



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

Resumen

El objetivo del presente trabajo es la propuesta y desarrollo de un proyecto que permita apoyar la descarbonización del campus de Vera en la Universitat Politècnica de València (UPV). El proyecto plantea una primera fase consistente en la realización de un análisis energético de varios edificios del campus de Vera en el que se detecten los cuellos de botella de consumo eléctrico, así como la existencia de posibles consumos de demanda térmica de calefacción o refrigeración que sean prácticamente continuos a lo largo del año. En concreto, en el caso de la demanda de calefacción, se ha puesto especial foco en que el suministro sea realizado por la sala de calderas existente en el edificio 5Q de la UPV. Como parte de esta primera fase, se ha desarrollado una herramienta de análisis de datos masivos (“big data”) programada en lenguaje “Python” y Excel utilizada para el análisis de consumos eléctricos a partir de medidas proporcionadas por la Unidad de Medio Ambiente (UMA) de la UPV, consistentes en lecturas de los medidores de electricidad ubicados en los edificios del campus de Vera. Tras el análisis de dichos consumos, y con el objetivo de lograr una transición ecológica en el campus, comenzando por la descarbonización de los procesos que en él tienen lugar, se proponen varias vías de actuación a considerar entre las cuales se encuentra la propuesta que se presenta en este trabajo de fin de máster.

Como segunda parte del proyecto, se plantea la planificación energética y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía simultánea de calefacción y refrigeración basado en el uso de una bomba de calor donde el calor útil sea el de ambos focos (fuente y sumidero) y no únicamente el de un foco. Para ello, se plantea investigar el comportamiento y origen de la demanda térmica de varios edificios seleccionados, cuya calefacción sea suministrada por la sala de calderas del edificio 5Q, y realizar el modelado energético de los mismos en los softwares IFC y CYPE. Respecto a la refrigeración, la bomba de calor suministrará la demanda térmica de refrigeración en el centro de datos del Área de Sistemas de la Información y las Comunicaciones (ASIC) de la UPV, la cual es requerida durante todo el año. De este modo, dicho sistema permitiría, por una parte, un mayor ahorro energético, y, por otra, reducir el consumo de gas natural existente en la sala de calderas 5Q de la UPV, contribuyendo de esta manera a la descarbonización del campus de Vera.

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco de unas prácticas en empresa llevadas a cabo en la UPV y financiadas por la Cátedra de Transición Energética Urbana, CATENERG, la cual está adscrita al Instituto de Ingeniería Energética de la Universitat Politècnica de València y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.

Palabras clave:

Descarbonización, UPV, Transición Ecológica, Simulación Energética, Bomba de Calor

Resum

L'objectiu del treball present és la proposta i el desenvolupament d'un projecte que permet recolzar la descarbonització del campus de Vera en la Universitat Politècnica de València (UPV). El projecte planteja una primera fase que consisteix en la realització d'un anàlisi energètica de diversos edificis del campus de Vera en el qual es detecten els colls de botella de consum elèctric, així com l'existència de possibles consums de demanda tèrmica de calefacció o refrigeració que siguen pràcticament continus al llarg de l'any. Concretament, en el cas de demanda de calefacció, s'ha parat especial atenció en que la subministració siga realitzada en la sala de calderes existent a l'edifici 5Q de la UPV. Com a part d'aquesta primera fase, s'ha desenvolupat una ferramenta d'anàlisi de dades massives ("big data") programada en llenguatge "Python" i Excel utilitzada per a l'anàlisi de consums elèctrics a partir de mesures proporcionades per la Unitat de Medi Ambient (UMA) de la UPV, consistents en lectures dels mesuradors d'electricitat situats en els edificis del campus de Vera. Després de l'anàlisi dels consums, i amb l'objectiu d'aconseguir una transició ecològica en el campus, començant per la descarbonització dels processos que en aquest es porten a terme, es proposen diverses vies d'actuació per a considerar entre les quals se troba la proposta que es presenta en aquest treball fi de màster.

Com a segona part del projecte, es planteja la planificació energètica i proposta d'un sistema innovador de subministrament d'energia simultània de calefacció i refrigeració basat en l'ús d'una bomba de calor on el calor útil siga el d'ambdós focus (font i embornal) i no únicament el d'un focus. Es planteja investigar el comportament i origen de la demanda tèrmica de diversos edificis seleccionats, la calefacció dels quals siga subministrada per la sala de calderes de l'edifici 5Q, i realitzar el modelat energètic dels mateixos en els softwares IFC i CYPE. Respecte a la refrigeració, la bomba de calor seleccionada subministrarà la demanda tèrmica de refrigeració en el centre de dades de l'Àrea de Sistemes de la Informació i les Comunicacions (ASIC) de la UPV, la qual es requerida durant tot l'any. D'aquesta manera, aquest sistema permetria, per a una banda, un major estalvi energètic, i, per altra, reduir el consum de gas natural existent en la sala de calderes 5Q de la UPV, contribuint d'aquesta manera a la descarbonització del campus de Vera.

Aquest treball ha sigut desenvolupat en un marc de pràctiques en empreses portades a terme en la UPV i finançades per la Càtedra de Transició Energètica Urbana, CATENERG, que està adscrita a l'Institut d'Enginyeria Energètica de la Universitat Politècnica de València i a la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial.

Paraules clau:

Descarbonització, UPV, Transició Ecològica, Simulació Energètica, Bomba de calor

Abstract

The aim of this work is the proposal and development of a project to support the decarbonisation of the Vera campus at the Polytechnic University of Valencia (UPV). The first phase of the project consists of carrying out an energy analysis of several buildings on the Vera campus to detect bottlenecks in electricity consumption, as well as the existence of possible thermal demand for heating or cooling that is practically continuous throughout the year. Specifically, in the case of heating demand, special focus has been placed on the fact that the supply is provided by the boiler room in the 5Q building of the UPV. As part of this first phase, a big data analysis tool programmed in Python and Excel language has been developed for the analysis of electricity consumption based on measurements provided by the Environment Unit (UMA) of the UPV, consisting of readings from the electricity meters located in the buildings on the Vera campus. Following the analysis of this consumption, and with the aim of achieving an ecological transition on the campus, starting with the decarbonisation of the processes that take place there, several courses of action are proposed for consideration among which is the proposal presented in this master's thesis.

The second part of the project involves energy planning and the proposal of an innovative system for the simultaneous supply of heating and cooling energy based on the use of a heat pump where the useful heat is provided by both sources (source and sink) and not only by one source. It is proposed to investigate the behaviour and origin of the thermal demand of several selected buildings, whose heating is supplied by the boiler room of the 5Q building, and to carry out the energy modelling of these buildings in the IFC and CYPE software. With regard to cooling, the selected heat pump will supply the cooling thermal demand from the Information and Communications Systems Area (ASIC) data centre of the UPV, which is required throughout the year. In this way, the system will allow, on the one hand, greater energy savings and, on the other hand, reduce the consumption of natural gas in the 5Q boiler room of the UPV, thus contributing to the decarbonisation of the Vera campus.

This work has been carried out within the framework of an internship at the UPV and financed by the Chair of Urban Energy Transition, CATENERG, which is attached to the Institute of Energy Engineering of the Polytechnic University of Valencia and the School of Industrial Engineering.

Keywords:

Decarbonization, UPV, Ecological transition, Energetic Simulation, Heat Pump

Índice general

Resumen.....	i
Resum.....	ii
Abstract	iii
Índice general.....	iv
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	x
Parte I: Memoria	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Marco del proyecto	1
1.2. Motivación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Limitaciones.....	4
1.5 Estructura del trabajo y pasos seguidos para abordar el trabajo	5
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	8
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	13
3.1 Análisis de los datos de consumo energético en la ETSII y ASIC	13
3.1.1 Tratamiento de datos energéticos en la UPV.....	13
3.1.2 Tratamiento de datos en Python y Excel.....	14
3.1.3 Cálculo de los indicadores	21
3.2 Software empleado en la simulación energética	24
3.3 Análisis de la agregación de edificios 5C-5D	24
3.3.1 Datos necesarios para el cálculo de demandas térmicas partiendo del análisis previo	24
3.3.2 Definición geométrica de los edificios para la simulación energética (IFC)	25
3.3.3 Datos introducidos para realizar la simulación energética (CYPE).....	28
3.3.4 Información requerida para la estimación de consumo de gas natural y demanda térmica de refrigeración.....	37
3.4 Análisis de los invernaderos 5P	39
3.4.1 Datos necesarios para el cálculo de demandas térmicas partiendo del análisis previo	39

3.4.2	Definición geométrica de los invernaderos para la simulación energética (IFC)	39
3.4.3	Datos introducidos para realizar la simulación energética (CYPE).....	42
3.5	Análisis del Centro de datos del ASIC.....	45
3.5.1	Datos necesarios para el cálculo de demandas térmicas partiendo del análisis previo	45
3.5.2	Tratamiento de datos en Python para el análisis del consumo de potencia eléctrica..	46
3.5.3	Tratamiento de datos y cálculos en Excel sobre el análisis de consumo de potencia eléctrica	48
3.6	Sistema de climatización con bomba de calor	48
3.6.1	Consideraciones realizadas en el dimensionamiento de la bomba de calor	48
3.6.2	Cálculos realizados para el dimensionamiento del acumulador de inercia	49
3.6.3	Descripción del proceso realizado para calcular el balance de consumos de frío y calor simultáneos	49
CAPÍTULO 4: RESULTADOS		51
4.1	Información extraída del análisis de los datos de consumo eléctrico en la ETSII y ASIC	51
4.1.1	Conclusiones.....	59
4.2	Agregación de edificios 5C-5D.....	60
4.2.1	Estudio de las instalaciones de climatización.....	60
4.2.2	Cálculo de las demandas térmicas partiendo del análisis previo.....	62
4.2.3	Simulación energética (CYPE).....	62
4.2.4	Estimación obtenida del consumo de gas natural y la demanda térmica de refrigeración	65
4.2.5	Validación de resultados	66
4.3	Invernaderos 5P	67
4.3.1	Estudio de las instalaciones de climatización.....	67
4.3.2	Cálculo de las demandas térmicas partiendo del análisis previo.....	68
4.3.3	Simulación energética (CYPE).....	69
4.3.4	Validación de resultados	71
4.4	Centro de datos del ASIC.....	72
4.4.1	Estudio de instalaciones de climatización	72
4.4.2	Cálculo de las demandas térmicas partiendo del análisis previo.....	73
4.4.3	Análisis del consumo de potencia eléctrica	73

4.5	Sistema de climatización con bomba de calor	76
4.5.1	Dimensionamiento y selección de la bomba de calor.....	76
4.5.2	Dimensionamiento y selección del acumulador de inercia.....	80
4.5.3	Balance de consumos de frío y calor. Funcionamiento del sistema en día tipo	81
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS TECNO-ECONÓMICO.....		91
5.1	Casos de estudio e información empleada	91
5.2	Resultados	92
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO		96
6.1	Conclusiones.....	96
6.2	Trabajo futuro	97
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS.....		99
Parte II: Presupuesto		1
Precios descompuestos		1
Presupuesto y mediciones		7
Resumen de presupuesto.....		9

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la ETSII y alrededores	5
Figura 2. Iniciativas distribuidas según subáreas (Amaral et al., 2020)	8
Figura 3. Enfoque en Stanford respecto a la sostenibilidad (Stanford University, 2015)	10
Figura 4. Potencial de recuperación de calor en las demandas anuales de la universidad de Stanford (Stanford University, 2015)	11
Figura 5. Reducción de emisiones en función de las medidas implantadas en Stanford (Stanford University, 2015)	12
Figura 6. Código en Python para extraer los “meters” deseados	16
Figura 7. Diagrama de flujo descriptivo sobre el primer programa empleado en Python.....	16
Figura 8. Código en Python para calcular el consumo incremental de energía activa	17
Figura 9. Inicialización de variables en el segundo programa creado en Python	17
Figura 10. Matriz “df”	18
Figura 11. Matriz “fechas”	18
Figura 12. Parte clave del código del segundo programa de Python.....	19
Figura 13. Diagrama de flujo descriptivo sobre el segundo programa empleado en Python.....	19
Figura 14. Parte final del segundo programa en Python.....	20
Figura 15. Definición de la altura por plantas	26
Figura 16. Plano de la agregación 5C-5D. Planta Baja.....	26
Figura 17. Plano de la agregación 5C-5D. Planta 1.....	27
Figura 18. Plano de la agregación 5C-5D. Planta 2.....	27
Figura 19. Vista 3D de la agregación 5C-5D.....	28
Figura 20. Vista 3D de la agregación 5C-5D y sus edificios adyacentes	28
Figura 21. Datos del emplazamiento climático de la agregación de edificios 5C-5D.....	29
Figura 22. Zonificación climática de Europa (Eurostat).....	29
Figura 23. Descripción del cerramiento exterior.....	30
Figura 24. Cálculo de puentes térmicos lineales en CYPE	32
Figura 25. Perfil horario de iluminación y ocupación en aseos.....	33
Figura 25. Perfil horario de iluminación y ocupación en zonas comunes	34
Figura 26. Perfil horario de ventilación e iluminación en laboratorios.....	34

Figura 27. Perfil horario de ocupación y equipamiento interno en laboratorios	35
Figura 28. Perfil horario de ventilación en despachos	35
Figura 29. Perfil horario de iluminación en despachos	35
Figura 30. Perfil horario de ocupación y equipamiento interno en despachos	36
Figura 31. Perfil horario en aulas	36
Figura 32. Perfil horario de la calefacción	37
Figura 33. Plano de los invernaderos 5P. Planta Baja	40
Figura 34. Plano de los invernaderos 5P. Cubierta	40
Figura 35. Vista 3D de los Invernaderos 5P	41
Figura 36. Vista 3D de los invernaderos 5P y sus edificios adyacentes.....	41
Figura 37. Datos del emplazamiento de los invernaderos 5P	42
Figura 38. Perfil de uso horario de la ventilación en invierno en los invernaderos.....	44
Figura 39. Código añadido para el análisis de potencia del ASIC.....	47
Figura 40. Problemática con el cambio de hora.....	47
Figura 41. Excel generado mediante Python para mostrar la potencia activa	48
Figura 42. Mapa de la ETSII y alrededores	51
Figura 43. Consumo eléctrico de la agregación de edificios 5C y 5D en el año 2019	52
Figura 44. Consumo eléctrico del edificio 5E en el año 2019.....	53
Figura 45. Consumo eléctrico de la agregación de edificios 5F, 5H y 5J en el año 2019	53
Figura 46. Consumo eléctrico del edificio 5G en el año 2019	53
Figura 47. Consumo eléctrico del edificio 5N en el año 2019	54
Figura 48. Consumo eléctrico del edificio 5R en el año 2019	54
Figura 49. Consumo eléctrico de los edificios 5I y 5K en el año 2019.....	55
Figura 50. Consumo eléctrico de los edificios 5L y 5M en el año 2019.....	55
Figura 51. Consumo eléctrico de los edificios 5Q y 5O en el año 2019	55
Figura 52. Consumo eléctrico de los edificios 5P y 5S en el año 2019.....	56
Figura 54. Consumo eléctrico en climatización del centro de datos del ASIC.....	59
Figura 55. Edificios 5C y 5D	60
Figura 56. Esquema del sistema de calefacción del edificio 5D	61
Figura 57. Demanda térmica mensual de calefacción y refrigeración de la agregación 5C-5D.....	64
Figura 58. Balance de energía térmica anual de la agregación 5C-5D	64

Figura 59. Invernaderos 5P.....	68
Figura 60. Demanda térmica mensual de calefacción y refrigeración de los invernaderos 5P	70
Figura 61. Balance de energía térmica anual de los invernaderos 5P	71
Figura 62. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC la 1ª semana de julio.....	75
Figura 63. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC el mes de abril	75
Figura 64. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC el año 2019	76
Figura 65. Circuitos hidráulicos en ambos lados de la bomba de calor NRP 1104	79
Figura 66. Ubicación de los acumuladores de inercia en la planta baja del edificio 4L	81
Figura 67. Gráfico explicativo de la elección del día tipo en enero.....	83
Figura 68. Calor aprovechado durante el funcionamiento de la bomba de calor el día 5 de enero	85
Figura 69. Esquema sobre el funcionamiento del sistema con la bomba de calor	86
Figura 70. Calor aprovechado durante el funcionamiento de la bomba de calor el día 20 de diciembre	87
Figura 71. Esquema de funcionamiento de las calderas del edificio 6F.....	89
Figura 72. Flujo acumulado en el escenario 1 a 20 años.....	93
Figura 73. Flujo acumulado en el escenario 2 a 20 años.....	94
Figura 74. Flujo acumulado en el escenario 3 a 20 años.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de calderas en la UPV.....	14
Tabla 2. “Meters” empleados en el análisis.....	15
Tabla 3. Excel “Meters 2019” generado a través de Python.....	21
Tabla 4. Tipo de climatización por edificio.....	22
Tabla 5. Superficie total de los edificios de la ETSII y cercanos.....	23
Tabla 6. Porcentaje por tipo de uso de cada edificio considerando la superficie asociada a ellos.....	23
Tabla 7. kWh/hora de ventilación en cada edificio.....	24
Tabla 8. Zonas climáticas en función de la altitud y provincia (Ministerio de Fomento, 2019).....	29
Tabla 9. Zona climática según irradiación solar.....	30
Tabla 10. Características de los cerramientos.....	31
Tabla 11. Absortividad del marco para radiación solar α (DA-DB HE1).....	32
Tabla 12. Superficies empleadas en la estimación de consumo de gas natural.....	38
Tabla 13. Características de los cerramientos de los invernaderos 5P.....	42
Tabla 14. Características de los materiales comúnmente utilizados en invernaderos (Valera et al., 2008)	43
Tabla 15. Temperatura media mensual de Valencia en el año 2019 y cálculo del EER correspondiente	45
Tabla 16. Consumo eléctrico mensual de la agregación 5C-5D en el año 2019.....	52
Tabla 17. Ranking del consumo eléctrico anual total de los edificios 5X en kWh.....	57
Tabla 18. Ranking del consumo eléctrico anual total en kWh/m ²	57
Tabla 19. Ranking del consumo eléctrico anual en climatización en kWh/m ²	58
Tabla 20. Demanda térmica de refrigeración mensual en la agregación 5C-5D.....	62
Tabla 21. Energías térmicas de calefacción y refrigeración y temperaturas máximas y mínimas de los edificios 5C-5D.....	62
Tabla 22. Condiciones operativas mensuales en los edificios 5C-5D.....	63
Tabla 23. Demandas térmicas de calefacción y refrigeración detalladas de los edificios 5C-5D.....	63
Tabla 24. Demandas térmicas mensuales de los edificios 5E y 5N en kWh/m ²	65
Tabla 25. Estimación de las demandas térmicas mensuales fraccionadas en la agregación 5C-5D en kWh	65

Tabla 26. Estimación de las demandas térmicas mensuales totales en la agregación 5C-5D	66
Tabla 27. Estimación de los kWh/m ² en climatización de la agregación 5C-5D.....	66
Tabla 28. Comparación de resultados entre Excel y simulación en CYPE de la agregación 5C-5D	66
Tabla 29. Comparación de resultados entre estimación y simulación en CYPE de la agregación 5C-5D	67
Tabla 31. kWh/m ² de calefacción y refrigeración de los invernaderos 5P.....	69
Tabla 32. Condiciones operativas mensuales en los edificios 5C-5D.....	69
Tabla 33. Demandas térmicas de calefacción y refrigeración detalladas en los invernaderos 5P	70
Tabla 34. Comparación de resultados entre Excel y simulación en CYPE de los invernaderos 5P	72
Tabla 35. Cálculo de la demanda térmica mensual a partir del análisis de consumos eléctricos.....	73
Tabla 36. Análisis del consumo eléctrico de potencia en el centro de datos del ASIC	74
Tabla 37. Potencia frigorífica máxima demandada por el ASIC	77
Tabla 38. Prestaciones de la bomba de calor NRP 1104, marca AERMEC	77
Tabla 39. Dimensionamiento del acumulador de inercia	80
Tabla 40. Calor disponible total en los acumuladores de inercia.....	80
Tabla 41. kWh térmicos producidos y aprovechables en la bomba de calor.....	82
Tabla 42. Cálculo del día tipo en el mes de enero.....	83
Tabla 43. Balance realizado entre el calor producido en la bomba de calor y los consumos térmicos de calefacción requeridos el día 5 de enero	84
Tabla 44. Balance realizado entre el calor producido en la bomba de calor y los consumos térmicos de calefacción requeridos el día 20 de diciembre.....	87
Tabla 45. Escenarios estudiados y las emisiones de CO ₂ asociadas.....	90
Tabla 46. Datos referentes al ahorro de consumo de gas natural en el análisis tecno-económico	91
Tabla 47. Datos referentes al ahorro de consumo eléctrico en el análisis tecno-económico	91
Tabla 48. Estudio tecno-económico del escenario 1 a 20 años	93
Tabla 49. Estudio tecno-económico del escenario 2 a 20 años	94
Tabla 50. Estudio tecno-económico del escenario 3 a 20 años	95

Parte I: Memoria

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 MARCO DEL PROYECTO

Este trabajo de fin de máster se engloba dentro de unas prácticas realizadas en la Cátedra de Transición Energética Urbana (CATENERG) en el Instituto Universitario de Ingeniería Energética (IUIIE) de la Universitat Politècnica de València (UPV), cuyo objetivo es ayudar al desarrollo de un diseño de sistemas energéticos para conseguir que el campus de Vera de la UPV tenga un consumo de energía nulo o incluso de generación neta de energía. Un primer paso muy importante para alcanzar dicho objetivo es conseguir la implementación de medidas que apoyen la descarbonización del Campus de Vera, como pueden ser la mejora en la eficiencia energética de los edificios, una mayor producción de energía con sistemas híbridos que combinen fuentes de energía renovable o una reducción en el consumo de combustibles fósiles. Estas prácticas han constado de dos partes: un primer análisis y diagnóstico de la situación actual en la UPV y la posterior propuesta de soluciones que apoyen la descarbonización del campus con las conclusiones extraídas del análisis. Este primer análisis y diagnóstico de la situación de partida es muy necesario como primer paso para poder identificar y definir las distintas estrategias a seguir para realizar un análisis detallado y propuestas concretas que puedan contribuir a la descarbonización del campus de Vera. En lo que se refiere a las soluciones propuestas, se han seleccionado aquellas que además de contribuir a la descarbonización, tuvieran en cuenta las limitaciones actuales (espacio, normativa, presupuesto...). El primer análisis ha sido realizado de manera conjunta junto con otra estudiante en prácticas y las propuestas seleccionadas, se han desarrollado posteriormente de manera individual. Dichas propuestas consisten en un estudio y diseño conceptual desde un punto de vista de planificación energética, donde lo que se busca es conocer su viabilidad, así como definir aquella solución que sería más conveniente desde un punto de vista estratégico para contribuir a la descarbonización del campus de Vera y servir de punto de partida para un futuro desarrollo del proyecto de ejecución técnica, en el caso de que se decidiera poner en marcha esta propuesta por parte de la UPV.

El desarrollo de este proyecto ha sido apoyado por diferentes organismos y organizaciones, como la Unidad de Medio Ambiente (UMA) de la UPV, la cual ha facilitado información referente a materia energética en la Universidad, como por ejemplo un listado con las calderas utilizadas actualmente o el sistema de climatización empleado en cada uno de los edificios de la universidad. Al mismo tiempo, también han suministrado la información que tiene la universidad en relación con el consumo energético que se ha producido en ella durante los últimos años. Otro organismo que ha estado implicado y que ha sido de gran ayuda es el Servicio de Infraestructuras de la UPV, con su Jefe de Servicio a la cabeza. Se ha puesto a nuestra disposición todos los proyectos que se hayan podido necesitar sobre los edificios estudiados y ha permitido que se pueda contactar con VALNU, una empresa de servicios de ingeniería que se encarga del mantenimiento y control de toda la información recogida sobre el consumo energético en la universidad.

Por último, durante el periodo de prácticas realizadas en CATENERG, se estableció un convenio de colaboración docente con la universidad “KTH Royal Institute of Technology” de Estocolmo, Suecia,

para la descarbonización del campus de Vera, el cual viene reflejado en el plan ambiental de la UPV. Ha habido un flujo de información constante por ambas partes que ha permitido retroalimentar el trabajo que se ha ido realizando tanto por parte del equipo sueco como del español y así establecer una sinergia entre ambas universidades con un mismo objetivo: hacer propuestas para lograr la descarbonización del campus de Vera, y conseguir que sea neutro en carbono en 2030. Cabe destacar que el análisis realizado por el otro equipo era a nivel global del campus, mientras que en el caso del equipo español, se decidió realizar un estudio de diagnóstico de partida e identificar propuestas más concretas en aquellos sectores de la UPV donde dichas propuestas pudieran tener un mayor impacto. Este proyecto de colaboración está incluido dentro del Plan Ambiental de la UPV en 2021 y su meta es conseguir la elaboración de un estudio sobre la descarbonización del Campus de Vera en la UPV. Asimismo, este proyecto muestra que desde la UPV se están destinando recursos para lograr implementar medidas que apoyen la descarbonización a medio plazo.

1.2. MOTIVACIÓN

Este proyecto de descarbonización se enmarca en el “European Green Deal”, un acuerdo promovido por la Comisión Europea que busca conseguir la neutralidad climática en Europa para 2050, es decir, que no haya emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) para ese año. Se pretende conseguir a través de 50 acciones organizadas en 7 líneas de acción: energía limpia, industria sostenible, renovación y construcción eficiente, movilidad sostenible, biodiversidad, “de la granja a la mesa” y fin de la contaminación, tal y como afirma la Comisión Europea (European Commission, 2019). Se prevé que tenga un plan de inversión de aproximadamente 100.000 millones de euros por año la próxima década, incluyendo la cofinanciación de los gobiernos comunitarios, y pretende tener asimismo una firme base legislativa, ya que actualmente se está trabajando para implantar la “Ley Climática Europea”. En esta dirección, el 21 de mayo de 2021 entró en vigor en España la “Ley de Cambio Climático y Transición Energética” (Jefatura del Estado, 2021), que pretende conseguir la neutralidad climática en España antes de 2050. Para ello, se proponen una serie de metas intermedias para 2030, como reducir las emisiones de GEI un 23% para dicho año o que el 74% de generación de energía sea renovable, así como medidas en las mismas líneas de acción que las propuestas por la Unión Europea.

Centrándose en la ciudad de Valencia, dentro del “European Green Deal”, una de las propuestas realizadas desde la Comisión Europea es conseguir que 100 ciudades europeas sean climáticamente neutras antes de 2030 (European Commission, 2020a) y Valencia busca estar entre ellas. Las ciudades tienen una gran responsabilidad si se quiere ser climáticamente neutro ya que actualmente producen el 72% de las emisiones globales y en 2050, contarán con el 80% de la población mundial tal y como indica la Comisión Europea (European Commission, 2020b). En este contexto, Valencia pretende reforzar su compromiso con esta emergencia climática e impulsar la innovación. En grandes ciudades europeas como Valencia, la Unión Europea entiende que, en lugar de intentar estudiar la ciudad como unidad completa, se debe estudiar por barrios o distritos para lograr casos de éxito de manera más sencilla y así poder replicarlos en otras zonas posteriormente. En este sentido, el Ayuntamiento de Valencia pretende que al menos tres barrios sean climáticamente neutros antes de 2030. El proyecto se desarrolla en el marco de “Missions Valencia 2030” (Ayuntamiento de Valencia, 2020), iniciativa

promovida por el Ayuntamiento de Valencia e integrada dentro de la “Estrategia Urbana València 2030”, que pretende apoyar la innovación en la ciudad a través de las misiones que se vayan implantando y a su vez conseguir que la ciudad de Valencia sea más saludable, sostenible, compartida y emprendedora. La primera misión de innovación que va a lanzar el Ayuntamiento de Valencia es la que se acaba de mencionar: conseguir que tres barrios sean climáticamente neutros antes de 2030 y entre ellos, se propone el distrito del Campus de Vera de la UPV. Adicionalmente, la UPV es embajadora de las “Missions” y como tal, puede ser un ejemplo de buenas prácticas donde las propuestas que se lleven a cabo para la descarbonización puedan ser posteriormente trasladadas a la ciudad.

Por los motivos presentados, se puede concluir que los proyectos de descarbonización y en general la transición energética está en el eje central de la agenda urbana, dentro de un sector que en los próximos años va a continuar desarrollándose y va a recibir una gran cantidad de recursos. Por ello, esto aporta una gran motivación a la hora de querer realizar este proyecto, ya que existe un interés real por parte de las administraciones en desarrollar este tipo de proyectos. Al mismo tiempo, sabiendo que España va a ser un país considerablemente afectado por el cambio climático si este no logra frenarse, también es una motivación el saber que estás apoyando lo mejor posible con tu trabajo individual esta labor para poder avanzar en la dirección correcta.

Centrándose en el presente proyecto, en lugar de intentar abarcar todo el campus de Vera con el análisis, al igual que ha hecho Valencia en relación con las “Missions” centrándose en distritos, se decidió realizar un piloto en la ETSII para facilitar su acometida y ayudar a que el proyecto salga adelante para que sea replicado en futuros trabajos. Adicionalmente, cabe remarcar que la ETSII es la escuela en la que he estudiado los últimos 6 años y la conozco en profundidad, lo cual durante el análisis inicial de consumos ha sido de gran ayuda, ya que conocer las instalaciones facilita entender qué es lo que está ocurriendo en ellas. Por último, con respecto a la UPV, tras pasar los últimos 6 años estudiando en esta universidad, siempre resulta motivante desarrollar proyectos que puedan acabar materializándose y quedar ahí tras nuestro paso por la universidad, que perduren en el tiempo.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo, marcado desde un principio, es proponer medidas que apoyen la descarbonización del Campus de Vera. Al ir desarrollando el trabajo necesario para alcanzarlo, han ido surgiendo una serie de subobjetivos que han tenido que ser cumplidos para conseguir llegar al principal:

- Conocer las medidas implementadas en otras universidades punteras en materia de transición energética.
- Entender cómo se obtiene y tratan los datos de consumo energético en la UPV.
- Realizar un diagnóstico de partida de la ETSII sobre el consumo energético de sus edificios a partir de un análisis realizado con macrodatos y estudiar sus instalaciones.
- Definir las actuaciones más interesantes para el campus a partir del análisis realizado.

- Simular energéticamente diferentes instalaciones para obtener sus demandas térmicas.
- Proponer un nuevo sistema con bomba de calor con aquellos equipos que mejor se adapten a las necesidades de las instalaciones.

1.4 LIMITACIONES

En cuanto a las limitaciones de este trabajo, en primer lugar, cabe destacar que tanto el análisis de consumos eléctricos que se ha realizado como la consecuente propuesta de una bomba de calor que aporte simultáneamente frío y calor, se han realizado desde un punto de vista general, de planificación estratégica. Comenzando por el análisis, una limitación importante dentro del análisis de consumos es la relacionada con la toma de datos que se utiliza actualmente en la universidad. En lo que respecta a los consumos eléctricos, a pesar de que el sistema utilizado de “meters” aporta un flujo de información de buena calidad, no permite en la mayoría de las ocasiones conocer al detalle qué equipos o unidades han supuesto un mayor consumo. Es decir, un “meter” te aporta la información sobre el consumo eléctrico de uno o varios cuadros eléctricos, pero no puedes desagregarlo entre los equipos conectados, no tienes esa información. Además, la información del consumo eléctrico no puede saberse de algunos edificios individualmente, sino que esta se aporta en referencia a una agregación de edificios y no resulta posible separarlos. Por último, con respecto al sistema de medición del consumo eléctrico, aproximadamente en la mitad de los edificios existe una diferenciación con respecto al consumo en climatización, sin embargo, en la otra mitad de los edificios, solamente se conoce el consumo eléctrico total que se ha producido, no se puede saber en qué se ha utilizado exactamente. En referencia al consumo de gas, únicamente se dispone de información sobre el que se ha producido mensualmente en toda la universidad, ni siquiera se dispone de información sobre el consumo de cada sala de calderas individualmente. Por ello, se han tenido que emplear ciertas herramientas que logren suplir esta falta de información, sin embargo, este tipo de problemas es algo habitual en el día a día de cualquier empresa del sector, con lo cual se debe saber cómo afrontarlos. Entre las herramientas empleadas se encuentran la utilización de programas de simulación energética, la realización de estimaciones de consumo o la validación de los resultados obtenidos en estas estimaciones y simulaciones.

Respecto a la segunda parte del proyecto, consistente en un sistema de suministros simultáneo de calefacción y refrigeración mediante una bomba de calor, se ha realizado un análisis energético de consumos térmicos de calefacción y refrigeración existentes en distintos edificios de la ETSII y UPV que serían susceptibles de ser suministrados de forma simultánea. A continuación, se ha propuesto un diseño conceptual del sistema basado en el uso de una bomba de calor que pudiera abastecer dichos consumos térmicos de forma simultánea. Al tratarse de un diseño conceptual, no se han llegado a diseñar al detalle las instalaciones hidráulicas y eléctricas, pues se consideran fuera del objetivo y alcance de este TFM y se podría abordar como trabajo futuro en el caso de que la UPV considerara estratégico poner en marcha el sistema propuesto en este TFM.

1.5 ESTRUCTURA DEL TRABAJO Y PASOS SEGUIDOS PARA ABORDAR EL TRABAJO

En primer lugar, se va a explicar a modo de resumen los pasos seguidos al realizar este proyecto y de esta forma tener una visión más global y comprender mejor la estructura del trabajo. La primera tarea asignada al entrar a formar parte de CATENERG fue el análisis de consumos de los edificios pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII), así como los almacenes situados en el edificio 5O, los invernaderos del 5P y la sala de caldera del edificio 5Q, para conocer lo mejor posible dichos edificios y así poder realizar propuestas que apoyen la descarbonización en la UPV con las conclusiones que se extraigan de este. Adicionalmente a estos edificios, cuando ya estaba considerablemente avanzado este estudio, se realizaron una serie de reuniones con el Jefe de Servicio de Infraestructuras de la UPV, para lograr comprender mejor cómo funcionan las instalaciones de la ETSII. Al mismo tiempo, una de las ideas que surgieron tras el estudio del estado del arte sobre las medidas implantadas en otras universidades en materia de descarbonización, fue replicar el proyecto SESI de la Universidad de Stanford (descrito con mayor detalle en el Capítulo 2) en la UPV a menor escala, que consiste en la utilización de bombas de calor para suministrar simultáneamente frío y calor. Por ello, se preguntó al Servicio de Infraestructuras si tenían conocimiento de demandas térmicas de refrigeración o calefacción que se produjeran durante todo el año. Como respuesta, se identificó el centro de datos del ASIC, en el edificio 4L (la biblioteca central), en el cual, existe una gran demanda térmica de refrigeración durante todo el año para enfriar los servidores presentes en dicha sala. Por ese motivo, se añadió al análisis de consumos dicha sala. Además, se debe destacar que el edificio 4L está cerca del resto de edificios dentro del análisis, con lo cual las posibles propuestas que impliquen aprovechar el consumo de diferentes edificios al mismo tiempo podrían incluir al ASIC debido a esta cercanía. A continuación, se muestra un plano de la UPV para tener situados los edificios presentes en este análisis:



Figura 1. Mapa de la ETSII y alrededores

Tras realizar el análisis, se plantearon una serie de reuniones con miembros de CATENERG y profesores dentro del IUIIE (Instituto Universitario de Ingeniería Energética) de la UPV para proponer las medidas que apoyen la descarbonización del Campus de Vera, centrándose en aquellas ideas que busquen

reducir las emisiones directas de CO₂, como las producidas en las salas de calderas. Finalmente, se identificaron dos posibles actuaciones estratégicas en edificios de la ETSII y otros cercanos que podrían contribuir a la descarbonización del campus de Vera: por una parte, la sustitución de las calderas de gas natural en el edificio 5Q y por la otra, el empleo de un sistema con bomba de calor que aporte simultáneamente frío y calor para cubrir total o parcialmente la demanda de calefacción de los edificios 5C-5D y 5P, siendo la segunda propuesta la desarrollada en este TFM. En primer lugar, es importante destacar que esta propuesta nace fruto de la inspiración aportada por el proyecto SESI de la universidad de Stanford (descrito en el Capítulo 2), cuya idea central es la misma, aprovechar el potencial de la recuperación de calor satisfaciendo con un único sistema de climatización las demandas de calefacción y refrigeración cuando estas sean simultáneas en el tiempo, con la diferencia de que en el proyecto actual la idea se desarrolla a menor escala, ya que se centra en un menor número de edificios. Respecto al funcionamiento de la bomba de calor, el aporte de frío va a ser realizado al centro de datos del ASIC, que necesita esta refrigeración durante todas las horas del año y el cual hasta ahora era refrigerado por una serie de enfriadoras situadas en el propio centro de datos, sin embargo, con éstas el calor generado en el foco caliente durante todo el tiempo de funcionamiento de las máquinas era enviado al ambiente exterior a través del condensador, desperdiándose en su totalidad su potencial térmico. Con la implementación de la bomba de calor, se busca dar utilidad a dicho calor y con él satisfacer las demandas de calefacción que tengan otras instalaciones. Este va a ser aportado a edificios cuya calefacción sea suministrada mediante las calderas de gas natural del edificio 5Q, habiendo seleccionado entre ellos la agregación de edificios 5C y 5D y los invernaderos 5P. Tras dicha selección, se ha realizado un estudio sobre sus instalaciones de climatización y se han simulado energéticamente estos edificios para obtener las demandas térmicas de calefacción que éstos requieren. A continuación, se ha dimensionado la bomba de calor en base a las especificaciones marcadas por las demandas térmicas calculadas, tanto de frío como de calor, se ha explicado cómo funciona el nuevo sistema de climatización y las partes que lo componen y, por último, se ha realizado el análisis tecno-económico de éste.

En referencia a la estructura propiamente dicha del trabajo, tras este primer capítulo en el que se realizó la introducción, el segundo, trata sobre el estado del arte referente a las diferentes medidas que se han llevado a cabo en los últimos años relacionados con la descarbonización en otras universidades de todo el mundo. Se ha realizado especial hincapié en el proyecto SESI de Stanford y la tecnología utilizada al ser una inspiración para llevar a cabo este trabajo.

A continuación, en el capítulo 3 se detalla la metodología seguida aportando toda la información que ha sido necesaria para conseguir desarrollar cada parte del proyecto. Se comienza hablando del análisis de consumo energéticos en los edificios de la ETSII y el centro de datos del ASIC y del tratamiento “big data” de datos llevado a cabo en Python y Excel para conseguir realizar el análisis. A continuación, se desarrolla el estudio más detallado de las instalaciones que van a ser abastecidas por el nuevo sistema con la bomba de calor. En referencia a la calefacción, se aborda el estudio más en detalle de las instalaciones de la agregación de edificios 5C y 5D y de los invernaderos 5P y de todos los datos empleados para llevar a cabo la simulación energética de estos para conocer su demanda térmica de calefacción, así como toda la información utilizada para conseguir validar dichas simulaciones. Por otra parte, se ha estudiado en detalle el centro de datos del ASIC y las necesidades de refrigeración que deben ser cubiertas en dicha sala. Tras ello, se tratan los pasos seguidos para dimensionar y seleccionar

la bomba de calor, se explican de igual modo los seguidos para dimensionar el acumulador de inercia necesario en el sistema, el cual va a permitir cubrir los picos de demanda que se producen en la agregación de edificios 5C y 5D, y, por último, se explica cómo se ha realizado el balance entre las demandas térmicas de frío y de calor y se analiza cuál sería el funcionamiento del nuevo sistema de climatización.

En el capítulo 4, se exponen los resultados extraídos de cada uno de los pasos tratados anteriormente en la metodología: se comienza tratando el análisis de consumos energéticos en la ETSII y las conclusiones extraídas de este, se prosigue con los resultados de las simulaciones energéticas realizadas en aquellos edificios cuyas demandas de calefacción van a ser satisfechas mediante la nueva bomba de calor. A continuación, se detalla el análisis realizado sobre la demanda térmica de refrigeración que requiere el centro de datos del ASIC y, por último, se explica la selección de la nueva bomba de calor y el acumulador de inercia y el funcionamiento del nuevo sistema de climatización con la bomba de calor.

Tras mostrar todos los resultados, en el capítulo 5 se realiza el análisis tecno-económico dados distintos escenarios y se muestran sus resultados, y por último en el capítulo 6, se explican las conclusiones extraídas del proyecto en su conjunto y los trabajos futuros relacionados con éste.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

En el Estado del Arte se van a comentar las experiencias más pioneras encontradas en la literatura sobre el tipo de medidas que se han implementado en otras universidades en materia de sostenibilidad. Como punto de partida, se puede observar el análisis realizado por A.R. Amaral (Amaral et al., 2020) sobre 424 iniciativas llevadas a cabo por universidades de todo el mundo, divididas en las categorías Edificios, Energía, Aire y Clima, Comida, Transporte, Basura, Agua y Jardines:

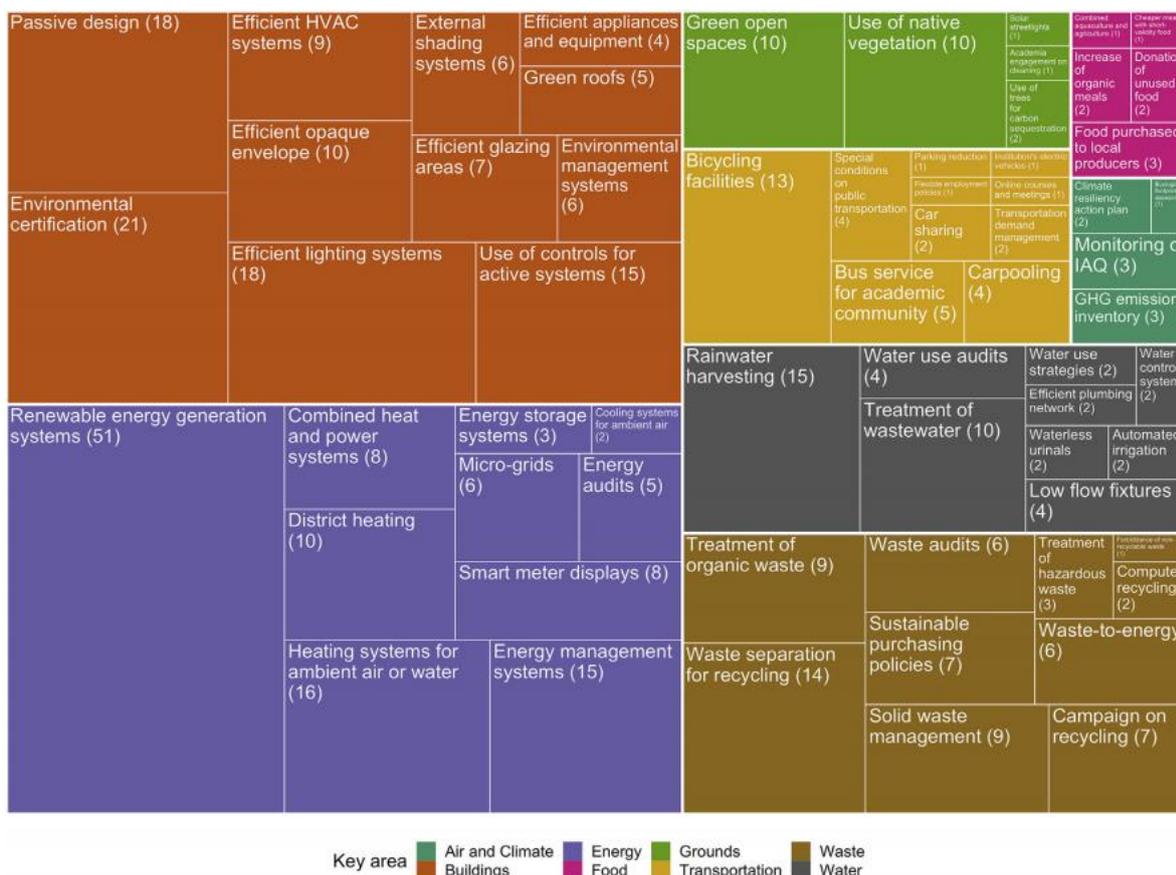


Figura 2. Iniciativas distribuidas según subáreas (Amaral et al., 2020)

Las dos subáreas en las que se han llevado a cabo un mayor número de medidas son las relacionadas con Energía y Edificios. En las primeras, destaca la generación de energía renovable, relacionada con la tendencia generalizada en el mundo de utilizar esta para sustituir los combustibles fósiles, favoreciendo así la descarbonización. Por otro lado, el estudio resalta el hecho de que los resultados más consistentes provienen de la subárea de Edificios, llegando a reducir hasta un 70% el uso energético de un edificio mediante el diseño de edificios pasivos.

Dicho estudio refleja de manera acertada el panorama relacionado con la sostenibilidad en los campus universitarios: gran parte de las medidas están enfocadas en su mayoría a reducir el consumo energético de los edificios y aumentar la generación de energía renovable. Un claro ejemplo de este tipo de medidas son las llevadas a cabo en el campus de la universidad de Seúl en Corea del Sur (Chung

& Rhee, 2014), en el cual se analizaron varios edificios y en función de una serie de parámetros, se realizó una clasificación en la cual dependiendo de esta se aplicaban distintos paquetes de medidas. Estas estaban relacionadas con mejorar el aislamiento de ventanas y envolventes del edificio, utilizar dispositivos que apaguen las máquinas cuando estas no están en funcionamiento y un control automático de la temperatura dentro de cada edificio. Con estas medidas, el estudio concluía que el consumo energético podía verse reducido entre un 18% y un 29% en los edificios estudiados.

En la misma línea, todas las universidades de la provincia canadiense de Ontario han realizado un análisis conjuntamente (Council of Ontario Universities, 2017) para marcar la ruta a seguir por ellas para reducir sus emisiones de CO₂. Algunas de las medidas implementadas en ellas son la renovación completa en la UTSC (University of Toronto-Scarborough) de 20 instalaciones con una superficie total de 1850 m² mejorando la envolvente de los edificios, cambiando la iluminación a LEDs de alta eficiencia y con una mejora de 4 unidades de HVAC (“Heating, Ventilation and Air Conditioning”), implicando una reducción en las emisiones GEI de 200 toneladas de CO₂. La UTM (University of Toronto-Mississauga) ha mejorado el sistema de monitorización de la calidad del aire en los laboratorios, consiguiendo reducir a la mitad los cambios de aire por hora (ACH), que ha producido una reducción del consumo energético de entre el 40 y el 60%, y la Brock University va a renovar su sistema de cogeneración que aporta al campus el 80% de sus necesidades eléctricas, de calefacción y de refrigeración, aumentando así un 14% su eficiencia energética y disminuyendo sus emisiones 3209 toneladas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por año. Estos son algunos ejemplos mostrados en este estudio, aunque un último dato interesante que también cabe destacar es que según el *Pembina Institute*, dos tercios de la reducción de las emisiones de GEI provendrán de la renovación de edificios ya existentes, con lo cual, es importante analizar en profundidad todos los edificios ya existentes en cualquier campus.

