,10181098	64,13	0,00	13.212,76	0,29	0,00	0,00		520,91	10.208,79	-10.729,71	63,36	0,00
75	45000	12:30	29,40	21	0,10181098	63,36	0,00	14.946,26	0,33	0,33	14.243,78		509,36	10.208,79	3.525,64	63,61	16112,88
76	45600	12:40	29,40	21	0,10181098	63,61	0,00	14.376,66	0,32	0,32	13.700,95		513,16	10.208,79	2.979,01	63,82	15498,82
77	46200	12:50	29,40	21	0,10181098	63,82	0,00	13.895,37	0,31	0,31	13.242,28		516,36	10.208,79	2.517,13	64,01	14979,96
78	46800	13:00	29,40	21	0,10181098	64,01	0,00	13.488,70	0,30	0,00	0,00	9.019,68	519,08	10.208,79	-10.727,87	63,23	0,00
79	47400	13:10	31,00	21	0,10181098	63,23	0,00	15.221,90	0,34	0,34	14.506,47		483,52	10.208,79	3.814,16	63,51	16410,03
80	48000	13:20	31,00	21	0,10181098	63,51	0,00	14.605,68	0,32	0,32	13.919,21		487,63	10.208,79	3.222,79	63,74	15745,72
81	48600	13:30	31,00	21	0,10181098	63,74	0,00	14.085,00	0,31	0,31	13.423,01		491,10	10.208,79	2.723,12	63,94	15184,40
82	49200	13:40	31,00	21	0,10181098	63,94	0,00	13.645,05	0,30	0,30	13.003,74		494,03	10.208,79	2.300,91	64,10	14710,11
83	49800	13:50	31,00	21	0,10181098	64,10	0,00	13.273,32	0,29	0,00	0,00		496,51	10.208,79	-10.705,30	63,33	0,00
84	50400	14:00	31,00	21	0,08696355	63,33	0,00	15.002,87	0,33	0,33	14.297,74	11.525,03	484,98	8.720,01	5.092,75	63,70	16173,91
85	51000	14:10	32,60	21	0,08696355	63,70	0,00	14.180,09	0,32	0,32	13.513,62		466,47	8.720,01	4.327,15	64,01	15286,90
86	51600	14:20	32,60	21	0,08696355	64,01	0,00	13.480,99	0,30	0,00	0,00		471,13	8.720,01	-9.191,14	63,35	0,00
87	52200	14:30	32,60	21	0,08696355	63,35	0,00	14.965,91	0,33	0,33	14.262,52		461,23	8.720,01	5.081,28	63,71	16134,07
88	52800	14:40	32,60	21	0,08696355	63,71	0,00	14.144,98	0,31	0,31	13.480,17		466,70	8.720,01	4.293,46	64,02	15249,06
89	53400	14:50	32,60	21	0,08696355	64,02	0,00	13.451,33	0,30	0,00	0,00		471,32	8.720,01	-9.191,33	63,36	0,00
90	54000	15:00	32,60	21	0,06999505	63,36	0,00	14.936,28	0,33	0,33	14.234,28	9.248,43	461,42	7.018,54	6.754,31	63,85	16102,12
91	54600	15:10	32,70	21	0,06999505	63,85	0,00	13.845,05	0,31	0,31	13.194,34		467,20	7.018,54	5.708,59	64,26	14925,72
92	55200	15:20	32,70	21	0,06999505	64,26	0,00	12.922,77	0,29	0,00	0,00		473,35	7.018,54	-7.491,89	63,72	0,00
93	55800	15:30	32,70	21	0,06999505	63,72	0,00	14.133,16	0,31	0,31	13.468,91		465,28	7.018,54	5.985,08	64,15	15236,32
94	56400	15:40	32,70	21	0,06999505	64,15	0,00	13.166,21	0,29	0,00	0,00		471,73	7.018,54	-7.490,27	63,61	0,00
95	57000	15:50	32,70	21	0,06999505	63,61	0,00	14.376,34	0,32	0,32	13.700,65		463,66	7.018,54	6.218,45	64,06	15498,48
96	57600	16:00	32,70	21	0,08272142	64,06	0,00	13.371,69	0,30	0,00	0,00	6.727,32	470,36	8.294,64	-8.765,00	63,43	0,00
97	58200	16:10	32,10	21	0,08272142	63,43	0,00	14.787,76	0,33	0,33	14.092,74		469,91	8.294,64	5.328,18	63,81	15942,01
98	58800	16:20	32,10	21	0,08272142	63,81	0,00	13.926,94	0,31	0,31	13.272,37		475,65	8.294,64	4.502,08	64,13	15014,00
99	59400	16:30	32,10	21	0,08272142	64,13	0,00	13.199,58	0,29	0,00	0,00		480,50	8.294,64	-8.775,15	63,50	0,00