Como último ejemplo de medidas generales implementadas en un campus universitario, se encuentra la Universidad de Arizona (UA) (Chalfoun, 2014). Cabe destacar la metodología empleada en este estudio, ya que tras seleccionar 9 edificios del campus en los cuales se va a llevar el proyecto “Greening Campus”, una serie de estudiantes de postgrado realizaron una auditoría energética y un análisis posterior del consumo energético de estos para después presentar las medidas que consideraban que fueran a optimizar más eficientemente el consumo de estos. Con el estudio, se concluyó que debían reemplazar una serie de bombas de calor desfasadas por unas nuevas con una mayor eficiencia, instalar bombillas con una alta eficiencia y fotosensores para que no se enciendan si existe luz diurna, y por último calentadores de agua solares para reducir la energía requerida por las calderas en esta tarea.

Otro tipo de medidas interesantes es la instalación de pantallas que muestran el consumo energético que se está produciendo en cada edificio mediante sensores inteligentes. En el análisis realizado por Theresa Chiang (Chiang et al., 2014), se analizaba la influencia que tiene la utilización de estos “displays” en una residencia de la universidad de Bath (Reino Unido) teniendo en cuenta también la manera en la que se muestran los datos al público, siendo los diseños: “*numerical design*”, “*analogue dials design*” y “*ambient faces design*”. En este estudio se concluye que no existe una diferencia clara en los resultados al variar el diseño, pero que el mero hecho de mostrar esta información a la gente consigue que se reduzca el consumo energético. En la misma línea, en el Taguspark Campus del Instituto Superior Técnico (IST) de Lisboa, se llevó a cabo el proyecto europeo “Smart Campus” en 3

instalaciones diferentes (Gomes et al., 2017); las medidas están relacionadas con el control del sistema HVAC y de la iluminación. Es destacable su metodología ya que incluye “Living Lab”: se buscó involucrar a los estudiantes y en general a todo el mundo que usara las instalaciones, haciendo que interactuaran en el control tanto de la iluminación como de la temperatura interior de esos lugares. Mediante el uso de una “app”, el público podía expresar cuál era para ellos la temperatura e iluminación ideal y con ello, estas se ajustaban automáticamente. Con este método, durante su utilización un año, se consiguieron reducciones en el consumo energético de hasta un 40%.

Por otro lado, las universidades también están muy centradas en conseguir que la gente se implique en los temas de sostenibilidad y tome conciencia sobre la repercusión que tienen las acciones que toman en el consumo energético que se produce en la universidad. Como ejemplo de esto, la Universidad de Cambridge (Forman et al., 2017) también ha puesto en marcha diversas iniciativas del mismo estilo y por ejemplo tienen los proyectos “Energy and Environment Coordinators Network” y “The Green Impact Scheme”. El primero asigna a una persona por departamento la responsabilidad de concienciar y promover cambios en el comportamiento del resto de gente del departamento para que busquen disminuir el consumo energético que generan, mientras que el segundo promueve la formación de grupos de trabajo dentro de los departamentos para señalar maneras de ahorrar energía. En esta dirección también están muy relacionadas las ya mencionadas medidas que incluyen “smart sensors” y “displays”, ya que para que realmente funcionen, se necesita que la gente se implique activamente. En el proyecto comentado en Lisboa (Gomes et al., 2017), para conseguir que el público general de verdad se sintiera parte del proyecto, se realizaron una serie de “workshops”, encuestas para saber la percepción de la gente con respecto al consumo energético de la universidad, se pidió “feedback” sobre el funcionamiento de la app, etc. En el de Coimbra (Fonseca et al., 2018), también se explica que es necesario promocionar un comportamiento orientado hacia el ahorro energético “by advertising campaigns based on the display of current energy use, online information”.

Otras universidades, como Stanford, también han llevado a cabo medidas como las mencionadas en los anteriores párrafos, pero al mismo tiempo han ido un paso más allá. En esta universidad, su plan de acción energético y climático (Stanford University, 2015) se apoya en 3 pilares básicos: mejorar la eficiencia energética de los edificios ya existentes, maximizarla en los edificios que van a construirse y conseguir que la energía suministrada y utilizada por las instalaciones de la universidad sea lo más verde posible.

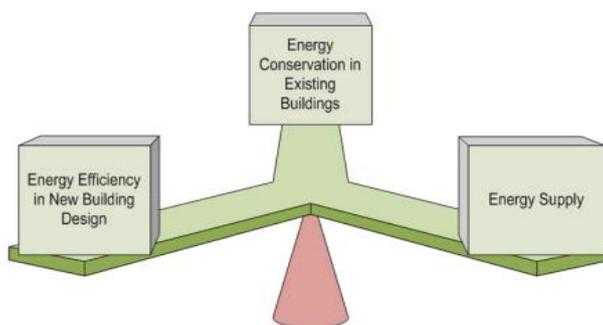


Figura 3. Enfoque en Stanford respecto a la sostenibilidad (Stanford University, 2015)

Respecto a los edificios ya construidos, al igual que en el resto de universidades, la mayoría de proyectos para mejorar la eficiencia energética están basados en mejorar el sistema de iluminación o los sistemas de HVAC.

Sin embargo, donde aparece lo realmente novedoso y a la vanguardia de sostenibilidad en universidades, y que ha servido de inspiración a la hora de realizar este trabajo, es el programa SESI (“Stanford Energy System Innovations”), el cual está relacionado con el tercer punto, es decir, la producción energética. Con él han buscado transformar totalmente su sistema de abastecimiento energético, transicionando desde la planta de cogeneración que empleaban para satisfacer la demanda energética de todos sus campus desde 1987 y que funcionaba con gas natural, hacia un sistema más eficiente basado en la recuperación de calor y cuyo funcionamiento se basa en la utilización de energías renovables. En la universidad de Stanford se percataron de que durante gran parte del año, en sus instalaciones había necesidades energéticas de frío y de calor simultáneamente, con lo cual, se plantearon la utilización de bombas de calor que estén suministrando calor al mismo tiempo en sus focos frío y caliente para satisfacer ambas demandas, no necesitando la utilización de la planta de cogeneración la cual, como se ha comentado anteriormente, funcionaba mediante combustibles fósiles y generaba el 90% de las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) de la universidad.

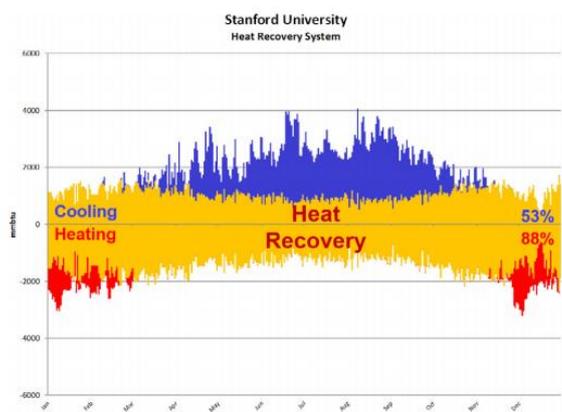


Figura 4. Potencial de recuperación de calor en las demandas anuales de la universidad de Stanford (Stanford University, 2015)

Se observa en la figura que a lo largo de todo un año, se requieren simultáneamente un 53% de la refrigeración total y un 88% de la calefacción, que puede ser suministrado por un único sistema de bombas de calor que cubra ambas demandas. Al mismo tiempo, es necesario un sistema auxiliar de producción de energía térmica para cubrir las demandas cuando estas no se produzcan al mismo tiempo. Para hacer funcionar estas bombas de calor, es necesaria una mayor cantidad de energía eléctrica con respecto al sistema de suministro de energía anterior, pero para compensar este problema, han construido una planta fotovoltaica de 73 MW, la cual se va a encargar de cubrir el 50% de la demanda eléctrica de la universidad durante al menos 25 años y de esta manera hacer que el nuevo sistema funcione mediante energía renovable. Por ello, Stanford estima que gracias al programa SESI reducirán en un 60% sus emisiones de GEI:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

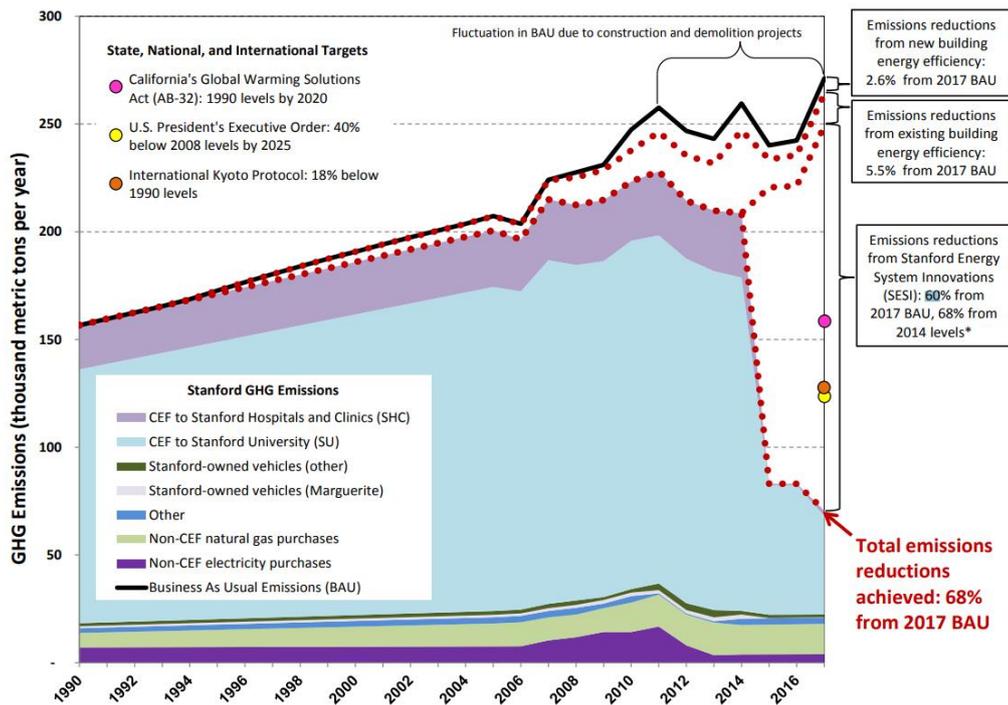


Figura 5. Reducción de emisiones en función de las medidas implantadas en Stanford (Stanford University, 2015)

El único punto negativo de este proyecto para que sea reproducible en otras universidades es la gran inversión que es necesario realizar ya que, en este proyecto Stanford estima que para llevarlo a cabo es necesaria una inversión de unos 500 millones de dólares.

Como conclusión, se puede apreciar que la mayoría de medidas llevadas a cabo por las universidades, van en la misma línea. Por una parte, centrándose en las instalaciones, la mayoría buscan mejorar la eficiencia energética de los edificios cambiando su aislamiento, el sistema de iluminación (LEDs) o los sistemas HVAC ("Heating, Ventilation and Air Conditioning") y por la otra parte, aumentar la generación de energía renovable, normalmente instalando paneles solares fotovoltaicos. Centrándose en el capital humano, las universidades buscan concienciar tanto a sus trabajadores como a los alumnos sobre la importancia de la sostenibilidad y el consumo energético que producen para que así sean conscientes de cómo disminuir el impacto que tienen. Por último, tal y como se menciona en el análisis mencionado al principio, (Amaral et al., 2020), para conseguir una implantación exitosa de este tipo de iniciativas en campus universitarios, se debe tener en cuenta la fuerte influencia que tienen los respectivos temas sociales internos y la visión que tienen tanto los dirigentes políticos como los de cada universidad en referencia a la sostenibilidad, ya que de ello dependen los recursos que se destinen a esta materia. Por ello, lograr una mayor concienciación en la población, facilita la innovación e implementación de estos proyectos.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO ENERGÉTICO EN LA ETSII Y ASIC

3.1.1 TRATAMIENTO DE DATOS ENERGÉTICOS EN LA UPV

Comenzando con el consumo eléctrico, antes de detallar el análisis propiamente dicho de estos, se tuvo que comprender cómo se toman y analizan los datos eléctricos en la UPV y el tratamiento de datos que se lleva a cabo y para ello, la Unidad de Medio Ambiente (UMA) de la UPV aportó la información necesaria. El consumo eléctrico se conoce a través de los “meters”, los cuales, cada 15 minutos realizan una toma de datos de diferentes parámetros relacionados con este consumo: miden los consumos de energía activa y reactiva en kWh que se ha producido durante esos 15 minutos, las potencias activa, reactiva y total instantáneas en kW que se están consumiendo en el momento preciso de la toma de datos, y el factor de potencia. Cada “meter” está asociado a una serie de cuadros eléctricos, todos ellos están distribuidos a lo largo de la universidad y en función del tamaño de cada edificio, existe un número diferente de “meters” asociados a cada uno de ellos. Al mismo tiempo, existen diferentes tipos: “Red”, que miden el consumo de red que se ha producido (estos son los más habituales), “Fuerza”, asociados a determinados elementos con grandes consumos, “Aire Acondicionado”, los cuales miden el consumo de climatización, “Grupo”, que miden el consumo de grupos electrógenos que se utilizan como reserva, “Alumbrado Público”, “Transformador”, “Parking Red” y “Parking Grupo”.

Al mismo tiempo, estos “meters” se agrupan en lo que se denomina “Operaciones”, lo cual es útil, ya que, como se ha mencionado en el párrafo anterior, en cada edificio existen una serie de “meters” y las operaciones se utilizan para sumar estos meters y así poder dar los consumos de cada edificio con un único parámetro, en lugar de tener varios asociados a cada edificio. Estas operaciones se diferencian dependiendo de qué parte de la agregación o edificio están midiendo y pueden ser “AGR”, es decir, que miden el consumo de toda la agregación, “UNID”, lo cual significa que esa operación está midiendo el consumo de una unidad dentro de una agregación, o “II”, que mide el consumo de una infraestructura dentro de una agregación. Antes de continuar con la explicación, se debe explicar que se introduce el concepto de agregación debido a que, en ciertos edificios, no es posible diferenciar entre el consumo que se ha producido en cada uno de ellos individualmente, ya que la información aportada por los “meters” y operaciones se refiere a ese conjunto de edificios de forma agregada. En la ETSII, por ejemplo, ocurre en los edificios 5C y 5D: no puedes saber el consumo que se ha producido en cada uno de ellos, solo se conoce el que han tenido en conjunto.

Retomando la explicación sobre las operaciones, en función del uso que se esté dando a la energía eléctrica, también se distingue entre “ALL”, que se refiere al consumo eléctrico total que se ha producido en la agregación sin considerar el uso que se la ha dado y “CLIMA”, que mide solo el consumo eléctrico de climatización que se ha producido. Un apunte interesante que cabe realizar es que en todas las agregaciones existe siempre una operación asociada al consumo total que se ha producido en ella, pero no en todas ellas existe una operación que esté contabilizando el consumo en

climatización, lo cual dificulta en ciertos momentos poder realizar un análisis más profundo o comprender mejor qué está ocurriendo en algunos edificios. Dentro de los edificios presentes en el estudio, se cuenta con “meters” de climatización en las agregaciones o edificios 5C-5D, 5E, 5F-5H-5J, 5G, 5N y 5R.

En lo que respecta al consumo de combustibles fósiles, tras realizar las pertinentes consultas a la UMA y el Servicio de Infraestructuras de la UPV, se conoció que la UPV cuenta con una serie de calderas que consumen gas natural y solo una que funciona con gasoil, como se puede observar en el siguiente listado con las calderas empleadas en la UPV:

EDIFICIO	DESCRIPCIÓN	COMBUSTIBLE	POTENCIA CALOR (Kw)
1B	IC-Caldera Calefaccion Edificio 1S ETSGE	GAS	395
1D	IC-Caldera Calefaccion Modulo 1D Exento Guardería nº1 nº20180	GAS	86,6
1G	IC-Caldera Calefaccion ETSInformatica Aplicada nº1 (izquierda) nº20347	GAS	393,7
1G	IC-Caldera Calefaccion ETSInformatica Aplicada nº2 (derecha) nº20348	GAS	393,7
1H	IC-Caldera Calefaccion y ACS Facultad de Informatica nº1 (izquierda) nº 27762	GAS	230
1H	IC-Caldera Calefaccion y ACS Facultad de Informatica nº2 (derecha) nº27763	GAS	230
5Q	IC-Caldera Calefaccion Edificio de Calderas nº1 (izquierda) nº23284	GAS	3050
5Q	IC-Caldera Calefaccion Edificio de Calderas nº2 (en medio) nº23285	GAS	3050
5Q	IC-Caldera Calefaccion Edificio de Calderas nº3 (derecha) nº23286	GAS	3050
5Q	CALEFACCION Y ACS	GAS	540
5Q	CALEFACCION Y ACS	GAS	540
6S	IC-Caldera Calefaccion y Agua Caliente Sanitaria Edificio Auxiliar Piscina 6S nº1 (izquierda) nº25452	GAS	1162
6S	IC-Caldera Calefaccion y Agua Caliente Sanitaria Edificio Auxiliar Piscina 6S nº2 (derecha) nº25453	GAS	1162
7K	IC-Caldera de Combustión de Gasóleo para calefacción invernaderos COMAV. Nº 31211	GASÓLEO	321
8B	IC-Caldera de Calefacción Cubierta 8B. Ciudad Politécnica de la Innovación. Nº29403	GAS	620
8S	IC-Caldera Calefaccion CPI-edificio auxiliar de servicio 8S nº1 (derecha) nº26417	GAS	1717
8S	IC-Caldera Calefaccion CPI-edificio auxiliar de servicio 8S nº2 (izquierda) nº26418	GAS	1717
9A	IC- Caldera Agua Caliente Sanitaria y Calefacción Edificio Trinquete nº28498 (nueva)	GAS	257

Tabla 1. Listado de calderas en la UPV

Como se puede observar, las calderas más grandes se encuentran en los edificios 5Q, 6S y 8S. Con respecto a las del 5Q, estas son las de mayor tamaño de todo el campus y en su origen, estas proveían a todos los edificios de la UPV el agua caliente necesaria para la calefacción, la cual es calentada con el calor producido en las calderas mediante el gas natural y distribuida posteriormente a través de una gran red de tuberías de distribución.

Con respecto a la contabilización de estos consumos, no existe apenas información y desde la UMA y el Servicio de Infraestructuras se notificó que únicamente se encuentra disponible una factura mensual con el consumo de gas que se ha producido en toda la universidad. Con todo esto, el consumo de combustibles fósiles ha sido un gran cuello de botella en el análisis del consumo energético y ha supuesto ciertas limitaciones, que han llevado a tener que realizar en pasos posteriores del proyecto ciertas estimaciones o simulaciones de edificios.

3.1.2 TRATAMIENTO DE DATOS EN PYTHON Y EXCEL

Referente a los consumos eléctricos, la UMA suministró la información de todos los “meters” disponibles en el Campus de Vera en la UPV relativa a los consumos eléctricos durante los años 2019 y 2020. Sin embargo, tras realizar el análisis del año 2020, este se descartó, ya que se consideró que, debido a toda la situación generada por el COVID, este no es un año representativo del consumo habitual que se produce en la universidad. Se recibieron dos archivos de formato csv, cada uno

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

correspondiente a una mitad del año y con la información horaria relativa a los “meters”. Sin embargo, el problema con los archivos recibidos es que estos tenían tal cantidad de información que no podían ser leídos por Excel. Por ello, se les aplicó a estos datos un tratamiento previo al análisis en Excel a través de Python, que a continuación va a ser detallado. Estos tratamientos de datos, tanto en Python como en Excel, entran dentro del denominado “*Big Data*”, ya que se ha partido de unos datos masivos en bruto y se les ha aplicado un tratamiento para poder analizarlos y extraer las pertinentes conclusiones.

Python

Se han creado dos programas para este fin con este lenguaje. El primero de ellos, puede encontrarse en su totalidad en el anexo “1. Código del programa 1 para el análisis de consumos de la ETSII” y se ha utilizado para extraer de los archivos tipo csv los “meters” relativos a los edificios dentro del análisis, los cuales son los siguientes:

NUMREG	CODMETER	EMPLAZAMIENTO	TIPO_MEDIDA	NUM_CUADRO
127	m0127	5Q - Calderas - CGBT Red	RED	711381
137	m0137	CT-5H Trafo2	TRAF0	711231
139	m0139	5N - Aulario Industriales - CGBT Red (Cont)	RED	711381
501	m0501	5M - Dep. Ingeniería Química - CGBT Red	RED	711161
502	m0502	5M - Dep. Ingeniería Química - CGBT Grupo	GR	711171
503	m0503	5M - Campo de Futbol - CGBT Red	RED	711161
505	m0505	5L - Departamento Expresión Gráfica - CGBT	RED	711158
510	m0510	5N - Aulario Industriales - CGBT Red	RED	711271
511	m0511	5N - Aulario Industriales - CGAA	AA	711271
512	m0512	5N - Aulario Industriales - CAA	AA	711271
520	m0520	5K - Departamento CMT y DIQN - CGBT	RED	711138
525	m0525	5I - Dep Ing. Química y Nuclear - CGBT Fuerza	FUERZA	711136
526	m0526	5I - Dep Ing. Química y Nuclear - CGBT Aldo	ALDO	711136
531	m0531	5C-5D - ETSII - CGBT Red	RED	711095
532	m0532	5C-5D - ETSII - CAA	AA	711086
533	m0533	5C-5D - ETSII - CGAA P1 1	AA	711095
534	m0534	5C-5D - ETSII - CGAA P2	AA	711097
535	m0535	5F - ETSII - CGBT Red	RED	711075
536	m0536	5F - ETSII - CGBT Fuerza	FUERZA	711085
537	m0537	5H - ETSII - CGBT Red	RED	711237
538	m0538	5H - ETSII - CGBT Fuerza	FUERZA	711240
539	m0539	5J - ETSII - CGBT Red	RED	711199
540	m0540	5J - ETSII - CGBT Fuerza	FUERZA	711208
541	m0541	5H - ETSII - CGAA	AA	711228
542	m0542	5C-5D - ETSII - CGAA P1 2	AA	711095
550	m0550	5G - DIM y DMMCTE - CGBT Red	RED	711116
551	m0551	5G - DIM y DMMCTE - CGAA	AA	711117
560	m0560	5E - Edificio Departamental - CGBT Red	RED	711304
561	m0561	5E - Edificio Departamental - CAA Z.Vieja	AA	711826
562	m0562	5E - Edificio Departamental - CAA Z.Nueva	AA	711304
563	m0563	CT-5E Trafo	TRAF0	711231
565	m0565	5D - ETSII - CGBT Red	RED	713340
566	m0566	5D - ETSII - CGAA	AA	713356
570	m0570	5R - Edificio Deportes II - CGBT Red	RED	713380
571	m0571	5R - Edificio Deportes II - CGAA	AA	713381
572	m0572	5S - Gradas y locales comerciales - CGBT Red	RED	711301
580	m0580	5O - Mantenimiento y Seguridad - CGBT Red (Naves 1 y 2)	RED	711398
581	m0581	5O - Reprografía - CGBT Red (Nave 3)	RED	711398
585	m0585	5P-5Q - Calderas - CGAA	AA	711397

Tabla 2. “Meters” empleados en el análisis

La información relativa a estos “meters” fue extraída de los archivos generales con el siguiente código:

```
import pandas as pd
import numpy as np

df1 = pd.read_csv("20210216-METERS-2019-01.csv", sep=';')
df2 = pd.read_csv("20210216-METERS-2019-02.csv", sep=';')

dfen1 = df1[["METER", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'DD/MM/YYYY')", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'HH24:MI')", "C1"]]
dfen2 = df2[["METER", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'DD/MM/YYYY')", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'HH24:MI')", "C1"]]

dfen=dfen1.append(dfen2)

dfen = dfen[(dfen["METER"] == 9) | (dfen["METER"] ==10) | (dfen["METER"] ==127) | (dfen["METER"] ==137)
 | (dfen["METER"] ==139) | ((dfen["METER"]>=500) & (dfen["METER"]<600))]
dfen1 = dfen1[(dfen1["METER"] == 9) | (dfen1["METER"] ==10) | (dfen1["METER"] ==127)
 | (dfen1["METER"] ==137) | (dfen1["METER"] ==139) | ((dfen1["METER"]>=500) & (dfen1["METER"]<600))]
dfen2 = dfen2[(dfen2["METER"] == 9) | (dfen2["METER"] ==10) | (dfen2["METER"] ==127)
 | (dfen2["METER"] ==137) | (dfen2["METER"] ==139) | ((dfen2["METER"]>=500) & (dfen2["METER"]<600))]

dfen.reset_index(drop=True, inplace=True)
```

Figura 6. Código en Python para extraer los “meters” deseados

El proceso llevado a cabo con este primer programa se detalla en el siguiente diagrama de flujo:

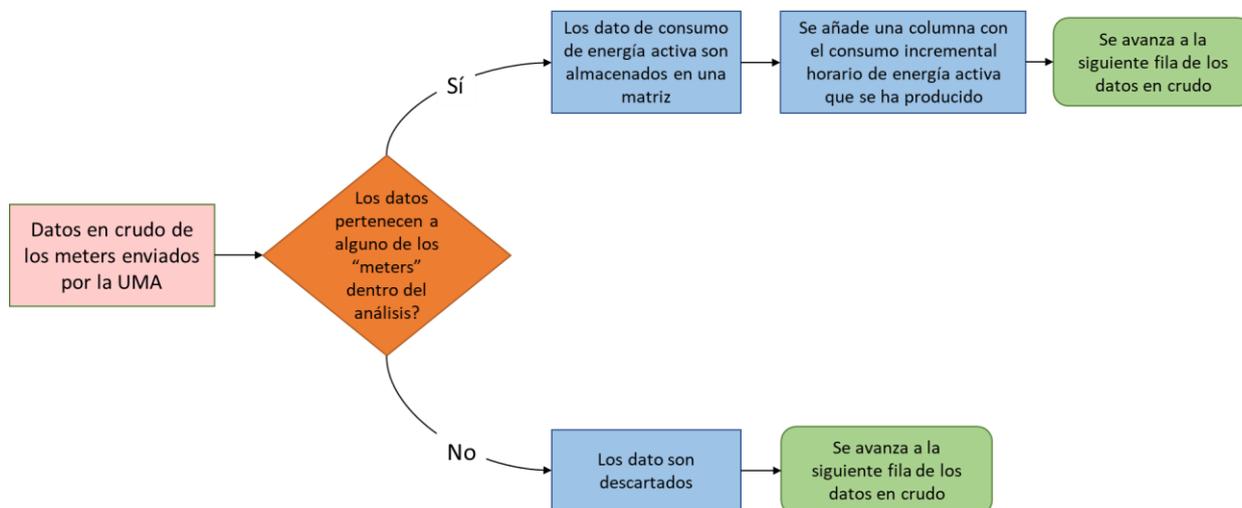


Figura 7. Diagrama de flujo descriptivo sobre el primer programa empleado en Python

De toda la información que se ha comentado que está disponible en cada meter (Energía activa, energía reactiva, potencia activa...), únicamente se ha tomado la energía activa, la cual se contabiliza a través de un contador, y se almacena toda esta información en la matriz “dfen”. Con respecto al código, se une la información de los dos archivos csv gracias a la función “df.append”, mientras que la función “df.reset_index” se utiliza para resetear el índice tras haber cogido la información de los “meters” deseados y que este se reordene. Las funciones “df.____” son las correspondientes a la librería “pandas”, la cual es utilizada dentro de Python para el manejo y análisis de estructuras de datos.

La segunda parte del código está destinada a saber el consumo que se ha producido cada hora, ya que como se ha comentado anteriormente, la información asociada a la energía activa se obtiene a través de un contador totalizador y es necesario conocer la diferencia entre dos valores consecutivos en el tiempo para saber el consumo incremental que se ha generado cada hora. Para ello, se añade a la matriz “dfen” una columna extra con este nuevo parámetro calculado como puede observarse a continuación:

```
contador=dfen["C1"]

enact = np.zeros((len(contador),1))

for i in range(1,len(contador)):
    if dfen.loc[i,"METER"] != dfen.loc[i-1,"METER"]:
        enact[i]=0
    else:
        enact[i]=dfen.loc[i,"C1"]-dfen.loc[i-1,"C1"]

dfen.insert(4,'Energia activa',enact)

dfen.to_csv('enact_2019.csv', index=False, sep=';')
dfen1.to_excel('meters2019_1.xlsx', sheet_name='meters2019_1', index=False)
dfen2.to_excel('meters2019_2.xlsx', sheet_name='meters2019_2', index=False)
```

Figura 8. Código en Python para calcular el consumo incremental de energía activa

Se crea la variable “contador” para conocer la cantidad de filas total y la matriz “enact”, con la misma cantidad de filas, en la cual se va a almacenar el consumo incremental de energía activa. La función “for” calcula este consumo incremental de energía activa y da un valor igual a 0 a las filas que correspondan a un cambio de meter con respecto a la fila anterior. Para el cálculo de la diferencia entre dos filas consecutivas, se ha utilizado la función “df.loc”, la cual se utiliza para aportar el valor de una determinada celda en una matriz. Con la primera variable dentro de los corchetes se indica la fila y con la segunda, el nombre de la columna donde se encuentra la celda que quieres localizar. Con esto, gracias a la función “df.insert”, a la matriz extraída de los archivos csv con la información relativa al consumo de energía activa de los meters considerados dentro del análisis, se le añade la columna “Energía activa” con el consumo incremental y se generan 3 archivos, siendo el de formato csv el empleado en el segundo programa de Python creado.

El segundo programa de Python puede encontrarse dentro de los anexos en el capítulo “2. Código del programa 2 para el análisis de consumos de la ETSII” y tiene como entradas el archivo generado en el anterior programa y un calendario del año 2019 con 8760 filas, es decir, el calendario cuenta con todas las horas del año. Este calendario se emplea para compararlo con el archivo que contiene los datos eléctricos procedentes del programa anterior ya que, en ciertos momentos del año, además de no haberse contabilizado el consumo eléctrico que se ha producido, ni siquiera están añadidas ciertas horas o incluso días en los que no se tiene dicha información. Con lo cual, si se quiere trabajar con varios “meters”, y tratar sus datos, es necesario depurar esta falta de información y utilizar el calendario completo para poder trabajar posteriormente con estos datos homogeneizados. La información de los “meters” dentro del análisis procedente de los datos en crudo enviados por la UMA se guardan en la matriz “df” y las fechas del calendario en “fechas”.

```
import pandas as pd
import numpy as np

df = pd.read_csv("enact_2019_ordenado.csv", sep=';')
fechas = pd.read_csv("Calendario_2019.csv", sep=';')

esc='hola'
ape=0

cont=df["Energia activa"]
b=1
x=1
y=0
meter = np.zeros((len(fechas),1))
meter[0,0] = df.loc[0,"Energia activa"]
```

Figura 9. Inicialización de variables en el segundo programa creado en Python

Para que quede más claro cómo se almacenan los datos en las matrices “df” y “fechas”, pueden apreciarse en las siguientes imágenes:

	METER	FECHA	HORA	C1	Energia activa
0	9	01/01/2019	01:00	211000	0.00000
1	9	01/01/2019	02:00	211001	1.00000
2	9	01/01/2019	03:00	211001	0.00000
3	9	01/01/2019	04:00	211002	1.00000
4	9	01/01/2019	05:00	211003	1.00000
5	9	01/01/2019	06:00	211004	1.00000
6	9	01/01/2019	07:00	211005	1.00000
7	9	01/01/2019	08:00	211006	1.00000
8	9	01/01/2019	09:00	211006	0.00000
9	9	01/01/2019	10:00	211006	0.00000

Figura 10. Matriz “df”

	FECHA	HORA
0	01/01/2019	01:00
1	01/01/2019	02:00
2	01/01/2019	03:00
3	01/01/2019	04:00
4	01/01/2019	05:00
5	01/01/2019	06:00
6	01/01/2019	07:00
7	01/01/2019	08:00
8	01/01/2019	09:00

Figura 11. Matriz “fechas”

A continuación, tras la definición de estas dos matrices, se lleva a cabo la inicialización de las variables necesarias en la utilización del programa. De ellas, cabe destacar “cont”, en la cual se toma la columna con el consumo de energía activa incremental calculada con el anterior programa, y “meter”, la cual es una columna, del mismo tamaño que el calendario, y que se va a utilizar para almacenar la información ya depurada relativa al consumo de energía activa de cada uno de los “meters”. Se debe destacar también que la variable “b” se va a utilizar para recorrer la matriz “fechas”, que ha almacenado la información relativa al archivo perteneciente al calendario, y la variable “x” va a hacer lo propio con la columna “meter”. En la siguiente imagen puede observarse la siguiente parte del código:

```

for i in range(1,len(cont)):

    if df.loc[i, "METER"] == df.loc[i - 1, "METER"]:
        if (df.loc[i,"HORA"] == df.loc[i-1,"HORA"]) and (df.loc[i,"FECHA"] == df.loc[i-1,"FECHA"]):
            meter[x-1, 0] += df.loc[i, "Energia activa"]
            y = y + 1
            print(y, ': Filas repetidas', i, 'y', i - 1, ':', df.loc[i - 1, "FECHA"], df.loc[i - 1, "HORA"],
                  'y',df.loc[i, "FECHA"], df.loc[i, "HORA"], 'Meter:', df.loc[i,"METER"], df.loc[i,"C1"]-df.loc[i-1,"C1"])

        else:
            while (df.loc[i,"FECHA"] != fechas.loc [b,"FECHA"]) or (df.loc[i, "HORA"] != fechas.loc[b, "HORA"]):
                meter[x,0] = 0
                b = b + 1
                x = x + 1

            if (fechas.loc[b, "FECHA"] != esc) or (df.loc[i, "METER"] != ape):
                print('Falta dato:', fechas.loc [b,"FECHA"], fechas.loc [b,"HORA"], 'Meter:', df.loc[i, "METER"])
                esc = fechas.loc[b, "FECHA"]
                ape = df.loc[i, "METER"]

            else:
                meter[x,0] = df.loc[i,"Energia activa"]
                b=b+1
                x=x+1

    else:
        num = df.loc[i-1, "METER"]
        fechas[num]=meter
        b=x=0
        meter[0,0]=df.loc[i,"Energia activa"]
    
```

Figura 12. Parte clave del código del segundo programa de Python

Esta es la parte clave del programa, por ello, se muestra a continuación el diagrama de flujo con las decisiones que se toman en el código mostrado en la Figura 12:

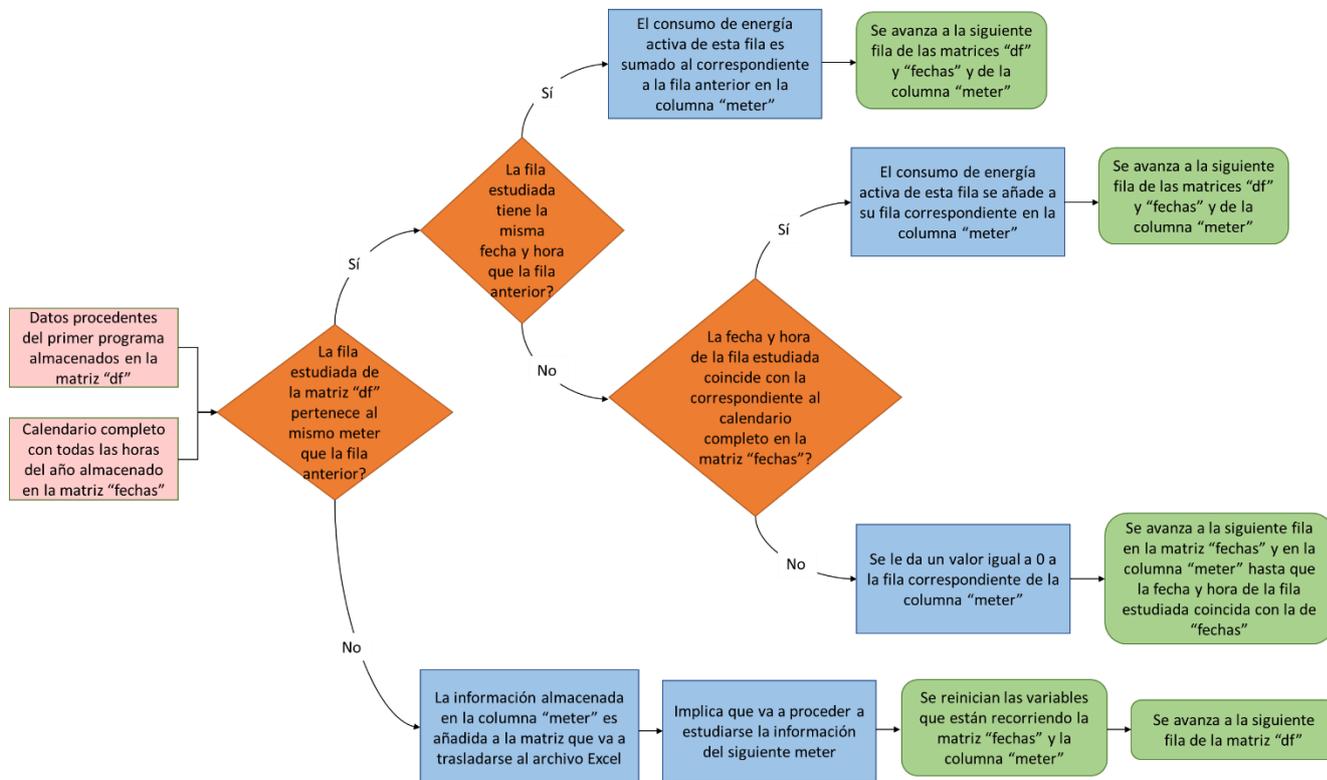


Figura 13. Diagrama de flujo descriptivo sobre el segundo programa empleado en Python

En esta, se va a recorrer la matriz completa “df”, en la cual está el consumo de energía activa, y se va a acumular en la variable “meter” la información depurada sobre este. Para ello, se va a utilizar la función “for”. El primer “if”, se emplea para conocer si la fila que está siendo estudiada pertenece al mismo meter que la anterior. En el caso de que esto se cumpla, el siguiente “if” comprueba si la fila considerada cuenta con la misma fecha y hora que la anterior. En caso de que esto sea así, esto puede ser debido a un error o al cambio de hora, en cualquiera de los casos, lo que hace es calcular si, aunque se considere la misma hora, se ha producido un consumo de energía activa, y en caso de que sea así, lo suma a la anterior fila dentro de la columna “meter”. Esto es así, ya que debido a cómo está realizado el programa, la x ya había saltado a la siguiente fila, con lo cual, al ocurrir algo anómalo y repetirse la misma hora, vuelve a la anterior y añade en ella el posible consumo que se haya realizado. Adicionalmente, se pasa por pantalla gracias a la función “print” en qué fecha y hora se han repetido estos datos.

En el caso de que no se repitan fecha y hora, entra dentro de la función “else”, la cual contiene en su inicio un “while”. Este lo que estudia es si en el archivo con los datos facilitados por la UMA (que recordamos están en la matriz “df”), existen datos en la misma hora y fecha que en el calendario, es decir, comprueba si faltan datos en el archivo. En el caso de que esto sea así, lo que ha ocurrido es que en la matriz “df” se ha producido un salto de unas cuantas horas e incluso días y hasta que no se igualen ambas fechas, se va a añadir un 0 a cada fila en la columna “meter”, avanzando en esta con la variable “x” y se hace lo mismo con las fechas del calendario con la variable “b”. Adicionalmente, se ha añadido dentro de la función “while” un “if” para sacar por pantalla qué días y en qué “meters” faltan datos para saber con una mayor certeza cuánta información falta. Cuando la fecha del calendario “alcanza” a la que hay en los datos de la UMA, sale del “while” y entra en el “else” inferior. En el fondo, este último “else” lo que hace es rellenar la columna “meter” cuando ya no existe ningún tipo de problema, es decir, es la parte del código que va a cumplirse habitualmente en cada iteración de la función “for”. Con ella, se añade en la columna “meter” la información sobre la energía activa almacenada en la matriz “df” y tras este paso, se avanza una posición en la variable que está siendo utilizada para rellenar la columna “meter” (la variable “x”) y la que está recorriendo el calendario en la matriz “fechas” (la variable “b”).

Volviendo al “if” inicial, en el momento que el meter de la fila estudiada pasa a ser diferente del meter de la fila anterior, esto sucede cuando se ha cambiado de meter. En ese momento, toda la información que ha sido almacenada en la columna “meter”, se vuelca en la matriz de “fechas” y se le añade a esta una nueva columna de nombre el número del meter que se ha estado estudiando hasta ese momento. Tras ello, se reinician las variables b, x y “meter” para volver a realizar el mismo proceso que se ha llevado a cabo con el anterior meter. Puede observarse la parte final del código en la siguiente imagen:

```
num = df.loc[i-1, "METER"]
fechas[num]=meter

fechas.to_excel('Meters 2019.xlsx', sheet_name='Meters 2019', index=False)
```

Figura 14. Parte final del segundo programa en Python

Finalmente, se almacena de nuevo la información del último meter de la matriz “df” tras salir del bucle “for” y, por último, se genera un archivo Excel a partir de la matriz “fechas”, que inicialmente solo tenía

el calendario, pero que se le han ido añadiendo columnas con la información relativa a cada meter. El Excel queda de la siguiente manera:

FECHA	HORA	9	10	127	137	139	501	502
01/01/201	01:00	0	0	0	0	0	0	0
01/01/201	02:00	1	1	27	0	6	19	0
01/01/201	03:00	0	0	30	0	4	19	1
01/01/201	04:00	1	0	27	0	6	19	0
01/01/201	05:00	1	1	30	0	6	19	0
01/01/201	06:00	1	0	31	0	6	19	0
01/01/201	07:00	1	0	29	0	4	19	0
01/01/201	08:00	1	1	33	0	7	19	0
01/01/201	09:00	0	0	30	0	6	19	0
01/01/201	10:00	0	0	27	0	5	20	1
01/01/201	11:00	0	0	28	0	6	19	0

Tabla 3. Excel “Meters 2019” generado a través de Python

Excel

Tras este tratamiento de los datos realizado en Python, se continúa con el proceso en Excel. Esta parte del proceso fue llevada a cabo por el resto del equipo de trabajo de CATENERG, el cual a partir de la información depurada de los “meters”, llevó a cabo los cálculos necesarios en este programa. Respecto a los “meters”, se calculó su consumo eléctrico diario y mensual y se clasificaron en función de su utilidad (Red, Grupo, Aire Acondicionado...). Con los mismos “meters”, se calcularon también las operaciones correspondientes a cada edificio: su consumo diario y mensual y se agruparon en función del uso de la operación (Uso general o climatización). Adicionalmente, relativo a las operaciones, de cada edificio se calcularon gráficas de su consumo diario a lo largo del año y del porcentaje que supone la climatización sobre el consumo eléctrico total de aquellos edificios en los que estaba disponible la información sobre la climatización. Por último, se calculó el consumo total de todos los edificios considerados en el análisis, tanto diario como mensual, y sacó sus respectivas gráficas.

Por otro lado, además del análisis de estos edificios, este también se ha realizado del centro de datos del ASIC en el edificio 4L, tarea llevada a cabo como parte del objetivo en este trabajo fin de máster. En este caso, se ha estudiado directamente el consumo eléctrico de climatización de dicha sala, ya que se encuentran disponibles “meters” asociados a este, y se ha calculado su consumo horario y diario y el de la operación asociada a estos. Asimismo, se han realizado los mismos cálculos con los datos de dicha operación que los llevados a cabo con los “meters” y, por último, se ha calculado el consumo mensual de la operación.

3.1.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES

Tras el cálculo necesario para el análisis de todos los edificios, se procedió a recopilar la información necesaria para poder extraer conclusiones y comprender los consumos eléctricos obtenidos en cada edificio. Respecto a estos, una información que se debe tener en cuenta es el tipo de climatización que utiliza cada edificio, el cual se puede observar en la siguiente tabla:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

Edificio	Tipo de climatización	Modelo centralizada
5C planta baja y 1-5D	Centralizada	Calderas 5Q (invierno)
		Enfriadora 5D (verano)
5C planta 2	Equipos independientes para cada local	
5E	Equipos independientes por zonas (aproximadamente 50 %)	
	Sistemas VRV (aproximadamente 50 %)	
5F-5H-5J	Centralizada (aproximadamente 30 %)	Bomba de calor 5J
	Equipos independientes para cada local y sistemas VRV (aproximadamente 70 %)	
5G	Centralizada (invierno)	Calderas 5Q
	Equipos independientes para cada local	
5I	Sistemas VRV	
5K	Equipos independientes para cada local y sistemas VRV	
5L	Equipos independientes para cada local y sistemas VRV	
5M	Centralizada (invierno)	Calderas 5Q (invierno) / radiadores
	Equipos independientes para cada local y sistemas VRV (verano)	
5N	Centralizada	Bomba de calor 5N
5O	Sin climatización	
5P	Centralizada (invierno)	Calderas 5Q
	Coolings en cada invernadero	
5Q	Sin climatización	
5R	Sistemas VRV	
5S	Equipos independientes para cada local	

Tabla 4. Tipo de climatización por edificio

Con respecto a los tipos de climatización expuestos, cuando se menciona “Centralizada”, si se refiere al invierno, se trata de las calderas del edificio 5Q, que funcionan con gas natural. En cuanto a la refrigeración centralizada, se trata de bombas de calor o enfriadoras instaladas en los diferentes edificios. Por otra parte, “Equipos independientes para cada local”, se refiere a sistemas de tipo “Split”. Por último, existen dos edificios sin climatización: el 5O, que son unos almacenes, y el 5Q, que son las salas donde se encuentran las calderas. Otro aspecto que se debe resaltar de los sistemas de climatización que son utilizados actualmente, es que en la mayoría de los edificios no se utiliza un único tipo de sistema ni para calefacción ni para refrigeración, lo cual dificulta el análisis de los consumos eléctricos de estos edificios, ya que no es posible diferenciar entre ellos los consumos que ha producido cada uno de los sistemas a través de la información aportada por los “meters”. Por último, cabe destacar que en aquellos edificios en los que la calefacción funciona gracias a las calderas de gas, este consumo térmico no ha sido contabilizado por los “meters”, ya que estos miden la energía eléctrica consumida, el consumo de gas no puede ser considerado.