100	60000	16:40	32,10	21	0,08272142	63,50	0,00	14.617,30	0,32	0,32	13.930,29		471,05	8.294,64	5.164,59	63,87	15758,24
101	60600	16:50	32,10	21	0,08272142	63,87	0,00	13.782,90	0,31	0,31	13.135,11		476,61	8.294,64	4.363,85	64,19	14858,72
102	61200	17:00	32,10	21	0,08060036	64,19	0,00	13.077,88	0,29	0,00	0,00	9.071,75	481,31	8.081,96	-8.563,27	63,57	0,00
103	61800	17:10	30,50	21	0,08060036	63,57	0,00	14.461,37	0,32	0,32	13.781,68		496,09	8.081,96	5.203,63	63,95	15590,14
104	62400	17:20	30,50	21	0,08060036	63,95	0,00	13.620,66	0,30	0,30	12.980,49		501,70	8.081,96	4.396,84	64,26	14683,82
105	63000	17:30	30,50	21	0,08060036	64,26	0,00	12.910,31	0,29	0,00	0,00		506,43	8.081,96	-8.588,39	63,65	0,00
106	63600	17:40	30,50	21	0,08060036	63,65	0,00	14.297,85	0,32	0,32	13.625,85		497,18	8.081,96	5.046,71	64,01	15413,86
107	64200	17:50	30,50	21	0,08060036	64,01	0,00	13.482,50	0,30	0,00	0,00		502,62	8.081,96	-8.584,58	63,39	0,00
108	64800	18:00	30,50	21	0,11029523	63,39	0,00	14.869,43	0,33	0,33	14.170,57	9.093,10	493,37	11.059,52	2.617,68	63,58	16030,06
109	65400	18:10	28,40	21	0,11029523	63,58	0,00	14.446,52	0,32	0,32	13.767,53		527,69	11.059,52	2.180,32	63,74	15574,13
110	66000	18:20	28,40	21	0,11029523	63,74	0,00	14.094,27	0,31	0,31	13.431,84		530,04	11.059,52	1.842,27	63,87	15194,38
111	66600	18:30	28,40	21	0,11029523	63,87	0,00	13.796,63	0,31	0,31	13.148,19		532,02	11.059,52	1.556,64	63,98	14873,51
112	67200	18:40	28,40	21	0,11029523	63,98	0,00	13.545,14	0,30	0,30	12.908,51		533,70	11.059,52	1.315,29	64,07	14602,39
113	67800	18:50	28,40	21	0,11029523	64,07	0,00	13.332,64	0,30	0,00	0,00		535,12	11.059,52	-11.594,64	63,24	0,00
114	68400	19:00	28,40	21	0,14847435	63,24	0,00	15.205,87	0,34	0,34	14.491,20	11.291,21	522,63	14.887,82	-919,25	63,18	16392,76
115	69000	19:10	26,30	21	0,14847435	63,18	0,00	15.354,39	0,34	0,34	14.632,73		553,14	14.887,82	-808,23	63,12	16552,86
116	69600	19:20	26,30	21	0,14847435	63,12	0,00	15.484,96	0,34	0,34	14.757,17		552,27	14.887,82	-682,92	63,07	16693,63
117	70200	19:30	26,30	21	0,14847435	63,07	0,00	15.595,30	0,35	0,35	14.862,32		551,53	14.887,82	-577,03	63,03	16812,58
118	70800	19:40	26,30	21	0,14847435	63,03	0,00	15.688,52	0,35	0,35	14.951,16		550,91	14.887,82	-487,57	62,99	16913,08
119	71400	19:50	26,30	21	0,14847435	62,99	0,00	15.767,29	0,35	0,35	15.026,23		550,38	14.887,82	-411,97	62,96	16998,00
120	72000	20:00	26,30	21	0,12090054	62,96	0,00	15.833,85	0,35	0,35	15.089,66	14.886,55	549,94	12.122,94	2.416,78	63,14	17069,75
121	72600	20:10	24,20	21	0,12090054	63,14	0,00	15.443,40	0,34	0,34	14.717,56		584,04	12.122,94	2.010,57	63,28	16648,82
122	73200	20:20	24,20	21	0,12090054	63,28	0,00	15.118,57	0,34	0,34	14.407,99		586,21	12.122,94	1.698,85	63,40	16298,64
123	73800	20:30	24,20	21	0,12090054	63,40	0,00	14.844,10	0,33	0,33	14.146,43		588,04	12.122,94	1.435,45	63,51	16002,75
124	74400	20:40	24,20	21	0,12090054	63,51	0,00	14.612,19	0,32	0,32	13.925,42		589,59	12.122,94	1.212,89	63,59	15752,73
125	75000	20:50	24,20	21	0,12090054	63,59	0,00	14.416,23	0,32	0,32	13.738,67		590,89	12.122,94	1.024,84	63,67	15541,48
126	75600	21:00	24,20	21	0,13362691	63,67	0,00	14.250,66	0,32	0,32	13.580,88	14.086,16	592,00	13.399,04	-410,15	63,64	15362,98
127	76200	21:10	22,30	21	0,13362691	63,64	0,00	14.316,92	0,32	0,32	13.644,03		620,05	13.399,04	-375,06	63,61	15434,42
128	76800	21:20	22,30	21	0,13362691	63,61	0,00	14.377,52	0,32	0,32	13.701,78		619,65				

140	84000	23:20	20,60	21	0,11029523	63,99	0,00	13.513,54	0,30	0,30	12.878,40		650,91	11.059,52	1.167,97	64,08	14568,33
141	84600	23:30	20,60	21	0,11029523	64,08	0,00	13.324,84	0,30	0,00	0,00		652,17	11.059,52	-11.711,69	63,24	0,00
142	85200	23:40	20,60	21	0,11029523	63,24	0,00	15.216,99	0,34	0,34	14.501,79		639,55	11.059,52	2.802,71	63,44	16404,74
143	85800	23:50	20,60	21	0,11029523	63,44	0,00	14.764,18	0,33	0,33	14.070,26		642,57	11.059,52	2.368,17	63,61	15916,59
144	86400	0:00	20,60	21	0,02545275	63,61	0,00	14.381,58	0,32	0,32	13.705,64	11.374,55	645,12	2.552,20	10.508,32	64,36	15504,12

Alternativa 3 Día tipo otoño

																	mw	0,538535184	kg/s	Pcal	45000	W	Tmin_dep	60,13	°C							
																	Tcons	60	°C	Rend cold	0,953		Tmax_dep	64,77	°C							
																	Timp_max	70	°C	Rend comb	0,884											
																	Tacs	45	°C	fcp min	0,30000											
																	UA	15	W/K	fcp max	1											
																	Masa	2000	kg													
																	22.213,33															
																	cond inicial		Equipo calentamiento													
																	64,53															
																	Tdep(t):anterior		ON/OFF	Pot requerida	fpc deseado	fcp real	Qentregado(W)									
ID paso tiempo	Timestep (s)	Tiempo (h)	Text (°C)	Tred (°C)	macs(kg/s)									Pérdidas(W)	Qacs(W)	SUMAQ(W)	Tdep(t+DT)	Cons real(W)														
0	0	0:00	19,00	16	0,02376490	64,53	0,00	12.316,71	0,27	0,00	0,00	0,00	742,89	2.879,40	-3.622,29	64,27	0,00															
1	600	0:10	18,30	16	0,02376490	64,27	0,00	12.901,93	0,29	0,00	0,00	0,00	689,49	2.879,40	-3.568,89	64,01	0,00															
2	1200	0:20	18,30	16	0,02376490	64,01	0,00	13.478,52	0,30	0,00	0,00	0,00	685,64	2.879,40	-3.565,05	63,75	0,00															
3	1800	0:30	18,30	16	0,02376490	63,75	0,00	14.054,49	0,31	0,31	13.393,93	0,00	681,80	2.879,40	9.832,72	64,46	15151,50															
4	2400	0:40	18,30	16	0,02376490	64,46	0,00	12.465,91	0,28	0,00	0,00	0,00	692,39	2.879,40	-3.571,80	64,20	0,00															
5	3000	0:50	18,30	16	0,02376490	64,20	0,00	13.042,97	0,29	0,00	0,00	0,00	688,55	2.879,40	-3.567,95	63,95	0,00															
6	3600	1:00	18,30	16	0,00990204	63,95	0,00	13.619,41	0,30	0,30	12.979,30	4.395,54	684,70	1.199,75	11.094,84	64,74	14682,46															
7	4200	1:10	16,80	16	0,00990204	64,74	0,00	11.826,92	0,26	0,00	0,00	0,00	719,15	1.199,75	-1.918,90	64,61	0,00															
8	4800	1:20	16,80	16	0,00990204	64,61	0,00	12.136,94	0,27	0,00	0,00	0,00	717,09	1.199,75	-1.916,84	64,47	0,00															
9	5400	1:30	16,80	16	0,00990204	64,47	0,00	12.446,63	0,28	0,00	0,00	0,00	715,02	1.199,75	-1.914,77	64,33	0,00															