Uno de los indicadores utilizados han sido los kWh/m² en cada uno de los edificios, el cual ha resultado ser de gran utilidad para analizarlos. Con esta información se han realizado diferentes clasificaciones, tanto de los consumos eléctricos totales como de los referentes a climatización. Para ello, se calculó primero la superficie de cada edificio gracias a los mapas por planta disponibles en formato dwg:

	Área [m2]
5C+5D	6661,77
5E	9857,9264
5F+5H+5J	10.494,3314
5G	2029,0368
5N	4507,5303
5R	1012,47
5I	889,105
5K	2376,1174
5L	1225,125
5M	3596,5987
5O	5656,79
5P	7699,5
5S	1273,42
5Q	397,5

Tabla 5. Superficie total de los edificios de la ETSII y cercanos

Por otro lado, se ha calculado qué porcentaje con respecto a la superficie total se destina a los diferentes usos que se les da a los espacios dentro de estos edificios. La herramienta “openmaps.upv.es”, permite obtener esta información, ya que en ella se puede conocer qué función cumple cada espacio en todas las plantas de todos los edificios de la UPV, diferenciando entre “Aulas”, “Laboratorios”, “Locales Técnicos” y “Despachos”:

Edificio	Despachos	Aulas	Laboratorios	Local Técnico
5C	66%	24%	7%	3%
5D	21%	29%	48%	2%
5E	43%	8%	45%	3%
5F	39%	60%	0%	1%
5H	50%	40%	7%	3%
5J	51%	18%	27%	4%
5G	5%	0%	95%	0%
5I	48%	9%	43%	0%
5K	16%	7%	74%	3%
5M	23%	4%	71%	2%
5L	57%	3%	39%	0%
5N	17%	70%	13%	1%
5C+5D	48%	26%	23%	3%
5F+5H+5J	46%	40%	11%	3%

Tabla 6. Porcentaje por tipo de uso de cada edificio considerando la superficie asociada a ellos

Cabe destacar que esta información no ha sido directamente utilizada en el apartado de resultados, pero se muestra debido a que ha sido una información considerablemente útil a la hora de comprender los consumos eléctricos que se producen en los edificios.

Por último, en los consumos eléctricos de climatización se ha diferenciado entre calefacción, refrigeración y ventilación. La calefacción está disponible de noviembre a marzo, ya que el resto de los

meses, las calderas del 5Q se encuentran apagadas. Con respecto al resto de edificios cuya calefacción no proviene de esta sala de calderas, se ha considerado el mismo período para la calefacción. La refrigeración, por su parte, funciona de mayo a octubre. El mes de abril no se incluye en ninguno de los dos tipos de climatización, ya que, salvo días puntuales, únicamente con la ventilación es suficiente para mantener una óptima temperatura en el interior de los edificios. Con respecto al cálculo de la ventilación, teniendo en cuenta que durante el mes de abril la mayor parte del tiempo el consumo de climatización únicamente se destina a ventilación, esto ha permitido conocer el consumo mínimo horario de climatización que se produce en cada edificio. Este valor mínimo, se ha considerado como los kWh/hora consumidos en ventilación, diferentes en cada edificio dependiendo del sistema de climatización empleado:

kWh/hora	5C-5D	5E	5F-5H-5J	5N	5R
Ventilación	125	52	5	21	50

Tabla 7. kWh/hora de ventilación en cada edificio

En el resto de los edificios no se ha considerado la ventilación, ya que al no tener disponibles “meters” de climatización, no se ha podido realizar la estimación.

3.2 SOFTWARE EMPLEADO EN LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Antes de explicar más detalladamente los pasos seguidos para simular los edificios, es importante mencionar que para llevar a cabo este proceso se han utilizado dos programas que se pueden utilizar de manera conjunta. En primer lugar, se ha utilizado la versión 2021.e del programa “*IFC Builder*”, desarrollado por CYPE, para definir geométricamente los edificios, así como los espacios en los que este se divide, los diferentes huecos que estos presentan y los edificios que los rodean. Tras esta definición en 3D del edificio y sus alrededores, este modelo generado se utiliza en el segundo programa empleado: “*CYPETHERM HE Plus (CTE 2019)*”, el cual, ya con el modelo geométrico definido, permite introducir toda la información necesaria para realizar la simulación energética del edificio.

3.3 ANÁLISIS DE LA AGREGACIÓN DE EDIFICIOS 5C-5D

3.3.1 DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

En primer lugar, partiendo de los datos de consumo eléctrico de climatización del análisis realizado en Excel, para convertirlos en demandas térmicas, se les va a aplicar el “Energy Efficiency Ratio” (EER) de las máquinas utilizadas para llevar a cabo la refrigeración de estos edificios. El EER es el factor de eficiencia energética en modo refrigeración de un equipo y lo define la siguiente ecuación (1):

$$EER = \frac{\text{Potencia frigorífica total}}{\text{Potencia eléctrica absorbida}} \quad (1)$$

Con ello, los kWh con los que se ha trabajado en el análisis previo, que eran eléctricos, pasan a ser kWh térmicos y pueden ser comparados con los resultados que ha dado la simulación en CYPE, que calcula los kWh térmicos demandados por el edificio. Respecto al valor del EER, para la refrigeración de esta agregación se utilizan dos enfriadoras aire-agua de la marca “York” y modelo “YLAA 0360 SE LS”. Tras consultar el catálogo, se sabe que estas tienen un EER de 2,5 dada una temperatura en el foco caliente de 35°C y teniendo en cuenta que enfría el agua empleada para refrigerar a 7°C. Puede observarse en el capítulo “12. Catálogos de equipos de climatización de los edificios 5N y 5C-5D” de los anexos dicha información.

3.3.2 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LOS EDIFICIOS PARA LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA (IFC)

Con respecto a la simulación energética de los edificios 5C-5D, se comienza con su definición geométrica. Se han utilizado como plantilla los planos en formato dwg de cada una de las plantas de esta agregación de edificios en el programa para definir los límites de cada una de las plantas, así como los diferentes espacios que cada una tiene. Este trabajo se ha realizado de una manera más veraz gracias a tener disponibles los proyectos más recientes sobre la instalación de climatización tanto del edificio 5C (Valnu, 2016) como del 5D (Valnu, 2009), ya que, en relación con el programa “*IFC Builder*”, estos proyectos han aportado información sobre los distintos espacios en los que está dividida cada planta. Para conseguir una correcta definición y saber a qué se dedica cada uno de los espacios, la web “*openmaps.upv.es*” también ha permitido tener información adicional sobre los espacios y la función que cumple cada uno de estos. En referencia a los cerramientos exteriores, suelos, cubierta y paredes interiores, estos también han sido definidos, aunque sus características serán totalmente detalladas en CYPE, en este programa simplemente se ha establecido dónde van a estar situados estos elementos.

Con respecto a las ventanas y puertas exteriores presentes en estos edificios, sus dimensiones han sido obtenidas a partir de los proyectos mencionados de ambos edificios y su ubicación ha sido posible conocerla gracias a que la mayoría de ellas estaban presentes en los planos dwg utilizados como plantilla. Además, se realizó una visita presencial para clarificar las dimensiones de dichos elementos y se han utilizado las herramientas “*Google Earth*” y “*Street View*” para confirmar que todo era correcto.

Otros datos importantes necesarios son la orientación del edificio, la altura total de este y la de cada una de las plantas. Con respecto a las alturas, de nuevo esto ha podido conocerse gracias a los proyectos y adicionalmente, la altura del edificio completo ha podido confirmarse con una herramienta disponible en “*Google Earth*” que permite conocer la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra cualquier punto del mapa. Este tiene una altura total de 12 metros, midiendo cada planta 4 metros como puede observarse en la Figura 15:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

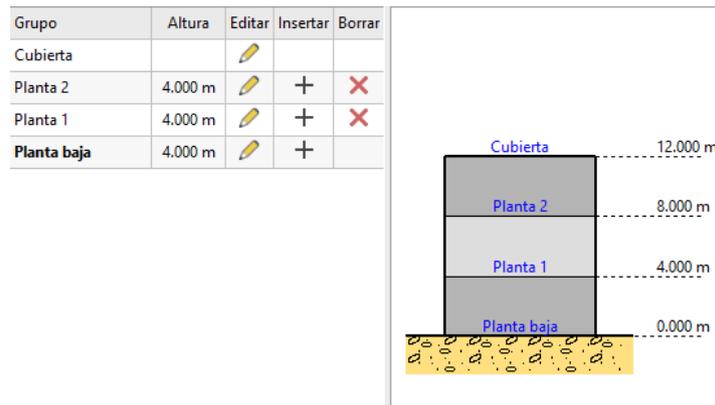


Figura 15. Definición de la altura por plantas

Por otro lado, la orientación se ha podido saber en detalle gracias a “Google Earth”, siendo esta de 20º dirección noroeste.

Con todo esto, los planos de cada planta han quedado definidos de la siguiente forma:

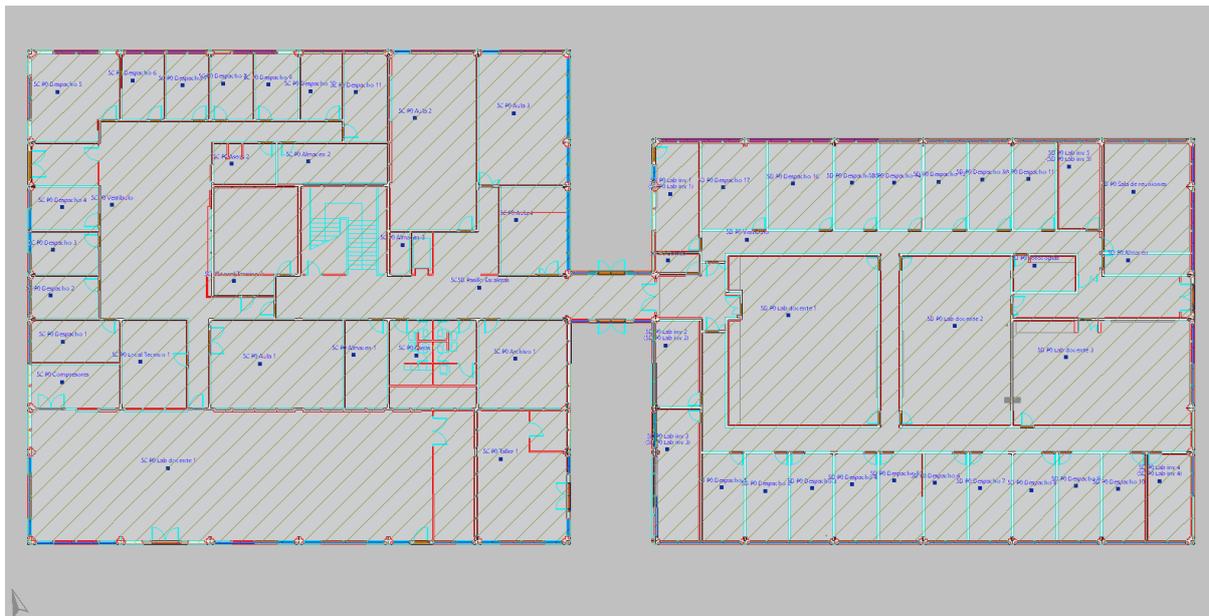


Figura 16. Plano de la agregación 5C-5D. Planta Baja

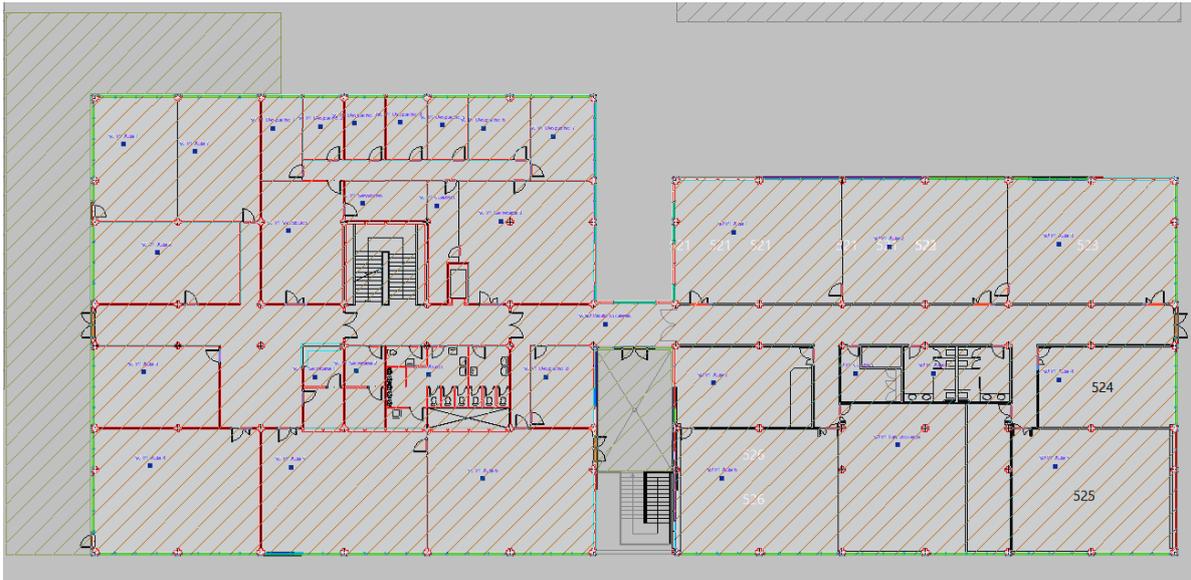


Figura 17. Plano de la agregación 5C-5D. Planta 1

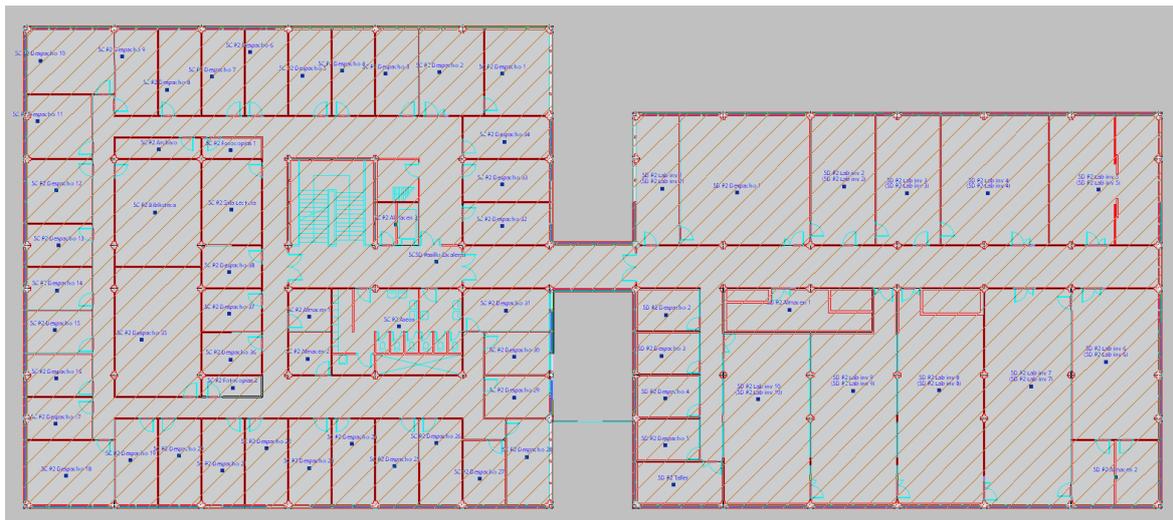


Figura 18. Plano de la agregación 5C-5D. Planta 2

De estos planos cabe destacar que la zona de las escaleras y el pasillo correspondiente a cada una de las plantas se ha considerado como un único espacio común. Otro detalle que se debe comentar es que en la planta 1, se han incorporado dos voladizos, uno al lado del pasillo central que une ambos edificios, y el otro en la parte izquierda del edificio 5C, que es el de la izquierda. Estas superficies se han añadido ya que ambas aportan sombra a la planta baja, lo cual afecta a los cálculos térmicos de las zonas afectadas.

Teniendo todos los planos correctamente definidos, los edificios quedan en 3D de la siguiente manera:

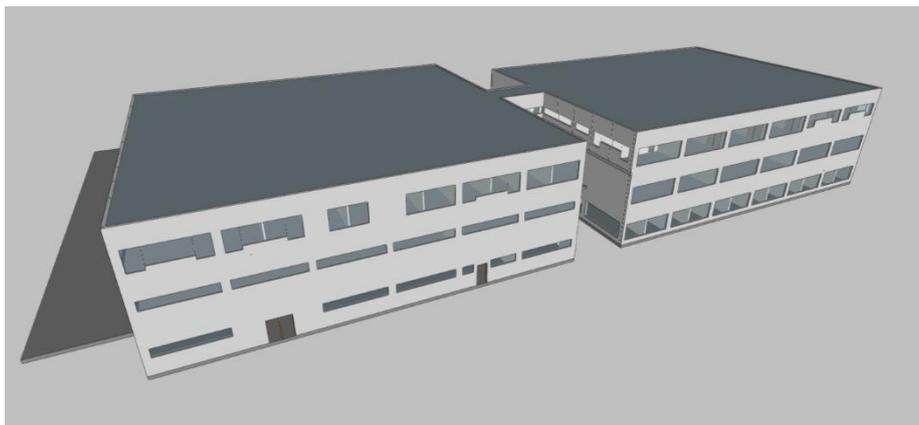


Figura 19. Vista 3D de la agregación 5C-5D

Como último aspecto a comentar de este programa, también se han definido los edificios cercanos a estos y que pueden aportar sombra a lo largo del día. Por un lado, en referencia al edificio 5D, el edificio de la derecha, el 5E se sitúa a la derecha de este, con una altura aproximada de 16 metros, y el edificio 5G, en frente, con una altura de 9 metros. Por otro lado, en frente del 5C está la biblioteca, con una altura de 17,5 metros y el edificio 5F, a su izquierda, de 12 metro de altura. Adicionalmente, se ha añadido como continuación al voladizo a la izquierda del edificio 5C, a una altura de 4 metros una superficie que simula la pasarela que comunica el edificio 5C con el 5F, así como con otros edificios de la escuela de agrónomos. Considerando todos estos edificios vecinos, se puede apreciar a continuación la posición final en 3D de todos ellos:

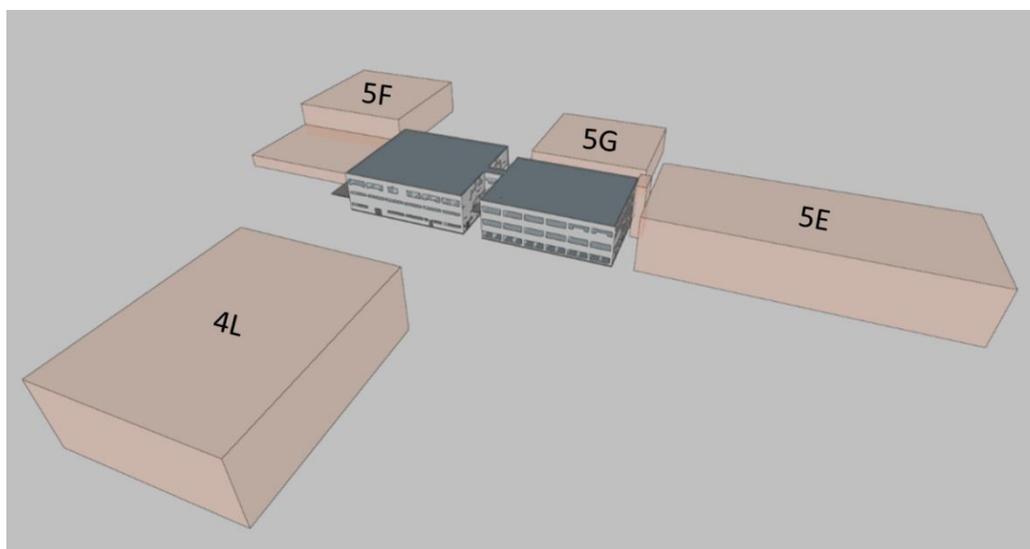


Figura 20. Vista 3D de la agregación 5C-5D y sus edificios adyacentes

3.3.3 DATOS INTRODUCIDOS PARA REALIZAR LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA (CYPE)

Datos del emplazamiento

El modelo en 3D generado por IFC se puede exportar y utilizar directamente “CYPETHERM HE” para definir en este todas las características de los edificios relacionadas con el análisis térmico. Se ha comenzado definiendo los datos relativos al emplazamiento y a las condiciones climáticas de este como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Datos del emplazamiento

Zonificación climática

Situación:

Zona de invierno:

Zona de verano:

Localización

Municipio:

Provincia:

Altitud: m

Latitud: grados

Longitud: grados

Zona horaria:

Condiciones climáticas SPF:

Figura 21. Datos del emplazamiento climático de la agregación de edificios 5C-5D

En referencia a la zonificación climática, se ha extraído esta información del Anejo B del documento “DB HE Ahorro de Energía” (Ministerio de Fomento, 2019), que puede observarse a continuación:

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																						
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m
Teruel	C3						C2			D2						E1							
Toledo	C4																						
Valencia/València	B3	C3						D2						D3					E1				
Valladolid	D2																	E1					
Zamora	D2																	E1					
Zaragoza	C3			D3						D2						E1							

Tabla 8. Zonas climáticas en función de la altitud y provincia (Ministerio de Fomento, 2019)

Teniendo en cuenta que la agregación se encuentra a 3 metros sobre el nivel del mar, esta altitud es menor de 50 metros, con lo cual, tiene una zonificación climática B3. En cuanto a los datos de altitud, latitud y longitud, se han extraído de “Google Earth”. Por último, en “Condiciones climáticas SPF (Factor de rendimiento estacional)”, se ha seleccionado el clima de Valencia como clima cálido gracias a la zonificación proporcionada por el propio CYPE, realizada por Eurostat y que está en función del GDC (Grados-día de calefacción). Puede apreciarse el mapa empleado en la siguiente imagen:

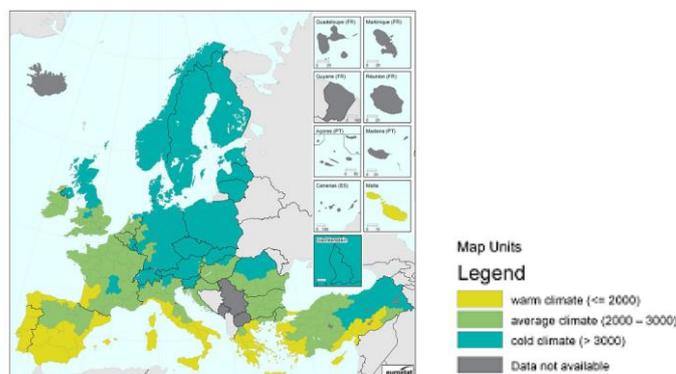


Figura 22. Zonificación climática de Europa (Eurostat)

A su vez se ha definido como zona climática IV según la irradiación solar gracias al “Documento de apoyo al DB HE Ahorro de Energía” (IDAE, 2011) y la siguiente tabla que este contiene:

Provincia	Municipio	Código INE	Zona Climática
VALENCIA/VALÈNCIA	Real de Monroi	46212	IV
	Requena	46213	IV
	Turís	46248	IV
	Utiel	46249	III
	Valencia	46250	IV
	Vallada	46251	IV
	Vallanca	46252	III
	Vallés	46253	IV

Tabla 9. Zona climática según irradiación solar

Por último, como fichero de datos climáticos se ha empleado el archivo de formato epw de tipo IWEC (International Weather for Energy Calculations), disponible en la web de Energy Plus.

Cerramientos

A continuación, se ha procedido a definir los cerramientos de ambos edificios, tarea que ha sido facilitada gracias a la información disponible en los proyectos sobre la climatización de los edificios (Valnu, 2016) (Valnu, 2009). En ellos, está definida la estratigrafía de cada cerramiento y las características que definen térmicamente tanto cada capa como el conjunto del cerramiento. En CYPETHERM, se ha definido capa por capa cada cerramiento gracias a esta información y puede encontrarse toda ella en el capítulo “6. Características y definición de los cerramientos de la agregación 5C-5D” en los Anexos. A modo de ejemplo, se muestra a continuación la definición del cerramiento exterior vertical empleado y las características térmicas de este, información aportada por CYPE tras haberlo definido por capas:

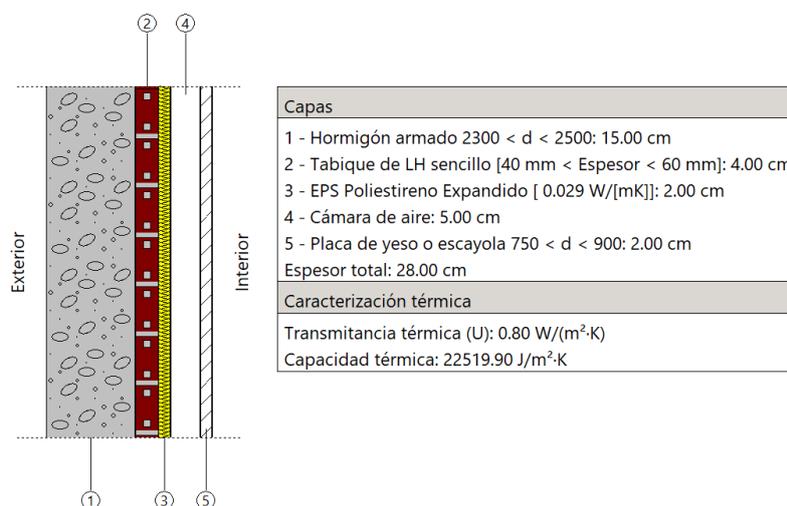


Figura 23. Descripción del cerramiento exterior

Tras este ejemplo, en la siguiente tabla se pueden observar las características térmicas de los cerramientos existentes en los edificios 5C y 5D tras haberlos definido por capas en CYPE gracias a la información disponible en los proyectos de climatización de ambos edificios:

Cerramiento	Tipo de cerramiento	Espesor (cm)	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Capacidad térmica (J/m ² K)
Suelo sobre terreno	Horizontal	51,5	0,93	-
Forjado entreplantas	Horizontal	31,3	0,5	109845,86
Cubierta	Horizontal	44,1	0,44	119126,69
Cerramiento exterior	Vertical	28	0,8	22519,9
Divisor 10 cm	Vertical	10	1,04	22269,55
Divisor 14,5 cm	Vertical	14,5	0,91	19189,99
Pladur	Vertical	5,6	1,07	16513,83

Tabla 10. Características de los cerramientos

De la información disponible en la tabla, cabe comentar que el “Suelo sobre terreno” es el único cerramiento del cual CYPE muestra únicamente la resistencia térmica para caracterizarlo térmicamente en lugar de su transmitancia térmica y adicionalmente, no calcula su capacidad térmica. La transmitancia térmica es igual a la inversa de la resistencia térmica. Por otro lado, se puede observar que los dos cerramientos que están en contacto con el exterior son los que tienen una menor transmitancia térmica, el cerramiento exterior vertical y la cubierta, ya que se busca minimizar las pérdidas y conseguir aislar el edificio lo mejor posible. Por último, dentro del edificio se han utilizado diferentes tipos de cerramientos verticales dependiendo de la función que cumpla el espacio que forman. El cerramiento de pladur se ha utilizado en despachos, el divisor de 14,5 cm en laboratorios y el de 10 cm para el resto de espacios, como pueden ser las aulas o los locales técnicos tal y como está detallado en los proyectos de climatización de los edificios 5C y 5D.

Huecos (Ventanas y puertas)

En IFC se definieron 4 tipos de ventanas distintos: ventanas grandes con una altura de 1,8 m y 0,5 m sobre el nivel del suelo, dos tipos diferentes de ventanas medianas, con una altura de 1,5 y 1,3 m respectivamente y 0,8 y 0,7 metros sobre el nivel del suelo cada una y por último, ventanas pequeñas de 0,8 m de altura y 1,5m sobre el suelo. Las ventanas grandes se encuentran mayoritariamente en el edificio 5D, las ventanas medianas de 1,5 metros también están sobre todo en este edificio, mientras que las de 1,3 m, en el 5C. Las pequeñas se encuentran en ambos edificios.

Tras definir las geométricamente, en CYPE se ha considerado que todas ellas tienen las mismas características térmicas. En cuanto al cristal en sí, este es un cristal doble cuyo coeficiente de transmisión solar es de 2,75 W/m²K, información extraída del proyecto de climatización del edificio 5D (Valnu, 2009), y con un factor solar de 0,65. En lo que respecta a la fracción opaca, es decir, el marco, este es metálico con RPT (Rotura de Puente Térmico) con un coeficiente de transmisión de calor de 2 W/m²K y siendo un 20% del hueco completo. Por último, al ser el marco de un color azul medio, su absorptividad es de 0,8, información extraída de la siguiente tabla del “DA-DB HE1” (Ministerio De Fomento, 2013):

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Tabla 11. Absortividad del marco para radiación solar α (DA-DB HE1)

Por último, se ha añadido un accesorio de protección solar para todas las ventanas que consiste en una persiana interior de 1 cm de espesor que se activa si se supera en la ventana una radiación solar incidente de 300 W/m^2 .

Referente a las puertas, partiendo de la información del proyecto del edificio 5D, se ha diferenciado entre exteriores y las interiores, teniendo las primeras 1 metro de ancho por 2,1m de alto y las segundas 0,8 metros de ancho por 2,1 de alto cada una. En cuanto a su coeficiente de transmisión térmica, las exteriores tienen un valor de $3,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ y las interiores, $2,31 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Puentes térmicos lineales

Los puentes térmicos se han definido dentro del propio programa de CYPE, ya que este permite calcularlo y seleccionar entre diferentes fuentes de información con la que realizar los cálculos, pudiendo elegir entre el CTE-DB-HE, ISO 14683 y ISO 10211. En este caso, se ha utilizado en todas las ocasiones el CTE-DB-HE, excepto en las esquinas entre muros interiores. La herramienta dada por CYPE puede observarse en la siguiente imagen:

Umuro (W/m ² K)	Usoleira (W/m ² K)				
	0.32	0.37	0.42	0.52	0.53
0.24	0.27	0.31	0.35	0.43	0.44
0.27	0.26	0.30	0.35	0.42	0.43
0.31	0.25	0.29	0.33	0.41	0.42
0.44	0.22	0.26	0.30	0.37	0.38
0.73	0.15	0.19	0.23	0.30	0.31

Figura 24. Cálculo de puentes térmicos lineales en CYPE

En la parte izquierda de la imagen, se elige entre las diferentes opciones disponibles dependiendo de qué tipo de encuentro se esté produciendo entre los elementos. Tras seleccionarlo, en función del coeficiente de transmisión térmica de los elementos implicados en el puente térmico, CYPE calcula el valor de Psi correspondiente a estos. En el capítulo “7. Puentes térmicos lineales presentes en la agregación 5C-5D” de los Anexos, puede encontrarse el valor de todos los puentes térmicos presentes en estos edificios. Por último, se ha utilizado para calcular las esquinas entre muros interiores el ISO 14683.

Recintos

Tras definir todos los cerramientos, se han caracterizado los distintos espacios generados en IFC. En primer lugar, se ha realizado una primera distinción entre aquellos espacios climatizados y los no climatizados. Tras esta primera clasificación, se han distinguido los distintos espacios dependiendo de la función que cumplen y se les ha asignado una serie de valores a los parámetros característicos de cada uno.

Respecto a la zona no climatizada, se ha considerado que así lo son los espacios correspondientes a los locales técnicos, aseos, almacenes y las zonas comunes, ya sean los vestíbulos, las escaleras o los pasillos. A pesar de no estar climatizadas, en una parte de ellos se han considerado unos valores de iluminación y ocupación. En los aseos, se ha asignado a la iluminación un valor de 4 W/m^2 , el cual va a ser utilizado también en el resto de espacios, ya que en los dos edificios, todas las luminarias son LEDs. En cuanto al perfil de uso de estas, se ha supuesto que están encendidas de lunes a viernes con el siguiente perfil horario, a excepción del mes de agosto, mes en el que se ha considerado que los edificios están cerrados:

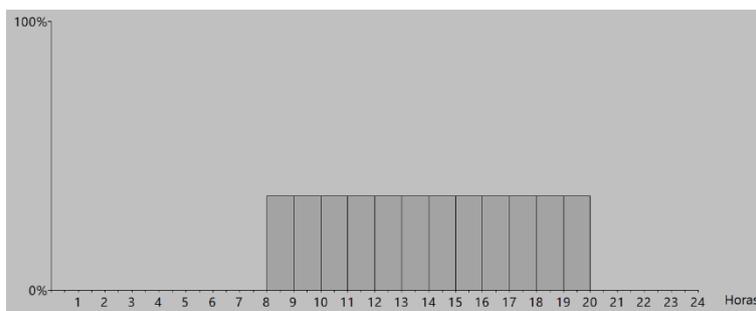


Figura 25. Perfil horario de iluminación y ocupación en aseos

Dicho perfil de uso tiene un valor del 35% del total de 8 a 20, ya que en estos existe un sistema de detección de personas, con lo cual, las luces no están encendidas todo el tiempo. En lo que respecta a su ocupación, se ha considerado un valor de $3 \text{ m}^2/\text{persona}$, valor proporcionado por CYPE gracias a una tabla con valores típicos de ocupación para diferentes tipos de espacio, con un nivel de actividad de 126 W/persona y una fracción sensible del 50%; estos datos han sido extraídos del proyecto de climatización del 5D (Valnu, 2009). En cuanto a su perfil de uso, se ha utilizado el mismo que en la iluminación.

Los otros espacios con iluminación y ocupación considerados de la zona no climatizada son las zonas comunes. En ellos, se han considerado de nuevo 4 W/m^2 de iluminación con un perfil uso de lunes a viernes todos los meses, excepto agosto, con el siguiente perfil horario:

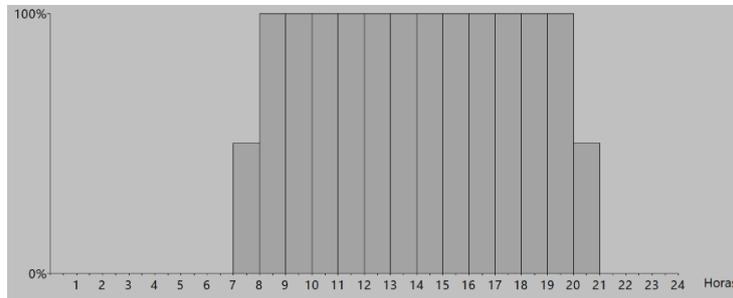


Figura 25. Perfil horario de iluminación y ocupación en zonas comunes

En cuanto a la ocupación, se ha asignado $4 \text{ m}^2/\text{persona}$ con un perfil de actividad igual al de los aseos y con el mismo perfil de uso que la iluminación de las zonas comunes. Con esto, quedan definidos los espacios de la zona no climatizada.

Referente a la zona climatizada, existen ciertos datos que se van a repetir en todos sus espacios, que son un valor para la iluminación de 4 W/m^2 y el perfil de uso diario de todas las características dimensionadas, que es de lunes a sábado todos los meses a excepción de agosto. La única excepción en el uso del perfil diario son las aulas, en las cuales se ha considerado que este es de lunes a viernes.

En primer lugar, se van a describir los laboratorios. En lo que respecta a la ventilación, en este tipo de espacio se ha considerado un valor de $8,60 \text{ dm}^3/\text{persona}$, dato que, al igual que la ocupación en el caso de los aseos, se ha extraído de una tabla que facilita CYPE con valores típicos en diferentes tipos de espacios. Su perfil horario es:

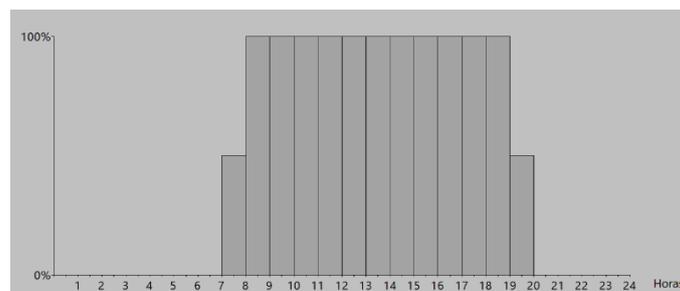


Figura 26. Perfil horario de ventilación e iluminación en laboratorios

En lo que se refiere a la iluminación, esta tiene el mismo perfil de uso que la ventilación. La ocupación se ha considerado de $4 \text{ m}^2/\text{persona}$ con un nivel de actividad de 120 W/persona y una fracción sensible de 0,55. En cuanto a su perfil horario, es el siguiente:

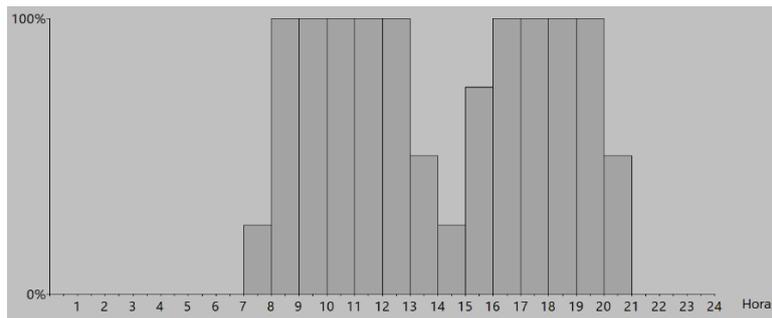


Figura 27. Perfil horario de ocupación y equipamiento interno en laboratorios

Cabe comentar de esta gráfica que se ha considerado que algunas personas llegan antes de las 8 de la mañana, pero no es lo habitual, con lo cual, la ocupación es del 50%, y de 13h a 16h la ocupación es menor del 100% debido a que es la hora de comer. A las 20h baja al 50% al marcharse una parte de la gente de los laboratorios. Por último, se ha tenido en cuenta el equipamiento interno en estos espacios, al cual se le ha dado un valor de $16,10 \text{ W/m}^2$, gracias a otra herramienta disponible en CYPE, similar a las mencionadas anteriormente, que da distintos valores dependiendo de la función que cumpla el espacio y en este caso se ha utilizado el valor propio de una densidad de carga media/alta. El perfil de uso de este equipamiento es el mismo que el de ocupación.

La siguiente clase de espacio son los despachos y empezando por ventilación, esta tiene un valor de $8,5 \text{ dm}^3/\text{persona}$ cuyo perfil horario es:

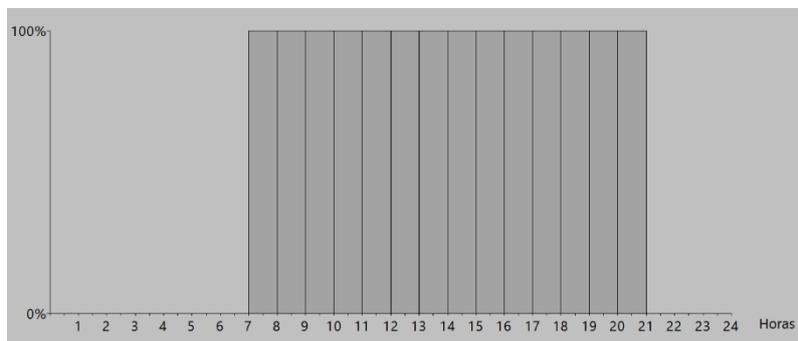


Figura 28. Perfil horario de ventilación en despachos

En cuanto a la iluminación, tiene la misma potencia que el resto de espacios y podemos ver a continuación su perfil horario:

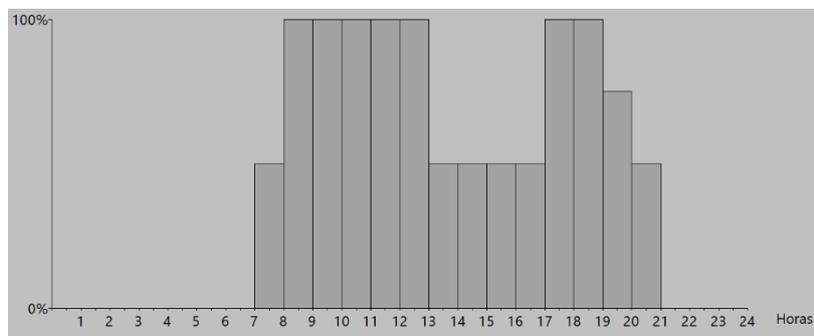


Figura 29. Perfil horario de iluminación en despachos

Se ha considerado que, debido al lugar donde están situados los despachos y que estos tienen grandes ventanas en ambos edificios, durante el mediodía la iluminación artificial es necesitada en menor medida, ya que con la natural es suficiente. A primera hora y a última disminuye el porcentaje debido a que hay menos personal en los despachos. Respecto a la ocupación, se ha considerado a 1 persona con un nivel de actividad de 125W con una fracción sensible del 50% y cuyo perfil horario viene definido en la Figura 30:

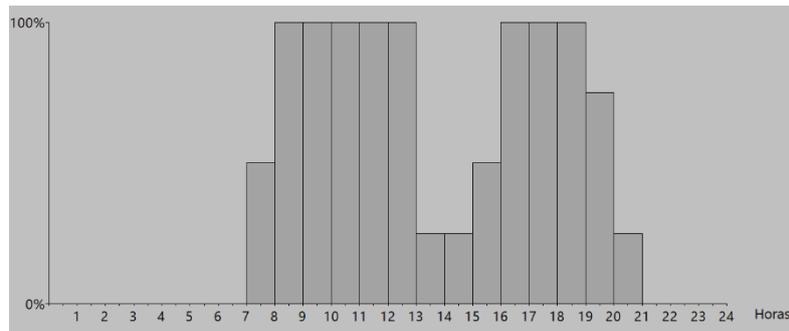


Figura 30. Perfil horario de ocupación y equipamiento interno en despachos

Por último, respecto al equipamiento interno, este tiene el mismo perfil horario que la ocupación y tiene una densidad de carga baja de $5,40 \text{ W/m}^2$.

Y, finalmente, respecto a las aulas, empezando de nuevo por la ventilación, se han establecido $4,30 \text{ dm}^3/\text{persona}$ con un perfil de uso que, como se ha mencionado anteriormente, es de lunes a viernes con el siguiente perfil horario:

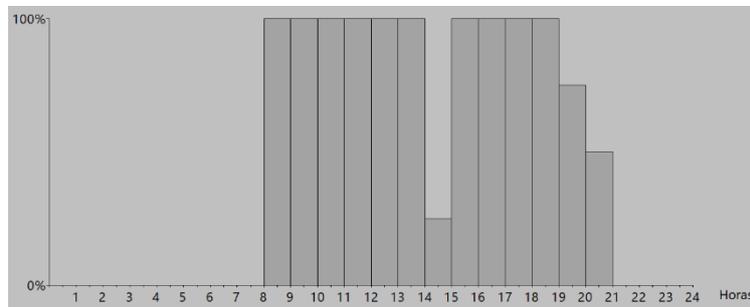


Figura 31. Perfil horario en aulas

Este perfil horario ha sido utilizado también tanto en iluminación como en ocupación, ya que se considera que las aulas están llenas desde las 8h hasta las 14h, de esta hora a las 15h no hay clases y desde ahí hasta las 19h vuelven a darse clases. A partir de las 19h no se imparte clase en todas las aulas. En cuanto a la ocupación, se le ha dado un valor de $1,54 \text{ m}^2/\text{persona}$ con un nivel de actividad de 120 W/persona con una fracción sensible de 0,55. Por último, en lo que respecta al equipamiento interno se ha considerado que este es nulo.

Climatización

Se han tenido que definir las temperaturas de consigna de calefacción y refrigeración y su perfil de uso. Comenzando por la calefacción, la temperatura de consigna dentro de los edificios es de $21,5^\circ\text{C}$,

valor conocido gracias a la información dispuesta en el proyecto de climatización del edificio 5D (Valnu, 2009). Su perfil de uso es de lunes a sábado de noviembre a marzo, ya que las calderas empleadas para la calefacción de estos edificios están encendidas únicamente durante estos meses. El perfil horario se ha averiguado gracias al proyecto de climatización del 5D y puede observarse en la siguiente imagen:

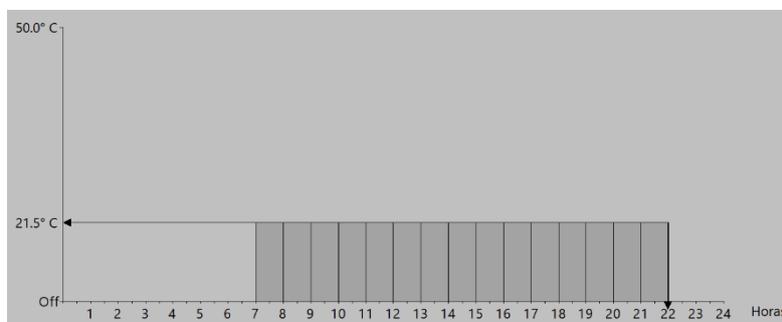


Figura 32. Perfil horario de la calefacción

Por último, queda por definir la temperatura de impulsión del aire a los espacios, parámetro que también se ha extraído del proyecto de climatización, con un valor igual a 25°C.

Referente a la refrigeración, la temperatura de consigna en los espacios es de 23°C y su perfil de uso es de mayo a octubre, ambos inclusive. En lo que respecta al perfil de uso, este es igual al de calefacción, pero modificando únicamente la temperatura y en cuanto a la temperatura de impulsión del aire, esta es de 13,5°C. La información ha sido extraída del proyecto de climatización del edificio 5D.

3.3.4 INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA ESTIMACIÓN DE CONSUMO DE GAS NATURAL Y DEMANDA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

Tras la simulación en CYPE, para conseguir validar las demandas térmicas obtenidas en calefacción en los edificios con dicho programa, ha de realizarse una estimación del consumo de gas, ya que el sistema de climatización de los edificios 5C-5D funciona gracias a este y no se tienen datos disponibles, ya que los “meters” no contabilizan esta información al no ser eléctrico el consumo. Con lo cual, se va a comparar la estimación realizada sobre el consumo de calefacción en el 5C-5D con la simulación en CYPE para validar esta última. Para hacer dicha estimación, se ha partido de edificios cuyos sistemas de climatización funcionen con electricidad y se tengan disponibles “meters” que contabilicen específicamente la climatización, es decir, no sirven aquellos edificios de los que únicamente se tenga información sobre el consumo eléctrico total. Por ello, entre los edificios disponibles del análisis de consumos realizado, se ha considerado que los más convenientes a utilizar son el edificio 5E y el 5N (Aulario de la ETSII en frente del campo de fútbol).

Se pretende conseguir los kWh/m² de consumo térmico en estos edificios dividiendo el consumo en kWh obtenido entre la superficie perteneciente a los espacios climatizados, y aplicar dicho valor a la superficie de la agregación 5C-5D. Teniendo en cuenta las funciones que cumplen los edificios 5E y 5N, los kWh/m² del 5N se han aplicado a la superficie correspondiente únicamente a las aulas en los edificios 5C y 5D, ya que la mayor parte de la superficie del edificio 5N está destinada a aulas, mientras

que en el resto de superficie de la zona climatizada de los edificios 5C y 5D se han aplicado los kWh/m² calculados en el 5E, ya que este edificio cuenta fundamentalmente con despachos y laboratorios, que son las funciones que cumplen los espacios de la zona climatizada del 5C-5D si no se tienen en cuenta las aulas. Al mismo tiempo, aunque ya se tenga información disponible sobre la refrigeración del 5C-5D en el análisis realizado en Excel, se va a comparar también la estimación de refrigeración con la simulación en CYPE y dicho análisis para dar una mayor validez a la estimación.