10	6000	1:40	16,80	16	0,00990204	64,33	0,00	12.755,98	0,28	0,00	0,00	0,00	712,96	1.199,75	-1.912,71	64,19	0,00															
11	6600	1:50	16,80	16	0,00990204	64,19	0,00	13.065,00	0,29	0,00	0,00	0,00	710,90	1.199,75	-1.910,65	64,06	0,00															
12	7200	2:00	16,80	16	0,00792163	64,06	0,00	13.373,68	0,30	0,00	0,00	0,00	708,84	959,80	-1.668,64	63,94	0,00															
13	7800	2:10	16,70	16	0,00792163	63,94	0,00	13.643,27	0,30	0,30	13.002,04		708,54	959,80	11.333,69	64,75	14708,19															
14	8400	2:20	16,70	16	0,00792163	64,75	0,00	11.812,19	0,26	0,00	0,00	0,00	720,75	959,80	-1.680,55	64,63	0,00															
15	9000	2:30	16,70	16	0,00792163	64,63	0,00	12.083,70	0,27	0,00	0,00	0,00	718,94	959,80	-1.678,74	64,51	0,00															
16	9600	2:40	16,70	16	0,00792163	64,51	0,00	12.354,92	0,27	0,00	0,00	0,00	717,13	959,80	-1.676,93	64,39	0,00															
17	10200	2:50	16,70	16	0,00792163	64,39	0,00	12.625,85	0,28	0,00	0,00	0,00	715,33	959,80	-1.675,13	64,27	0,00															
18	10800	3:00	16,70	16	0,00396082	64,27	0,00	12.896,48	0,29	0,00	0,00	2.167,01	713,52	479,90	-1.193,42	64,18	0,00															
19	11400	3:10	16,40	16	0,00396082	64,18	0,00	13.089,29	0,29	0,00	0,00	0,00	716,74	479,90	-1.196,64	64,10	0,00															
20	12000	3:20	16,40	16	0,00396082	64,10	0,00	13.282,62	0,30	0,00	0,00	0,00	715,45	479,90	-1.195,35	64,01	0,00															
21	12600	3:30	16,40	16	0,00396082	64,01	0,00	13.475,74	0,30	0,00	0,00	0,00	714,16	479,90	-1.194,06	63,93	0,00															
22	13200	3:40	16,40	16	0,00396082	63,93	0,00	13.668,66	0,30	0,30	13.026,23		712,88	479,90	11.833,45	64,77	14735,56															
23	13800	3:50	16,40	16	0,00396082	64,77	0,00	11.756,84	0,26	0,00	0,00	0,00	725,62	479,90	-1.205,52	64,69	0,00															
24	14400	4:00	16,40	16	0,00396082	64,69	0,00	11.951,60	0,27	0,00	0,00	2.171,04	724,32	479,90	-1.204,22	64,60	0,00															
25	15000	4:10	16,40	16	0,00396082	64,60	0,00	12.146,16	0,27	0,00	0,00	0,00	723,03	479,90	-1.202,93	64,52	0,00															
26	15600	4:20	16,40	16	0,00396082	64,52	0,00	12.340,50	0,27	0,00	0,00	0,00	721,73	479,90	-1.201,63	64,43	0,00															
27	16200	4:30	16,40	16	0,00396082	64,43	0,00	12.534,64	0,28	0,00	0,00	0,00	720,44	479,90	-1.200,34	64,34	0,00															
28	16800	4:40	16,40	16	0,00396082	64,34	0,00	12.728,57	0,28	0,00	0,00	0,00	719,14	479,90	-1.199,04	64,26	0,00															
29	17400	4:50	16,40	16	0,00396082	64,26	0,00	12.922,28	0,29	0,00	0,00	0,00	717,85	479,90	-1.197,75	64,17	0,00															
30	18000	5:00	16,40	16	0,01188245	64,17	0,00	13.115,79	0,29	0,00	0,00	0,00	716,56	1.439,70	-2.156,26	64,02	0,00															
31	18600	5:10	16,30	16	0,01188245	64,02	0,00	13.464,16	0,30	0,00	0,00	0,00	715,74	1.439,70	-2.155,44	63,86	0,00															
32	19200	5:20	16,30	16	0,01188245	63,86	0,00	13.812,39	0,31	0,31	13.163,21		713,42	1.439,70	11.010,09	64,65	14890,51															
33	19800	5:30	16,30	16	0,01188245	64,65	0,00	12.033,60	0,27	0,00	0,00	0,00	725,28	1.439,70	-2.164,98	64,50	0,00															
34	20400	5:40	16,30	16	0,01188245	64,50	0,00	12.383,37	0,28	0,00	0,00	0,00	722,94	1.439,70	-2.162,65	64,34	0,00															
35	21000	5:50	16,30	16	0,01188245	64,34	0,00	12.732,77	0,28	0,00	0,00	0,00	720,61	1.439,70	-2.160,32	64,19	0,00															
36	21600	6:00	16,30	16	0,05347102	64,19	0,00	13.081,79	0,29	0,00	0,00	2.193,87	718,29	6.478,66	-7.196,94	63,67	0,00															
37	22200	6:10	16,10	16	0,05347102	63,67	0,00	14.244,54	0,32	0,32	13.575,04		713,54	6.478,66	6.382,85	64,13	15356,38															
38	22800	6:20	16,10	16	0,05347102	64,13	0,00	13.213,32	0,29	0,00	0,00	0,00	720,41	6.478,66	-7.199,07	63,61	0,00															
39	23400	6:30	16,10	16	0,05347102	63,61	0,00	14.376,40	0,32	0,32	13.700,71		712,66	6.478,66	6.509,40	64,08	15498,54															
40	24000	6:40	16,10	16	0,05347102	64,08	0,00	13.324,74	0,30	0,00	0,00	0,00	719,67	6.478,66	-7.198,32	63,56	0,00															
41	24600	6:50	16,10	16	0,05347102	63,56	0,00	14.487,71	0,32	0,32	13.806,78		711,92	6.478,66	6.616,21	64,04	15618,53															
42	25200	7:00	16,10	16	0,19804081	64,04	0,00	13.418,79	0,30	0,00	0,00	6.847,09	719,04	23.995,02	-24.714,06	62,26	0,00															
43	25800	7:10	16,10	16	0,19804081	62,26	0,00	17.411,61	0,39	0,39	16.593,26		692,42	23.995,02	-8.094,18	61,68	18770,66															
44	26400	7:20	16,10	16	0,19804081	61,68	0,00	18.719,31	0,42	0,42	17.839,50		683,70	23.995,02	-6.839,23	61,19	20180,43															
45	27000	7:30	16,10	16	0,19804081	61,19	0,00	19.824,26	0,44	0,44	18.892,52		676,34	23.995,02	-5.778,84	60,77	21371,62															
46	27600	7:40	16,10	16	0,19804081	60,77	0,00	20.757,89	0,46	0,46	19.782,27		670,11	23.995,02	-4.882,87	60,42	22378,13															
47	28200	7:50	16,10	16	0,19804081	60,42	0,00	21.546,77	0,48	0,48	20.534,07		664,85	23.995,02	-4.125,81	60,13	23228,58															
48	28800	8:00	16,10	16	0,13862857	60,13	0,00	22.213,33	0,49	0,49	21.169,31	19.135,15	660,41	16.796,51	3.712,38	60,39	23947,18															
49	29400	8:10	17,10	16	0,13862857	60,39	0,00	21.613,56	0,48	0,48	20.597,72		649,41	16.796,51	3.151,80	60,62	23300,59															
50	30000	8:20	17,10	16	0,13862857	60,62	0,00	21.104,35	0,47	0,47	20.112,45		652,80	16.796,51	2.663,13	60,81	22751,64															
51	30600	8:30	17,10	16	0,13862857	60,81	0,00	20.674,10	0,46	0,46	19.702,41		655,67	16.796,51	2.250,23	60,97	22287,80															
52	31200	8:40	17,10	16	0,13862857	60,97	0,00	20.310,55	0,45	0,45	19.355,95		658,10	16.796,51	1.901,34	61,11	21895,87															
53	31800	8:50	17,10	16	0,13862857	61,11	0,00	20.003,37	0,44	0,44	19.063,21		660,14	16.796,51	1.606,55	61,22	21564,72															
54	32400	9:00	17,10	16	0,14853061	61,22	0,00	19.743,81	0,44	0,44	18.815,85	19.607,93	661,87	17.996,27	157,71	61,24	21284,90															
55	33000	9:10	18,50	16	0,14853061	61,24	0,00	19.718,33	0,44	0,44	18.791,57		641,04	17.996,27	154,26	61,25	21257,43															