Respecto a las superficies empleadas, estas se calcularon en un primer momento gracias a los planos de cada planta y a la herramienta disponible en Internet “*openmaps.upv.es*”, la cual permite conocer para qué se utiliza cada espacio, planta por planta de cualquier edificio de la UPV. Sin embargo, más adelante se realizaron consultas con el Área de Sistemas de la Información y las Comunicaciones (ASIC) desde la cátedra, ya que ellos habían desarrollado la herramienta de “*openmaps*” y aportaron información más detallada sobre el área que ocupa cada tipo de uso en cada edificio. Con ello, se ha calculado la superficie climatizada en los edificios 5E y 5N, así como la superficie destinada a los distintos usos en los edificios 5C-5D. En la siguiente tabla se pueden observar las superficies utilizadas en la estimación:

TOTAL AREA [m2]			
type	5C+5D	5E	5N
AULA	1521,68	549,77	2196,67
DESPACHO	1815,53	2936,25	775,2
INST. DEPORTIVAS	0	0	0
LABORATORIO DOC.	1177,73	2760,17	0
LABORATORIO I+D	200,81	494,17	438,02
LOCAL TECNICO	197,83	259,6	79,66
OTROS	0	0	0
SERVICIOS	147,29	187,9	195,92
ZONAS COMUNICACION	1134,44	2331,78	1770,76
TOTAL	6195,31	9519,64	5456,23
Área climatizada	4459,27	6740,36	3430,60
Área Aulas	1521,68		
Área restante climatizada	2937,59		

Tabla 12. Superficies empleadas en la estimación de consumo de gas natural

Para el cálculo del área climatizada, se han sumado las superficies correspondientes a aulas, despachos y laboratorios, siguiendo la lógica considerada en CYPE para establecer la zona climatizada.

Referente a los consumos, se han utilizado los consumos eléctricos de climatización en los edificios 5E y 5N disponibles en el análisis previo realizado de los consumos en la ETSII. Partiendo de ellos, se ha considerado como calefacción los consumos de noviembre a marzo y refrigeración de mayo a octubre. A continuación, se ha dividido estos entre el área climatizada y posteriormente se les aplicados a estos kWh/m² un COP (“Coefficient of Performance”) para calefacción y un EER para refrigeración, ya que, hasta ahora, el análisis de consumo había sido de kWh eléctricos, pero los calculados en CYPE son kWh térmicos, por tanto, se deben aplicar estos coeficientes para poder compararlos y así convertir los kWh eléctricos en térmicos. En el edificio 5N, la climatización funciona mediante una bomba de calor cuyo modelo es “Carrier 30DQ-120-901-EE” y tras consultar su catálogo, se ha averiguado que tiene un COP de 2,975 y un EER de 3. El COP se ha calculado con unas condiciones nominales dadas correspondientes a una temperatura de entrada y salida del agua de 40 y 45°C respectivamente y una temperatura ambiente del aire de 7°C. En cuanto al EER, sus condiciones nominales se corresponden con unas

temperaturas de entrada y salida del agua de 12 y 7°C respectivamente y una temperatura ambiente exterior de 35°C. Se adjunta en el capítulo “12. Catálogos de equipos de climatización de los edificios 5N y 5C-5D” de los Anexos la página del catálogo en la que está disponible esta información. Con respecto al edificio 5E, tras una serie de consultas se ha considerado que este sistema de climatización tiene un COP de 2,7 y un EER de 2,8. Por último, referente a la refrigeración de los edificios 5C y 5D, esta se lleva a cabo mediante dos enfriadoras del modelo “York YLAA 360 SE SL” cuyo EER, consultado en el catálogo, es de 2,5. Tras aplicar estos coeficientes, se prosigue con la validación de la simulación en CYPE comparando los resultados obtenidos en CYPE con la estimación realizada.

3.4 ANÁLISIS DE LOS INVERNADEROS 5P

3.4.1 DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

Al igual que con la agregación de edificios 5C-5D, partiendo de los datos de consumo eléctrico del análisis realizado en Excel, se les ha aplicado a estos el EER correspondiente a los dispositivos “cooling” para convertir los kWh eléctricos en térmicos. Esta tarea se ha llevado a cabo únicamente con la refrigeración ya que, al funcionar la calefacción mediante gas natural, su consumo no es contabilizado mediante los “meters”, que aportan información sobre el consumo eléctrico. Con respecto al valor del EER, se ha estimado un valor de 2,5 ya que las instalaciones de climatización son antiguas, siendo las originales que datan del momento en el que se construyeron los invernaderos en 1995.

3.4.2 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LOS INVERNADEROS PARA LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA (IFC)

En lo que respecta a la simulación en IFC, para la definición geométrica de los invernaderos se ha empleado el mapa disponible en formato dwg como plantilla y adicionalmente, se han realizado visitas presenciales a las instalaciones, empleado las herramientas disponibles en “Google Earth” y extraído información del proyecto de ejecución de los invernaderos. Con respecto a cada invernadero individualmente, estos son del modelo “Venlo-Type” holandés, de doble capilla, con una altura de canalón de 4,75 metros y 5m de cumbrera y el espacio individual de cada invernadero es de 6,4 u 8 metros dependiendo del invernadero.

Para definir el resto de los elementos como pueden ser los espacios o la localización de las zonas acristaladas, se han utilizado las mismas herramientas que las descritas en la agregación 5C-5D. Con todo ello, los planos definidos en IFC son los siguientes:

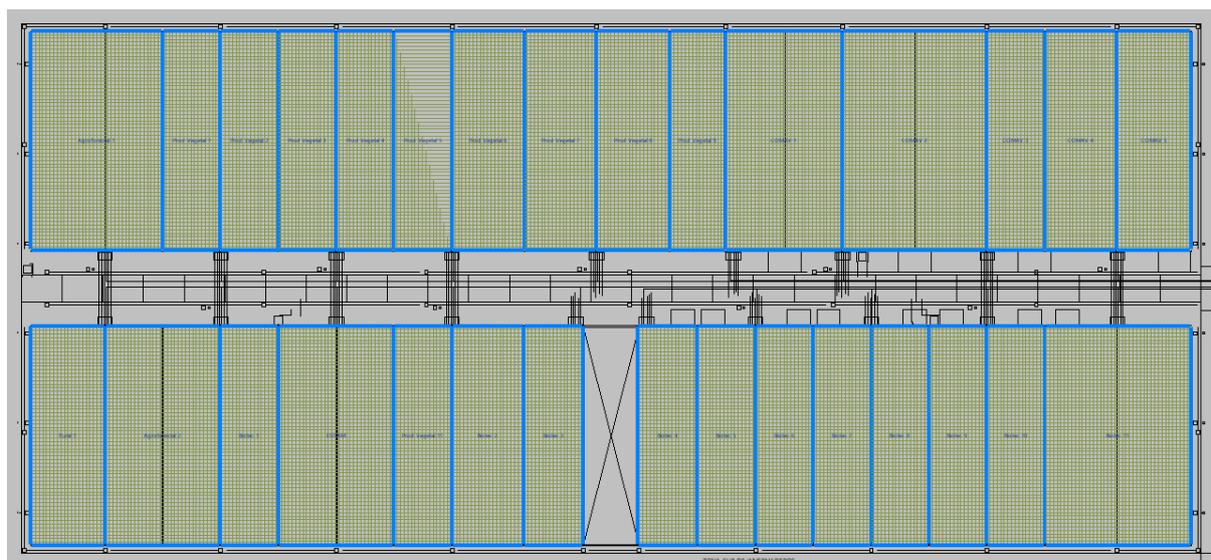


Figura 33. Plano de los invernaderos 5P. Planta Baja

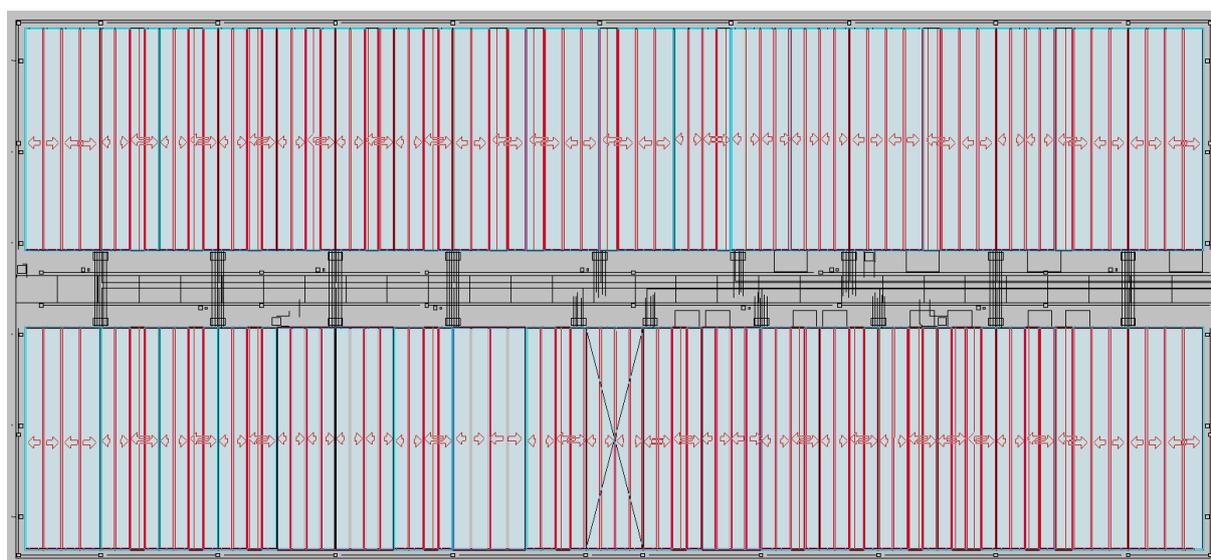


Figura 34. Plano de los invernaderos 5P. Cubierta

En este caso, se ha mostrado el plano de la cubierta, ya que al tener los invernaderos un diseño de doble capilla se ha tenido que inclinar la cubierta para conseguir un diseño igual a la realidad. En 3D, se puede observar a continuación cómo son estas instalaciones:

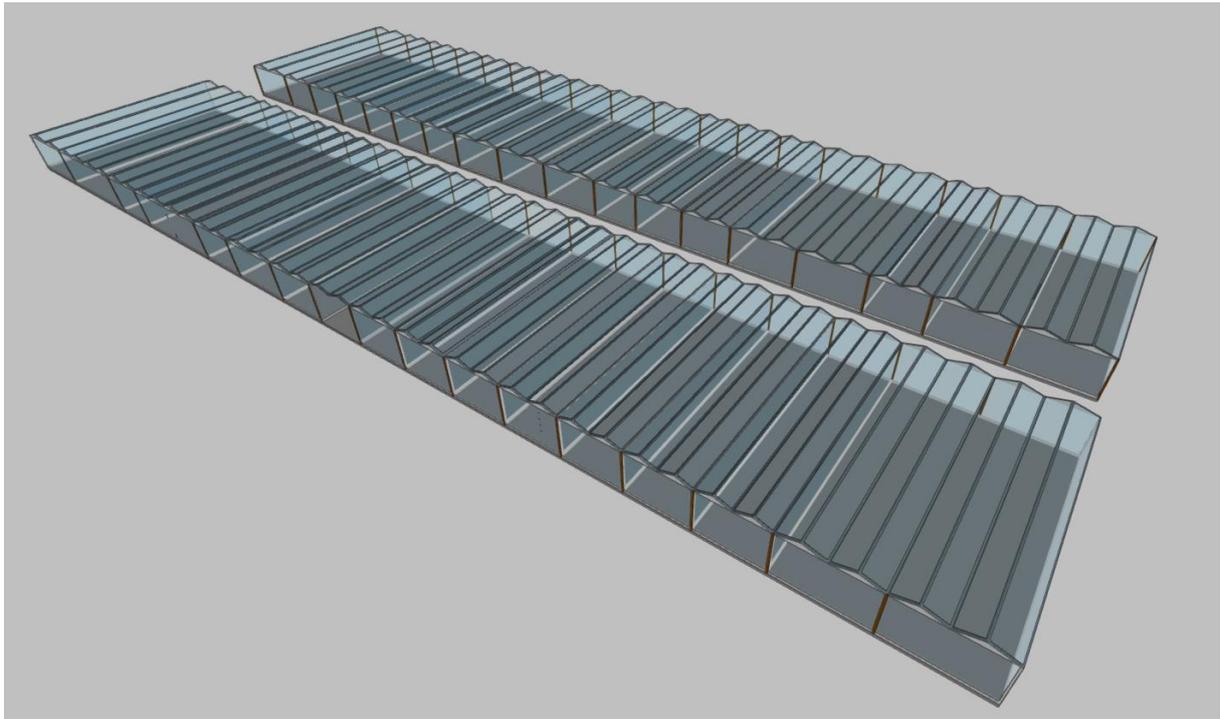


Figura 35. Vista 3D de los Invernaderos 5P

A continuación, tras definir los invernaderos, se han tenido en consideración los edificios que tienen alrededor, los cuales influyen en la simulación energética debido a que aportan sombra en ciertos momentos del día. Se han considerado los almacenes del edificio 50, a la izquierda del 5P, con una altura de 11 metros, y en frente de los invernaderos los edificios 5M y 5N con unas alturas de 13,5 y 18 metros respectivamente. Por último, a la derecha están las salas de calderas 5Q, que son 3 edificios, 2 en los laterales de 5 metros y el central de 7 metros. Todos ellos tienen la siguiente distribución alrededor de los invernaderos:

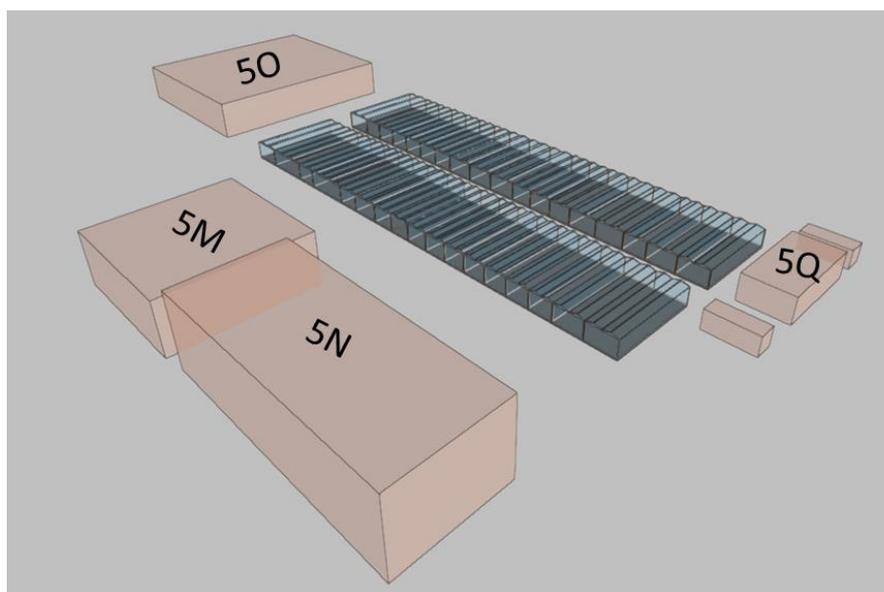


Figura 36. Vista 3D de los invernaderos 5P y sus edificios adyacentes

3.4.3 DATOS INTRODUCIDOS PARA REALIZAR LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA (CYPE)

Datos del emplazamiento

En referencia a este apartado, se han utilizado los mismos datos que en la agregación 5C-5D, a excepción de la latitud y longitud, que son los únicos distintos. Los datos son los siguientes:

Figura 37. Datos del emplazamiento de los invernaderos 5P

Cerramientos

En consideración a los cerramientos, cada invernadero está compuesto por un murete inferior de 40 cm que recorre todo su perímetro y encima de este se apoya la superficie acristalada, que también se encuentra en la cubierta. Los diferentes paneles de cristal están unidos por una estructura de aluminio, que cuenta con una capa de PVC para permitir la sujeción del aluminio al cristal tanto en los cerramientos verticales como en la cubierta. Se ha definido la estratigrafía de estos elementos gracias a la información disponible en el proyecto de ejecución de estas instalaciones y sus características térmicas son las siguientes:

Cerramiento	Tipo de cerramiento	Espesor (cm)	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Capacidad térmica (J/m ² K)
Suelo sobre terreno	Horizontal	51.5	0.93	-
Estructura aluminio	Horizontal/Vertical	31.3	1.31	32765.23
Murete inferior exterior	Vertical	12	1.12	12467.22
Murete inferior interior	Vertical	20	1.89	65593.88

Tabla 13. Características de los cerramientos de los invernaderos 5P

Cabe destacar que la estructura de aluminio y el murete inferior exterior cuentan con una capa de aislante de 2 cm. Por otra parte, se ha distinguido entre dos tipos de muretes inferiores, refiriéndose el exterior a los muretes que separan el interior de los espacios con el exterior, mientras que los

interiores, se emplean para compartimentar los distintos invernaderos interiormente. Puede encontrarse en el capítulo “9. Características y definición de los cerramientos de los invernaderos 5P” de los anexos la definición por capas de todos los cerramientos mostrados.

Huecos

En toda la superficie acristalada, tanto en los cerramientos verticales como en la cubierta, se ha empleado un cristal simple con un coeficiente de transmisión de calor de 6,7 W/m²K y un espesor de 4 mm. Esta información se ha extraído del documento “Ahorro y eficiencia energética en Invernaderos”, del IDAE (Valera et al., 2008), en el cual estas características son las propias del vidrio hortícola, semejable al empleado en estos invernaderos, las cuales pueden observarse a continuación:

Materiales utilizados en cubiertas simples, en dobles paredes o como pantallas térmicas	Espesor (mm)	Radiación solar (300-2.500 nm)			Radiación visible (380-760 nm)			Radiación térmica (2.500-40.000 nm)			U (W/m ² ·°C)	ρ _c (g/cm ³)
		(α = ε)	(τ)	(δ)	(α = ε)	(τ)	(δ)	(α = ε)	(τ)	(δ)		
Vidrio hortícola (VH)	4	0,03	0,89	0,08	0,01	0,91	0,08	0,90	0,00	0,10	6,7	2,40

Tabla 14. Características de los materiales comúnmente utilizados en invernaderos (Valera et al., 2008)

Respecto a la fracción opaca, esta ocupa un 10% y tiene un coeficiente de transmisión de calor de 1,50 W/m²K.

Puentes térmicos lineales

Referente a los puentes térmicos de esta edificación, se ha utilizado en todos los casos el CTE-DB-HE para calcularlos, a excepción de un puente térmico en el que se ha utilizado la ISO 14683. Pueden encontrarse todos los puentes térmicos en el capítulo “10. Puentes térmicos lineales presentes en los invernaderos 5P” de los Anexos.

Recintos

En estas instalaciones únicamente se ha considerado un tipo de recinto, ya que todos los espacios cumplen funciones similares y tienen unas condiciones interiores semejantes durante todo el año. Cabe destacar que además de emplear el proyecto de ejecución de los invernaderos, para conseguir la información necesaria se han realizado visitas presenciales y mantenido reuniones con los técnicos encargados de mantener en correctas condiciones estas instalaciones.

Comenzando por la ventilación, esta es igual a 30 renovaciones/hora, valor considerablemente elevado si se compara con las necesarias en otro tipo de edificaciones, sin embargo, este es un valor habitual en los invernaderos ya que, debido a las condiciones requeridas por la vegetación cultivada en ellos, esta debe ser elevada, sobre todo en verano, época con mayores temperaturas. Por ello, entre los meses de mayo a octubre se cumplen estas renovaciones por hora las 24 horas. Sin embargo, en los meses de invierno disminuye la ventilación y tiene el siguiente perfil horario:

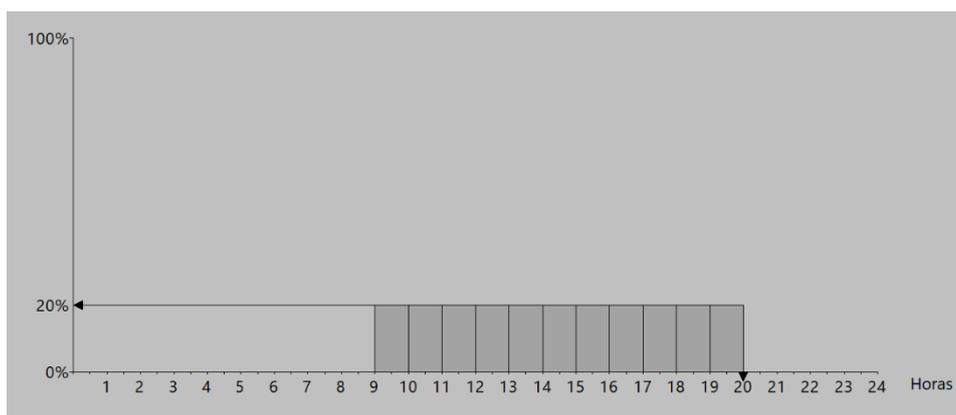


Figura 38. Perfil de uso horario de la ventilación en invierno en los invernaderos

Esto es así debido a que, a causa de la bajada de temperaturas en esta época del año, las pérdidas térmicas que se producirían si se mantuviera el mismo nivel de ventilación que en verano, su climatización sería inviable. Por ello, se ventila de 9 a 20 con un valor del 20% y durante la noche, cuando se produce un mayor descenso de las temperaturas, se para la ventilación. Esta información ha sido confirmada tras averiguaciones con los técnicos de los invernaderos, ya que las ventanas encargadas de la ventilación se abren cuando se sobrepasa dentro de los invernaderos los 20°C.

Con respecto a la iluminación, esta tiene un valor de 3 W/m², ya que en el proyecto de ejecución se encuentra dicha información, habiendo pantallas dobles de tubo fluorescente de 60W cada 20 m².

En cuanto a ocupación y equipamiento interno, se han considerado nulos ambos valores al no haber gente habitualmente dentro de los invernaderos y no haber equipos con consumos importantes en ellos.

Climatización

Por último, han de definirse las temperaturas de consigna para calefacción y refrigeración. Comenzando con la calefacción, esta está disponible de noviembre a marzo, al igual que todas las instalaciones que son abastecidas por la sala de calderas del 5Q. Respecto a la temperatura de consigna, tras realizar las pertinentes averiguaciones con los técnicos de los invernaderos, la calefacción se activa a los 18°C a cualquier hora del día, incluyendo toda la noche. Sin embargo, debido a la antigüedad de las instalaciones y que estas tienen problemas con el aislamiento, se ha considerado como temperatura de consigna 17°C, ya que en los momentos con descensos de temperatura considerables, la instalación no logra llegar a la temperatura de consigna. Con lo cual, si se dimensionara con la temperatura que en teoría está fijada en la realidad, al llevarlo a la simulación, ésta sobredimensionaría la demanda respecto a lo que está ocurriendo de verdad, por ello, se disminuye ligeramente la temperatura de consigna para tratar de reflejar lo mejor posible la realidad.

En referencia a la refrigeración, se produce una situación semejante a la anterior: en teoría la temperatura de consigna son 27°C, sin embargo, se ha averiguado que en verano habitualmente los invernaderos están a 30°C y se alcanzan temperaturas de hasta 35-37°C, ya que el sistema de refrigeración no es lo suficientemente potente y está infradimensionado. Por ello, se ha considerado

una temperatura de consigna de 29°C todos los meses a excepción de julio y agosto, que esta es de 31°C. Esto se hace para simular energéticamente en un escenario que se asemeje lo mejor posible a la realidad y de esta forma poder comparar los resultados obtenidos en la simulación con el análisis de datos de consumo realizado en Excel.

3.5 ANÁLISIS DEL CENTRO DE DATOS DEL ASIC

3.5.1 DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

Partiendo del análisis de consumos eléctricos, se han convertidos los datos de consumo de energía procedentes de los “meters” de kWh eléctricos a kWh térmicos aplicando el EER de las enfriadoras empleadas en la refrigeración de esta sala. Sin embargo, debido a que estos kWh térmicos van a emplearse a la hora de dimensionar la bomba de calor, en lugar de utilizar un valor fijo del EER, se ha considerado ser más exactos en esta conversión y se va a utilizar un EER que va a variar en función de la temperatura media exterior medida cada mes en Valencia. El EER nominal, tras consultar el catálogo de las enfriadoras, se conoce que es 2,47 y que este ha sido calculado dada una temperatura exterior de 35°C correspondiente al foco caliente. La variación en el EER se ha extraído de un análisis sobre la influencia de la temperatura en el EER (Martínez, 2007), el cual concluye que para enfriadoras como las empleadas en el centro de datos, por cada °C que disminuye la temperatura ambiente exterior respecto a la temperatura nominal de 35°C, el EER aumenta de manera lineal un 1,27%. Por otro lado, la temperatura promedio mensual en Valencia durante el año 2019, año en el que se ha realizado el análisis de consumos, se ha extraído de los resúmenes climatológicos realizados por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). Con todo ello las temperaturas exteriores y su correspondiente EER son las siguientes:

	Temp media (°C)	EER
Enero	12	3,187
Febrero	13	3,156
Marzo	15	3,094
Abril	16,1	3,060
Mayo	18,9	2,973
Junio	22,7	2,856
Julio	26,9	2,726
Agosto	26,9	2,726
Septiembre	24,2	2,809
Octubre	21,1	2,905
Noviembre	16,7	3,041
Diciembre	14,7	3,103

Tabla 15. Temperatura media mensual de Valencia en el año 2019 y cálculo del EER correspondiente. Teniendo ambos datos, se ha calculado el EER para cada mes y se ha multiplicado este por los consumos mensuales en kWh eléctricos del análisis realizado anteriormente para obtener como resultado los kWh térmicos.

3.5.2 TRATAMIENTO DE DATOS EN PYTHON PARA EL ANÁLISIS DEL CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA

En el análisis de consumos eléctricos, se ha estudiado el consumo eléctrico de kWh que ha habido durante el año 2019, pero adicionalmente y de manera independiente a esta primera parte, se ha realizado un estudio sobre el consumo de la potencia eléctrica en climatización que se ha producido en el centro de datos para conocer la curva de potencia eléctrica que se ha producido y así poder dimensionar correctamente la bomba de calor. Para ello, se ha partido de los datos enviados por parte de la UMA, pero esta vez con la información cada 15 minutos de los “meters” en lugar de cada hora. Para realizar el tratamiento de datos, no se ha podido utilizar ni el mismo programa de Python empleado en el estudio del consumo de energía ni el Excel. El estudio de la potencia eléctrica es diferente, ya que se busca conocer la potencia que ha habido cada 15 minutos. Es importante destacar que el dato de potencia activa presente en la información que aportan los “meters”, es la potencia instantánea medida en el momento que el “meter” envía la información.

La climatización de este centro de datos se contabiliza gracias a los “meters” 413 y 414, con lo cual para conocer la potencia deben sumarse ambos. Al haber ciertos errores en la información enviada de los “meters” y faltar información ciertas horas o días, para poder realizar un correcto post-procesado y análisis, ha sido necesario utilizar Python para tratarlos. Se va a realizar una breve descripción de los puntos clave del código, aunque puede encontrarse en el capítulo de los anexos “4. Código del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC” el código completo desarrollado para esta tarea.

A pesar de que no se pueda utilizar directamente el código utilizado en el primer análisis sobre el consumo de energía eléctrica, se ha partido de él para desarrollar este y, de hecho, el diagrama de flujo respecto a la toma de decisiones en el código es el mismo que el mostrado en la Figura 14, correspondiente al segundo programa creado en Python para el análisis de consumos en la ETSII, pero se van a comentar los principales cambios implementados en él. La primera diferencia es que, al tomar la información de los Excel enviados por la UMA, en lugar de tomar la columna “C1”, perteneciente a la energía activa, se toma “C6”, la de la potencia activa. A la hora de plasmar toda la información en el nuevo Excel generado a través del código de Python, no ha cambiado nada del código, sin embargo, al querer poner los datos cada 15 minutos y no cada hora, ha surgido un nuevo problema que antes no había. Este está relacionado con el cambio de hora cuando se retrasan una hora los relojes, ya que tal y como funciona el programa, este retraso no era comprendido correctamente por Python. Para ello, se han añadido las siguientes líneas:

```

for i in range(1,len(cont)):
    if df.loc[i, "METER"] == df.loc[i - 1, "METER"]:
        if (df.loc[i, "HORA"] < df.loc[i - 1, "HORA"]) and (df.loc[i, "DIA"] == df.loc[i - 1, "DIA"]):
            hora = i-1
            print('Salto horario el:', df.loc[i, "DIA"], df.loc[i, "HORA"], 'Hora anterior:', df.loc[i - 1, "HORA"])
            z = 1
        elif (df.loc[i, "HORA"] == df.loc[hora, "HORA"]) and (z == 1):
            print('Se ha igualado el salto horario')
            hora = 0
            z = 0
        elif (z == 1):
            print('Seguimos en el salto horario')

```

Figura 39. Código añadido para el análisis de potencia del ASIC

Se ha añadido una función *if* al inicio del *for* que se utiliza para ir tomando todos los datos disponibles. Este *if*, en primer lugar, controla que la casilla a considerar y la anterior pertenezcan al mismo meter. Si esto se cumple, el siguiente *if* comprueba si la hora de la fila que se está estudiando es menor que la de la fila anterior, en caso de que esto se cumpla, esto significa que se ha retrasado la hora y por tanto se procesarán las 3 filas de código que se encuentran debajo y tras ello, el *for* pasará al siguiente valor de la *i* con la que está recorriendo todos los datos disponibles, es decir, pasará a la siguiente fila. En el último *if* mencionado, la variable “hora” pasa a tener el valor de la fila anterior a la que se está estudiando, ya que es la que marca el momento antes de que se haya retrasado la hora. Por otro lado, se avisa por pantalla de que se ha producido un salto horario para saber cuándo se ha producido y la variable “z” toma el valor de 1. En el siguiente valor de la *i*, al tener la “z” un valor de 1, entrará en la segunda función “*elif*”, ya que en la primera no va a entrar porque solo se han avanzado 15 minutos y no la hora completa para que se cumpla la igualdad. Para que se entienda mejor lo que está ocurriendo, se puede observar la siguiente imagen:

413	27/10/2019	02:30	1446131	31,9
413	27/10/2019	02:45	1446142	31,65
413	27/10/2019	02:00	1446153	31,91
413	27/10/2019	02:15	1446160	18,64
413	27/10/2019	02:30	1446171	31,42
413	27/10/2019	02:45	1446180	31,67

Figura 40. Problemática con el cambio de hora

En el *if*, se ha guardado en “hora”, la fila que tiene los datos de las 02:45, con lo cual, no se entrará al primer *elif* hasta que no se llegue a la última fila mostrada en la imagen, cuando vuelven a ser las 02:45. Cuando se llega a esta fila, al entra en dicho *elif*, se muestra por pantalla que ya se ha igualado de nuevo el salto horario y se resetean las variables empleadas, “hora” y “z”. Con ello, se solventa el problema del salto horario y el resto de código continúa con su correcto funcionamiento.

Con todo esto, el código genera un Excel en el cual están todos los datos cada 15 minutos, añadiendo ceros cuando no se dispone de datos, y utilizando una columna para la potencia de cada meter. A modo de ejemplo, se muestran a continuación unas filas del Excel generado:

FECHA	HORA	413	414
01/01/2019	01:00	31,52	0
01/01/2019	01:15	46,96	11,98
01/01/2019	01:30	46,7	11,63
01/01/2019	01:45	39,55	12,18
01/01/2019	02:00	46,87	11,81
01/01/2019	02:15	57,16	12,31
01/01/2019	02:30	37,69	11,6

Figura 41. Excel generado mediante Python para mostrar la potencia activa

3.5.3 TRATAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS EN EXCEL SOBRE EL ANÁLISIS DE CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA

Con el Excel generado a través de Python, se suman las potencias eléctricas de los dos “meters” para tener la potencia eléctrica total cada 15 minutos consumida en climatización. Tras ello, se ha utilizado una hoja Excel distinta para cada mes para así poder realizar un análisis más individualizado. De cada mes, se ha estudiado la potencia eléctrica máxima que se ha producido, el promedio y la moda. De la potencia máxima, se debe comentar que no se ha tomado el máximo estricto, sino el 6^a valor, eliminando los 5 primeros, ya que se eliminan ciertos datos anómalos o picos que no se corresponden con el consumo real de potencia que se está produciendo. Con respecto al promedio, en este no se han considerado los valores nulos, ya que estos no se corresponden con un consumo nulo, sino con momentos en los que no se ha contabilizado la potencia por problemas con los “meters”. Por último, la moda se ha calculado redondeando a la unidad todos los valores de potencia eléctrica, ya que al ser dados originalmente con 2 decimales, es complicado tener un valor en la moda coherente si se considera tanta precisión en su cálculo.

Adicionalmente, se han realizado gráficas semanales, mensuales y una anual del consumo de potencia eléctrica para estudiar gráficamente su desarrollo y entenderlo correctamente.

3.6 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CON BOMBA DE CALOR

3.6.1 CONSIDERACIONES REALIZADAS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA DE CALOR

Obtenidos los consumos térmicos de calefacción y refrigeración de los edificios que van a ser abastecidos por el sistema de bomba de calor con una producción simultánea de frío y calor, se procede a exponer cómo se ha dimensionado la máquina. Dicho dimensionamiento se va a realizar a partir del consumo térmico de frío que requiere el centro de datos del ASIC y, una vez seleccionada la bomba, va a calcularse la cantidad de calor que ha sido generada simultáneamente durante la producción de frío para posteriormente comparar este calor disponible con las demandas de calefacción de la agregación 5C-5D y los invernaderos 5P.

Para ello, se van a tomar del análisis sobre el consumo de potencia eléctrica en el ASIC las potencias pico mensuales y se les va a aplicar el EER mensual calculado para las enfriadoras del centro de ASIC y de esta manera convertir las potencias eléctricas en térmicas. De esta forma, puede conocerse la potencia frigorífica máxima que se debe cubrir durante el año y con ello, escoger una bomba de calor

comercial que cumpla con estos criterios. Tras seleccionar la bomba de calor, se conoce la potencia calorífica que puede entregar simultáneamente esta al mismo tiempo que abastece al ASIC la refrigeración demandada.

3.6.2 CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL ACUMULADOR DE INERCIA

Se ha considerado añadir al sistema de climatización un acumulador de inercia para cubrir los picos de demanda de calefacción que se producen en los edificios 5C y 5D. Para dimensionarlo, se han tenido en cuenta las ecuaciones (2) y (3):

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad (2)$$

$$m = \rho * V \quad (3)$$

para averiguar la masa de agua requerida en el tanque y el volumen de dichos tanques.

Donde:

Cp: es el calor específico del agua igual a 4,18 kJ/kgK

Q: es el calor total que almacena el tanque, considerado igual a 450 kWh

ΔT : es el salto de temperaturas entre el agua de entrada al tanque y la de salida. Toma un valor igual a 20 K, resultado de restar 55°C menos 35°C. Los 55°C son igual a la temperatura a la cual sale el agua del tanque hacia los edificios, mientras que los 35°C, es la temperatura a la que llegan a dicho acumulador. Esta segunda temperatura se ha averiguado teniendo en cuenta que las UTAs de los edificios 5C y 5D necesitan que el agua con la que se va a calentar el aire empleado en la climatización esté a 45°C y tras su paso por dichas UTAs, el agua sale a 40°C. Se ha considerado que en su retorno al edificio 4L, lugar donde están situados la bomba de calor y el acumulador de inercia, el agua pierde 5K llegando por tanto al tanque a 35°C.

3.6.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO REALIZADO PARA CALCULAR EL BALANCE DE CONSUMOS DE FRÍO Y CALOR SIMULTÁNEOS

Se ha utilizado para estos cálculos el consumo eléctrico horario de los “meters” 413 y 414, correspondientes a la climatización del centro de datos del ASIC, disponible gracias al análisis de consumos eléctricos de la ETSII y otros edificios cercanos, el cual supone la demanda de refrigeración a cubrir por el sistema. Este consumo de energía viene dado en kWh eléctricos y para transformarlos en térmicos, se ha utilizado el EER mensual correspondiente a las enfriadoras actuales en el centro de datos del ASIC.

Con ello se tienen los kWh frigoríficos que necesita producir la bomba de calor para satisfacer las necesidades del centro de datos. Conociendo así la producción de frío que se va a realizar, se calculan los kWh de calefacción que estará produciendo simultáneamente la bomba de calor en el foco caliente. Teniendo en cuenta que la bomba de calor es agua-agua y que está produciendo simultáneamente energía útil en ambos focos, dadas las potencias frigorífica y calorífica que tiene durante dicha

producción simultánea en el catálogo, puede calcularse cuánto calor se está produciendo al mismo tiempo que se genera el frío. En este caso la bomba tiene unas potencias frigorífica y calorífica de 306,1 kW y 392,1 kW respectivamente. Con lo cual, dada por ejemplo una demanda térmica frigorífica de 200 kWh durante una hora y sabiendo que la bomba es de potencia fija, puede calcularse el calor que se ha producido durante este tiempo de la siguiente manera:

$$\text{Energía calorífica} = \text{Energía frigorífica} \cdot \frac{\text{Potencia calorífica}}{\text{Potencia frigorífica}} = 200 \text{ kWh} \cdot \frac{392,1 \text{ kW}}{306,9 \text{ kW}} = 255 \text{ kWh}$$

Utilizando dicha expresión, se ha calculado el calor que va a suministrar la bomba de calor horariamente.

En cuanto a la demanda real de los edificios 5C, 5D y 5P, esta información se ha extraído de los archivos idf generados por “Energy Plus” durante la simulación en CYPE, programa asociado a cálculos energéticos en edificios y que utiliza internamente CYPE durante la simulación. Este proporciona la demanda horaria tanto de refrigeración como de calefacción que han tenido tanto la agregación 5C-5D como los invernaderos 5P, aunque en este caso únicamente interesa la demanda de calefacción. Teniendo en cuenta el calor que se está generando en la bomba de calor en la producción simultánea de frío y calor necesaria para cubrir las necesidades del ASIC, se compara este calor horario disponible con las demandas calculadas de los edificios 5C-5D y 5P.

Al mismo tiempo, se han tenido en consideración los acumuladores de inercia y el aporte energético que necesitan estos para lograr cubrir los picos de demanda en los edificios 5C y 5D.

Para mostrar el funcionamiento horario del sistema, va a emplearse un día tipo en el que se van a describir los diferentes procesos que están ocurriendo. Para determinar el día tipo en el que se va a analizar el funcionamiento del sistema a lo largo de todo ese día, se ha calculado la demanda diaria de los edificios 5C-5D y 5P y el calor diario disponible en la bomba de calor y se ha obtenido el promedio de cada uno de ellos durante el mes de enero. Con ello, se ha seleccionado el día del mes en el cual tanto las demandas de los edificios como el calor suministrado por la bomba de calor se acercan en mayor medida a sus respectivos promedios. Se ha escogido el mes de enero debido a que este es el mes del año en el cual se produce una mayor demanda de calefacción, con lo cual, si en el día tipo de este mes se cubren las demandas de calor, este hecho se cumplirá también el resto de meses.

Por último, se ha calculado la disminución de emisiones de CO₂ obtenida con el nuevo sistema de climatización. Para ello, se ha extraído del Documento Reconocido del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) (Ministerio de Industria, 2016) el factor de emisión de CO₂ referente al gas natural en kg CO₂ / kWh Energía final, que es igual a 0,252.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

Tras haber mostrado todos los pasos seguidos para completar el trabajo que engloba este proyecto, se procede a mostrar los resultados obtenidos con ellos en el mismo orden que la metodología, siguiendo el orden cronológico en el que se han realizado.

4.1 INFORMACIÓN EXTRAÍDA DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA ETSII Y ASIC

Se comienza con los resultados obtenidos en el análisis de consumos eléctricos de los edificios de la ETSII, los tres edificios que se encuentran atravesando la carretera, 5O, 5P y 5Q, y del ASIC, pero antes de hablar de los resultados obtenidos, se va a mostrar el mapa de la ETSII y sus alrededores y se va a hacer una pequeña descripción de las funciones que cumple cada uno de ellos para clarificar dónde está cada edificio y que puedan ser ubicados de manera más sencilla:



Figura 42. Mapa de la ETSII y alrededores

Comenzando por orden alfabético, los edificios 5C y 5D están unidos por un pasillo central, cuentan con grandes aulas en la primera planta y en la planta baja del 5D se ubican los laboratorios y despachos de física. En el 5E se encuentran los despachos y laboratorios de los departamentos de eléctricas, mecánica y materiales. Los edificios 5F, 5H y 5J son tres edificios conectados a través de la planta superior, en la cual se encuentra secretaría y cuentan en estos 3 edificios con los despachos de termodinámica y proyectos entre otros, y la biblioteca de la ETSII. El edificio 5G cuenta con los despachos y laboratorios de los departamentos de materiales y estructuras, el 5I tiene los laboratorios de nuclear y el 5K los de termodinámica, nuclear y motores térmicos. El 5L cuenta con el departamento de ingeniería gráfica, el 5M, con el de química y el 5N es el aulario. De los 3 edificios en la parte superior, el 5Q es donde se ubica la sala de calderas, el 5P son los invernaderos de los distintos departamentos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

(ETSIAMN) y el 5O son almacenes. En el edificio 5R existen una serie de instalaciones deportivas y el 5S cuenta con diferentes tiendas y locales comerciales. Por último, el centro de datos del ASIC se encuentra en la planta baja del edificio 4L, que es la biblioteca general de la UPV.

Con respecto a los resultados del análisis en Excel de los datos de consumo eléctricos, las tablas con los consumos eléctricos mensuales divididos en función del tipo de consumo que sean, así como las gráficas asociadas a ellos, han sido de mucha utilidad. A modo de ejemplo, se muestran los datos mensuales de la agregación de edificios 5C-5D, el resto pueden encontrarse en el anexo “3. Tablas del análisis de consumo de los edificios de la ETSII y ASIC”:

5C+5D	TOTAL [kWh]	CLIMA [kWh]	REFRIGERACIÓN	CALEFACCIÓN	VENTILACIÓN	Red que no sea clima [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]
SUPERFICIE [m2]	6661,77						
ENACCAL (kWh/año)	302863	193505	98835	50733	43937	109358	45,46284246
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	26535	17225	0	13582	3643	9310	3,983175643
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	23377	12653	0	10145	2508	10724	3,509127454
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	17909	8774	0	4899	3875	9135	2,688324574
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	16714	8764	240	4774	3750	7950	2,508942819
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	23569	14069	10313	0	3756	9500	3,537948623
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	27503	19645	15895	0	3750	7858	4,12848237
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	40525	32190	28315	0	3875	8335	6,083218124
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	13019	8588	4714	0	3874	4431	1,954285423
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	40513	29310	25560	0	3750	11203	6,081416801
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	31499	20616	13798	3055	3763	10883	4,728322953
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	22257	11368	0	7850	3518	10889	3,341003967
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	19443	10303	0	6428	3875	9140	2,918593707

Tabla 16. Consumo eléctrico mensual de la agregación 5C-5D en el año 2019

Con respecto a las gráficas, se muestran las correspondientes a todos los edificios/agregaciones:

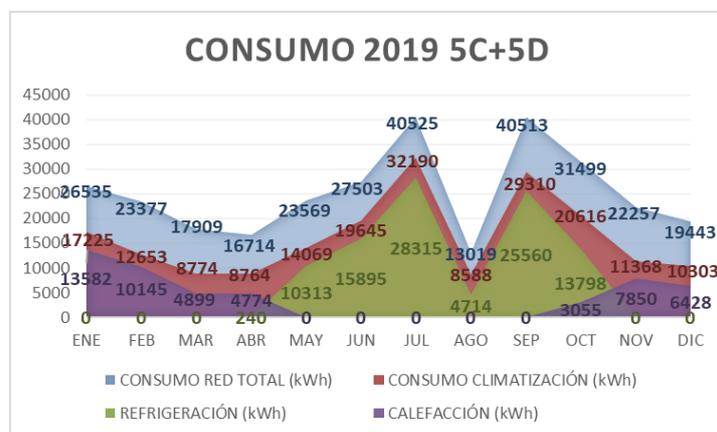


Figura 43. Consumo eléctrico de la agregación de edificios 5C y 5D en el año 2019

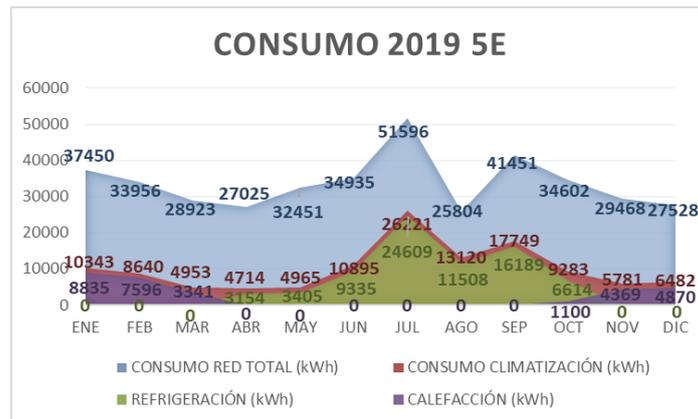


Figura 44. Consumo eléctrico del edificio 5E en el año 2019

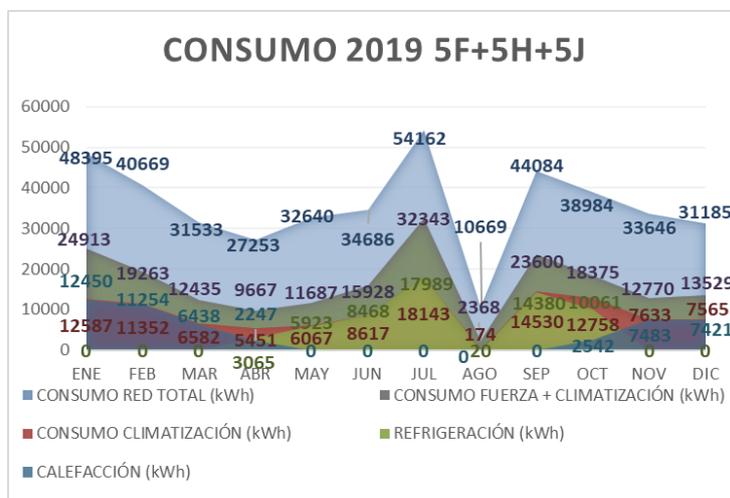


Figura 45. Consumo eléctrico de la agregación de edificios 5F, 5H y 5J en el año 2019

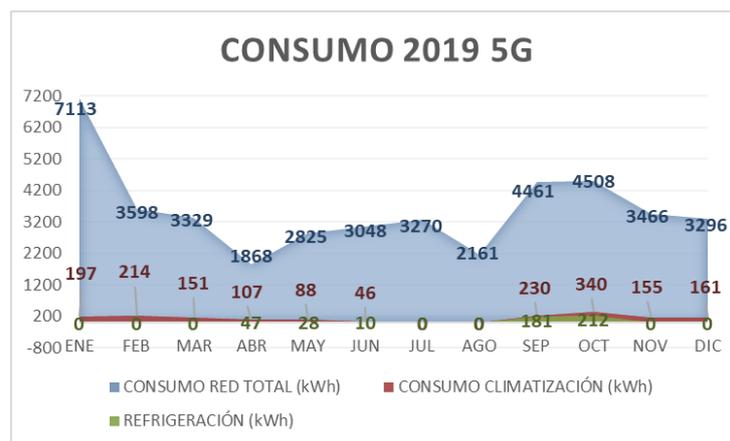


Figura 46. Consumo eléctrico del edificio 5G en el año 2019



Figura 47. Consumo eléctrico del edificio 5N en el año 2019



Figura 48. Consumo eléctrico del edificio 5R en el año 2019

Los edificios mostrados hasta aquí son aquellos de los que se dispone de “meters” de climatización. Dentro de este tipo de consumo eléctrico en concreto, se ha distinguido entre la refrigeración (color violeta), calefacción (verde) y ventilación (color rojo). Por otro lado, se debe comentar de las gráficas que no se ha utilizado el mismo valor límite para todas ellas en el eje Y, adaptándose al valor máximo que se ha alcanzado en cada edificio, siendo por ejemplo el valor límite en el eje Y del edificio 5R de 12.000 kWh, mientras que en el 5N, de 30.000 kWh. Como comentario general de todas ellas, se puede apreciar que el consumo eléctrico total viene considerablemente marcado por el consumo de climatización, ya que el resto de consumo eléctrico (color azul), es relativamente constante en todos los edificios a lo largo del año, aunque se puede apreciar que es ligeramente mayor durante los meses de invierno respecto a los de verano. Se observa que los menores consumos eléctricos se producen en marzo y abril, meses en los que se requiere una menor climatización debido a que las temperaturas son suaves en el exterior de los edificios. Por otro lado, a excepción del 5N (Aulario), que es un edificio que en los meses de julio y agosto apenas se utiliza al no impartirse clases durante estos meses, en el resto de ellos el consumo pico eléctrico se produce en julio, ya que, aunque se presuponga que en este mes disminuye el consumo debido a que también desciende el número de personas en los edificios al no haber clases y por tanto no estar los alumnos, en estos edificios también se encuentran laboratorios y despachos, con lo cual los sistemas de climatización siguen funcionando, ya que los profesores e

investigadores continúan yendo a trabajar. En agosto, se produce un gran descenso en el consumo eléctrico, ya que durante este mes la mayor parte de las instalaciones sí que permanecen cerradas para todo el público. En septiembre, vuelve a haber un pico de consumo, pero no de tal magnitud como el de julio debido a que las temperaturas se suavizan durante este mes. Con respecto a los meses de invierno, teniendo en cuenta que el análisis de la climatización únicamente es válido en aquellos edificios que tengan un sistema de calefacción que funcione mediante una fuente de energía eléctrica, ya que en estos casos ha sido contabilizado dicho consumo eléctrico por los “meters”, se aprecian valores similares de consumo en enero respecto a los de julio, pero no tan importantes; véase los edificios 5E o 5F-5H-5J.