56	33600	9:20	18,50	16	0,14853061	61,25	0,00	19.693,41	0,44	0,44	18.767,82		641,21	17.996,27	130,34	61,26	21230,56															
57	34200	9:30	18,50	16	0,14853061	61,26	0,00	19.672,35	0,44	0,44	18.747,75		641,35	17.996,27	110,13	61,26	21207,86															
58	34800	9:40	18,50	16	0,14853061	61,26	0,00	19.654,56	0,44	0,44	18.730,79		641,47	17.996,27	93,06	61,27	21188,68															
59	35400	9:50	18,50	16	0,14853061	61,27	0,00	19.639,52	0,44	0,44	18.716,47		641,57	17.996,27	78,63	61,28	21172,47															
60	36000	10:00	18,50	16	0,12278530	61,28	0,00	19.626,82	0,44	0,44	18.704,36	18.743,13	641,65	14.876,91	3.185,79	61,51	21158,78															
61	36600	10:10	20,80	16	0,12278530	61,51	0,00	19.112,12																								

65	39000	10:50	20,80	16	0,12278530	62,12	0,00	17.719,28	0,39	0,39	16.886,47	619,87	14.876,91	1.389,69	62,22	19102,35	
66	39600	11:00	20,80	16	0,11090285	62,22	0,00	17.494,76	0,39	0,39	16.672,51	17.357,67	621,37	13.437,21	2.613,93	62,41	18860,30
67	40200	11:10	23,30	16	0,11090285	62,41	0,00	17.072,45	0,38	0,38	16.270,05	586,68	13.437,21	2.246,15	62,57	18405,03	
68	40800	11:20	23,30	16	0,11090285	62,57	0,00	16.709,56	0,37	0,37	15.924,21	589,10	13.437,21	1.897,90	62,71	18013,82	
69	41400	11:30	23,30	16	0,11090285	62,71	0,00	16.402,94	0,36	0,36	15.632,00	591,15	13.437,21	1.603,64	62,82	17683,26	
70	42000	11:40	23,30	16	0,11090285	62,82	0,00	16.143,85	0,36	0,36	15.385,09	592,87	13.437,21	1.355,01	62,92	17403,95	
71	42600	11:50	23,30	16	0,11090285	62,92	0,00	15.924,94	0,35	0,35	15.176,47	594,33	13.437,21	1.144,92	63,00	17167,95	
72	43200	12:00	23,30	16	0,09505959	63,00	0,00	15.739,96	0,35	0,35	15.000,19	15.564,67	595,57	11.517,61	2.887,01	63,21	16968,54
73	43800	12:10	26,00	16	0,09505959	63,21	0,00	15.273,54	0,34	0,34	14.555,68	558,18	11.517,61	2.479,89	63,39	16465,70	
74	44400	12:20	26,00	16	0,09505959	63,39	0,00	14.872,88	0,33	0,33	14.173,86	560,85	11.517,61	2.095,40	63,54	16033,78	
75	45000	12:30	26,00	16	0,09505959	63,54	0,00	14.534,35	0,32	0,32	13.851,24	563,10	11.517,61	1.770,52	63,67	15668,82	
76	45600	12:40	26,00	16	0,09505959	63,67	0,00	14.248,30	0,32	0,32	13.578,63	565,01	11.517,61	1.496,01	63,77	15360,44	
77	46200	12:50	26,00	16	0,09505959	63,77	0,00	14.006,61	0,31	0,31	13.348,30	566,62	11.517,61	1.264,06	63,87	15099,88	
78	46800	13:00	26,00	16	0,09505959	63,87	0,00	13.802,38	0,31	0,31	13.153,67	13.776,90	567,98	11.517,61	1.068,08	63,94	14879,72
79	47400	13:10	27,10	16	0,09505959	63,94	0,00	13.629,82	0,30	0,30	12.989,22	552,63	11.517,61	918,98	64,01	14693,69	
80	48000	13:20	27,10	16	0,09505959	64,01	0,00	13.481,35	0,30	0,00	0,00	553,62	11.517,61	-12.071,23	63,14	0,00	
81	48600	13:30	27,10	16	0,09505959	63,14	0,00	15.431,59	0,34	0,34	14.706,30	540,62	11.517,61	2.648,07	63,33	16636,09	
82	49200	13:40	27,10	16	0,09505959	63,33	0,00	15.003,77	0,33	0,33	14.298,59	543,47	11.517,61	2.237,50	63,49	16174,87	
83	49800	13:50	27,10	16	0,09505959	63,49	0,00	14.642,27	0,33	0,33	13.954,09	545,88	11.517,61	1.890,59	63,63	15785,17	