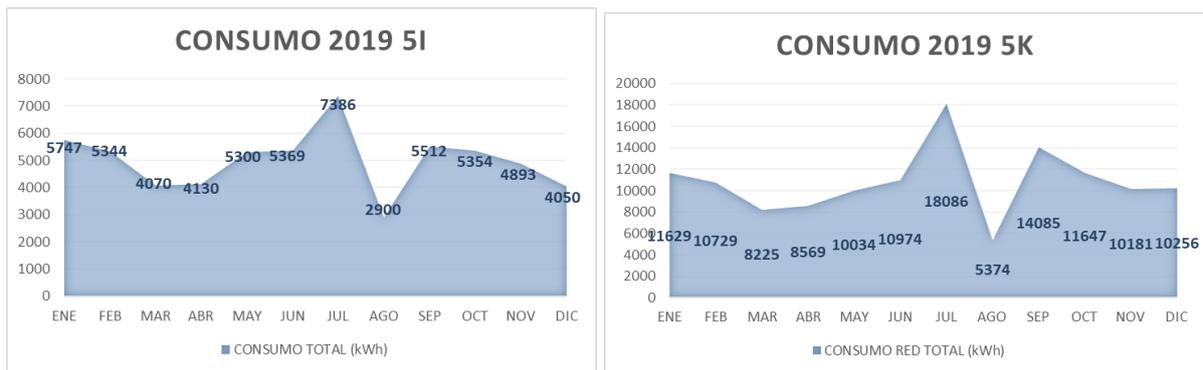


Figura 49. Consumo eléctrico de los edificios 5I y 5K en el año 2019

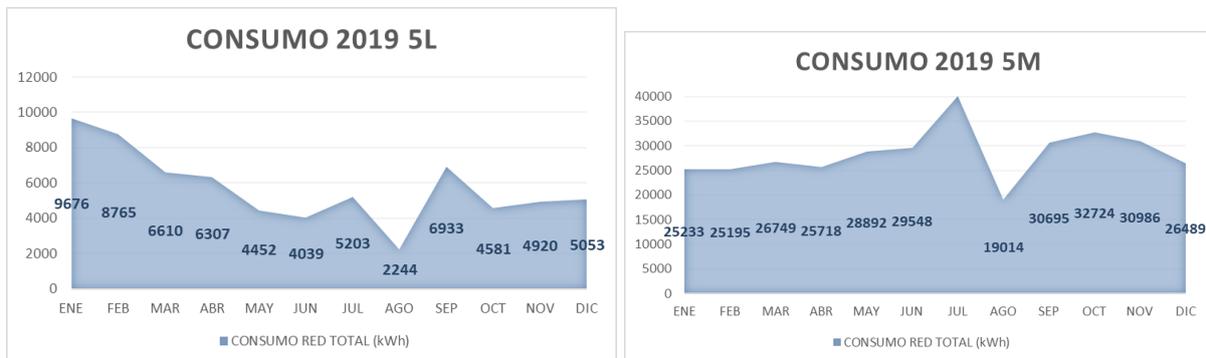


Figura 50. Consumo eléctrico de los edificios 5L y 5M en el año 2019

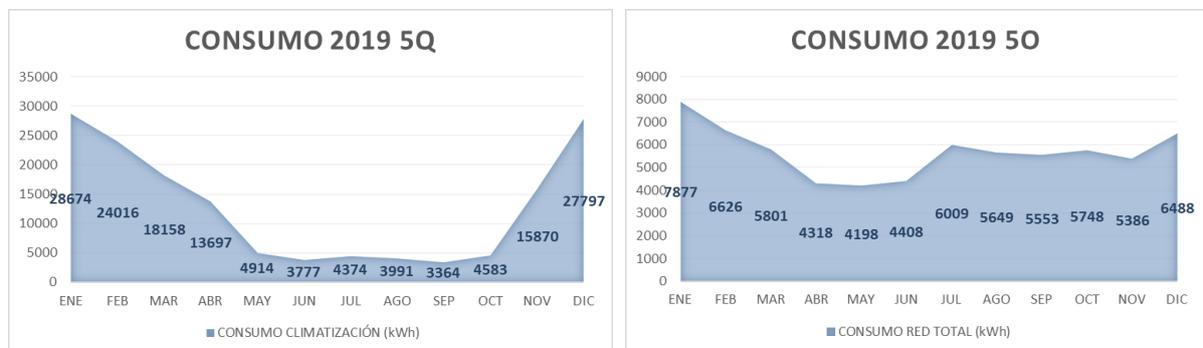


Figura 51. Consumo eléctrico de los edificios 5Q y 5O en el año 2019

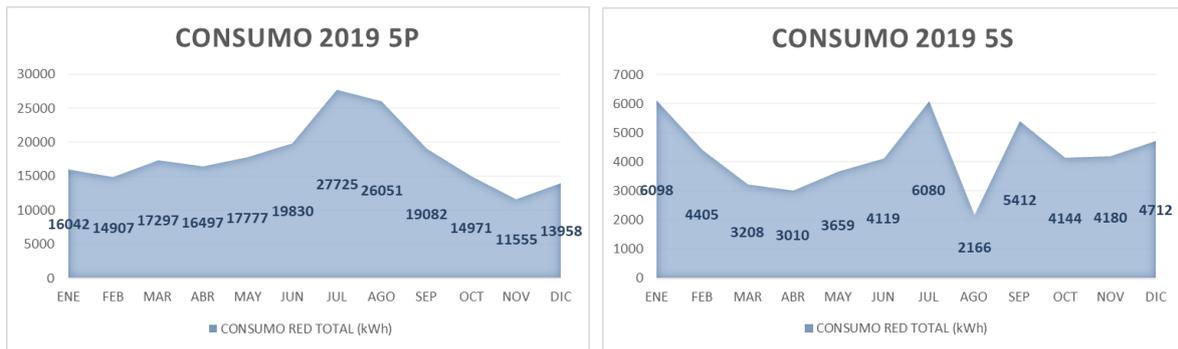


Figura 52. Consumo eléctrico de los edificios 5P y 5S en el año 2019

En los edificios mostrados en las últimas figuras, ya no se dispone de información sobre la climatización y solo está disponible el consumo eléctrico general de red. Sin embargo, se pueden apreciar las tendencias comentadas en el párrafo anterior sobre los picos de consumo eléctrico los meses de julio y enero, siendo, de nuevo, menor en el segundo respecto al primero; esto se observa en los edificios 5I, 5K, 5L, 5M y 5S. En los tres restantes, los consumos eléctricos son diferentes debido a que son edificios que cumplen funciones particulares: el 5Q es la sala de calderas, con lo cual, el consumo eléctrico se produce en los meses de invierno y está relacionado con el bombeo del agua caliente desde esta sala hacia los edificios cuya calefacción funciona gracias al gas natural de esta sala. El edificio 5O tiene un consumo relativamente constante a lo largo del año, ya que se trata de unos almacenes que no cuentan con sistema de climatización. Por último, el edificio 5P son los invernaderos, motivo por el cual en agosto se produce un consumo similar al de julio, ya que las instalaciones deben continuar refrigerándose para mantener en unas condiciones óptimas las plantas presentes en ellos.

Asimismo se calculó la gráfica con el consumo eléctrico anual de todos los edificios de la ETSII, el 5O, el 5P y el 5Q:

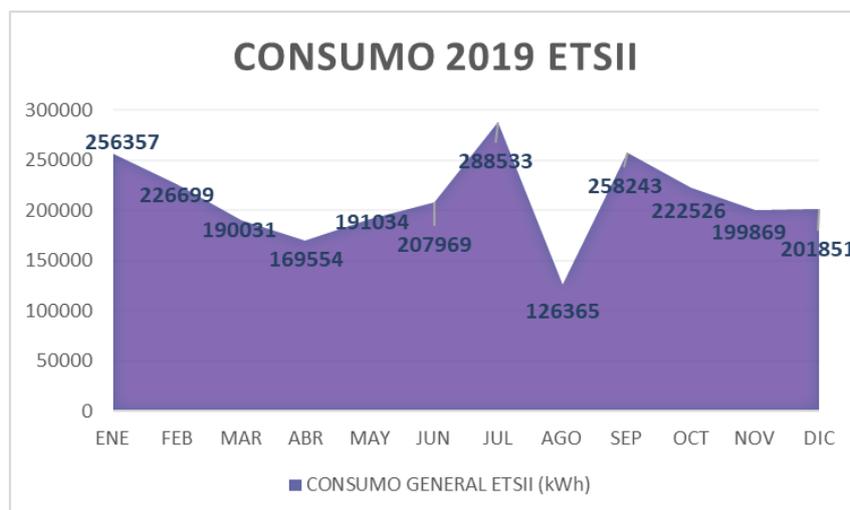


Figura 53. Consumo eléctrico anual en 2019 en los edificios pertenecientes al estudio

En esta gráfica se confirman las tendencias que se ven en los edificios individualmente: el máximo se produce en julio, en agosto se produce un descenso pronunciado, siendo el mes con el menor consumo eléctrico, y si no se tiene en cuenta dicho mes, el mes en el que menos se consume es abril, mes en el

que no se utiliza apenas climatización. Por último, en enero se produce un consumo similar al de julio, pero menor.

Con todos los consumos eléctrico mostrados, se realizaron una serie de clasificaciones con todos ellos para tener más información y decidir en cuáles actuar. En primer lugar, se realizó en función de su consumo eléctrico total en kWh:

Ranking Consumo Total Anual (kWh)	
5F+5H+5J	427906
5E	405189
5M	341306
5C+5D	302863
5P	215692
5N	169361
5Q	153215
5K	129789
5R	68857
5L	68783
5O	68061
5I	60055
5S	51193
5G	42943

Tabla 17. Ranking del consumo eléctrico anual total de los edificios 5X en kWh

Se puede apreciar que el 5F-5H-5J es el que tiene un mayor consumo eléctrico, sin embargo, esto es achacable a que es una agregación de 3 edificios; algo similar se puede decir de la agregación de los edificios 5C-5D. Respecto a los edificios 5E y 5M, remarcar que son de los edificios más grandes de la ETSII al contar con un considerable número de plantas. Por ello, aunque es importante conocer qué edificios consumen más debido a que actuar sobre los mayores consumos suele ser lo más rentable y se consiguen los mayores impactos, se necesita saber los kWh/m² consumidos para tener una visión más completa a la hora de tomar decisiones:

Ranking Consumo Total (kWh)/m2	
5Q	385,45
5M	94,90
5R	68,01
5I	67,55
5L	56,14
5K	54,62
5C+5D	45,46
5E	41,10
5F+5H+5J	40,77
5S	40,20
5N	37,57
5P	28,01
5G	21,16
5O	12,03

Tabla 18. Ranking del consumo eléctrico anual total en kWh/m²

Se ha incluido la sala de calderas del 5Q en el “ranking”, pero no se va a tener en consideración, ya que tiene un valor tan alto debido a que este edificio tiene unas dimensiones pequeñas y esto provoca que el valor sea excesivamente alto y no se pueda considerar representativo en la comparativa. Además, el consumo eléctrico que se produce en esta sala es básicamente el necesario para bombear el agua caliente desde dicha sala hacia el resto de edificios, con lo cual apenas existe margen de maniobra a la hora de actuar en este edificio. En segundo lugar se encuentra el edificio 5M, el cual además de un elevado consumo eléctrico en kWh/m², también lo tiene en kWh totales, lo cual produce que sea un edificio interesante a la hora de considerarlo para llevar a cabo medidas en él. Adicionalmente, la calefacción de este edificio funciona mediante gas natural, con lo cual, tratar de modificar este sistema ayudaría considerablemente a la idea de descarbonizar el campus. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este es un edificio bastante antiguo del cual no se tiene mucha información recopilada, por ello, aunque es un edificio interesante sobre el que podría estudiarse realizar medidas, es importante también conocer las limitaciones en este sentido.

A continuación, dados los edificios de los que se dispone de “meters” de climatización, se realizó un “ranking” con dicho consumo eléctrico por m²:

Ranking Consumo Climatización (kWh/m ²)	
5R	38,00
5C+5D	29,05
5N	17,21
5E	12,49
5F+5H+5J	10,62
5G	0,83

Tabla 19. Ranking del consumo eléctrico anual en climatización en kWh/m²

De este último ranking cabe destacar que los edificios 5N y 5F-5H-5J cuentan con un consumo eléctrico no muy elevado, lo cual es debido a que ambos sistemas funcionan gracias a un sistema centralizado de bombas de calor. Por otro lado, el 5R tiene el mayor consumo, sin embargo, debido a que este edificio es relativamente especial al contar con las instalaciones deportivas y funcionar su climatización a través de un sistema VRV relativamente nuevo, esto hace que no sea uno de los edificios más interesantes a la hora de implantar medidas en él. Por último y más interesante, está la agregación de edificios 5C y 5D, la cual cuenta con el segundo mayor consumo eléctrico de kWh/m² de todos ellos a pesar de que la calefacción en estos edificios funciona gracias al gas natural, es decir, la calefacción no está siendo considerada en el consumo de climatización de los “meters” y aun así tiene un elevado consumo en kWh/m² totales. Esto hace que sea un edificio interesante a la hora de considerarlo para implementar medidas, ya que tiene un consumo en climatización grande, la calefacción funciona mediante combustibles fósiles y además en el consumo total de kWh anuales, es el cuarto en el “ranking”. Por todo ello, es un edificio que se debe considerar a la hora de plantear medidas que ayuden a la descarbonización del campus.

Por último, habiendo analizado estos edificios, adicionalmente se encuentra el centro de datos del ASIC, cuyo análisis se realizó un tiempo después respecto al primero y del cual se estudió directamente su consumo eléctrico de climatización:



Figura 54. Consumo eléctrico en climatización del centro de datos del ASIC en 2019

Se aprecia un consumo eléctrico elevado y relativamente constante a lo largo de todo el año cuyo máximo es en agosto, similar al consumo de julio. Esto se debe a que al tratarse de una sala interior del edificio 4L y provenir principalmente el calor de los servidores que se encuentran dentro de ella, el frío necesario para refrigerar es relativamente constante al ser constante también el calor que aportan los servidores a la sala. En verano aumenta el consumo eléctrico ligeramente debido a que la temperatura exterior aumenta, pero este hecho no tiene una influencia tan grande como en el resto de espacios estudiados.

4.1.1 CONCLUSIONES

Expuesta la información y el análisis realizado, se llevaron a cabo una serie de reuniones con miembros de CATENERG y profesores asociados al IUIIE de la UPV, en las cuales se plantearon posibles soluciones que permitieran reducir las emisiones directas de CO₂ que se están produciendo en los edificios dentro del análisis. Al buscar reducir este tipo de emisiones, las ideas se focalizaron en la sala de calderas del edificio 5Q debido a su elevado consumo de gas natural. Finalmente, se decidió que las dos propuestas más viables e interesantes de entre todas ellas eran el cambio de calderas de gas natural en el 5Q por calderas de biomasa y bombas de calor y la instalación de un sistema con bomba de calor que aporte simultáneamente frío y calor. Esta decisión se tomó en base a diversos criterios, destacando el hecho de que ambas propuestas suponen un impacto directo en la descarbonización del campus, implicando un descenso en el consumo de combustibles fósiles en la universidad al reducir la utilización de estas calderas.

Con respecto a la segunda propuesta de la bomba de calor con aporte simultáneo de frío y calor, la cual es la desarrollada en este trabajo, se pretende estudiar si es viable reproducir a menor escala el proyecto SESI de la Universidad de Stanford, el cual tiene un gran potencial. Se ha seleccionado esta opción, ya que se considera una vía de estudio muy interesante el estudio de consumos de frío y calor simultáneos y lograr satisfacer ambos con una única bomba de calor aprovechando el potencial de recuperación de calor útil que tienen éstas. En este sentido, el sistema planteado en la UPV pretende

cubrir, en primer lugar, las necesidades de refrigeración del centro de datos del ASIC, el cual necesita un aporte de frío durante todos los días del año y que hasta ahora ha sido suministrado por un conjunto de enfriadoras. Durante esta producción de frío, se pretende aprovechar todo el calor que se ha estado generando en el foco caliente al mismo tiempo y que hasta ahora ha sido desperdiciado enviándolo al ambiente exterior a través del condensador y en lugar de eso, emplearlo para satisfacer las demandas de calor de otros edificios. Por ello, es importante destacar que el punto central del trabajo es este centro de datos, ya que de su demanda frigorífica va a depender el consecuente calor que vaya a haber disponible procedente de la bomba de calor. Respecto a las demandas de calor, se va a reemplazar el sistema de calefacción en aquellos edificios que utilicen gas natural procedente de la sala de calderas del 5Q, habiendo seleccionado la agregación 5C-5D y los invernaderos 5P. De esta manera, se logra un aporte considerable a la descarbonización del campus, ya que, por una parte, la renovación de equipos en el sistema de climatización del centro de datos implica una mejora en su eficiencia energética, produciendo una disminución de las emisiones indirectas de CO₂ asociadas al consumo eléctrico. Por otra parte, dado un consumo eléctrico más eficiente y similar al que ha habido hasta ahora por parte de las enfriadoras, se logra cubrir con él las demandas de calefacción de edificios cuyo sistema funciona mediante gas natural, es decir, combustibles fósiles, lo cual implica una reducción considerable de las emisiones directas de CO₂ asociadas a dicho consumo de gas en la universidad.

4.2 AGREGACIÓN DE EDIFICIOS 5C-5D

4.2.1 ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

En primer lugar, se va a mostrar una imagen de los dos edificios para ubicarlos en la universidad y tener más claro qué instalaciones se están estudiando:



Figura 55. Edificios 5C y 5D

El edificio en el centro de la imagen es el 5C, mientras que el siguiente a la derecha es el 5D. Ubicados los edificios, antes de proceder al análisis de los resultados obtenidos, se va a realizar una descripción de cómo funciona el sistema de climatización en estos edificios. Respecto a la calefacción, esta

funciona gracias a las calderas del edificio 5Q, las cuales son de gas natural. De dicha sala sale agua que ha sido calentada a 80°C y que es enviada por una red de tuberías hasta la agregación de edificios 5C y 5D. En el trayecto, pierde entre 5 y 7°C y llega a 73°C aproximadamente. Este agua atraviesa al llegar unos intercambiadores de calor que disminuyen la temperatura del agua hasta los 45°C aproximadamente, ya que los dispositivos instalados para calefacción en ambos edificios están preparados para trabajar a esta temperatura. Esta disminución de temperatura de casi 30°C supone una gran pérdida energética que no se está aprovechando. Tras disminuir la temperatura, este agua es destinada a una serie de UTAs (Unidad de Tratamiento de Aire) de tamaño considerable y a Fan Coils, en los cuales mediante intercambiadores de calor se le extrae el calor al agua y se le aporta al aire que va a ser enviado a los diferentes espacios para climatizarlos. A continuación, se puede observar un esquema simplificado de cómo funciona el sistema de calefacción en el edificio 5D, facilitado por el Servicio de Infraestructuras de la UPV:

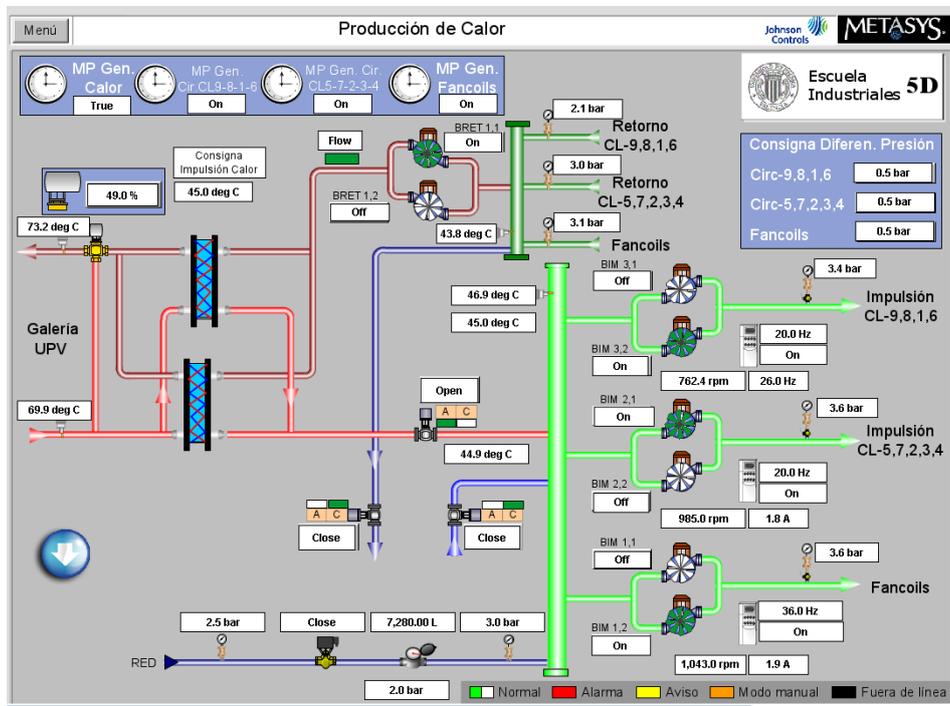


Figura 56. Esquema del sistema de calefacción del edificio 5D

En cuanto a la refrigeración, se utilizan dos enfriadoras ubicadas en la cubierta del edificio 5D, de la marca “York”, cuyo modelo es “YLAA 0360 SE LS”. De ellas sale agua enfriada a 7°C, que al igual que la caliente, va a ser distribuida por una red de tuberías hacia las mismas UTAs y Fan Coils para enfriar el aire que va a ser suministrado para climatizar los diferentes espacios.

4.2.2 CÁLCULO DE LAS DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

Partiendo de los datos de consumo eléctrico del análisis realizado en Excel, se les ha aplicado su EER correspondiente y los valores de refrigeración térmicos mensuales son los siguientes:

AGREGACIÓN 5C-5D		
SUPERFICIE [m2]	REFRIGERACIÓN [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh/m2]
4459,77		
TOTAL	254125	56,98
ENERO	-	-
FEBRERO	-	-
MARZO	-	-
ABRIL	-	-
MAYO	25782,5	5,78
JUNIO	39737,5	8,91
JULIO	70787,5	15,87
AGOSTO	11785	2,64
SEPTIEMBRE	63900	14,33
OCTUBRE	42132,5	9,45
NOVIEMBRE	-	-
DICIEMBRE	-	-

Tabla 20. Demanda térmica de refrigeración mensual en la agregación 5C-5D

4.2.3 SIMULACIÓN ENERGÉTICA (CYPE)

Tras los pasos descritos en la metodología, se procedió a simular energéticamente los edificios 5C y 5D de manera conjunta. En referencia a la zona climatizada, este programa aporta como salida, la superficie que ha sido climatizada y los kWh/m² que han sido necesarios tanto en calefacción como en refrigeración mensualmente. De las zonas no climatizadas, aporta las temperaturas máximas y mínimas que se han producido cada mes:

Energía de calefacción y temperaturas mínimas															
Zona		Superficie (m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Z01_Zonas_climatizadas	■ kWh/m ²	4459.27	7.33	5.13	2.82	-	-	-	-	-	-	-	2.1	6.06	23.45
Z02_Zonas_no_climatizadas	□ °C		16.4	16.3	17.5	18.8	19.6	22.3	23.6	23.9	22.7	21.2	16.9	15.2	
Total	kWh/m ²	4459.27	7.33	5.13	2.82	-	-	-	-	-	-	-	2.1	6.06	23.45

Energía de refrigeración y temperaturas máximas															
Zona		Superficie (m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Z01_Zonas_climatizadas	■ kWh/m ²	4459.27	-	-	-	-	4.49	10.52	13.92	6.23	13.71	5.89	-	-	54.76
Z02_Zonas_no_climatizadas	□ °C		21.6	21.8	23.9	24.7	24.9	27.2	26.4	25.9	26.8	25.9	24.1	21.8	
Total	kWh/m ²	4459.27	-	-	-	-	4.49	10.52	13.92	6.23	13.71	5.89	-	-	54.76

Tabla 21. Energías térmicas de calefacción y refrigeración y temperaturas máximas y mínimas de los edificios 5C-5D

Al mismo tiempo, aporta información más detallada sobre las condiciones que ha habido en el edificio mensualmente, como la temperatura o la humedad:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura exterior mínima	*C	-1.2	2.9	2.8	6.3	7	13.4	15.9	16.4	15.3	10.4	5.8	-1.9
Temperatura exterior máxima	*C	18	22.8	26.4	25.6	29.2	31.2	35.9	34.2	33.4	31.5	23.8	20.6
Humedad relativa exterior media	%	64	73	64	59	74	68	62	73	71	76	70	65
Temperatura operativa interior mínima	*C	15.7	16.2	17.1	18.4	19.4	21.9	22	23.1	22	20.5	16.6	14.7
Temperatura operativa interior máxima	*C	22.9	23.9	26.2	26.7	24.9	27.2	26.4	26.3	26.8	25.9	25.5	23.1
Temperatura media del aire interior	*C	19.4	19.6	20.7	21.8	22.8	24.1	24	24.3	23.9	23.1	21.3	19.5
Humedad relativa interior media	%	65	68	66	64	75	73	72	62	75	75	71	64

Tabla 22. Condiciones operativas mensuales en los edificios 5C-5D

Al mismo tiempo, aporta las demandas térmicas mensuales de refrigeración y calefacción y las subdivide en función del motivo por el que se ha producido esa demanda, ya sea por la ocupación, la iluminación, etc., información que puede apreciarse en la siguiente imagen:

Demanda de calefacción	kWh	32707.6	22881.2	12582.1	-	-	-	-	-	-	9378.92	27040.7	104590	
Demanda de refrigeración	kWh	-	-	-	-	20016.3	46927.1	62063.4	27765.5	61137.3	26260.5	-	244170	
Aporte de energía: Elementos opacos	kWh	6386.37	5310.25	5911.8	5558.09	4167.87	5742.73	17905.5	12058.9	8747.32	4470.71	4940.89	6702.62	87903
Pérdida de energía: Elementos opacos	kWh	54601.7	46848	45760.3	39318.7	30460.4	17792.2	8714.78	4038.13	11464.1	27229	40908.1	50482.1	377617
Aporte de energía: Huecos, total	kWh	10281	10246.5	12228.1	14283.5	14164.4	17070.3	21207	19769.7	17104	14350.2	10257.1	9527.35	170489
Pérdida de energía: Huecos, total	kWh	8769.44	7134.3	7062.73	5765.01	4097.44	2523.83	937.17	901.27	1750.18	4300.24	6658.14	8734.2	58634
Aporte de energía: Huecos, radiación solar	kWh	12377.3	12105.6	14373.7	16084.2	15212.9	16274.3	16965.1	16328.5	14771.8	14089.2	11575.9	11330.6	171489
Aporte de energía: ACS	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aporte de energía: Ocupación	kWh	30124.4	26350.8	29165	27608.7	30124.4	27907.2	10676.4	-	26649.3	30124.4	28866.5	27907.2	295504
Aporte de energía: Iluminación	kWh	7094.78	6233.09	6929.67	6520.32	7094.78	6642.44	5105.25	-	6355.21	7094.78	6807.55	6642.44	72520.3
Consumo de electricidad	kWh	7094.78	6233.09	6929.67	6520.32	7094.78	6642.44	5105.25	-	6355.21	7094.78	6807.55	6642.44	72520.3
Aporte de energía: Equipamiento	kWh	9344.77	8301.33	9320.67	8661.7	9344.77	8972.86	8479.38	389.24	8637.6	9344.77	8996.96	8985.41	98779.5
Aporte de energía: Ventilación	kWh	0	3.53	8.1	16.31	686.34	5074.45	9168.84	902.01	8573.77	1162.74	0.51	0	25596.6
Pérdida de energía: Ventilación	kWh	32031.5	24789.2	22795.4	16789.7	10148	3358.87	314.61	194.97	1040.42	7976.89	21117.4	27180.8	167738
Número de renovaciones hora: Ventilación e infiltraciones		0.55	0.54	0.53	0.51	0.52	0.49	0.27	0.04	0.46	0.52	0.53	0.52	0.46

Tabla 23. Demandas térmicas de calefacción y refrigeración detalladas de los edificios 5C-5D

Como demandas térmicas totales, la de calefacción suma un total de 104590 kWh anuales y la refrigeración, 244170 kWh.

A su vez el programa genera una serie de documentos durante la simulación, como son el análisis del consumo, de la demanda, del confort interior y la calificación energética de la agregación. Todos ellos, pueden encontrarse en el anexo "8. Listados de la agregación 5C-5D generados en la simulación en CYPE". Con respecto al análisis de demanda energética, este aporta información interesante y detallada sobre cada espacio y las necesidades que ha requerido y también pueden encontrarse gráficos interesantes sobre el consumo térmico de potencia y energía y el balance de energía térmica anual, los cuales se pueden observar a continuación:

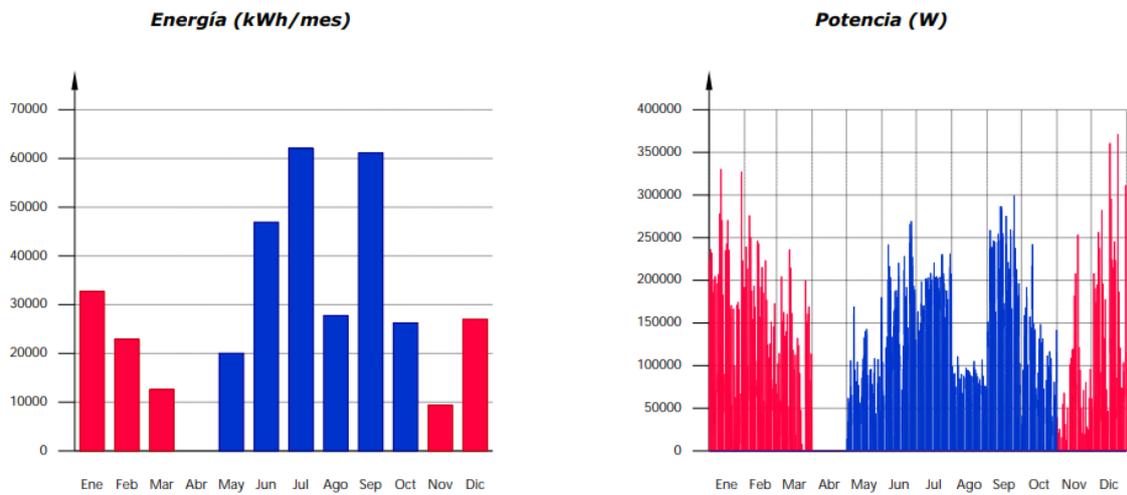


Figura 57. Demanda térmica mensual de calefacción y refrigeración de la agregación 5C-5D

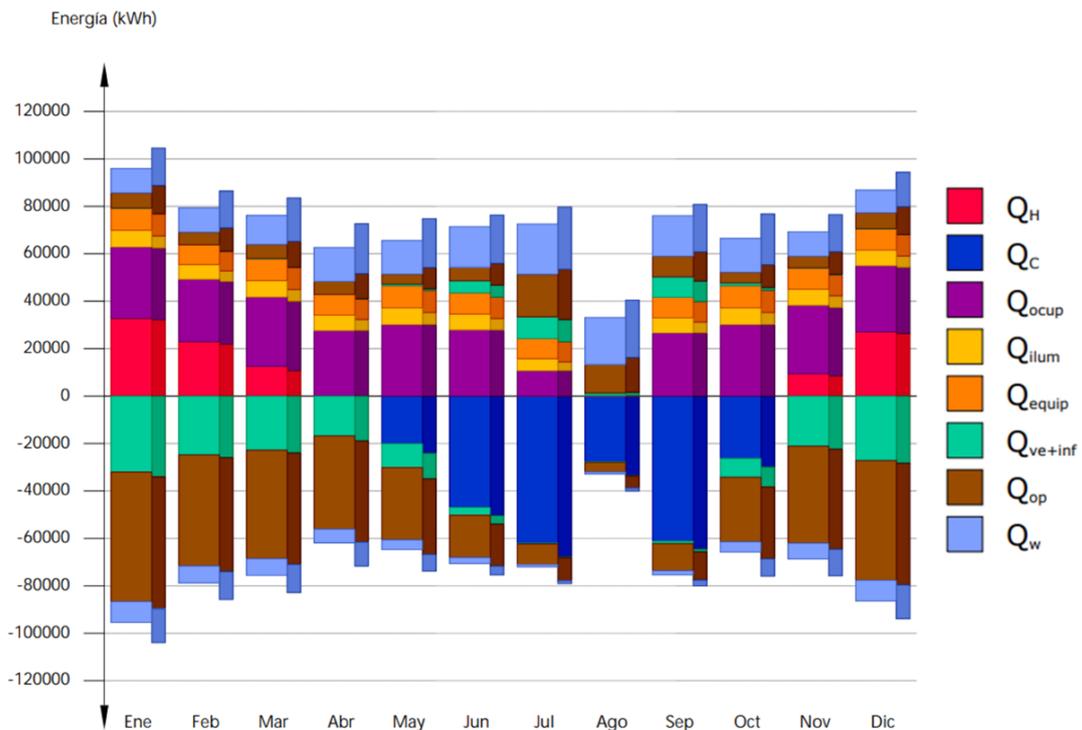


Figura 58. Balance de energía térmica anual de la agregación 5C-5D

Respecto a la leyenda de la última figura mostrada, Q_H y Q_C se refieren al aporte necesario de calefacción y refrigeración respectivamente, Q_{ocup} , Q_{ilum} y Q_{equip} a las ganancias de calor internas debidas a ocupación, iluminación y equipamiento interno, Q_{ve+inf} se trata de la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones y por último, Q_{op} y Q_w se refieren a la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros respectivamente.

Al mismo tiempo, tras la simulación, CYPE genera una serie de archivos en formato idf, los cuales han permitido conocer la demanda horaria de climatización de estos edificios, información utilizada más adelante para analizar el funcionamiento del nuevo sistema de climatización con la bomba de calor.

4.2.4 ESTIMACIÓN OBTENIDA DEL CONSUMO DE GAS NATURAL Y LA DEMANDA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

Referente a la estimación sobre el consumo de gas natural realizada en Excel, tras dividir los consumos eléctricos de los edificios 5E y 5N entre las superficies climatizadas respecto al total y tras aplicarles los coeficientes COP y EER a los consumos eléctricos de calefacción y refrigeración respectivamente, las demandas térmicas de estos edificios en kWh/m² son las siguientes:

	DEMANDA 5E		DEMANDA 5N	
	REFRIGERACIÓN	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	CALEFACCIÓN
TOTAL (kWh/m²*año)	34,16	14,50	44,37	22,64
ENERO (kWh/m ² *mes)	0,00	4,14	0,00	6,84
FEBRERO (kWh/m ² *mes)	0,00	3,46	0,00	5,51
MARZO (kWh/m ² *mes)	0,00	1,98	0,00	1,70
ABRIL (kWh/m ² *mes)	0,00	0,00	0,00	0,00
MAYO (kWh/m ² *mes)	2,06	0,00	3,35	0,00
JUNIO (kWh/m ² *mes)	4,53	0,00	9,85	0,00
JULIO (kWh/m ² *mes)	10,89	0,00	5,98	0,00
AGOSTO (kWh/m ² *mes)	5,45	0,00	0,68	0,00
SEPTIEMBRE (kWh/m ² *mes)	7,37	0,00	15,76	0,00
OCTUBRE (kWh/m ² *mes)	3,86	0,00	8,74	0,00
NOVIEMBRE (kWh/m ² *mes)	0,00	2,32	0,00	3,75
DICIEMBRE (kWh/m ² *mes)	0,00	2,60	0,00	4,83

Tabla 24. Demandas térmicas mensuales de los edificios 5E y 5N en kWh/m²

Tras aplicar estos coeficientes a las superficies correspondientes a los edificios 5C y 5D, los resultados son los mostrados en la Tabla 25 a continuación:

Estimación 5C-5D	DEMANDA AULAS		DEMANDA RESTO	
	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]
TOTAL (kWh/año)	1521,68		2937,59	
ENERO (kWh/mes)	0,00	10405,00	0,00	12170,78
FEBRERO (kWh/mes)	0,00	8389,98	0,00	10166,83
MARZO (kWh/mes)	0,00	2589,04	0,00	5828,28
ABRIL (kWh/mes)	0,00	0,00	0,00	0,00
MAYO (kWh/mes)	5101,84	0,00	6058,78	0,00
JUNIO (kWh/mes)	14984,82	0,00	13295,15	0,00
JULIO (kWh/mes)	9104,53	0,00	31997,45	0,00
AGOSTO (kWh/mes)	1037,93	0,00	16010,32	0,00
SEPTIEMBRE (kWh/mes)	23978,90	0,00	21659,08	0,00
OCTUBRE (kWh/mes)	13304,17	0,00	11328,03	0,00
NOVIEMBRE (kWh/mes)	0,00	5713,84	0,00	6802,60
DICIEMBRE (kWh/mes)	0,00	7347,50	0,00	7627,48

Tabla 25. Estimación de las demandas térmicas mensuales fraccionadas en la agregación 5C-5D en kWh

Finalmente, tras sumarlas, la demanda térmica estimada en la agregación es la mostrada en la Tabla 26:

Estimación 5C-5D	DEMANDA TOTAL	
	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]
TOTAL (kWh/año)	167861,00	77041,31
ENERO (kWh/mes)	0,00	22575,78
FEBRERO (kWh/mes)	0,00	18556,81
MARZO (kWh/mes)	0,00	8417,32
ABRIL (kWh/mes)	0,00	0,00
MAYO (kWh/mes)	11160,62	0,00
JUNIO (kWh/mes)	28279,97	0,00
JULIO (kWh/mes)	41101,98	0,00
AGOSTO (kWh/mes)	17048,25	0,00
SEPTIEMBRE (kWh/mes)	45637,98	0,00
OCTUBRE (kWh/mes)	24632,20	0,00
NOVIEMBRE (kWh/mes)	0,00	12516,44
DICIEMBRE (kWh/mes)	0,00	14974,97

Tabla 26. Estimación de las demandas térmicas mensuales totales en la agregación 5C-5D
Respecto al promedio de kWh/m² de la estimación realizada:

Estimación 5C-5D	Total	Aulas	Resto	Valores promedio
Superficie [m ²]	4459,27	1521,68	2937,59	
% Superficie total		34%	66%	
Calefacción [kWh/m ²]		22,64	14,50	17,28
Refrigeración [kWh/m ²]		44,37	34,16	37,64

Tabla 27. Estimación de los kWh/m² en climatización de la agregación 5C-5D

4.2.5 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Tras mostrar los resultados de los cálculos hechos en referencia a los edificios 5C y 5D, es necesario validar los resultados obtenidos en la simulación comprobando la desviación cometida. Comenzando con la refrigeración, se comparan los resultados obtenidos en CYPE y los datos de consumo del análisis inicial de Excel, ambos dados en kWh térmicos:

	Excel		CYPE		Desviación
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	
TOTAL	254125	56,98	244170,1	54,7556214	3,9%
ENERO	-	-	-	-	
FEBRERO	-	-	-	-	
MARZO	-	-	-	-	
ABRIL	-	-	-	-	
MAYO	25782,5	5,78	20016,3	4,49	
JUNIO	39737,5	8,91	46927,1	10,52	
JULIO	70787,5	15,87	62063,4	13,92	
AGOSTO	11785	2,64	27765,5	6,23	
SEPTIEMBRE	63900	14,33	61137,3	13,71	
OCTUBRE	42132,5	9,45	26260,5	5,89	
NOVIEMBRE	-	-	-	-	
DICIEMBRE	-	-	-	-	

Tabla 28. Comparación de resultados entre Excel y simulación en CYPE de la agregación 5C-5D

Como se puede apreciar, la simulación es relativamente precisa, ya que, si se calcula la desviación en CYPE respecto a los consumos en Excel, esta tiene un valor de 3,9%, menos de un 5%, lo cual entra dentro de un margen de desviación válido.

Referente a la estimación, se van a comparar las demandas de calefacción de ésta con la simulación en CYPE, de nuevo todos los datos en kWh térmicos:

	DEMANDA TOTAL ESTIMACIÓN		DEMANDA TOTAL CYPE		Desviación
	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	
TOTAL	167861.0021	77041.31474	244170.1	104590.52	26.3%
ENERO	-	22575.78	-	32707.6	
FEBRERO	-	18556.81	-	22881.2	Desviación
MARZO	-	8417.32	-	12582.1	Calefacción
ABRIL	-	-	-	-	31.2%
MAYO	11160.62	-	20016.3	-	
JUNIO	28279.97	-	46927.1	-	
JULIO	41101.98	-	62063.4	-	
AGOSTO	17048.25	-	27765.5	-	
SEPTIEMBRE	45637.98	-	61137.3	-	
OCTUBRE	24632.20	-	26260.5	-	
NOVIEMBRE	-	12516.44	-	9378.92	
DICIEMBRE	-	14974.97	-	27040.7	

Tabla 29. Comparación de resultados entre estimación y simulación en CYPE de la agregación 5C-5D

En este caso, tanto en la calefacción como en la refrigeración, se aprecia una desviación considerablemente mayor, ya que puede observarse que la simulación en CYPE ha dado unos valores de climatización mayores a los obtenidos con la estimación procedente de los edificios 5E y 5N. Sin embargo, es importante recordar que en el análisis realizado sobre el consumo en los edificios de la ETSII, la agregación de edificios del 5C-5D tenía un consumo total en climatización por metro cuadrado de 29,05 kWh/m², mientras que en el edificio 5E era de 12,49 kWh/m² y de 17,21 kWh/m² en el 5N. Esto explica que al trasladar los kWh/m² de los edificios 5E y 5N al 5C-5D en la estimación, ésta genere unos valores inferiores a los consumos que realmente se están produciendo en los edificios 5C y 5D. Se puede decir que la estimación está infradimensionada. Por ello, el hecho de que la simulación en CYPE tenga unos valores en las demandas de calefacción superiores a la estimación, implica que la simulación se está acercando en mayor medida a la realidad. Por tanto, aunque la desviación sea ciertamente mayor en este caso, se ha considerado para el estudio que entra dentro del margen de seguridad aceptable.

4.3 INVERNADEROS 5P

4.3.1 ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Al igual que con la agregación anterior, va a mostrarse una imagen de estos invernaderos para tener más claro qué instalaciones se están analizando:



Figura 59. Invernaderos 5P

Se va a realizar una descripción sobre las instalaciones de climatización antes de mostrar los resultados de la simulación realizada. Con respecto a la calefacción, en cada uno de los invernaderos se encuentra un aerotermo que recibe agua caliente procedente de las calderas del edificio 5Q a 75-80°C y gracias al intercambiador de calor con el que cuenta, calefacta el aire que va a ser utilizado para la climatización. Al estar ambas instalaciones próximas entre ellas, el agua calentada mediante gas natural en las calderas apenas pierde calor, ya que la temperatura de consigna en estas es de 80°C y los aerotermos están preparados para trabajar entre 75 y 80°C. Con respecto a la refrigeración, en cada invernadero se encuentra disponible un dispositivo de “cooling” que se encarga de enfriar el aire entrante y cuentan con un sistema que permite una distribución uniforme del aire frío a lo largo de cada espacio.