84	50400	14:00	27,10	16	0,08119673	63,63	0,00	14.336,83	0,32	0,32	13.663,00	11.601,87	547,92	9.837,96	3.277,12	63,86	15455,88
85	51000	14:10	29,10	16	0,08119673	63,86	0,00	13.807,38	0,31	0,31	13.158,43	521,45	9.837,96	2.799,02	64,06	14885,10	
86	51600	14:20	29,10	16	0,08119673	64,06	0,00	13.355,16	0,30	0,00	0,00	524,47	9.837,96	-10.362,42	63,32	0,00	
87	52200	14:30	29,10	16	0,08119673	63,32	0,00	15.029,32	0,33	0,33	14.322,94	513,30	9.837,96	3.971,68	63,61	16202,43	
88	52800	14:40	29,10	16	0,08119673	63,61	0,00	14.387,66	0,32	0,32	13.711,44	517,58	9.837,96	3.355,90	63,85	15510,67	
89	53400	14:50	29,10	16	0,08119673	63,85	0,00	13.845,48	0,31	0,31	13.194,74	521,20	9.837,96	2.835,58	64,05	14926,17	
90	54000	15:00	29,10	16	0,06535347	64,05	0,00	13.387,36	0,30	0,00	0,00	9.064,59	524,25	7.918,36	-8.442,61	63,44	0,00
91	54600	15:10	28,80	16	0,06535347	63,44	0,00	14.751,35	0,33	0,33	14.058,04	519,66	7.918,36	5.620,02	63,85	15902,76	
92	55200	15:20	28,80	16	0,06535347	63,85	0,00	13.843,38	0,31	0,31	13.192,74	525,71	7.918,36	4.748,67	64,19	14923,91	
93	55800	15:30	28,80	16	0,06535347	64,19	0,00	13.076,18	0,29	0,00	0,00	530,83	7.918,36	-8.449,18	63,58	0,00	
94	56400	15:40	28,80	16	0,06535347	63,58	0,00	14.441,23	0,32	0,32	13.762,49	521,73	7.918,36	5.322,41	63,96	15568,43	
95	57000	15:50	28,80	16	0,06535347	63,96	0,00	13.581,34	0,30	0,30	12.943,02	527,46	7.918,36	4.497,20	64,29	14641,42	
96	57600	16:00	28,80	16	0,07723592	64,29	0,00	12.854,77	0,29	0,00	0,00	8.992,71	532,30	9.358,06	-9.890,36	63,58	0,00
97	58200	16:10	28,10	16	0,07723592	63,58	0,00	14.452,66	0,32	0,32	13.773,39	532,15	9.358,06	3.883,18	63,86	15580,75	
98	58800	16:20	28,10	16	0,07723592	63,86	0,00	13.825,29	0,31	0,31	13.175,50	536,33	9.358,06	3.281,12	64,09	14904,42	
99	59400	16:30	28,10	16	0,07723592	64,09	0,00	13.295,19	0,30	0,00	0,00	539,87	9.358,06	-9.897,92	63,38	0,00	
100	60000	16:40	28,10	16	0,07723592	63,38	0,00	14.894,31	0,33	0,33	14.194,28	529,20	9.358,06	4.307,01	63,69	16056,87	
101	60600	16:50	28,10	16	0,07723592	63,69	0,00	14.198,47	0,32	0,32	13.531,14	533,84	9.358,06	3.639,24	63,95	15306,72	
102	61200	17:00	28,10	16	0,07525551	63,95	0,00	13.610,51	0,30	0,30	12.970,81	11.274,19	537,76	9.118,11	3.314,94	64,19	14672,87
103	61800	17:10	26,80	16	0,07525551	64,19	0,00	13.074,94	0,29	0,00	0,00	560,83	9.118,11	-9.678,94	63,49	0,00	
104	62400	17:20	26,80	16	0,07525551	63,49	0,00	14.638,68	0,33	0,33	13.950,66	550,41	9.118,11	4.282,14	63,80	15781,29	
105	63000	17:30	26,80	16	0,07525551	63,80	0,00	13.946,85	0,31	0,31	13.291,35	555,02	9.118,11	3.618,22	64,06	15035,47	
106	63600	17:40	26,80	16	0,07525551	64,06	0,00	13.362,29	0,30	0,00	0,00	558,92	9.118,11	-9.677,03	63,37	0,00	
107	64200	17:50	26,80	16	0,07525551	63,37	0,00	14.925,72	0,33	0,33	14.224,21	548,50	9.118,11	4.557,61	63,69	16090,73	
108	64800	18:00	26,80	16	0,10298122	63,69	0,00	14.189,39	0,32	0,32	13.522,49	9.164,78	553,40	12.477,41	491,67	63,73	15296,93
109	65400	18:10	24,90	16	0,10298122	63,73	0,00	14.109,95	0,31	0,31	13.446,79	582,43	12.477,41	386,94	63,76	15211,30	