4.3.2 CÁLCULO DE LAS DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

Se ha aplicado el EER estipulado en 2,5 a los consumos eléctricos de refrigeración correspondientes a estas instalaciones calculados en el análisis previo en Excel, aportando los siguientes resultados:

Invernaderos 5P	REFRIGERACIÓN [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh/m2]
TOTAL	283005,6	63,46
ENERO	-	-
FEBRERO	-	-
MARZO	-	-
ABRIL	-	-
MAYO	17777	3,99
JUNIO	53541	12,01
JULIO	74857,5	16,79
AGOSTO	70337,7	15,77
SEPTIEMBRE	51521,4	11,55
OCTUBRE	14971	3,36
NOVIEMBRE	-	-
DICIEMBRE	-	-

Tabla 30. Demanda térmica de refrigeración en los invernaderos 5P

4.3.3 SIMULACIÓN ENERGÉTICA (CYPE)

Referente a la simulación, habiendo detallado en la metodología toda la información introducida en CYPE, la simulación energética de los invernaderos muestra los siguientes resultados:

Energía de calefacción y temperaturas mínimas															
Zona		Superficie (m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Z01_Zona_comun	■ kWh/m ²	5949.07	12.55	9.68	5.4	-	-	-	-	-	-	-	8.07	13.3	49
Total	kWh/m ²	5949.07	12.55	9.68	5.4	-	-	-	-	-	-	-	8.07	13.3	49

Energía de refrigeración y temperaturas máximas															
Zona		Superficie (m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Z01_Zona_comun	■ kWh/m ²	5949.07	-	-	-	-	0.69	10.74	14.2	15.08	10.46	1.6	-	-	52.77
Total	kWh/m ²	5949.07	-	-	-	-	0.69	10.74	14.2	15.08	10.46	1.6	-	-	52.77

Tabla 31. kWh/m² de calefacción y refrigeración de los invernaderos 5P

En este caso, a diferencia de la agregación de los edificios 5C y 5D, todos los espacios están climatizados, con lo cual, se puede observar en la tabla los kWh/m² de calefacción en el cuadro superior y de refrigeración en el inferior. Respecto a las condiciones operativas mensuales, pueden apreciarse en la siguiente tabla:

Temperatura exterior mínima	°C	-1.2	2.9	2.8	6.3	7	13.4	15.9	16.4	15.3	10.4	5.8	-1.9
Temperatura exterior máxima	°C	18	22.8	26.4	25.6	29.2	31.2	35.9	34.2	33.4	31.5	23.8	20.6
Humedad relativa exterior media	%	64	73	64	59	74	68	62	73	71	76	70	65
Temperatura operativa interior mínima	°C	12.9	14.8	15.5	16.2	11.9	15.9	19.8	20.4	18.6	13.5	14.6	12.9
Temperatura operativa interior máxima	°C	27.2	32.1	37.9	37.9	37.4	38.9	41.3	40.5	36.7	35	31	26.4
Temperatura media del aire interior	°C	17.2	18.8	20	23.4	19.4	23.1	27	26.9	24.1	19.7	19.2	17.2
Humedad relativa interior media	%	42	46	42	35	69	63	57	67	67	72	54	44

Tabla 32. Condiciones operativas mensuales en los edificios 5C-5D

Se puede observar que las temperaturas máximas y mínimas en el interior de los invernaderos varían en gran medida, especialmente en verano, alcanzando los 41°C en julio. Tal y como se ha explicado en la metodología, esto es así debido a que el sistema de climatización no es capaz de mantener la temperatura de consigna por cómo está construido. En invierno, la temperatura interior alcanza cotas bajas en los meses de enero y diciembre, pero no es tan importante este descenso. En cualquier caso, aunque las temperaturas máximas y mínimas fluctúen considerablemente a lo largo del año, la temperatura media del aire interior se mantiene en unos márgenes aceptables respecto a la temperatura de consigna mensual marcada. Referente al desglose de las demandas térmicas mensuales de calefacción y refrigeración:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

Demanda de calefacción	kWh	74655.1	57579.1	32130.8	-	-	-	-	-	-	48023.3	79093.2	291482	
Demanda de refrigeración	kWh	-	-	-	-	4116.48	63921.8	84474.4	89696.3	62206.8	9507.48	-	-	313923
Aporte de energía: Elementos opacos	kWh	105276	107625	159506	194199	214396	220989	249263	233585	187341	162831	104713	94592.4	2.03432e+006
Pérdida de energía: Elementos opacos	kWh	141912	154114	209665	260322	258917	280353	309107	281451	214577	194872	134228	126389	2.56591e+006
Aporte de energía: Huecos, total	kWh	207614	233231	359031	457355	523989	588748	635837	568769	427333	351086	212578	180250	4.74582e+006
Pérdida de energía: Huecos, total	kWh	153577	141373	159966	172459	87123.1	88483.3	103030	98989.3	83648.4	77806.5	119659	148161	1.43428e+006
Aporte de energía: Huecos, radiación solar	kWh	301647	341407	509937	659847	682531	746345	811104	718844	532417	438021	296959	260795	6.29986e+006
Aporte de energía: ACS	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aporte de energía: Ocupación	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aporte de energía: Iluminación	kWh	13278.3	11993.3	13278.3	12850	13278.3	12850	13278.3	13278.3	12850	13278.3	12850	13278.3	156341
Consumo de electricidad	kWh	13278.3	11993.3	13278.3	12850	13278.3	12850	13278.3	13278.3	12850	13278.3	12850	13278.3	156341
Aporte de energía: Equipamiento	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aporte de energía: Ventilación	kWh	-	-	-	-	77.62	10151.6	5090.38	6918.73	11587.6	3482.05	-	0.07	37308
Pérdida de energía: Ventilación	kWh	64801.9	67086.8	124284	145102	311196	307616	315797	272289	212013	190130	84059.7	57678.7	2.15206e+006
Número de renovaciones hora: Ventilación e infiltraciones		1.5	1.49	2.87	2.88	30.11	30.1	28.6	28.58	30.05	30.05	2.86	1.48	15.88

Tabla 33. Demandas térmicas de calefacción y refrigeración detalladas en los invernaderos 5P

Se han obtenido unas demandas térmicas totales de calefacción y refrigeración de 291.482 y 313.923 kWh respectivamente, siendo los meses pico de consumo enero y diciembre en calefacción y julio y agosto en refrigeración. Dentro del desglose, el mayor aporte de energía se ha producido a través de los cristales, superficie que abarca la mayor parte de estas instalaciones, como se puede observar en el apartado “Aporte de energía: Huecos, radiación solar”. Por otro lado, a través de los elementos opacos se ha transmitido una gran cantidad de energía, tanto si se trata de pérdida como de aporte, lo cual se debe al insuficiente aislamiento con el que cuentan los cerramientos. El último aspecto que se debe comentar es la ventilación, la cual al tener un valor tan elevado en verano, 30 ren/h, ayuda a reducir el calor en el interior de los invernaderos, generando grandes pérdidas, mientras que en invierno, se reducen estas al haber disminuido a su vez la cantidad de renovaciones por hora que se producen.

Se han utilizado los archivos generados por CYPE referentes al informe de la demanda térmica de estos, pudiéndose encontrar además de éste, el informe de consumo y la calificación energética de las instalaciones en el capítulo “11. Listados de los invernaderos 5P generados en la simulación en CYPE” de los Anexos. En cuanto al informe de demanda, pueden observarse a continuación los gráficos referentes a la demanda térmica de los invernaderos y el balance de energía térmica:

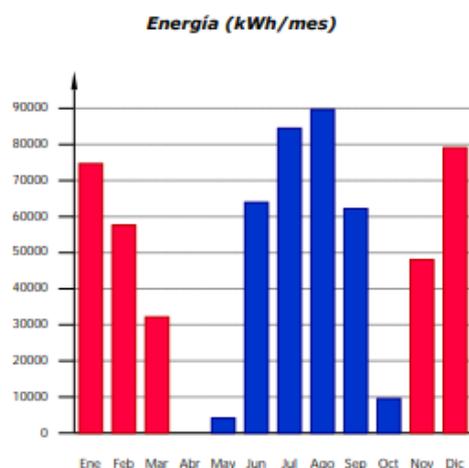


Figura 60. Demanda térmica mensual de calefacción y refrigeración de los invernaderos 5P

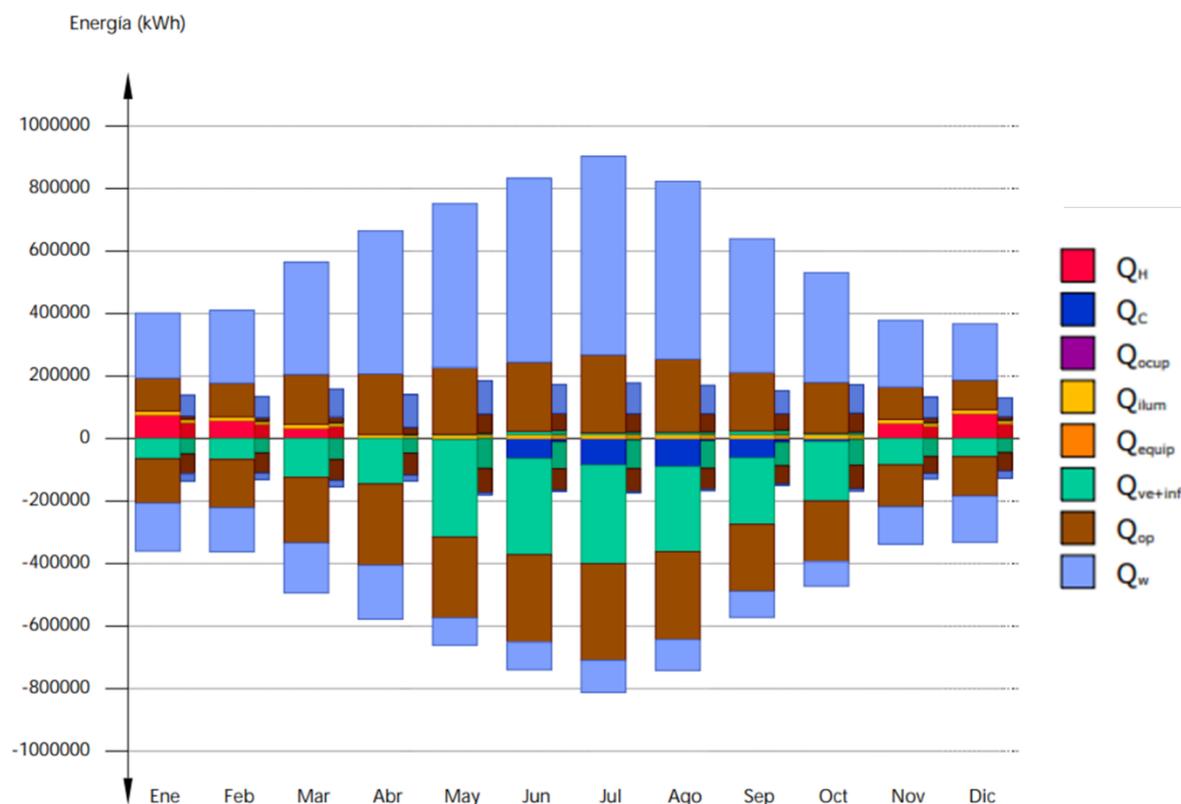


Figura 61. Balance de energía térmica anual de los invernaderos 5P

La leyenda de la figura anterior es la misma que la que se ha empleado anteriormente en el balance de energía térmica de la agregación de edificios 5C-5D: Q_H y Q_C se refieren al aporte necesario de calefacción y refrigeración respectivamente, Q_{ocup} , Q_{ilum} y Q_{equip} a las ganancias de calor internas debidas a ocupación, iluminación y equipamiento interno, Q_{ve+inf} se trata de la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones y por último, Q_{op} y Q_w se refieren a la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros respectivamente.

Por otra parte, al igual que se ha mencionado en la agregación de edificios 5C-5D, se han utilizado los archivos idf generados durante la simulación, ya que estos aportan la información sobre la demanda horaria de climatización de estos edificios, la cual ha sido utilizada más adelante para analizar el funcionamiento del nuevo sistema de climatización con la bomba de calor.

4.3.4 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Para validar los valores obtenidos en la simulación en CYPE, se ha comparado esta demanda térmica calculada y la demanda de refrigeración obtenida a través del análisis de consumos tras convertir dichas demandas eléctricas en kWh térmicos al aplicar el correspondiente EER. Pueden observarse a continuación dichas demandas térmicas:

	Excel		CYPE		Desviación
	kWh	kWh/m2	kWh	kWh/m2	
TOTAL	283005,60	47,57	313923,26	52,76	10,9%
ENERO	-	-	-	-	-
FEBRERO	-	-	-	-	-
MARZO	-	-	-	-	-
ABRIL	-	-	-	-	-
MAYO	17777	2,99	4116,48	0,69	
JUNIO	53541	9,00	63921,8	10,74	
JULIO	74857,5	12,58	84474,4	14,20	
AGOSTO	70337,7	11,82	89696,3	15,08	
SEPTIEMBRE	51521,4	8,66	62206,8	10,46	
OCTUBRE	14971	2,52	9507,48	1,60	
NOVIEMBRE	-	-	-	-	-
DICIEMBRE	-	-	-	-	-

Tabla 34. Comparación de resultados entre Excel y simulación en CYPE de los invernaderos 5P

Se puede apreciar que en este caso la desviación tiene un valor del 10,9%, siendo ligeramente superior a la obtenida cuando se ha realizado la misma comparación en la agregación de edificios 5C-5D. Sin embargo, el motivo por el cual la refrigeración en la simulación en CYPE es mayor a la obtenida a través del análisis de consumos es que, como se ha mencionado anteriormente, el sistema de climatización de los invernaderos está infradimensionado y en épocas de mayor calor no se logra alcanzar la temperatura de consigna. Por ello, la simulación en CYPE calcula unas cantidades de energía para climatización superiores. Con lo cual, aunque la desviación sea algo superior en este caso, se ha considerado para el estudio que entra dentro del margen de desviación válido.

4.4 CENTRO DE DATOS DEL ASIC

4.4.1 ESTUDIO DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Este centro de datos consiste en una única sala de 120 m² que se encuentra en la planta baja del edificio 4L, dentro de la zona perteneciente al ASIC (Área de Sistemas de la Información y las Comunicaciones). En ella se ubican todos los servidores utilizados en la UPV y estos se ubican en pasillos dentro de la sala. Estos equipos tienen grandes consumos eléctricos y emiten una gran cantidad de calor al ambiente de la sala, motivo por el cual es necesaria tanta refrigeración en la sala durante todos los días del año. Para conseguir esta tarea, se utilizan 4 enfriadoras de la marca “Roca York Airedale” de modelo “DF-80AD-AT” con una potencia frigorífica bruta de 69,8kW cada una, cuyo EER es 2,47 y el refrigerante, R407C. Estas enfriadoras están ubicadas en el propio centro de datos y su temperatura de consigna en el pasado era de 17°C, ya que los servidores funcionan mejor a temperaturas bajas, sin embargo, no se aumenta tanto el rendimiento en los equipos si se compara este con la cantidad de energía necesaria para mantener la sala refrigerada a esa temperatura, por ello, se cambió la temperatura de consigna a 23°C. Para conseguir mantener esta temperatura, cada enfriadora tiene asociados dos condensadores, ubicados en la cubierta del edificio 4L, la Biblioteca general de la UPV, lo cual permite un mejor control de la temperatura, ya que dependiendo de las necesidades, se encienden uno, dos o ninguno de los condensadores para suministrar la potencia requerida.

Normalmente, funcionan 2 a 2 las 4 enfriadoras, se van turnando durante el transcurso de los días y normalmente están funcionando 2 y las otras están de apoyo cuando son necesarias. En cuanto al sistema de ventilación, el aire enfriado se distribuye por los diferentes pasillos formados por los servidores a través de unas rejillas a ras de suelo desde las cuales se impulsa el aire en sentido ascendente.

4.4.2 CÁLCULO DE LAS DEMANDAS TÉRMICAS PARTIENDO DEL ANÁLISIS PREVIO

En primer lugar, se estudia el consumo eléctrico de energía activa, el cual ya ha sido mostrado en el análisis previo realizado sobre los datos de consumo de la ETSII y el centro de datos, sin embargo, para poder emplear esta información en el estudio de la bomba de calor, es necesario que los kWh en lugar de eléctricos sean térmicos. De esta manera, puede compararse el consumo de frío que se está produciendo en esta sala durante todo el año con el de calefacción en la agregación de edificios 5C y 5D y en los invernaderos en el edificio 5P. Para ello, se han multiplicado los consumos eléctricos por el EER de las enfriadoras, el cual varía mensualmente en función de la temperatura ambiente exterior. Tras aplicar este coeficiente a los consumos eléctricos, los resultados son los siguientes:

ASIC	kWh Eléctricos	EER	kWh Térmicos
ENERO	37869	3.187	120671.94
FEBRERO	37600	3.156	118651.50
MARZO	41936	3.094	129739.50
ABRIL	48524	3.060	148469.79
MAYO	49179	2.973	146213.78
JUNIO	49436	2.856	141166.04
JULIO	54164	2.726	147629.06
AGOSTO	56679	2.726	154483.93
SEPTIEMBRE	48764	2.809	136984.17
OCTUBRE	49127	2.905	142715.47
NOVIEMBRE	43586	3.041	132551.84
DICIEMBRE	45679	3.103	141743.36
TOTAL	562543		1661020.38

Tabla 35. Cálculo de la demanda térmica mensual a partir del análisis de consumos eléctricos

Puede observarse que la demanda es relativamente constante a lo largo de todos los meses, teniendo su pico en agosto, uno de los meses más calurosos del año.

4.4.3 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA

Por otro lado, se ha realizado el análisis sobre el consumo eléctrico de potencia activa, el cual se ha hecho directamente con los datos eléctricos, dando los siguientes resultados numéricos mensuales:

kw	6º MÁXIMO	PROMEDIO	MODA	CONTEO MODA
ENERO	88,06	51,12	49	116
FEBRERO	90,34	55,33	65	75
MARZO	91,6	56,60	55	108
ABRIL	100,92	67,48	57	124
MAYO	101,63	66,07	59	149
JUNIO	104,25	68,60	67	142
JULIO	108,48	72,83	63	185
AGOSTO	112,65	76,23	63	116
SEPTIEMBRE	102,28	67,56	71	194
OCTUBRE	102,06	65,82	68	171
NOVIEMBRE	86,94	60,52	69	126
DICIEMBRE	94,98	60,93	57	130
TOTAL	112,65	64,42	69	1175

Tabla 36. Análisis del consumo eléctrico de potencia en el centro de datos del ASIC

Se produce un consumo eléctrico relativamente constante durante todo el año, aunque puede apreciarse en todos los indicadores que en verano aumenta ligeramente el consumo eléctrico respecto a invierno, debido al aumento de temperaturas en dicha época del año. El máximo, tras descartar los 5 primeros valores cada mes para no tener en cuenta datos anómalos, es de 112,65 kW, potencia necesitada en el mes de agosto. En cuanto al promedio, durante todo el año ha sido de 64,42 kW y mensualmente ha oscilado aproximadamente entre los 50 y los 70 kW. Por último está la moda, teniendo en cuenta que se ha redondeado a la unidad los valores, y este, al igual que la potencia promedio, oscila entre los 50 y 70 kW aproximadamente, siendo durante el año el valor más repetido 69 kW. Con todo, se puede sacar como conclusión que el consumo de potencia eléctrica es relativamente constante durante todo el año.

Para entender mejor el funcionamiento del sistema de climatización, se han obtenido gráficas semanales, mensuales y una anual. Pueden encontrarse todas ellas en el anexo “5. Gráficas del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC”, en la memoria se va a mostrar una gráfica de cada tipo a modo de ejemplo:

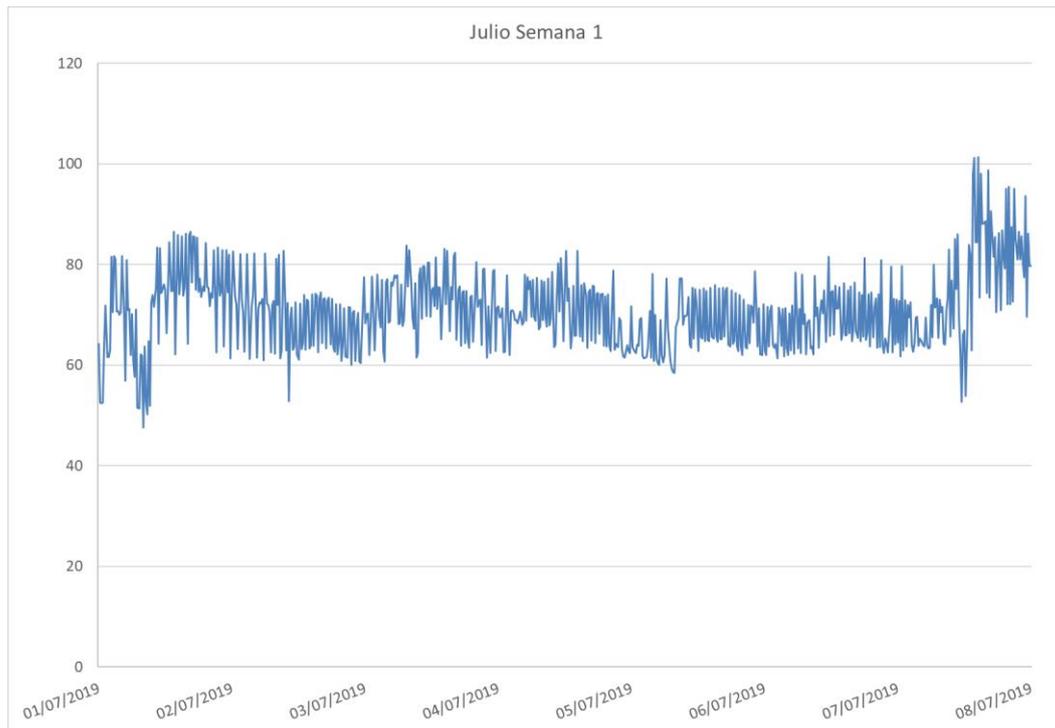


Figura 62. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC la 1ª semana de julio

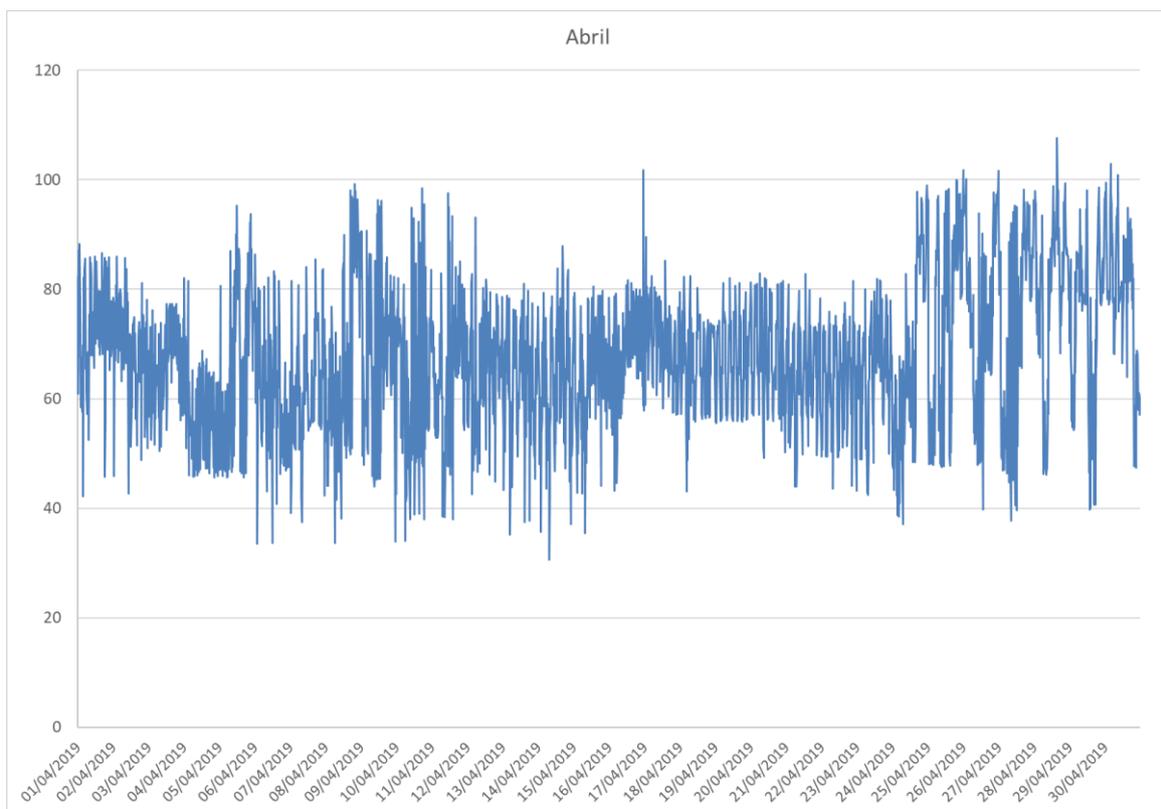


Figura 63. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC el mes de abril

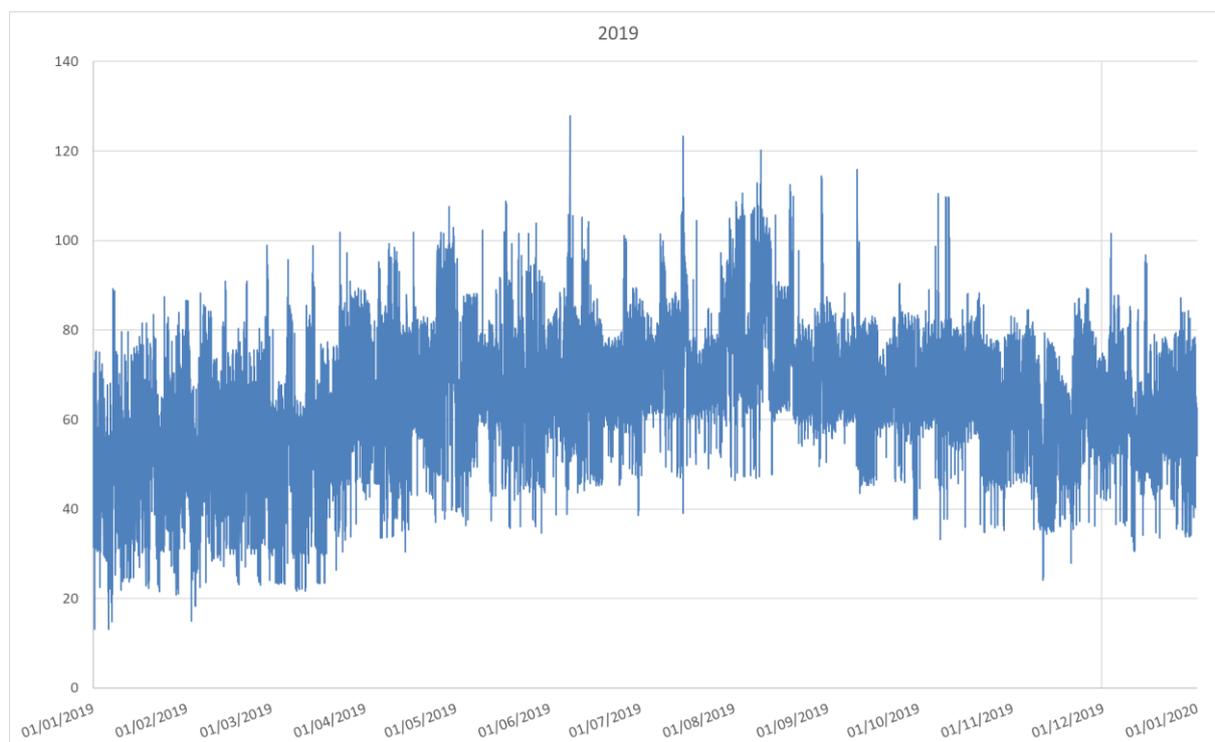


Figura 64. Gráfica sobre el consumo de potencia eléctrica en el centro de datos del ASIC el año 2019

Al observar las 3 gráficas, se reafirma que el consumo en climatización en esta sala es relativamente constante y que este se está produciendo durante todos los días del año. Por otro lado, se aprecia una tendencia ascendente en las necesidades de potencia durante los meses de verano.

4.5 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CON BOMBA DE CALOR

Habiendo calculado los consumos térmicos en las instalaciones que van a ser abastecidas por el nuevo sistema con la bomba de calor, se procede a detallar los puntos clave de la nueva instalación para que quede correctamente definida.

4.5.1 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR

Comenzando con el dimensionamiento de la bomba de calor, se han convertido las potencias máximas mensuales extraídas del análisis realizado en el ASIC de eléctricas a térmicas con los siguientes resultados:

	kW Térmicos
ENERO	271.17
FEBRERO	277.33
MARZO	274.50
ABRIL	297.18
MAYO	295.99
JUNIO	291.38
JULIO	286.88
AGOSTO	297.29
SEPTIEMBRE	279.53
OCTUBRE	290.96
NOVIEMBRE	258.08
DICIEMBRE	287.30
POTENCIA MÁXIMA DEMANDADA	297.29

Tabla 37. Potencia frigorífica máxima demandada por el ASIC

Estos cálculos permiten concluir que la potencia frigorífica máxima demandada se produce en agosto, siendo esta de 297,29 kW. También se puede apreciar que la potencia pico mensual es relativamente constante, variando entre 270 y 300 kW aproximadamente, mostrando de nuevo que el funcionamiento del sistema de climatización del ASIC es considerablemente constante.

Dada la potencia frigorífica máxima y teniendo en cuenta las características que la bomba de calor debe tener, se ha realizado una búsqueda en catálogos comerciales para encontrar un modelo que se adecúe a las necesidades de la instalación. Finalmente, se ha seleccionado el modelo “NRP 1104 – 4 tubos – versión A” de la marca AERMEC, la cual tiene las siguientes prestaciones:

NRP - 4 TUBOS - versión A	vers.	1104
Enfriamiento lado instalación 4 tubos ⁽¹⁾		
Potencia frigorífica	A	kW 299,6
Potencia absorbida	A	kW 99,5
Corriente total absorbida en frío	A	A 172,0
EER	A	W/W 3,01
Caudal de agua lado instalación	A	l/h 51536
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa 42
Calefacción lado instalación 4 tubos ⁽²⁾		
Potencia térmica	A	kW 306,2
Potencia absorbida	A	kW 95,7
Corriente total absorbida en caliente	A	A 166,0
COP	A	W/W 3,20
Caudal de agua lado instalación	A	l/h 53155
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa 49
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 4 tubos ⁽³⁾		
Potencia frigorífica	A	kW 306,9
Potencia térmica recuperada	A	kW 392,1
Potencia absorbida	A	kW 91,3
Caudal de agua lado frío	A	l/h 51536
Pérdida de carga lado frío	A	kPa 42
Caudal de agua lado caliente	A	l/h 53155
Pérdida de carga lado caliente	A	kPa 49

Tabla 38. Prestaciones de la bomba de calor NRP 1104, marca AERMEC

Esta bomba tiene 3 modos de funcionamiento diferentes: enfriamiento o calefacción únicamente y funcionamiento contemporáneo, es decir, simultáneo de frío y calor. En el caso de esta instalación, se van a emplear únicamente dos modos: sólo refrigeración y generación simultánea de frío y calor. En ambos casos, la potencia frigorífica máxima requerida por el centro de datos del ASIC es menor a la potencia frigorífica de diseño de esta bomba de calor, siendo la primera 297,29 kW y la potencia frigorífica suministrada por la bomba es de 299,6 kW cuando solo se produce frío y 306,9 kW con el funcionamiento simultáneo, con lo cual puede emplearse esta bomba de calor. En este segundo caso, la potencia calorífica producida al mismo tiempo es de 392,1 kW, cuya diferencia con la frigorífica es consumo eléctrico del sistema de compresores utilizado para hacer funcionar la bomba de calor. Se pretende que el modo de funcionamiento simultáneo esté activo el mayor tiempo posible para aprovechar así el calor suministrado en el foco caliente, pero en aquellos momentos que no exista una demanda de calor o esta esté completamente cubierta, debido a que los servidores del ASIC requieren de refrigeración todo el tiempo, en esos momentos funcionará en modo solo frío, evacuando el calor del condensador al ambiente a través de un aerocondensador, incorporado en la bomba de calor. Cuando se produce el consumo simultáneo, la bomba de calor tiene un funcionamiento en modo agua-agua, teniendo en cada foco un intercambiador de calor para transferir el calor desde el ciclo del refrigerante al del agua, mientras que cuando únicamente se produce frío, esta funciona como una bomba de calor aire-agua, siendo el foco frío el correspondiente al agua y el foco caliente el correspondiente al aire, que expulsa el calor generado a través del aerocondensador. Por otro lado, el agua empleada en la refrigeración sale a 7°C y la de la calefacción a 55°C, la cual está fijada para asegurar que el agua llega a los edificios 5C y 5D a 45°C, temperatura requerida por las UTAs de estos edificios para funcionar correctamente. Ambas temperaturas se encuentran dentro del rango de funcionamiento de la bomba de calor, pudiendo producirse agua fría a una temperatura entre 4 y 18°C y la caliente entre 25 y 55°C. Cabe destacar, por último, que el cambio entre los dos modos se produce de manera automática gracias a un microprocesador instalado en la máquina. El refrigerante empleado en la bomba es el R-410A.

Referente a la potencia eléctrica, la bomba de calor absorbe 91,3 kW con un funcionamiento simultáneo y cuenta con 4 compresores, lo cual garantiza un control escalonado de la potencia en función de las necesidades de las instalaciones. Comparando esta potencia con la de las 4 enfriadoras empleadas actualmente en el centro de datos del ASIC, cada una de ellas tienen una potencia eléctrica de 24,2 kW, sumando en total 96,8 kW, con lo cual no haría falta un cambio en la instalación eléctrica actual. Esto se debe a que la nueva bomba de calor va a ir ubicada en la cubierta del edificio 4L, mismo lugar en el que están situados los compresores pertenecientes a las enfriadoras actuales del ASIC, por ello, al ser menor la potencia eléctrica en el nuevo sistema, no es necesario un cambio en la instalación eléctrica del edificio.

Con respecto al circuito hidráulico, es el mostrado a continuación:

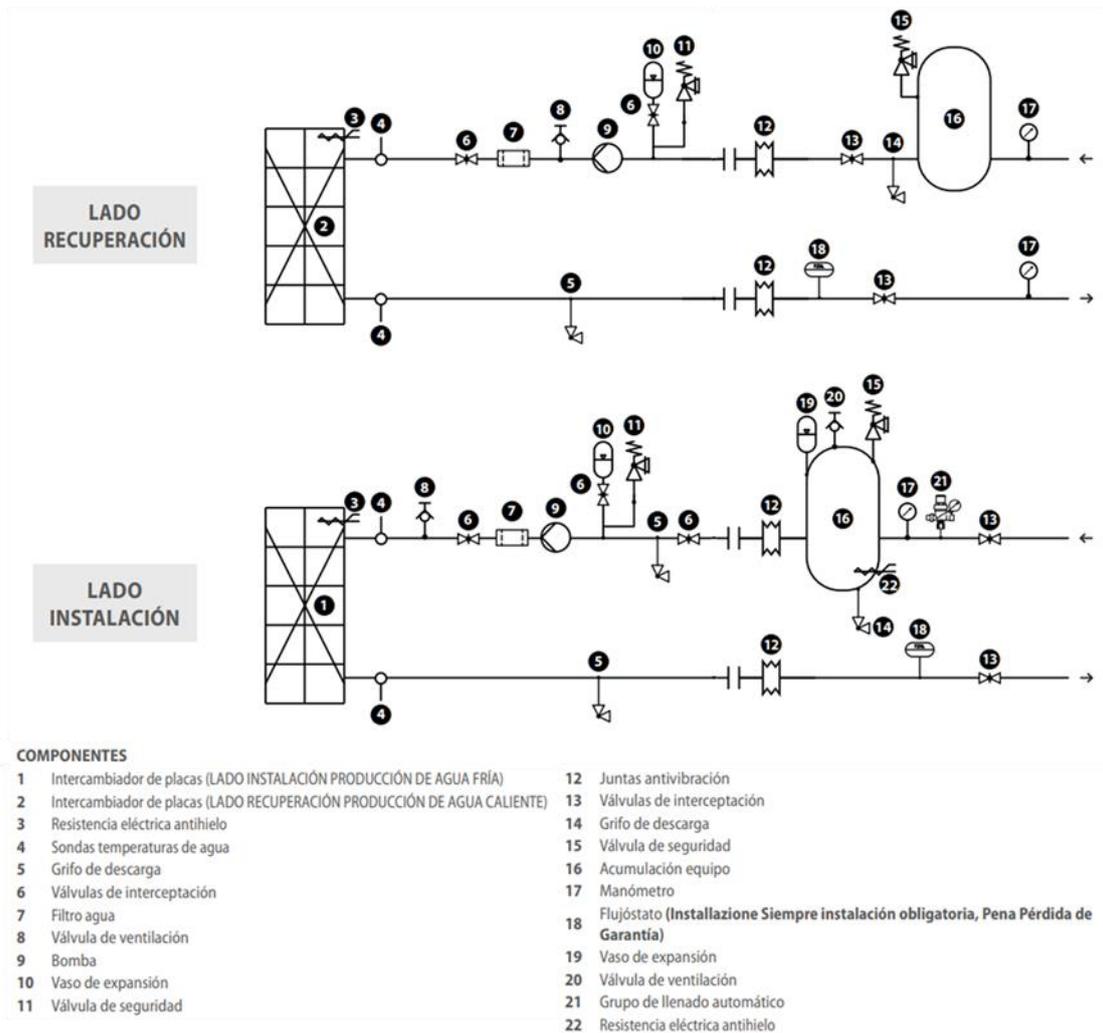


Figura 65. Circuitos hidráulicos en ambos lados de la bomba de calor NRP 1104

En primer lugar, se debe comentar que “Lado recuperación” se refiere a la producción de agua fría y “Lado instalación” al de agua caliente. En ambos lados, la instalación hidráulica cuenta con una bomba para impulsar el agua a través de su circuito, pero para llevar el agua caliente desde el edificio 4L al 5C-5D y al 5P, serán necesarias otras bombas de circulación para impulsarla. Al mismo tiempo, este sistema cuenta con tanques de acumulación en los cuales se almacena el agua para mantener una cierta inercia térmica en el suministro de la climatización. Debido a la inercia térmica propia del agua más la aportada por estos tanques de acumulación, la bomba de calor es de potencia fija, ya que no es necesario utilizar un “inverter” en ella, siendo suficiente con el escalonamiento de potencias con el que cuenta gracias a los 4 compresores. Por otro lado, existen dos intercambiadores de calor independientes, uno para la refrigeración y otro para la calefacción.

Por último, el control que gobierna el encendido o apagado de la máquina, está basado en la temperatura de consigna marcada para el agua fría y la caliente en el retorno de ambos circuitos, en este caso 12°C y 35°C respectivamente. El modo principal de funcionamiento es la refrigeración, con lo cual, la máquina arranca los compresores cuando la temperatura del agua fría a la entrada del intercambiador de calor es mayor a 12°C más una histéresis, en este caso de $\pm 0,5^{\circ}\text{K}$, por lo que si la

temperatura aumenta por encima de 12,5°C, la máquina se pone en marcha y cuando se encuentra a 11,5°C se apaga. En lo que respecta al calor, la bomba de calor calienta el agua o bien se pone en modo aerotérmico, es decir, cede el calor en el aerocondensador, en función de la temperatura de esta agua. Si está por debajo de 34,5°C (35°C menos una histéresis de 0,5°C), la máquina se pone en modo agua-agua, mientras que si es mayor de 35,5°C, se pone en modo aire-agua, haciendo funcionar el aerocondensador, ya que esto significa que no está habiendo demanda de calefacción. En función de las necesidades de frío requeridas, se pondrá un número distinto de compresores a funcionar, aportando cada uno de ellos la misma potencia térmica aproximadamente.

Puede encontrarse el manual técnico de la bomba de calor completo en el anexo “13. Manual de la bomba de calor AERMEC NRP-1104”.

4.5.2 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL ACUMULADOR DE INERCIA

A pesar de que el modo principal de funcionamiento de este sistema sea la refrigeración, es importante cubrir al mismo tiempo la demanda de calefacción que se esté produciendo en los edificios 5C y 5D. Por ello, tras realizar un análisis horario sobre las demandas de frío y calor en el centro de datos del ASIC, la agregación 5C-5D y los invernaderos 5P, el cual se detallará en los puntos siguientes, se ha considerado necesario añadir acumuladores de inercia al sistema para lograr cubrir los picos de demanda que se producen a primeras horas de la mañana, entre las 8:00 y las 10:00. Esto es así debido a que la demanda de frío es muy constante en el ASIC durante todas las horas del día, sin embargo, en los edificios esto no es así, ya que los picos de demanda se producen cuando el sistema de climatización es encendido, es decir, a las 8:00, lo cual causa que el calor producido a esas horas simultáneamente a la producción de frío para el ASIC no sea suficiente para cubrir las demandas de calefacción en este edificio. Para ello, se ha considerado que el tanque debe acumular un total de 450 kWh, que deben estar disponibles en su totalidad a las 8:00, momento en el que se produce el pico de demanda, con lo cual este depósito está destinado a cubrir estos picos de la agregación 5C-5D. A continuación, se muestran los cálculos realizados:

kWh Calor	kJ	Cp (kJ/kg°C)	deltaT (°C)	Masa (kg)	Volumen (m3)
450.00	1620000	4.18	20	19377.99	19.38

Tabla 39. Dimensionamiento del acumulador de inercia

Se necesita, por tanto, uno o varios tanques que sumen en total 19,38 m³. Tras una búsqueda en catálogos comerciales, se ha seleccionado el tanque acumulador de inercia de 5.000 litros de la marca Chromagen, modelo AICV011, con un diámetro de 1,8 metros y una altura de 2,87 metros, puede encontrarse el catálogo en el capítulo “14. Catálogo del acumulador de inercia CHROMAGEN AICV011” de los anexos. Se van a utilizar 4 acumuladores de dicho modelo, sumando un total de 20.000 litros. A continuación, en la Tabla 40 se muestran los resultados:

Volumen (m3)	Masa (kg)	deltaT (°C)	Cp (kJ/kg°C)	kJ	kWh Calor
20.00	20000.00	20	4.18	1672000	464.44

Tabla 40. Calor disponible total en los acumuladores de inercia

Teniendo en cuenta que se dispone en total de 20 m³ en los tanques, estos son capaces de almacenar un total de 464,44 kWh térmicos. Estos acumuladores van a estar configurados en paralelo al no ser muy elevada la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de los tanques. Por último, tras trasladar las consultas necesarias el Servicio de Infraestructuras de la UPV, se ha considerado que para ubicar estos tanques, puede habilitarse un cuarto en el almacén contiguo (V.4L.0.025) a la sala donde se encuentra el centro de datos del ASIC (V.4L.0.038) en la planta baja del edificio 4L. Puede observarse en la siguiente imagen su ubicación:

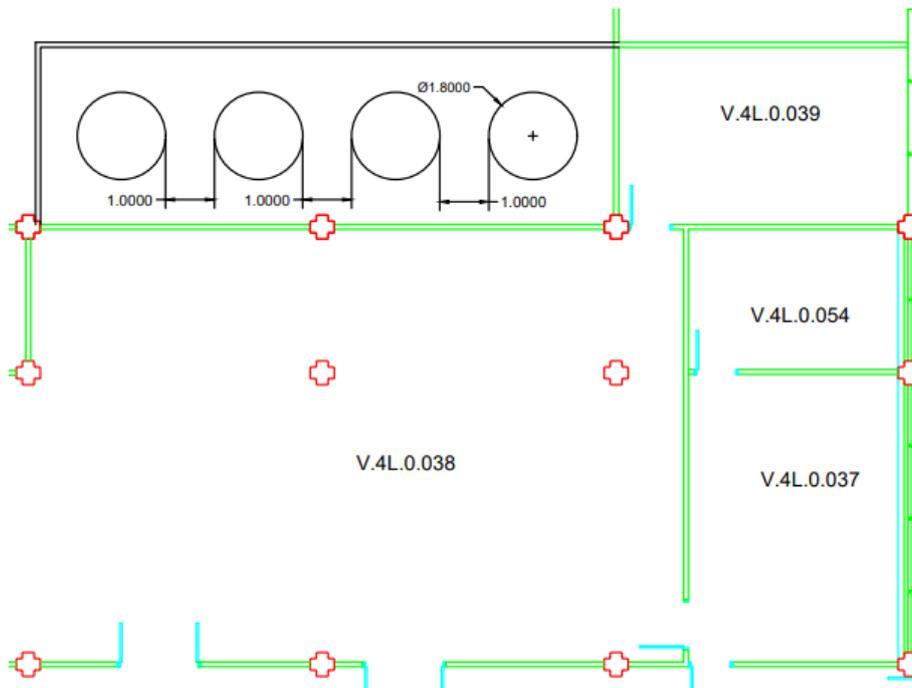


Figura 66. Ubicación de los acumuladores de inercia en la planta baja del edificio 4L

Se ha mantenido una distancia entre los tanques de 1 metro y de 0,75 metros con las paredes laterales para permitir su mantenimiento y el cuarto tiene una superficie total de 42 m² (12 x 3,5 m).

4.5.3 BALANCE DE CONSUMOS DE FRÍO Y CALOR. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA TIPO

Calculadas la demanda de refrigeración del centro de datos del ASIC, la energía calorífica generada simultáneamente en la bomba de calor para satisfacer dicha demanda y las demandas caloríficas de la agregación de edificios 5C-5D y los invernaderos 5P, se procede a calcular la cantidad de calor que sería aprovechable por estos edificios. En primer lugar, analizando la demanda mensual de refrigeración en el ASIC, se calculan los kWh de calor producidos simultáneamente y los resultados son los siguientes:

ASIC	kWh Térmicos	kWh Térmicos	kWh Calor
	Frío	Calor	Aprovechables
ENERO	120671.94	154172.26	154172.26
FEBRERO	118651.50	151590.92	151590.92
MARZO	129739.50	165757.11	165757.11
ABRIL	148469.79	189687.21	-
MAYO	146213.78	186804.89	-
JUNIO	141166.04	180355.83	-
JULIO	147629.06	188613.08	-
AGOSTO	154483.93	197370.96	-
SEPTIEMBRE	136984.17	175013.01	-
OCTUBRE	142715.47	182335.41	-
NOVIEMBRE	132551.84	169350.20	169350.20
DICIEMBRE	141743.36	181093.43	181093.43
TOTAL	1661020.38	2122144.32	821963.91

Tabla 41. kWh térmicos producidos y aprovechables en la bomba de calor

Referente al estudio realizado, cabe mencionar de la anterior tabla que se han considerado como kWh de calor aprovechables la energía producida en los meses en los que se emplea calefacción en los edificios 5C-5D y 5P. El resto de los meses, tal y como se detallará más adelante en este punto, puede emplearse en otras instalaciones, pero ciñéndose a los edificios estudiados, el calor es aprovechable en ellos de noviembre a marzo y este suma un total de 821.963,91 kWh.

Para mostrar cómo se ha realizado el balance entre el calor producido en la bomba de calor y las demandas de los edificios 5C-5D y 5P, se va a analizar en detalle el día tipo en enero, mes seleccionado debido a que durante este periodo se produce la mayor demanda de calefacción en la UPV, con lo cual, se van a presentar los mayores problemas a la hora de satisfacer las demandas caloríficas de los distintos edificios. La selección del día tipo ha dado los siguientes resultados:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

Enero	Calor aprovechable ASIC (kWh)	5C-5D (kWh)	5P (kWh)
Promedio	3892,64	1041,20	2414,97
01/01	3562,58	1231,18	3022,46
02/01	3999,14	1433,08	3500,39
03/01	3944,96	1528,36	3704,38
04/01	3629,49	1217,50	2303,63
05/01	3451,05	1181,01	2726,61
06/01	3113,27	1198,08	2701,17
07/01	4292,30	0,00	1015,19
08/01	4212,64	1375,89	2067,28
09/01	3760,14	1411,34	3543,21
10/01	3301,28	2092,15	5867,16
11/01	3495,66	2406,62	5251,84
12/01	3313,64	1554,56	3951,04
13/01	3032,99	1249,04	2176,36
14/01	3859,94	0,00	3137,74
15/01	4203,08	1058,84	965,53
16/01	4483,49	1461,02	2777,42
17/01	4266,81	1562,38	3960,48
18/01	4113,85	1331,06	2868,13
19/01	3970,46	744,73	1141,41
20/01	4948,73	688,57	836,88
21/01	4642,82	0,00	372,09
22/01	3307,65	463,80	2,93
23/01	3451,05	195,27	0,00
24/01	3686,85	103,21	0,00
25/01	4097,92	684,85	1477,26
26/01	3980,02	770,70	1883,76
27/01	3823,88	852,44	1796,96
28/01	3699,60	0,00	2377,66
29/01	4097,92	2164,01	4092,32
30/01	4177,58	1289,36	2158,80
31/01	4751,16	1028,14	1408,05

Tabla 42. Cálculo del día tipo en el mes de enero

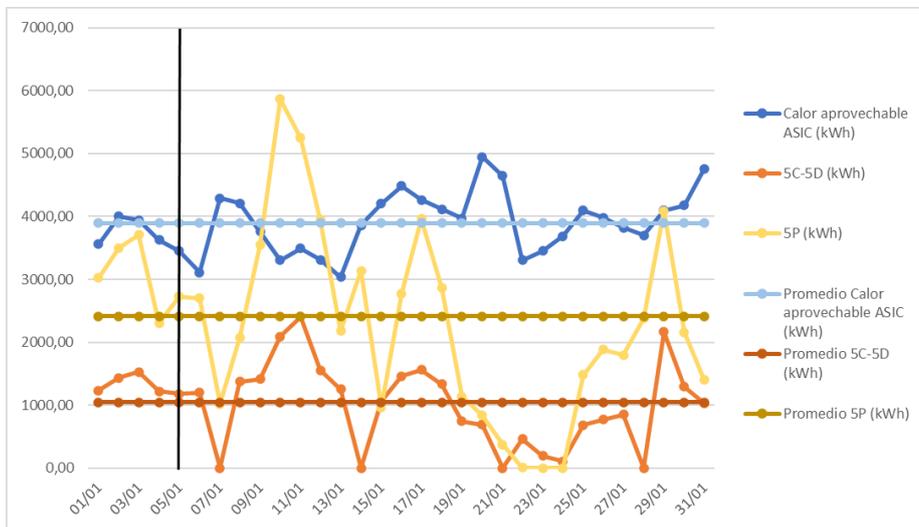


Figura 67. Gráfico explicativo de la elección del día tipo en enero

Puede observarse en la tabla remarcado de color azul que el día que se asemeja más al promedio en los 3 valores térmicos (calor disponible de la bomba de calor y demandas del 5C-5D y 5P), y por tanto el seleccionado como día tipo, es el 5 de enero. En la Figura 67, se muestra gráficamente la elección de este día. Con ello, se comienza a describir el análisis horario realizado teniendo en cuenta el centro de datos, los edificios 5C, 5D y 5P y el acumulador de inercia durante este día. Antes de mostrar la tabla con todos los valores, cabe recordar que el calor procedente de la bomba de calor viene marcado

por las necesidades de frío que existen en el centro de datos del ASIC y la producción simultánea de frío y calor que se ha producido. Este calor está representado en la columna “Calor aprovechable ASIC” y, al igual que el resto de columnas, muestra valores en kWh. La columna “Demanda 5C-5D” muestra la demanda horaria de estos dos edificios, “Tanque” se refiere al acumulador de inercia, “Sobrante 5C-5D” es el calor que queda disponible tras satisfacer las necesidades de los edificios 5C-5D, “Demanda 5P” es la demanda de los invernaderos 5P y “Aprovechable 5P” es el calor que puede ser utilizado en estas instalaciones teniendo en cuenta al mismo tiempo lo que queda disponible tras satisfacer la demanda del 5C-5D y la demanda horaria del 5P. Por tanto, el orden de prioridad a la hora de abastecer el calor producido en la bomba de calor es el siguiente: primero se debe cubrir la demanda procedente de los edificios 5C y 5D, en el caso de que esta esté cubierta, se procede a calentar el agua dentro de los tanques para que este tenga un calor total acumulado de 464,4 kWh a las 08:00, momento en el que se produce el pico de demanda en la agregación 5C-5D y por último, si se cumplen los dos requisitos anteriores, el calor disponible se envía a los invernaderos 5P. Por otro lado, la columna “Modo de funcionamiento” indica el funcionamiento de la bomba de calor, pudiendo variar entre “Simultáneo”, que significa que durante esa hora la bomba de calor ha estado produciendo simultáneamente todo el tiempo frío y calor, “Frío”, que implica que solo ha generado frío y ha estado durante toda la hora el aerocondensador funcionando o “Sim/Frío”, en el cual ha ido alternando ambos modos en función de si había demandas de calor que cubrir o no. Tras esta explicación de los parámetros empleados en la tabla, se procede a mostrarla junto con una gráfica asociada a esta:

FECHA	HORA	Calor aprovechable ASIC	Demanda 5C-5D	Tanque	Sobrante 5C-5D	Demanda 5P	Aprovechable 5P	Modo de funcionamiento
05/01/2019	00:00	152,96	0,0	464,4	153,0	119,0	119,0	Sim/Frío
05/01/2019	01:00	143,40	0,0	464,4	143,4	161,4	143,4	Simultáneo
05/01/2019	02:00	152,96	0,0	464,4	153,0	169,7	153,0	Simultáneo
05/01/2019	03:00	146,58	0,0	464,4	146,6	207,9	146,6	Simultáneo
05/01/2019	04:00	156,14	0,0	464,4	156,1	205,6	156,1	Simultáneo
05/01/2019	05:00	146,58	0,0	464,4	146,6	177,0	146,6	Simultáneo
05/01/2019	06:00	152,96	0,0	464,4	153,0	179,5	153,0	Simultáneo
05/01/2019	07:00	156,14	0,0	464,4	156,1	215,8	156,1	Simultáneo
05/01/2019	08:00	137,02	196,6	404,9	0,0	242,5	0,0	Simultáneo
05/01/2019	09:00	140,21	173,1	371,9	0,0	159,0	0,0	Simultáneo
05/01/2019	10:00	130,65	155,4	347,2	0,0	364,8	0,0	Simultáneo
05/01/2019	11:00	143,40	137,9	347,2	5,5	271,9	5,5	Simultáneo
05/01/2019	12:00	143,40	90,6	347,2	52,8	54,6	52,8	Simultáneo
05/01/2019	13:00	137,02	49,5	434,7	0,0	0,0	0,0	Simultáneo
05/01/2019	14:00	149,77	50,8	464,4	69,2	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	15:00	140,21	41,5	464,4	98,7	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	16:00	140,21	22,2	464,4	118,0	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	17:00	146,58	18,1	464,4	128,4	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	18:00	140,21	39,8	464,4	100,4	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	19:00	140,21	53,5	464,4	86,7	31,1	31,1	Sim/Frío
05/01/2019	20:00	137,02	41,7	464,4	95,3	96,5	95,3	Sim/Frío
05/01/2019	21:00	143,40	47,6	464,4	95,8	0,0	0,0	Sim/Frío
05/01/2019	22:00	137,02	62,6	464,4	74,5	21,4	21,4	Sim/Frío
05/01/2019	23:00	137,02	0,0	464,4	137,0	49,0	49,0	Sim/Frío
06/01/2019	00:00	137,02	0,0	464,4	137,0	71,7	71,7	Sim/Frío

Tabla 43. Balance realizado entre el calor producido en la bomba de calor y los consumos térmicos de calefacción requeridos el día 5 de enero

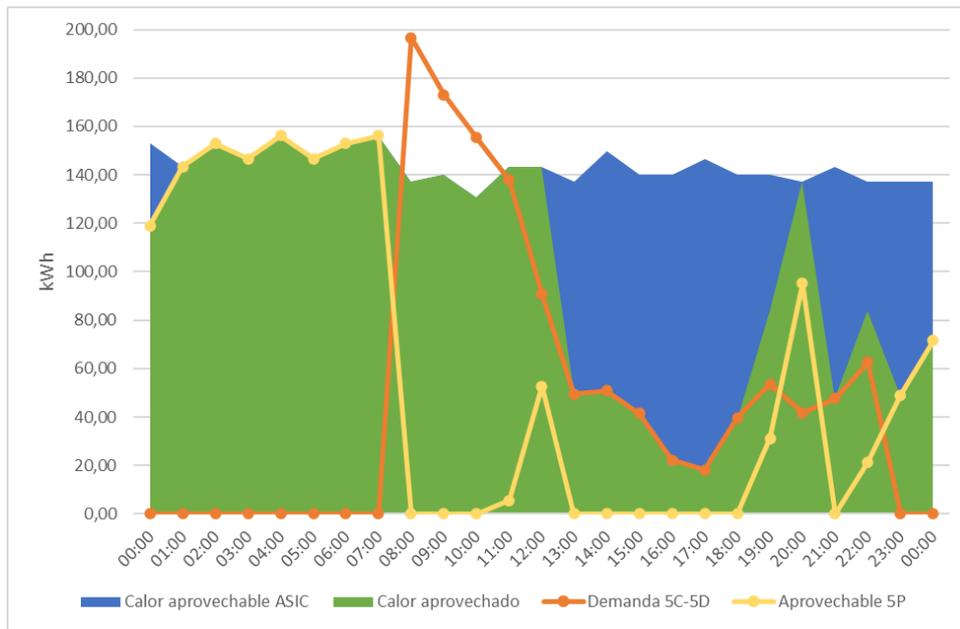


Figura 68. Calor aprovechado durante el funcionamiento de la bomba de calor el día 5 de enero

Se puede apreciar que el calor procedente de la bomba de calor es relativamente constante durante todas las horas, lo cual en ciertos momentos del día es un problema, ya que en las otras instalaciones, este calor no es igual de constante y por tanto, esto genera que en los momentos de pico de demanda de calor en los edificios 5C-5D y 5P, no se logre cubrir su demanda térmica. Por otra parte, cuando se produce un valle o descenso de la demanda térmica de calefacción, el calor procedente de la bomba de calor no sería aprovechable. Si se comienza analizando desde las 00:00, se observa que, durante la noche y hasta las 8:00, el edificio 5C-5D no requiere de climatización, con lo cual todo el calor producido esas horas puede ser enviado a los invernaderos 5P, lo cual es un dato que es importante destacar, ya que es complicado encontrar demandas de calefacción nocturnas en la UPV. A las 08:00, se enciende la climatización en la agregación 5C-5D y se produce el mayor pico de consumo a lo largo de todo el día, 196,6 kWh, superando así el calor proporcionado por la bomba de calor, 137,02 kWh. El calor restante es suministrado por el acumulador de inercia, en el cual su energía disponible disminuye la diferencia entre la demanda del 5C-5D y el calor disponible en la bomba, bajando a 404,9 kWh. Esto mismo se repite las 2 horas siguientes hasta las 11:00, hora a la que la demanda del 5C-5D disminuye por debajo del calor suministrado por la bomba de calor, habiendo disminuido al mismo tiempo el calor disponible en los tanques a 347,2 kWh. Tras ello, la bomba de calor es capaz de aportar la demanda térmica de calefacción requerida por el 5C-5D, produciéndose además un excedente de calor. Este va a ser enviado a los invernaderos siempre y cuando haya demanda, lo cual se produce hasta las 13:00. Tras dicha hora, el calor restante va a ser empleado para volver a calentar el agua del depósito. A partir de aquí, la bomba de calor irá cambiando entre el modo simultáneo de frío y calor y solo frío hasta que no vuelva a haber una demanda en los invernaderos 5P o se produzca un pico de demanda en el 5C-5D, lo cual haga que sea necesario emplear el acumulador de inercia y por tanto necesitar tras ello un aporte de energía en los tanques. Es decir, si no existe demanda de calor o ésta ya se ha satisfecho, la bomba de calor se pone en modo solo frío, asegurando que siempre se cubra la demanda frigorífica en el centro de datos del ASIC, y el calor producido en el foco caliente es expulsado

al ambiente a través del aerocondensador incorporado en la bomba de calor. Este cambio de modo va a estar sucediendo hasta las 00:00. Para aclarar el orden de prioridades a la hora de abastecer los diferentes edificios, se muestra a continuación un esquema aclaratorio:

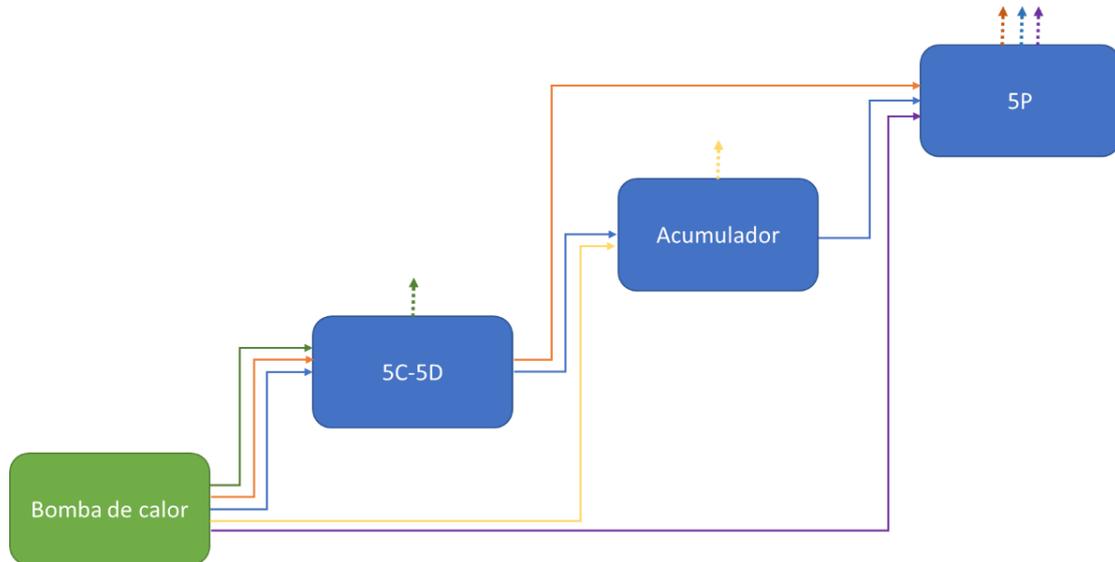


Figura 69. Esquema sobre el funcionamiento del sistema con la bomba de calor

En la imagen anterior se muestran todas las opciones posibles que puede haber en el sistema. Antes de detallar qué significa cada uno de los distintos caminos, se ha de mencionar que las flechas que salen de los recuadros “5C-5D”, “Acumulador” y “5P” con línea de puntos quieren decir que la bomba de calor ha activado el aerocondensador, es decir, se ha puesto en modo solo frío. A continuación se detalla cada opción:

-Azul: existe demanda en el 5C-5D y en el acumulador y en ambos casos esta es satisfecha, el calor restante es enviado al 5P. En el caso de que sobre calor tras satisfacer la demanda en el 5P, la bomba de calor se pone en modo frío (línea de puntos azul).

-Naranja: existe demanda en el 5C-5D y es satisfecha, el acumulador no tiene demanda y el calor restante es enviado al 5P. De nuevo, la línea de puntos naranja implica que si se satisface totalmente su demanda, la bomba se pone en modo frío.

-Verde: demanda en el 5C-5D satisfecha. En este caso, existen dos opciones, o no hay más calor disponible procedente de la bomba de calor o no hay demanda ni del acumulador ni del 5P, en cuyo caso la bomba de calor se pone en modo frío (línea de puntos).

-Amarillo: solo existe demanda en el acumulador. Si se satisface completamente esta, la bomba activa el aerocondensador.

-Violeta: únicamente existe demanda en el 5P. De nuevo, si se satisface totalmente esta, la bomba se pone en modo frío.

Habiendo clarificado el funcionamiento de la bomba, procede a mostrarse el día tipo de diciembre, seleccionado de igual modo que en el mes de enero y que ha resultado ser el 20 de diciembre:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

FECHA	HORA	Calor recuperable ASIC	Demanda 5C-5D	Tanque	Sobrante 5C-5D	Demanda 5P	Aprovechable 5P	Modo de funcionamiento
20/12/2019	00:00	186,18	0,0	464,4	186,2	138,2	138,2	Sim/Frío
20/12/2019	01:00	173,77	0,0	464,4	173,8	172,8	172,8	Simultáneo
20/12/2019	02:00	170,67	0,0	464,4	170,7	206,1	170,7	Simultáneo
20/12/2019	03:00	183,08	0,0	464,4	183,1	232,6	183,1	Simultáneo
20/12/2019	04:00	183,08	0,0	464,4	183,1	220,2	183,1	Simultáneo
20/12/2019	05:00	195,49	0,0	464,4	195,5	231,5	195,5	Simultáneo
20/12/2019	06:00	179,98	0,0	464,4	180,0	262,8	180,0	Simultáneo
20/12/2019	07:00	192,39	0,0	464,4	192,4	261,2	192,4	Simultáneo
20/12/2019	08:00	183,08	209,4	438,1	0,0	270,7	0,0	Simultáneo
20/12/2019	09:00	195,49	206,3	427,3	0,0	226,6	0,0	Simultáneo
20/12/2019	10:00	198,59	158,5	427,3	40,1	359,5	40,1	Simultáneo
20/12/2019	11:00	204,80	77,0	464,4	127,8	60,7	60,7	Simultáneo
20/12/2019	12:00	198,59	22,4	464,4	176,2	0,0	0,0	Sim/Frío
20/12/2019	13:00	211,01	1,2	464,4	209,8	0,0	0,0	Sim/Frío
20/12/2019	14:00	207,90	0,0	464,4	207,9	0,0	0,0	Frío
20/12/2019	15:00	204,80	0,0	464,4	204,8	0,0	0,0	Frío
20/12/2019	16:00	198,59	0,0	464,4	198,6	0,0	0,0	Frío
20/12/2019	17:00	198,59	0,0	464,4	198,6	0,0	0,0	Frío
20/12/2019	18:00	207,90	17,3	464,4	190,6	0,0	0,0	Sim/Frío
20/12/2019	19:00	201,70	32,8	464,4	168,9	0,0	0,0	Sim/Frío
20/12/2019	20:00	176,87	35,6	464,4	141,2	77,5	77,5	Sim/Frío
20/12/2019	21:00	198,59	50,8	464,4	147,8	8,8	8,8	Sim/Frío
20/12/2019	22:00	195,49	64,0	464,4	131,5	40,6	40,6	Sim/Frío
20/12/2019	23:00	201,70	0,0	464,4	201,7	113,1	113,1	Sim/Frío
20/12/2019	00:00	198,59	0,0	464,4	198,6	166,6	166,6	Sim/Frío

Tabla 44. Balance realizado entre el calor producido en la bomba de calor y los consumos térmicos de calefacción requeridos el día 20 de diciembre

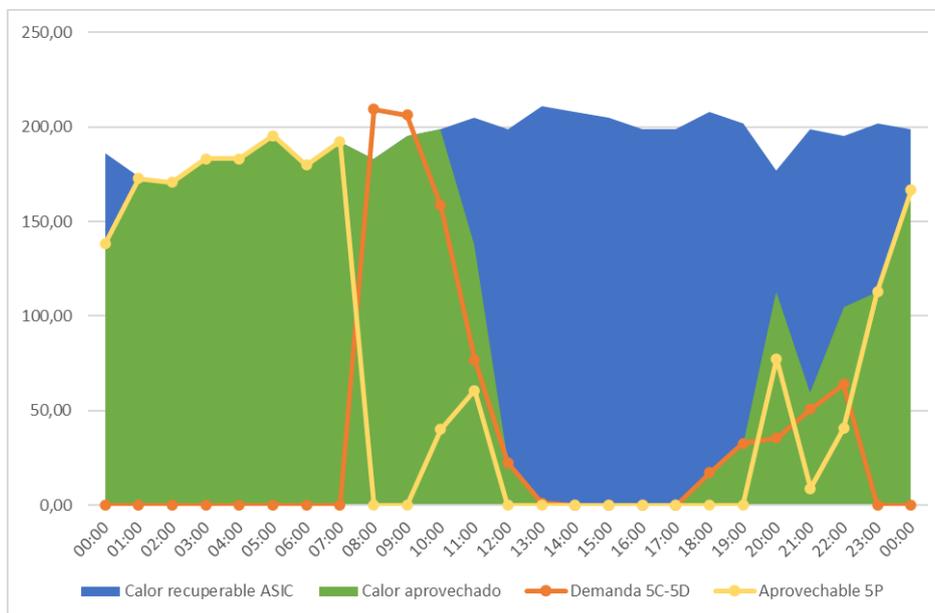


Figura 70. Calor aprovechado durante el funcionamiento de la bomba de calor el día 20 de diciembre. Puede apreciarse que el comportamiento es similar al mostrado el 5 de enero, sin embargo, en este caso entre las 14:00 y las 17:00 la bomba de calor ha estado funcionando todo el tiempo en modo solo frío, ya que no existe demanda térmica ni del 5C-5D ni del 5P. En cualquier caso, puede apreciarse que a mediodía, en los dos días mostrados el calor apenas es aprovechado debido a que los edificios

estudiados a estas horas no necesitan calor, con lo cual, sería interesante encontrar otras instalaciones en la UPV que a estas horas tengan demandas de calor.

Tras haber descrito el funcionamiento del sistema en diferentes días tipo, se procede a explicar qué cantidad de demanda ha sido satisfecha en los edificios 5C-5D y 5P. Con respecto al primero, se ha calculado, teniendo en cuenta los depósitos de 20.000 litros en total, cuántos días no ha sido posible satisfacer la demanda al completo. Este análisis ha concluido que únicamente dos días, el 11/01 y el 17/12, no se ha cubierto la demanda en su totalidad, habiendo dejado un margen adicional del 5% respecto a la demanda promedio durante los meses de enero y diciembre (50 kWh). Sin embargo, a pesar de que a ciertas horas no se vayan a cumplir las condiciones de confort esos días, entra dentro de unos márgenes aceptables que la demanda no se satisfaga dos días a lo largo de un año completo. Por tanto, la demanda de calor en la agregación de edificios los edificios 5C y 5D queda cubierta con el nuevo sistema de climatización. Con respecto a la instalación actual, las UTAs actuales de ambos edificios funcionan a 45°C, con lo cual, el cambio de suministro del agua caliente no supone un problema, ya que esta va a llegar al edificio a 45°C. Por otro lado, al dejar de utilizar el agua procedente de las calderas, no será necesario emplear el intercambiador de calor que se utiliza actualmente para disminuir la temperatura del agua caliente que viene de las calderas del 5Q a 80°C hasta los 45°C, de modo que no sólo se ahorrará un consumo equivalente de combustible fósil (gas natural en este caso), sino que aumentará la eficiencia energética del sistema en su conjunto al no existir un calor residual que se estaba desperdiciando en el intercambiador existente para disminuir el agua de suministro a las UTAS. Referente al envío del agua caliente desde el edificio 4L, en el cual está ubicada la bomba de calor, a los edificios 5C y 5D, van a emplearse las galerías por las que actualmente discurren las tuberías que distribuyen el agua caliente desde la sala de calderas del 5Q hacia todos los edificios que son abastecidos por ella.

Con respecto a los invernaderos, se han sumado los kWh aprovechables por estas instalaciones teniendo en cuenta que con ello antes ha quedado asegurada la demanda del 5C-5D y que el tanque va a estar disponible en su totalidad para cubrir los picos de demanda del primero. Con lo cual, de una demanda de calefacción anual total de 292.376 kWh en los invernaderos, se va a aportar desde la bomba de calor 151.289 kWh, lo cual supone un 52% del total. Para que pueda aprovecharse este calor, se deben adaptar los aparatos terminales ubicados en todos los invernaderos para que funcionen a 45°C en lugar de los 75°C actuales. No obstante, estos aerotermos son del año 1995, con lo cual una renovación de estos permitiría un aumento en la eficiencia de los equipos. Por otro lado, para continuar empleando el agua caliente procedente de las calderas cuando la bomba de calor no aporte suficiente calor, se deberá incorporar un intercambiador de calor que reduzca la temperatura desde los 80°C hasta los 45°C, pudiendo emplearse el que ha quedado obsoleto en los edificios 5C y 5D.

Referente al sistema de climatización en el centro de datos del ASIC, es necesario instalar una nueva UTA en él para lograr climatizar mediante el agua fría procedente de la bomba de calor el aire que va a ser introducido en la sala, instalada en la cubierta del mismo edificio.

Las demandas térmicas de calefacción cubiertas en ambos edificios de noviembre a marzo mediante la bomba de calor suman un total de 254.106 kWh que hasta ahora habían sido suministrados

mediante calderas de gas. Con ello, se consigue aprovechar el calor procedente del foco caliente de la bomba de calor, el cual es desperdiciado actualmente durante el funcionamiento de las enfriadoras presentes en el centro de datos, y de esta forma se cubre en su totalidad la demanda calorífica de los edificios 5C y 5D, que suman 6200 m², y la mitad de unos invernaderos con una superficie de 4500 m².

No obstante, teniendo en cuenta que durante estos meses la bomba puede suministrar un total de 821.964 kWh si estuviera en modo producción simultánea de frío y calor todo el tiempo, se tiene un total de 567.858 kWh que pueden ser utilizados por otras instalaciones. Se han realizado consultas al Servicio de Infraestructuras de la UPV y un posible destino para este excedente de calor generado son los edificios abastecidos por las calderas de gas del edificio 6F, las cuales se muestran a continuación:

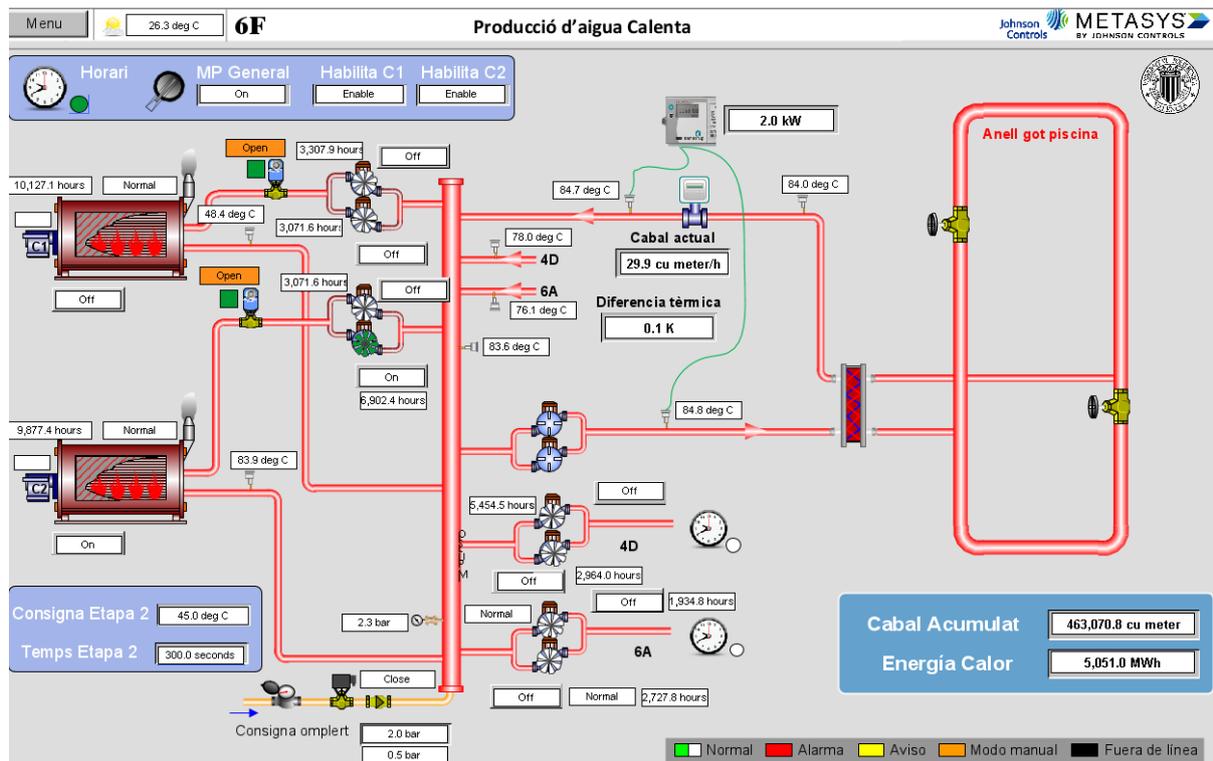


Figura 71. Esquema de funcionamiento de las calderas del edificio 6F

Estas calderas abastecen a la piscina climatizada de la UPV, las cuales están en el propio edificio 6F, y a los edificios 4D y 6A. Con respecto a las calderas, esta sala cuenta con dos: una que funciona a 85°C y la segunda a 50°C. El suministro que proviene de esta segunda caldera puede ser reemplazado por la bomba de calor, aportando así nuevas horas de suministro por parte de esta última, ya que ambas máquinas calientan agua a una temperatura similar.

Por otra parte, la piscina abre un nuevo camino a estudiar: el suministro de calor entre los meses de abril a octubre. El estudio realizado hasta ahora ha tratado de cubrir las necesidades de calefacción, sin embargo, entre abril y octubre, no existen necesidades de calor en los edificios. Con lo cual, el calor producido en la bomba de calor puede ser utilizado en otras instalaciones como la piscina, la cual debe ser climatizada durante todo el año, o para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria durante dichos meses.

Por último, procede a estudiarse la reducción de emisiones de CO₂ que se ha logrado con la implantación de este nuevo sistema. Para estos cálculos, el factor de emisión del gas natural se ha considerado igual a 0,252 kg CO₂/kWh Energía final. Para ello, se han estudiado tres escenarios que son mostrados en la siguiente tabla:

Escenarios	kWh Térmicos aprovechados	Emisiones CO2 Ahorradas (kg)
5C-5D y 5P	254.106	64.035
Invierno	821.964	207.135
Año completo	2.122.144	534.780

Tabla 45. Escenarios estudiados y las emisiones de CO₂ asociadas

En primer lugar, considerando un escenario en el que se cubre la demanda completa del 5C-5D y parcialmente la del 5P, es decir, el estudio mostrado en párrafos anteriores, se consiguen disminuir las emisiones de este gas de efecto invernadero en 64.035 kg. Si se considera que se consigue emplear todo el calor útil producido entre los meses de noviembre a marzo, estas emisiones disminuyen 207.135 kg y finalmente, si se tiene en cuenta todo el calor producido en la bomba de calor a lo largo del año completo, esta disminución es de 534.780 kg. Por ello, puede concluirse que la implantación de este sistema apoya enormemente la descarbonización en la universidad y a su vez, acerca a la ciudad de Valencia al objetivo de conseguir tener tres distritos neutros en carbono en 2030.

Puede concluirse que gracias a la implantación de este sistema es posible conseguir 7,5 kW térmicos por cada kW de consumo eléctrico $\left(\frac{392,1+306,9 \text{ kW térmicos}}{93,1 \text{ kW eléctricos}} \right)$ cuando la bomba de calor está funcionando con una producción simultánea de frío y calor, apoyando así enormemente la descarbonización en la universidad.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS TECNO-ECONÓMICO

5.1 CASOS DE ESTUDIO E INFORMACIÓN EMPLEADA

Habiendo explicado el nuevo sistema de suministro simultáneo de calefacción y refrigeración con la bomba de calor, se procede a estudiar la viabilidad económica del proyecto proponiendo tres escenarios diferentes en función de la demanda térmica aprovechada:

- Escenario 1: el calor aprovechado corresponde a las demandas de calefacción satisfechas en los edificios 5C-5D y 5P que se han mostrado en el punto anterior.
- Escenario 2: el calor considerado es el total generado por la bomba de calor entre los meses de noviembre a marzo, es decir, aquellos en los que se necesita calefacción.
- Escenario 3: se aprovecha todo el calor disponible procedente de la bomba de calor durante el año completo.

Se ha estudiado el impacto económico que tiene tanto la reducción en el consumo de gas natural como la disminución del consumo eléctrico debido a la mejora de eficiencia de la bomba de calor respecto a las enfriadoras utilizadas actualmente. En cuanto a los datos empleados en estos cálculos, respecto al consumo de gas se han utilizado los siguientes:

Precio Gas Natural UPV (€/kWh)	0,040447
Demanda Gas Natural Esc 1 (kWh/año)	221.931
Demanda Gas Natural Esc 2 (kWh/año)	653.511
Demanda Gas Natural Esc 3 (kWh/año)	1.778.815
Rendimiento de las calderas	0,947
Aumento Precio Anual	2,00%

Tabla 46. Datos referentes al ahorro de consumo de gas natural en el análisis tecno-económico

En primer lugar, el precio del gas natural se ha calculado, dadas las facturas mensuales de los años 2019, 2020 y 2021, como el promedio de su precio mensual. En cuanto a las tres demandas mostradas, se corresponden a la demanda térmica de cada uno de los tres escenarios mencionados en el párrafo anterior. Adicionalmente, se ha aplicado el rendimiento actual de las calderas a las demandas térmicas, ya que en éstas no se está considerando que las calderas que se utilizan ahora mismo, dada una cierta demanda térmica, necesitan haber producido una mayor cantidad de calor debido a su rendimiento. Por último, el precio del gas natural se ha aumentado anualmente un 2%, porcentaje calculado en función del IPC (Índice de Precios al Consumidor). Referente al consumo eléctrico ahorrado, los datos utilizados son los mostrados en la Tabla 47:

Precio Electricidad UPV (€/kWh)	0,08907
EER Enfriadoras Actuales	2,47
EER Bomba de calor	3,36
Demanda eléctrica ASIC (kWh/año)	562.543

Tabla 47. Datos referentes al ahorro de consumo eléctrico en el análisis tecno-económico

El precio de la electricidad se ha calculado como el promedio de los meses pertenecientes al presente curso académico, desde septiembre hasta el mes de junio, considerando en proporción el consumo que se ha producido en cada uno de los 6 periodos propios de la factura eléctrica. Respecto a los EER, ambos se han extraído de sus respectivos catálogos y se produce un incremento en el EER del 36%, lo cual, dada la demanda térmica, genera que el consumo eléctrico disminuya. Referente a la demanda eléctrica, esta es de 562.543 kWh y es constante en los tres escenarios, ya que la bomba de calor funciona siempre el mismo tiempo, lo que varía entre los distintos escenarios es la cantidad de calor aprovechado en el foco caliente. Por último, el precio de la electricidad también se ha aumentado un 2% anual al igual que el precio del gas natural, considerando el IPC.

Se han considerado unos costes de mantenimiento anuales de 1500€. Respecto a la inversión considerada, se ha extraído del presupuesto el correspondiente a la licitación menos la subvención procedente del IVACE-ENERGIA (*Ayudas a La Rehabilitación de Edificios En La Comunidad Valenciana*, n.d.) que se corresponde con el “Programa de Rehabilitación Energética de Edificios” (PREE), el cual pretende dar un impulso a la sostenibilidad de la edificación existente a través de distintas actuaciones, entre las que se encuentra la sustitución de instalaciones de generación térmica con combustibles de origen fósil por generación térmica basada en fuentes renovables como son las bombas de calor. La UPV puede optar a estas ayudas y suponen aproximadamente un 35% con respecto al coste total. Aplicando dicha subvención del 35%, finalmente la inversión inicial es igual a 188.900,32€. Este valor se ha extraído del presupuesto realizado sobre el trabajo, el cual se encuentra detallado en el apartado “Parte II: Presupuesto”, tras finalizar la parte I, referente a la memoria.

Por último, para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se ha considerado una tasa de rentabilidad mínima aceptable del 5%.

5.2 RESULTADOS

A continuación, se va a mostrar el análisis tecno-económico de los distintos escenarios, pero previamente va a describirse de forma breve cada columna utilizada. Las columnas “Precio Gas Natural” y “Precio Electricidad” expresan el valor anual de estos, aumentando un 2% cada año tal y como se ha comentado anteriormente debido al IPC. La columna “Ahorro Costes Gas Natural” indica el ahorro monetario asociado a la reducción en el consumo de este combustible fósil gracias a la utilización de la bomba de calor. De la misma manera, “Ahorro Costes Electricidad” muestra el ahorro anual que genera el haber sustituido las enfriadoras actuales utilizadas en el centro del ASIC por la nueva bomba de calor y la disminución en el consumo eléctrico gracias a la mejora de su EER. “Flujo ingresos” es la suma anual de los dos ahorros mencionados menos los costes de mantenimiento y en “Flujo actualizado” se ha calculado el VAN anual asociado al flujo de ingresos que ha habido cada año. Por último, la columna “Flujo acumulado” muestra, partiendo de la inversión inicial realizada y teniendo en cuenta el flujo actualizado anual, los flujos de caja. Respecto al primer escenario, cabe recordar que en este se considera que se cubre totalmente la demanda de calefacción de los edificios 5C-5D y parcialmente la del 5P y su análisis es el siguiente:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

AÑO	Precio Gas Natural (€/kWh term)	Ahorro Costes Gas Natural (€/año)	Precio Electricidad (€/kWh eléc)	Ahorro Costes Electricidad (€/año)	Coste mantenimiento (€/año)	Flujo ingresos (€/año)	Flujo actualizado (€/año)	Flujo acumulado (€/año)
0								-188.900,32
1	0,040447	9.478,93	0,08907	44.668,16	1.500,00	52.647,09	50.140,09	-138.760,23
2	0,04126	9.668,51	0,09085	45.561,53	1.500,00	53.730,03	48.734,72	-90.025,50
3	0,04208	9.861,88	0,09267	46.472,76	1.500,00	54.834,63	47.368,22	-42.657,28
4	0,04292	10.059,11	0,09453	47.402,21	1.500,00	55.961,33	46.039,52	3.382,24
5	0,04378	10.260,30	0,09642	48.350,26	1.500,00	57.110,55	44.747,61	48.129,85
6	0,04466	10.465,50	0,09834	49.317,26	1.500,00	58.282,76	43.491,50	91.621,35
7	0,04555	10.674,81	0,10031	50.303,61	1.500,00	59.478,42	42.270,20	133.891,55
8	0,04646	10.888,31	0,10232	51.309,68	1.500,00	60.697,99	41.082,79	174.974,34
9	0,04739	11.106,08	0,10436	52.335,87	1.500,00	61.941,95	39.928,33	214.902,67
10	0,04834	11.328,20	0,10645	53.382,59	1.500,00	63.210,79	38.805,94	253.708,61
11	0,04931	11.554,76	0,10858	54.450,24	1.500,00	64.505,00	37.714,74	291.423,35
12	0,05029	11.785,86	0,11075	55.539,25	1.500,00	65.825,10	36.653,88	328.077,23
13	0,05130	12.021,57	0,11297	56.650,03	1.500,00	67.171,61	35.622,54	363.699,77
14	0,05232	12.262,00	0,11523	57.783,03	1.500,00	68.545,04	34.619,90	398.319,67
15	0,05337	12.507,24	0,11753	58.938,69	1.500,00	69.945,94	33.645,19	431.964,86
16	0,05444	12.757,39	0,11988	60.117,47	1.500,00	71.374,86	32.697,64	464.662,50
17	0,05553	13.012,54	0,12228	61.319,82	1.500,00	72.832,35	31.776,51	496.439,02
18	0,05664	13.272,79	0,12472	62.546,21	1.500,00	74.319,00	30.881,08	527.320,10
19	0,05777	13.538,24	0,12722	63.797,14	1.500,00	75.835,38	30.010,64	557.330,73
20	0,05892	13.809,01	0,12976	65.073,08	1.500,00	77.382,09	29.164,50	586.495,23

Tabla 48. Estudio tecno-económico del escenario 1 a 20 años



Figura 72. Flujo acumulado en el escenario 1 a 20 años

Puede apreciarse que a partir del cuarto año, la inversión inicial ya se ha recuperado, generando un beneficio este mismo año de 3.382,24€, siendo tras 20 años el beneficio de 586.495,23€. Se ha calculado el TIR dados los anteriores flujos de caja y este da un valor del 32% a los 20 años. En cuanto al escenario 2, en el cual se considera que se aprovecha todo el calor disponible de la bomba de calor de noviembre a marzo, el resultado del análisis es el siguiente:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

AÑO	Precio Gas Natural (€/kWh term)	Ahorro Costes Gas Natural (€/año)	Precio Electricidad (€/kWh eléc)	Ahorro Costes Electricidad (€/año)	Coste mantenimiento (€/año)	Flujo ingresos (€/año)	Flujo actualizado (€/año)	Flujo acumulado (€/año)
0						-188.900,32		
1	0,040447	27.912,17	0,08907	44.668,16	1.500,00	71.080,34	67.695,56	-121.204,76
2	0,04126	28.470,42	0,09085	45.561,53	1.500,00	72.531,94	65.788,61	-55.416,14
3	0,04208	29.039,83	0,09267	46.472,76	1.500,00	74.012,58	63.934,85	8.518,71
4	0,04292	29.620,62	0,09453	47.402,21	1.500,00	75.522,84	62.132,82	70.651,53
5	0,04378	30.213,03	0,09642	48.350,26	1.500,00	77.063,29	60.381,11	131.032,64
6	0,04466	30.817,30	0,09834	49.317,26	1.500,00	78.634,56	58.678,32	189.710,96
7	0,04555	31.433,64	0,10031	50.303,61	1.500,00	80.237,25	57.023,11	246.734,07
8	0,04646	32.062,31	0,10232	51.309,68	1.500,00	81.871,99	55.414,19	302.148,26
9	0,04739	32.703,56	0,10436	52.335,87	1.500,00	83.539,43	53.850,26	355.998,52
10	0,04834	33.357,63	0,10645	53.382,59	1.500,00	85.240,22	52.330,10	408.328,62
11	0,04931	34.024,78	0,10858	54.450,24	1.500,00	86.975,03	50.852,50	459.181,12
12	0,05029	34.705,28	0,11075	55.539,25	1.500,00	88.744,53	49.416,27	508.597,40
13	0,05130	35.399,39	0,11297	56.650,03	1.500,00	90.549,42	48.020,29	556.617,69
14	0,05232	36.107,37	0,11523	57.783,03	1.500,00	92.390,41	46.663,43	603.281,12
15	0,05337	36.829,52	0,11753	58.938,69	1.500,00	94.268,21	45.344,62	648.625,74
16	0,05444	37.566,11	0,11988	60.117,47	1.500,00	96.183,58	44.062,81	692.688,55
17	0,05553	38.317,43	0,12228	61.319,82	1.500,00	98.137,25	42.816,96	735.505,50
18	0,05664	39.083,78	0,12472	62.546,21	1.500,00	100.130,00	41.606,08	777.111,59
19	0,05777	39.865,46	0,12722	63.797,14	1.500,00	102.162,60	40.429,21	817.540,79
20	0,05892	40.662,77	0,12976	65.073,08	1.500,00	104.235,85	39.285,39	856.826,19

Tabla 49. Estudio tecno-económico del escenario 2 a 20 años

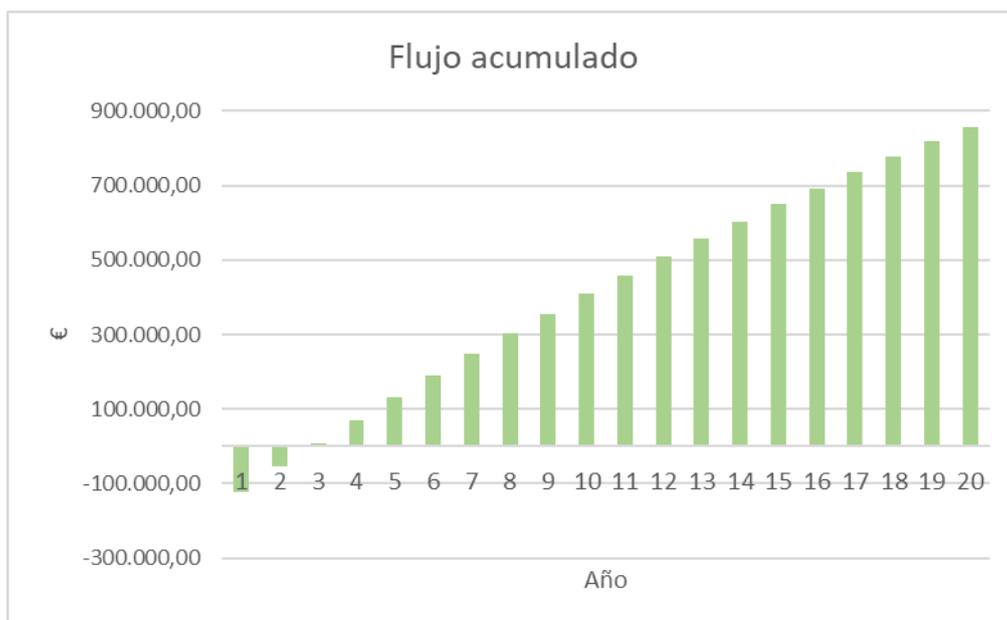


Figura 73. Flujo acumulado en el escenario 2 a 20 años

Puede apreciarse que entre los distintos escenarios, el cambio en los ingresos se produce debido a la diferencia en el ahorro de gas natural, ya que el ahorro en el consumo eléctrico es el mismo en todos los casos. El ahorro de gas natural procedente de la sala de calderas en este segundo caso ha pasado de 221.931 kWh térmicos a 653.511 kWh. Con esto se consigue que en el tercer año el proyecto ya comience a generar ingresos, siendo estos de 856.826,19€ en el vigésimo año. Referente a este mismo año, el TIR aporta un valor del 51%. Por último, está el tercer escenario:

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

AÑO	Precio Gas Natural (€/kWh term)	Ahorro Coste Gas Natural (€/año)	Precio Electricidad (€/kWh eléc)	Ahorro Costes Electricidad (€/año)	Coste mantenimiento (€/año)	Flujo ingresos (€/año)	Flujo actualizado (€/año)	Flujo acumulado (€/año)
0						-188.900,32		
1	0,040447	75.975,22	0,08907	44.668,16	1.500,00	120.643,38	114.898,46	-74.001,86
2	0,04126	77.494,72	0,09085	45.561,53	1.500,00	123.056,25	111.615,65	37.613,79
3	0,04208	79.044,62	0,09267	46.472,76	1.500,00	125.517,37	108.426,63	146.040,41
4	0,04292	80.625,51	0,09453	47.402,21	1.500,00	128.027,72	105.328,72	251.369,14
5	0,04378	82.238,02	0,09642	48.350,26	1.500,00	130.588,28	102.319,33	353.688,47
6	0,04466	83.882,78	0,09834	49.317,26	1.500,00	133.200,04	99.395,92	453.084,39
7	0,04555	85.560,43	0,10031	50.303,61	1.500,00	135.864,04	96.556,04	549.640,43
8	0,04646	87.271,64	0,10232	51.309,68	1.500,00	138.581,32	93.797,29	643.437,72
9	0,04739	89.017,08	0,10436	52.335,87	1.500,00	141.352,95	91.117,37	734.555,09
10	0,04834	90.797,42	0,10645	53.382,59	1.500,00	144.180,01	88.514,02	823.069,11
11	0,04931	92.613,37	0,10858	54.450,24	1.500,00	147.063,61	85.985,05	909.054,16
12	0,05029	94.465,63	0,11075	55.539,25	1.500,00	150.004,88	83.528,33	992.582,49
13	0,05130	96.354,95	0,11297	56.650,03	1.500,00	153.004,98	81.141,81	1.073.724,29
14	0,05232	98.282,04	0,11523	57.783,03	1.500,00	156.065,08	78.823,47	1.152.547,76
15	0,05337	100.247,69	0,11753	58.938,69	1.500,00	159.186,38	76.571,37	1.229.119,13
16	0,05444	102.252,64	0,11988	60.117,47	1.500,00	162.370,11	74.383,62	1.303.502,75
17	0,05553	104.297,69	0,12228	61.319,82	1.500,00	165.617,51	72.258,37	1.375.761,12
18	0,05664	106.383,65	0,12472	62.546,21	1.500,00	168.929,86	70.193,85	1.445.954,97
19	0,05777	108.511,32	0,12722	63.797,14	1.500,00	172.308,46	68.188,31	1.514.143,27
20	0,05892	110.681,55	0,12976	65.073,08	1.500,00	175.754,63	66.240,07	1.580.383,34

Tabla 50. Estudio tecno-económico del escenario 3 a 20 años

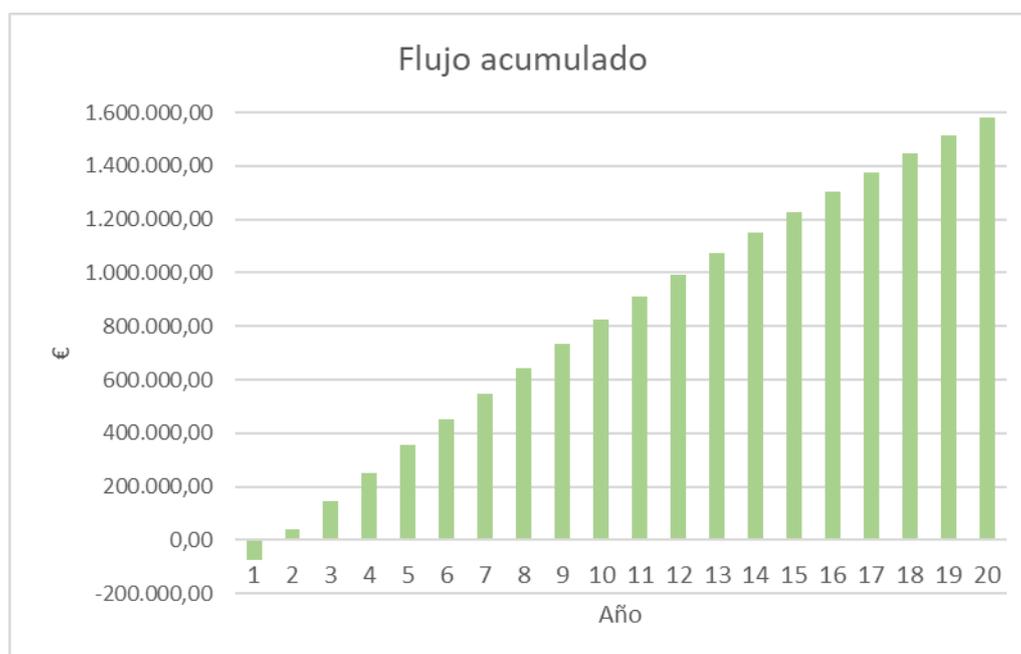


Figura 74. Flujo acumulado en el escenario 3 a 20 años

Este último caso es el más optimista, ya que se considera que el calor generado en la bomba de calor durante todo el año se logra aprovechar. Con ello, el ahorro de gas natural es mucho mayor, generando que el segundo año ya haya unos ingresos de 37.613,79€.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 CONCLUSIONES

El objetivo principal de este proyecto forma parte de la propuesta de medidas que apoyen la descarbonización del campus de Vera de la UPV, el cual se ha visto materializado en la definición del nuevo sistema de climatización con la bomba de calor generando un aporte simultáneo de frío y de calor en un conjunto de edificios estratégicamente identificados en la UPV (centro de datos del ASIC, edificios 5C, 5D y 5P (invernaderos)). Para conseguir lograr este objetivo, se han tenido que alcanzar una serie de subobjetivos cuyo cumplimiento ha sido necesario para llegar al principal.