110	66000	18:20	24,90	16	0,10298122	63,76	0,00	14.047,44	0,31	0,31	13.387,21	582,85	12.477,41	326,95	63,78	15143,90	
111	66600	18:30	24,90	16	0,10298122	63,78	0,00	13.994,62	0,31	0,31	13.336,87	583,20	12.477,41	276,26	63,80	15086,96	
112	67200	18:40	24,90	16	0,10298122	63,80	0,00	13.949,98	0,31	0,31	13.294,34	583,50	12.477,41	233,42	63,82	15038,84	
113	67800	18:50	24,90	16	0,10298122	63,82	0,00	13.912,27	0,31	0,31	13.258,40	583,75	12.477,41	197,23	63,83	14998,19	
114	68400	19:00	24,90	16	0,13862857	63,83	0,00	13.880,41	0,31	0,31	13.228,03	13.325,27	583,96	16.796,51	-4.152,45	63,53	14963,83
115	69000	19:10	23,10	16	0,13862857	63,53	0,00	14.551,28	0,32	0,32	13.867,37	606,49	16.796,51	-3.535,64	63,28	15687,07	
116	69600	19:20	23,10	16	0,13862857	63,28	0,00	15.122,50	0,34	0,34	14.411,74	602,68	16.796,51	-2.987,46	63,06	16302,87	
117	70200	19:30	23,10	16	0,13862857	63,06	0,00	15.605,15	0,35	0,35	14.871,71	599,47	16.796,51	-2.524,27	62,88	16823,20	
118	70800	19:40	23,10	16	0,13862857	62,88	0,00	16.012,98	0,36	0,36	15.260,37	596,75	16.796,51	-2.132,89	62,73	17262,86	
119	71400	19:50	23,10	16	0,13862857	62,73	0,00	16.357,57	0,36	0,36	15.588,76	594,45	16.796,51	-1.802,20	62,60	17634,35	
120	72000	20:00	23,10	16	0,11288326	62,60	0,00	16.648,73	0,37	0,37	15.866,24	14.977,70	592,51	13.677,16	1.596,57	62,72	17948,24
121	72600	20:10	21,70	16	0,11288326	62,72	0,00	16.390,79	0,36	0,36	15.620,42	615,23	13.677,16	1.328,03	62,81	17670,16	
122	73200	20:20	21,70	16	0,11288326	62,81	0,00	16.176,23	0,36	0,36	15.415,95	616,66	13.677,16	1.122,13	62,89	17438,86	
123	73800	20:30	21,70	16	0,11288326	62,89	0,00	15.994,94	0,36	0,36	15.243,18	617,87	13.677,16	948,15	62,96	17243,41	
124	74400	20:40	21,70	16	0,11288326	62,96	0,00	15.841,76	0,35	0,35	15.097,19	618,89	13.677,16	801,14	63,02	17078,27	
125	75000	20:50	21,70	16	0,11288326	63,02	0,00	15.712,32	0,35	0,35	14.973,84	619,75	13.677,16	676,93	63,07	16938,74	
126	75600	21:00	21,70	16	0,12476571	63,07	0,00	15.602,96	0,35	0,35	14.869,62	15.203,37	620,48	15.116,86	-867,72	63,00	16820,84
127	76200	21:10	20,80	16	0,12476571	63,00	0,00	15.743,15	0,35	0,35	15.003,22	633,05	15.116,86	-746,69	62,95	16971,97	
128	76800	21:20	20,80	16	0,12476571	62,95	0,00	15.863,78	0,35	0,35	15.118,19	632,24	15.116,86	-630,92	62,90	17102,02	
129	77400	21:30	20,80	16	0,12476571	62,90	0,00	15.965,72	0,35	0,35	15.215,33</						

140	84000	23:20	19,00	16	0,10298122	63,80	0,00	13.957,78	0,31	0,31	13.301,76	671,95	12.477,41	152,40	63,81	15047,24	
141	84600	23:30	19,00	16	0,10298122	63,81	0,00	13.933,16	0,31	0,31	13.278,30	672,11	12.477,41	128,77	63,82	15020,70	
142	85200	23:40	19,00	16	0,10298122	63,82	0,00	13.912,35	0,31	0,31	13.258,47	672,25	12.477,41	108,81	63,82	14998,27	
143	85800	23:50	19,00	16	0,10298122	63,82	0,00	13.894,77	0,31	0,31	13.241,72	672,37	12.477,41	91,94	63,83	14979,32	
144	86400	0:00	19,00	16	0,02376490	63,83	0,00	13.879,92	0,31	0,31	13.227,56	13.272,89	672,47	2.879,40	9.675,69	64,53	14963,31