En primer lugar, se ha realizado un estudio sobre el estado del arte para conocer cómo se está trabajando en otras universidades en relación con la transición energética y la descarbonización de sus campus. Por una parte, dicho estudio ha permitido conocer las dos principales vías de actuación que están empleando las universidades, que son el aumento de la eficiencia energética de los edificios ya construidos a través de mejoras en el sistema de iluminación, el de climatización y en el aislamiento del propio edificio y el incremento en la generación de energía renovable en los campus, sobre todo instalando paneles fotovoltaicos. Al mismo tiempo, a través de este estudio se ha analizado el sistema SESI de Stanford, el cual plantea la utilización de bombas de calor que aporten simultáneamente frío y calor, sistema que ha sido utilizado como referencia en la realización de este trabajo.

A continuación, se ha llevado a cabo un diagnóstico de partida en la ETSII para poder identificar y definir las distintas estrategias y propuestas concretas que contribuyan a la descarbonización del campus de Vera. En primer lugar, se ha tenido que comprender cómo se obtienen y tratan los datos de consumo energético en la UPV, lo cual ha permitido conocer que la información sobre el consumo eléctrico es contabilizada a través de los “meters”, los cuales realizan una toma de datos cada 15 minutos de distintos parámetros relacionados con el consumo eléctrico (potencia activa, energía activa...), y que en referencia a la contabilización del consumo de gas natural, únicamente se encuentra disponible la factura mensual correspondiente al consumo de dicho combustible fósil en todo el campus de Vera. Tras este proceso, se ha realizado el análisis del consumo eléctrico de los edificios de la ETSII y ciertos edificios adyacentes durante un año completo. Este estudio ha permitido definir las vías de actuación que apoyen la descarbonización del campus, entre las cuales se encuentra la planteada en este proyecto: un nuevo sistema de climatización con una bomba de calor que aporta simultáneamente frío y calor.

Esta bomba de calor se va a encargar de suministrar la demanda térmica de refrigeración necesaria en el centro de datos del ASIC y durante dicha producción de frío, el calor generado en el foco caliente va a utilizarse para cubrir las demandas de calefacción de distintas instalaciones del campus. En lo que respecta al centro de datos del ASIC, este requiere una demanda de refrigeración diaria durante todos los días del año, que asciende a 1.661.020 kWh térmicos a lo largo de un año completo. En cuanto al aporte de calor, este va a emplearse para cubrir la demanda de calefacción de los edificios 5C, 5D y 5P, los cuales actualmente son calefactados mediante gas natural. Para conocer estas demandas térmicas de calefacción, se ha llevado a cabo la simulación energética de dichos edificios mediante la utilización

del programa “CYPETHERM”, el cual ha aportado como resultados que la agregación de edificios 5C y 5D tiene una demanda térmica de calefacción durante todo el año de 104.590 kWh y los invernaderos del edificio 5P de 313.923 kWh.

Tras el cálculo de las demandas térmicas, se ha procedido a dimensionar y seleccionar la bomba de calor comercial cuya operación mejor se ajuste a las necesidades del sistema. Finalmente se ha optado por la bomba de calor de la marca “AERMEC”, modelo “NRP 1104 – 4 tubos – versión A”, la cual durante la producción simultánea de frío y calor dispone de unas potencias frigorífica y calorífica de 306,9 kW y 392,1 kW respectivamente. Al mismo tiempo, se ha considerado necesaria la instalación de acumuladores de inercia en el sistema para lograr cubrir los picos de demanda que se producen en la agregación de edificios 5C-5D, habiéndose dispuesto finalmente 4 acumuladores de inercia de la marca “CHROMAGEN”, modelo “AICV011”, los cuales cuentan individualmente con una capacidad de 5.000 litros, sumando 20.000 litros y permitiendo acumular un calor total de 464,4 kWh térmicos.

Teniendo en cuenta el escenario más conservador, el cual considera que de todo el calor útil disponible procedente de la bomba de calor durante todo el año, únicamente se va a emplear el necesario para cubrir las demandas de los edificios 5C-5D y 5P, se consigue un ahorro de 254.106 kWh térmicos, los cuales hasta el momento habían sido abastecidos mediante la sala de calderas de gas natural ubicada en el edificio 5Q de la UPV. Con lo cual, dicho ahorro de consumo de gas natural produce a su vez una disminución en las emisiones de CO₂ de 64.035 kg. Este proyecto requiere una inversión inicial de 188.900,32€ y considerando de nuevo el escenario más conservador, el cuarto año ya se obtienen unos beneficios de 3.382,24€ y el vigésimo año estos ascienden a 586.495,23€, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 32%, todo ello contando con una subvención del 35% del coste de inversión gracias a unas ayudas de IVACE-ENERGÍA dentro del Programa de Rehabilitación Energética de Edificios (PREE) a las que puede optar la UPV y que pretenden impulsar la sostenibilidad de la edificación existente. Los beneficios mencionados se obtienen gracias a la mejora de la eficiencia energética de la bomba de calor respecto a las enfriadoras que son utilizadas en la actualidad para la refrigeración del centro de datos del ASIC y al ahorro en gas natural que se consigue cubriendo las demandas de calefacción mencionadas con el calor procedente de la bomba de calor que estaba siendo desaprovechado hasta ahora en las enfriadoras. Todo ello, con una bomba de calor que por cada kW eléctrico consumido es capaz de aportar 7,5 kW térmicos, repartidos entre el frío y el calor suministrados simultáneamente. Finalmente, se puede concluir que, si un estudio posterior más detallado considera viable materializar esta idea y se encuentran disponibles recursos suficientes, este proyecto resulta muy rentable a la par que beneficioso para el medio ambiente, apoyando la descarbonización del campus de Vera, objetivo principal marcado al inicio del proyecto.

6.2 TRABAJO FUTURO

Respecto a los trabajos futuros asociados a este proyecto, estos pueden ir orientados en distintas direcciones. Por una parte, relacionado con el análisis de consumos, si se lleva a cabo la contabilización del consumo de gas en la universidad, sería interesante tenerlo en cuenta para así atacar más fácilmente consumos de energía que se producen en la universidad y que generan emisiones directas de CO₂ al ambiente. Por otra parte, el análisis realizado en este proyecto ha sido únicamente de la

ETSII, ya que se ha buscado hacer un primer proyecto piloto que sea replicable en el futuro, con lo cual, podría hacerse este mismo, pero en otras escuelas de la universidad o directamente en todo el campus y de esta forma conocer en detalle las instalaciones y sus consumos y facilitar así la toma de decisiones que apoyen la descarbonización del campus.

Referente al sistema propuesto de generación simultánea de frío y calor con la bomba de calor, tal y como se ha comentado anteriormente, este trabajo está planteado desde un punto de vista de planificación estratégica, con lo cual, a pesar de que se han definido los elementos necesarios en el sistema y se ha descrito el funcionamiento de todos ellos, es necesario un estudio más detallado sobre las instalaciones que este requiere. Un ejemplo sería el estudio del circuito hidráulico con un análisis dinámico sobre el comportamiento de este teniendo en cuenta el planteamiento realizado.

Con todo ello, teniendo en cuenta que este proyecto ha surgido prácticamente de cero y mostrado el trabajo realizado en los últimos meses, está claro que con él se han abierto nuevas vías de actuación o caminos a seguir para descarbonizar la universidad. Por ello, ya sea partiendo del análisis de consumos eléctricos y térmicos o del sistema de climatización con la bomba de calor, pueden nacer nuevos proyectos basados en estos que continúen el trabajo en la misma línea y permitan que las distintas ideas propuestas puedan llegar a materializarse en algún momento.

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS

- Amaral, A. R., Rodrigues, E., Gaspar, A. R., & Gomes, Á. (2020). A review of empirical data of sustainability initiatives in university campus operations. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 250). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119558>
- Ayudas a la rehabilitación de edificios en la Comunidad Valenciana*. (n.d.). Retrieved July 14, 2021, from <https://e-ficiencia.com/ayudas-a-la-rehabilitacion-edificios-comunidad-valenciana/>
- Ayuntamiento de Valencia. (2020). *Missions Valencia 2030 - Resumen Ejecutivo*.
- Chalfoun, N. (2014). Greening University Campus Buildings to Reduce Consumption and Emission while Fostering Hands-on Inquiry-based Education. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.036>
- Chiang, T., Mevlevioglu, G., Natarajan, S., Padget, J., & Walker, I. (2014). Inducing [sub]conscious energy behaviour through visually displayed energy information: A case study in university accommodation. *Energy and Buildings*, 70, 507–515. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.10.035>
- Chung, M. H., & Rhee, E. K. (2014). Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea. *Energy and Buildings*, 78, 176–182. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.04.018>
- Council of Ontario Universities. (2017). *The Road to Low-Carbon University Campuses*. 1–20. www.cou.on.ca
- European Commission. (2019). *El Pacto Verde Europeo*. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- European Commission. (2020a). Proposed Mission: 100 Climate-neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens. Report of the Mission Board for climate-neutral and smart cities. In *Directorate-General for Research and Innovation*. <https://doi.org/10.2777/62649>
- European Commission. (2020b). Proposed Mission: 100 Climate-neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens. Report of the Mission Board for climate-neutral and smart cities. In *Directorate-General for Research and Innovation*. <https://doi.org/10.2777/62649>
- Fonseca, P., Moura, P., Jorge, H., & de Almeida, A. (2018). Sustainability in university campus: options for achieving nearly zero energy goals. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(4), 790–816. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2017-0145>
- Forman, T., Mutschler, R., Guthrie, P., Soulti, E., Pickering, B., Byström, V., & Lee, S. M. (2017). Improving Building Energy Performance in Universities: The Case Study of the University of Cambridge. *World Sustainability Series*, 245–266. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47868-5_16
- Gomes, R., Pombeiro, H., Silva, C., Carreira, P., Carvalho, M., Almeida, G., Domingues, P., & Ferrão, P. (2017). Towards a Smart Campus: Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency, the Lisbon Case Study. *World Sustainability Series*, November, 381–398.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-47868-5_24

- IDAE. (2011). Zonificación climática en función de la radiación solar global media diaria anual. *Código Técnico de La Edificación, Documento de Apoyo Al Documento Básico.*, 1–157.
- Jefatura del Estado. (2021). Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. *Boletín Oficial Del Estado*, 26798–26800.
- Martínez, N. R. (2007). *Estudio de eficiencia de plantas enfriadoras para climatización*.
- Ministerio de Fomento. (2019). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de Energía. *Código Técnico de La Edificación*, 1–129. <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>
- Ministerio De Fomento. (2013). *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. 1–19.
- Ministerio de Industria, E. y T. (2016). Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España. *Documento Reconocido Del Reglamento de Instalaciones Térmicas En Los Edificios (RITE)*, 16, 17, 18.
http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros documentos/Factores_emision_CO2.pdf
- Stanford University. (2015). *Stanford University: Energy and Climate Plan 2016. September*.
- Valera, D., Molina, F., & Álvarez, A. (2008). Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos. In *Eficiencia y ahorro energetico*.
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10995_Agr07_AyEE_en_invernaderos_A2008_9e4c63f5.pdf
- Valnu. (2009). *Proyecto Básico y de Ejecución. Ampliación Edificio 5D (Etsii) de la Universidad Politécnica de Valencia - Instalación de Climatización y Extracción*.
- Valnu. (2016). *Reforma de climatización de aulas de planta primera del edificio 5C de la UPV*.

Parte II: Presupuesto

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO 01 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN					
SUBCAPÍTULO 01.01 DOCUMENTACIÓN DE OBRA					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio Unitario	Total
01.01.01	Ud.	Preparación de documentación de proyecto			
U01AT110	h	Ingeniero industrial	350,00	40,00	14.000,00
	%	Medios auxiliares	2,00		280,00
Suma la partida en €					14.280,00
	%	Costes indirectos	3,00		428,40
Precio Unidad en €					14.708,40

SUBCAPÍTULO 01.02 TRABAJOS PREVIOS					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio Unitario	Total
01.02.01	Ud.	Desmontaje y retirada a contenedor homologado de las unidades enfriadoras existentes en el centro de datos del ASIC, de la marca ROCA YORK, modelo DF80AD-AT de 70 kW de potencia frigorífica, con gas refrigerante R407-C.			
MMMT.1cb	h	Camión grúa autcg 100 T s/JIC	1,00	78,00	78,00
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	8,00	16,58	132,64
MOOM11a	h	Especialista	8,00	14,10	112,80
	%	Medios auxiliares	2,00		6,47
Suma la partida en €					329,91
	%	Costes indirectos	3,00		9,90
Precio Unidad en €					339,81

01.02.02	Ud.	Desmontaje de aerotermo eléctrico con caja de chapa de acero pintada de 75 kW de potencia térmica (90/70°C).			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	0,50	16,58	8,29
MOOM12a	h	Peón	0,50	13,18	6,59
	%	Medios auxiliares	2,00		0,30

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

			Suma la partida en €	14,88
	%	Costes indirectos	3,00	0,45
			Precio Unidad en €	15,33

01.02.03	Ud.	Desmontaje de intercambiador de calor de placas de 300 kW.			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	2,00	16,58	33,16
MOOM12a	h	Peón	2,00	13,18	26,36
	%	Medios auxiliares	2,00		1,19
			Suma la partida en €	59,52	
	%	Costes indirectos	3,00		1,79
			Precio Unidad en €	61,31	

SUBCAPÍTULO 01.03 EQUIPOS Y UNIDADES TERMINALES					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio Unitario	Total
01.03.01	Ud.	Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de bomba de calor con compresores herméticos tipo scroll y gas refrigerante R-410A, de la marca AERMEC modelo NRP-1104. De las siguientes características: Capacidad frigorífica: 306,9 kW Capacidad calorífica: 392,1 kW Potencia eléctrica absorbida: 93,1 kW Incluso puesta en marcha, amortiguadores, conexiones hidráulicas, accesorios de montaje y pequeño material.			
AERMEC	ud	Bomba de calor AERMET NRP-1104	1,00	90.000,00	90.000,00
MOOM.5a	h	Encargado	30,00	20,43	612,90
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	50,00	16,58	829,00
MOOM11a	h	Especialista	50,00	14,10	705,00
	%	Medios auxiliares	2,00		1.842,94
			Suma la partida en €	93.989,84	
	%	Costes indirectos	3,00		2.819,70
			Precio Unidad en €	96.809,53	

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

01.03.02	Ud.	Servicio de grúa pesada para subida de bomba de calor AERMEC NRP-1104 a cubierta y bajada de compresores pertenecientes a las enfriadoras del centro de datos del ASIC de marca ROCA YORK modelo DF80AD-AT.			
MMMG.5e	h	Grúa móvil s/plat 100T	15,00	401,93	6.028,95
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	15,00	16,58	248,70
MOOM11a	h	Especialista	15,00	14,10	211,50
	%	Medios auxiliares	2,00		129,78
Suma la partida en €					6.618,93
	%	Costes indirectos	3,00		198,57
Precio Unidad en €					6.817,50

01.03.03	Ud.	Suministro e instalación de depósito de inercia de capacidad 5000 litros de marca CHROMAGEN modelo AICV011 de dimensiones 1800x2870 (diámetro x altura). Incluso aislamiento elastomérico de 35mm, conexiones hidráulicas, accesorios de montaje y pequeño material.			
CHROMAGE	ud	Acumulador de inercia CHROMAGEN AICV011	1,00	3.646,70	3.646,70
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	1,00	16,58	16,58
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	2,00	16,58	33,16
MOOM12a	h	Peón	2,00	13,18	26,36
	%	Medios auxiliares	2,00		74,46
Suma la partida en €					3.797,26
	%	Costes indirectos	3,00		113,92
Precio Unidad en €					3.911,17

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

01.03.04	Ud.	Suministro e instalación de unidad de tratamiento de aire a dos tubos en centro de datos del ASIC con batería de agua fría y ventilador centrífugo de acoplamiento directo de 300 kW. Incluso accesorios de montaje y pequeño material.			
UTAASIC	ud	Unidad de tratamiento de aire a dos tubos con batería de agua fría de 300 kW	1,00	17.500,00	17.500,00
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	6,00	16,58	99,48
MOOM12a	h	Peón	6,00	13,18	79,08
	%	Medios auxiliares	2,00		353,57
Suma la partida en €					18.032,13
	%	Costes indirectos	3,00		540,96
Precio Unidad en €					18.573,10

01.03.05	Ud.	Suministro e instalación de aerotermo agua-aire con caja de chapa de acero pintada de 75 kW. Incluso accesorios de montaje y pequeño material.			
AEROTERM	ud	Aerotermo 75 kW	1,00	700,00	700,00
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	0,50	16,58	8,29
MOOM12a	h	Peón	0,50	13,18	6,59
	%	Medios auxiliares	2,00		14,30
Suma la partida en €					729,18
	%	Costes indirectos	3,00		21,88
Precio Unidad en €					751,05
01.03.06	Ud.	Traslado y montaje de intercambiador de calor de placas de 300 kW.			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	5,00	16,58	82,90
MOOM12a	h	Peón	5,00	13,18	65,90
	%	Medios auxiliares	2,00		2,98
Suma la partida en €					151,78
	%	Costes indirectos	3,00		4,55
Precio Unidad en €					156,33

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

SUBCAPÍTULO 01.04 SISTEMA HIDRÁULICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Rendimiento	Precio Unitario	Total
01.04.01	m	Tubería de acero negro de D 3", de diámetro 3" (80 mm), con parte proporcional de accesorios normalizados. Incluso aislamiento correspondiente a base de coquilla elastomérica AF-Armaflex o similar de espesor según normativa, con sobreespesor de 35 mm para la tubería que discurra por interior.			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	0,15	16,58	2,49
MOOM12a	h	Peón	0,15	13,18	1,98
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,02	13,18	0,20
ACN3	m	Tubería acero negro est 3"	1,00	21,00	21,00
P20TV250	ud	Accesorios acero negro	0,50	15,69	7,85
AIS COQ 80	m	Coquilla elastomérica D80 e 35	1,00	11,50	11,50
	%	Medios auxiliares	2,00		0,09
Suma la partida en €					45,10
	%	Costes indirectos	3,00		1,35
Precio Unidad en €					46,45

01.04.02	m	Tubería de acero negro de D 3", de diámetro 3" (80 mm), con parte proporcional de accesorios normalizados. Incluso aislamiento correspondiente a base de coquilla elastomérica AF-Armaflex o similar de espesor según normativa, con sobreespesor de 35 mm para la tubería que discurra por interior.			
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	0,40	16,58	6,63
MOOM12a	h	Peón	0,40	13,18	5,27
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,05	13,18	0,66
ACN3	m	Tubería acero negro est 3"	1,00	21,00	21,00
P20TV250	ud	Accesorios acero negro	0,50	15,69	7,85
AIS COQ 80	m	Coquilla elastomérica D80 e 30	1,00	11,00	11,00
	%	Medios auxiliares	2,00		0,24
Suma la partida en €					52,65

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

	%	Costes indirectos	3,00		1,58
Precio Unidad en €					54,23

01.04.03	Ud.	Suministro e instalación de bomba doble de recirculación primaria trifásica bridas DN 80 y 1,5 kW.			
BOMBCIRC	ud	Bomba doble recirculación primaria 3F DN80 1,5kW	1,00	2.500,00	2.500,00
MOOM.5a	h	Encargado	2,00	20,43	40,86
MOOM.8a	h	Oficial 1ª climatización	4,00	16,58	66,32
MOOM11a	h	Especialista	4,00	14,10	56,40
	%	Medios auxiliares	2,00		50,82
Suma la partida en €					2.714,40
	%	Costes indirectos	3,00		81,43
Precio Unidad en €					2.795,83

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CAPÍTULO 01 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN					
SUBCAPÍTULO 01.01 DOCUMENTACIÓN DE OBRA					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Total
01.01.01	Ud.	Preparación de documentación de proyecto	1,00	14.708,40	14.708,40

SUBCAPÍTULO 01.02 TRABAJOS PREVIOS					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Total
01.02.01	Ud.	Desmontaje y retirada a contenedor homologado de las unidades enfriadoras existentes en el centro de datos del ASIC, de la marca ROCA YORK, modelo DF80AD-AT de 70 kW de potencia frigorífica, con gas refrigerante R407-C.	1,00	339,81	339,81
01.02.02	Ud.	Desmontaje de aerotermo eléctrico con caja de chapa de acero pintada de 75 kW de potencia térmica (90/70°C).	15,00	15,33	229,90
01.02.03	Ud.	Desmontaje de intercambiador de calor de placas de 300 kW.	1,00	61,31	61,31

SUBCAPÍTULO 01.03 EQUIPOS Y UNIDADES TERMINALES					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Total
01.03.01	Ud.	Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de bomba de calor con compresores herméticos tipo scroll y gas refrigerante R-410A, de la marca AERMEC modelo NRP-1104. De las siguientes características: Capacidad frigorífica: 306,9 kW Capacidad calorífica: 392,1 kW Potencia eléctrica absorbida: 93,1 kW Incluso puesta en marcha, amortiguadores, conexiones hidráulicas, accesorios de montaje y pequeño material.	1,00	96.809,53	96.809,53
01.03.02	Ud.	Servicio de grúa pesada para subida de bomba de calor AERMEC NRP-1104 a cubierta y bajada de compresores pertenecientes a las enfriadoras del centro de datos del ASIC de marca ROCA YORK modelo DF80AD-AT.	1,00	6.817,50	6.817,50

Análisis energético y propuesta de un sistema innovador de suministro de energía térmica para la descarbonización del campus de Vera

01.03.03	Ud.	Suministro de instalación de depósito de inercia de capacidad 5000 litros de marca CHROMAGEN modelo AICV011 de dimensiones 1800x2870 (diámetro x altura). Incluso conexiones hidráulicas, accesorios de montaje y pequeño material.	4,00	3.911,17	15.644,69
01.03.04	Ud.	Suministro de instalación de unidad de tratamiento de aire a dos tubos en centro de datos del ASIC con batería de agua fría y ventilador centrífugo de acoplamiento directo. Incluso accesorios de montaje y pequeño material.	1,00	18.573,10	18.573,10
01.03.05	Ud.	Suministro e instalación de aerotermo eléctrico con caja de chapa de acero pintada. Incluso accesorios de montaje y pequeño material.	15,00	751,05	11.265,79
01.03.06	Ud.	Traslado y montaje de intercambiador de calor de placas.	1,00	156,33	156,33

SUBCAPÍTULO 01.04 SISTEMA HIDRÁULICO					
CÓDIGO	Ud.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Unitario	Total
01.04.01	m	Tubería de acero negro de D 3", de diámetro 3" (80 mm), con parte proporcional de accesorios normalizados. Incluso aislamiento correspondiente a base de coquilla elastomérica AF-Armaflex o similar de espesor según normativa, con sobreespesor de 35 mm para la tubería que discurra por interior.	350,00	46,45	16.257,10
01.04.02	m	Tubería de acero negro de D 3", de diámetro 3" (80 mm), con parte proporcional de accesorios normalizados. Incluso aislamiento correspondiente a base de coquilla elastomérica AF-Armaflex o similar de espesor según normativa, con sobreespesor de 30 mm para la tubería que discurra por interior.	17,00	54,23	921,83
01.04.03	Ud.	Suministro e instalación de bomba de recirculación primaria.	1,00	2.795,83	2.795,83

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	Resumen	IMPORTE	%
01.01	Documentación de obra	14.708,40	7,97
01.02	Trabajos previos	631,01	0,34
01.03	Equipos y unidades terminales	149.266,95	80,87
01.04	Sistema hidráulico	19.974,76	10,82

Presupuesto de ejecución material (P.E.M.) **184.581,12**

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ASCIENDE A LOS CIENTO OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS

Presupuesto de ejecución material (P.E.M.)	184.581,12
13% Gastos generales	23.995,55
6% Beneficio Industrial	11.074,87
Presupuesto de ejecución por contrata	219.651,53
21% IVA	46.126,82
Presupuesto base de licitación	265.778,35

EL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ASCIENDE A LOS DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

Subvención IVACE 35% (sobre Presupuesto de ejecución por contrata) **76.878,04**

Presupuesto estimado inversión total del promotor **188.900,32**

EL PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA INVERSIÓN TOTAL DEL PROMOTOR ASCIENDE A CIENTO OCHENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Anexos

Índice

1. Código del programa 1 para el análisis de consumos de la ETSII
2. Código del programa 2 para el análisis de consumos de la ETSII
3. Tablas del Análisis de Consumo de los edificios de la ETSII y ASIC
4. Código del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC
5. Gráficas del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC
6. Características y definición de los cerramientos de la agregación 5C-5D
7. Puentes térmicos lineales presentes en la agregación 5C-5D
8. Listados de la agregación 5C-5D generados en la simulación en CYPE
9. Características y definición de los cerramientos de los invernaderos 5P
10. Puentes térmicos lineales presentes en los invernaderos 5P
11. Listados de los invernaderos 5P generados en la simulación en CYPE
12. Catálogos de equipos de climatización de los edificios 5N y 5C-5D
13. Manual de la bomba de calor AERMEC NRP-1104
14. Catálogo del acumulador de inercia CHROMAGEN AICV011

1. Código del programa 1 para el análisis de consumos de la ETSII

```

1  import pandas as pd
2  import numpy as np
3
4
5  df1 = pd.read_csv("20210216-METERS-2019-01.csv", sep=';')
6  df2 = pd.read_csv("20210216-METERS-2019-02.csv", sep=';')
7
8  dfen1 =
df1[["METER", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'DD/MM/YYYY')", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'HH24:MI')", "C1"
]]
9  dfen2 =
df2[["METER", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'DD/MM/YYYY')", "TO_CHAR(FECHA_LOCAL, 'HH24:MI')", "C1"
]]
10
11  dfen=dfen1.append(dfen2)
12
13  dfen = dfen[(dfen["METER"] == 9) | (dfen["METER"] ==10) | (dfen["METER"] ==127) |
(dfen["METER"] ==137) | (dfen["METER"] ==139) | ((dfen["METER"]>=500) &
(dfen["METER"]<600))]
14  dfen1 = dfen1[(dfen1["METER"] == 9) | (dfen1["METER"] ==10) | (dfen1["METER"] ==127)
| (dfen1["METER"] ==137) | (dfen1["METER"] ==139) | ((dfen1["METER"]>=500) &
(dfen1["METER"]<600))]
15  dfen2 = dfen2[(dfen2["METER"] == 9) | (dfen2["METER"] ==10) | (dfen2["METER"] ==127)
| (dfen2["METER"] ==137) | (dfen2["METER"] ==139) | ((dfen2["METER"]>=500) &
(dfen2["METER"]<600))]
16
17  dfen.reset_index(drop=True, inplace=True)
18
19  contador=dfen["C1"]
20
21  enact = np.zeros((len(contador),1))
22
23  for i in range(1,len(contador)):
24      if dfen.loc[i,"METER"] != dfen.loc[i-1,"METER"]:
25          enact[i]=0
26      else:
27          enact[i]=dfen.loc[i,"C1"]-dfen.loc[i-1,"C1"]
28
29  dfen.insert(4,'Energia activa',enact)
30
31  dfen.to_csv('enact_2019.csv', index=False, sep=';')
32  dfen1.to_excel('meters2019_1.xlsx', sheet_name='meters2019_1', index=False)
33  dfen2.to_excel('meters2019_2.xlsx', sheet_name='meters2019_2', index=False)
34
35
36
37
38

```

2. Código del programa 2 para el análisis de consumos de la ETSII

```

1  import pandas as pd
2  import numpy as np
3
4  df = pd.read_csv("enact_2019_ordenado.csv", sep=';')
5  fechas = pd.read_csv("Calendario_2019.csv", sep=';')
6
7  esc='hola'
8  ape=0
9
10 cont=df["Energia activa"]
11 a=0
12 b=1
13 x=1
14 y=0
15 meter = np.zeros((len(fechas),1))
16 meter[0,0] = df.loc[0,"Energia activa"]
17
18 for i in range(1,len(cont)):
19
20     if df.loc[i, "METER"] == df.loc[i - 1, "METER"]:
21         if (df.loc[i,"HORA"] == df.loc[i-1,"HORA"]) and (df.loc[i,"HORA"] ==
22             df.loc[i-1,"HORA"]):
23             y = y + 1
24             print(y, ': Filas repetidas', i, 'y', i - 1, ':', df.loc[i - 1,
25                 "FECHA"], df.loc[i - 1, "HORA"], 'y', df.loc[i, "FECHA"], df.loc[i,
26                 "HORA"])
27
28         else:
29             while (df.loc[i,"FECHA"] != fechas.loc [b,"FECHA"]) or (df.loc[i,
30                 "HORA"] != fechas.loc[b, "HORA"]):
31                 meter[x,0] = 0
32                 b = b + 1
33                 x = x + 1
34
35                 if (fechas.loc[b, "FECHA"] != esc) or (df.loc[i, "METER"] != ape):
36                     print('Falta dato:', fechas.loc [b,"FECHA"], fechas.loc
37                         [b,"HORA"], 'Meter:', df.loc[i, "METER"])
38                     esc = fechas.loc[b, "FECHA"]
39                     ape = df.loc[i, "METER"]
40
41             else:
42                 meter[x,0] = df.loc[i,"Energia activa"]
43                 b=b+1
44                 x=x+1
45
46     else:
47         num = df.loc[i-1, "METER"]
48         fechas[num]=meter
49         b=x=0
50         a=a+1
51         meter[0,0]=df.loc[i,"Energia activa"]
52
53 fechas.to_excel('Meters 2019.xlsx', sheet_name='Meters 2019', index=False)

```

3. Tablas del Análisis de Consumo de los edificios de la ETSII y ASIC

EDIFICIO(S)	5C+5D								
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima [kWh]		REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
6661,77									
ENACCAL (kWh/año)	302863	193505		109358	98835	50733	43937	45,46284246	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	26535	17225		9310	0	13582	3643	3,983175643	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	23377	12653		10724	0	10145	2508	3,509127454	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	17909	8774		9135	0	4899	3875	2,688324574	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	16714	8764		7950	240	4774	3750	2,508942819	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	23569	14069		9500	10313	0	3756	3,537948623	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	27503	19645		7858	15895	0	3750	4,12848237	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	40525	32190		8335	28315	0	3875	6,083218124	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	13019	8588		4431	4714	0	3874	1,954285423	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	40513	29310		11203	25560	0	3750	6,081416801	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	31499	20616		10883	13798	3055	3763	4,728322953	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	22257	11368		10889	0	7850	3518	3,34103967	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	19443	10303		9140	0	6428	3875	2,918593707	

EDIFICIO(S)	5E								
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]		REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
9857,9264	30,39223671				18,46397607	7,431346853	4,496913786		
ENACCAL (kWh/año)	123146	282043	405189		74814	30111	18221	41,10286317	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	10343	27107	37450		0	8835	1508	3,798973382	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	8640	25316	33956		0	7596	1044	3,444537788	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	4953	23970	28923		0	3341	1612	2,933984169	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	4714	22311	27025		3154	0	1560	2,741448749	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	4965	27486	32451		3405	0	1560	3,291868765	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	10895	24040	34935		9335	0	1560	3,543848735	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	26221	25375	51596		24609	0	1612	5,233960765	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	13120	12684	25804		11508	0	1612	2,61758903	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	17749	23702	41451		16189	0	1560	4,204839671	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	9283	25319	34602		6614	1100	1569	3,510068811	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	5781	23687	29468		0	4369	1412	2,98926963	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	6482	21046	27528		0	4870	1612	2,792473679	

EDIFICIO(S)	5F+5H+5I								
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO FUERZA [kWh]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima ni fuerza [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	fuerza+clima
10,494,3314	19,96209448	26,04754315			13,9998037	11,64624941	0,401490047		
ENACCAL (kWh/año)	85419	111459	231028	427906	59906	49835	1718	40,77496543	196878
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	12326	12587	23482	48395	0	12450	137	4,611537234	24913
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	7911	11352	21406	40669	0	11254	98	3,875330257	19263
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	5853	6582	19098	31533	0	6438	144	3,00476503	12435
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	4216	5451	17586	27253	3065	2247	139	2,596925803	9667
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	5620	6067	20953	32640	5923	0	144	3,110250549	11687
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	7311	8617	18758	34686	8468	0	149	3,305212946	15928
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	14200	18143	21819	54162	17989	0	154	5,161072005	32343
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	2194	174	8301	10669	20	0	154	1,01664409	2368
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	9070	14530	20484	44084	14380	0	150	4,200744032	23600
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	5617	12758	20609	38984	10061	2542	155	3,714767384	18375
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	5137	7633	20876	33646	0	7483	150	3,206111825	12770
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	5964	7565	17656	31185	0	7421	144	2,97160427	13529

EDIFICIO(S) 5G									
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]		
2029,0368	3,933120648			1,113103416		2,827003237			
ENACCAL (kWh/año)	1689	41254	42943	478		1214	21,16422925		
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	197	6916	7113	0		197	3,505604235		
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	214	3384	3598	0		214	1,773255172		
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	151	3178	3329	0		151	1,640679952		
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	107	1761	1868	47		60	0,920633869		
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	88	2737	2825	28		60	1,392286232		
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	46	3002	3048	10		36	1,502190596		
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	0	3270	3270	0		0	1,611602116		
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	0	2161	2161	0		0	1,065037362		
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	230	4231	4461	181		52	2,198580134		
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	340	4168	4508	212		128	2,221743834		
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	155	3311	3466	0		155	1,708199674		
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	161	3135	3296	0		161	1,624416078		

EDIFICIO(S) 5N									
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]		
4507,5303	45,79389588			27,83875863	13,60171468	4,353422571			
ENACCAL (kWh/año)	77557	91804	169361	47148	23036	7373	37,57290328		
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	7885	7582	15467	0	7276	609	3,431369058		
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	6358	8877	15235	0	5936	422	3,79899632		
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	1962	8171	10133	77	1234	651	2,248015948		
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	719	7266	7985	89	0	630	1,77148005		
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	3834	8873	12707	3203	0	631	2,819060362		
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	11261	6815	18076	10631	0	630	4,010178257		
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	6842	5376	12218	6191	0	651	2,710575235		
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	780	3537	4317	133	0	647	0,957730667		
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	18020	8911	26931	17390	0	630	5,974668656		
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	9998	9459	19457	9365	0	633	4,316554456		
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	4330	9435	13765	69	3673	588	3,053778696		
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	5568	7502	13070	0	4917	651	2,899592267		

EDIFICIO(S) 5R									
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO CLIMA [kWh]	red que no sea clima [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	REFRIGERACIÓN [kWh]	CALEFACCIÓN [kWh]	VENTILACIÓN [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]		
1012,47	55,87667194			21,97452692	8,702092743	25,20005228			
ENACCAL (kWh/año)	38475	30382	68857	15131	5992	17352	68,00892866		
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	3015	3102	6117	0	1588	1427	6,041660494		
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	2389	3048	5437	0	1385	1004	5,370035655		
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	2048	2494	4542	0	537	1511	4,486058846		
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	1997	2441	4438	27	501	1469	4,383339753		
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	2844	2696	5540	1357	0	1487	5,471767065		
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	4004	2168	6172	2510	0	1494	6,095983091		
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	7628	2316	9944	6078	0	1550	9,821525576		
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	1568	746	2314	104	0	1464	2,285499817		
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	4987	2655	7642	3489	0	1498	7,547877962		
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	3119	2936	6055	1566	51	1502	5,980424111		
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	2335	2913	5248	0	939	1396	5,183363458		
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	2541	2867	5408	0	991	1550	5,341392831		

EDIFICIO(S)	5I				
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO RED [kWh]	CONSUMO FUERZA [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Total [kWh/m2]	
889,105		84,21447007			
ENACCAL (kWh/año)	9480	50575	60055	67,54545301	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	1015	4732	5747	6,463803488	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	1029	4315	5344	6,010538688	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	739	3331	4070	4,577637062	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	812	3318	4130	4,645120655	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	890	4410	5300	5,96105072	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	773	4596	5369	6,038656852	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	933	6453	7386	8,307230305	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	298	2602	2900	3,261706997	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	752	4760	5512	6,199492748	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	852	4502	5354	6,021785953	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	750	4143	4893	5,503287013	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	637	3413	4050	4,555142531	

EDIFICIO(S)	5K		
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
2376,1174			
ENACCAL (kWh/año)	129789	54,62230107	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	11629	4,894118447	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	10729	4,515349284	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	8225	3,4615293	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	8569	3,606303291	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	10034	4,222855319	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	10974	4,618458667	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	18086	7,611576768	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	5374	2,261672761	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	14085	5,927737409	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	11647	4,90169383	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	10181	4,284720949	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	10256	4,316285046	

EDIFICIO(S)	5L		
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
1225,125			
ENACCAL (kWh/año)	68783		56,14365881
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	9676		7,897969595
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	8765		7,154372003
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	6610		5,39536782
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	6307		5,148046118
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	4452		3,633914907
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	4039		3,296806448
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	5203		4,24691358
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	2244		1,831649832
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	6933		5,659014386
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	4581		3,739210285
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	4920		4,015916743
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	5053		4,124477094

EDIFICIO(S)	5M	El consumo de grupo NO está incluido en el de la operación			
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO RED [kWh]	CONSUMO GR [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
3596,5987	97,20778422	2,792215783			
ENACCAL (kWh/año)	331776	9530	341306		94,89688132
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	24425	808	25233		7,015795229
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	24340	855	25195		7,005229691
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	25965	784	26749		7,437304584
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	24958	760	25718		7,150644858
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	27999	893	28892		8,033145316
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	28759	789	29548		8,215539865
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	39132	931	40063		11,13913543
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	18697	317	19014		5,286661534
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	29866	829	30695		8,534452287
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	31766	958	32724		9,098596404
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	30123	863	30986		8,615362064
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	25746	743	26489		7,365014062

EDIFICIO(S)	50		
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
5656,79			
ENACCAL (kWh/año)	68061		12,03173531
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	7877		1,392485844
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	6626		1,171335687
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	5801		1,025493257
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	4318		0,76333044
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	4198		0,742116996
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	4408		0,779240523
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	6009		1,062263227
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	5649		0,998622894
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	5553		0,981652138
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	5748		1,016123986
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	5386		0,952130095
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	6488		1,146940226

EDIFICIO(S)	5P		
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
7699,5			
ENACCAL (kWh/año)	215692		28,01376713
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	16042		2,083511916
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	14907		1,936099747
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	17297		2,246509514
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	16497		2,142606663
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	17777		2,308851224
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	19830		2,575491915
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	27725		3,600883174
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	26051		3,383466459
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	19082		2,47834275
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	14971		1,944411975
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	11555		1,500746802
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	13958		1,81284499

EDIFICIO(S)		5S	
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
1273,42			
ENACCAL (kWh/año)	51193	40,20119049	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	6098	4,788679305	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	4405	3,459188642	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	3208	2,519200264	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	3010	2,363713465	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	3659	2,87336464	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	4119	3,234596598	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	6080	4,774544141	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	2166	1,70093135	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	5412	4,249972515	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	4144	3,25422877	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	4180	3,282499097	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	4712	3,700271709	

EDIFICIO(S)		5Q	
SUPERFICIE [m2]	CONSUMO TOTAL [kWh]	Consumo Red Total [kWh/m2]	
397,5			
ENACCAL (kWh/año)	153215	385,4465409	
ENACCAL ENERO (kWh/mes)	28674	72,13584906	
ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	24016	60,41761006	
ENACCAL MARZO (kWh/mes)	18158	45,68050314	
ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	13697	34,45786164	
ENACCAL MAYO (kWh/mes)	4914	12,36226415	
ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	3777	9,501886792	
ENACCAL JULIO (kWh/mes)	4374	11,00377358	
ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	3991	10,04025157	
ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	3364	8,462893082	
ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	4583	11,52955975	
ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	15870	39,9245283	
ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	27797	69,92955975	

ETSII 2019	CONSUMO GENERAL ETSII 2019	
	ENACCAL (kWh/año)	2539031
	ENACCAL ENERO (kWh/mes)	256357
	ENACCAL FEBRERO (kWh/mes)	226699
	ENACCAL MARZO (kWh/mes)	190031
	ENACCAL ABRIL (kWh/mes)	169554
	ENACCAL MAYO (kWh/mes)	191034
	ENACCAL JUNIO (kWh/mes)	207969
	ENACCAL JULIO (kWh/mes)	288533
	ENACCAL AGOSTO (kWh/mes)	126365
	ENACCAL SEPTIEMBRE (kWh/mes)	258243
	ENACCAL OCTUBRE (kWh/mes)	222526
	ENACCAL NOVIEMBRE (kWh/mes)	199869
	ENACCAL DICIEMBRE (kWh/mes)	201851

4. Código del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC

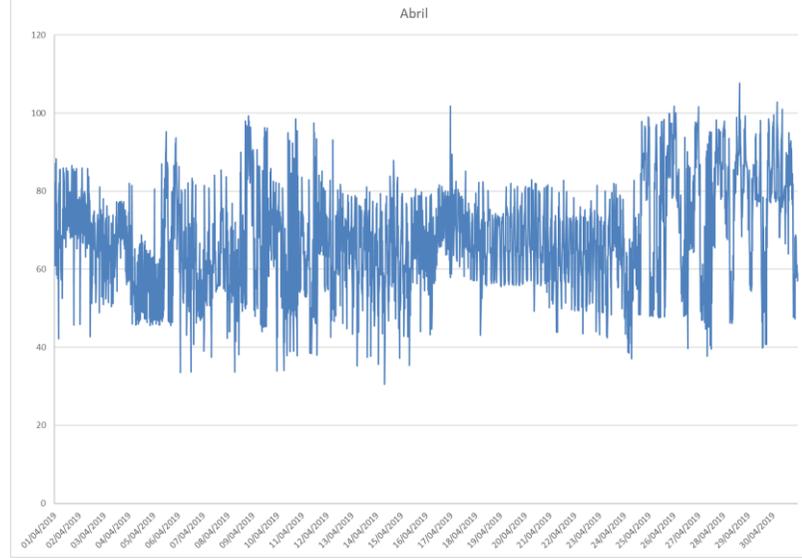
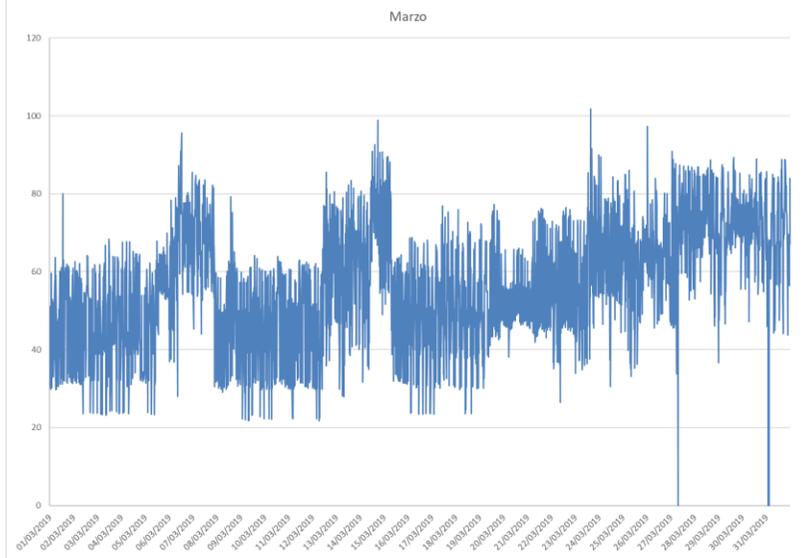
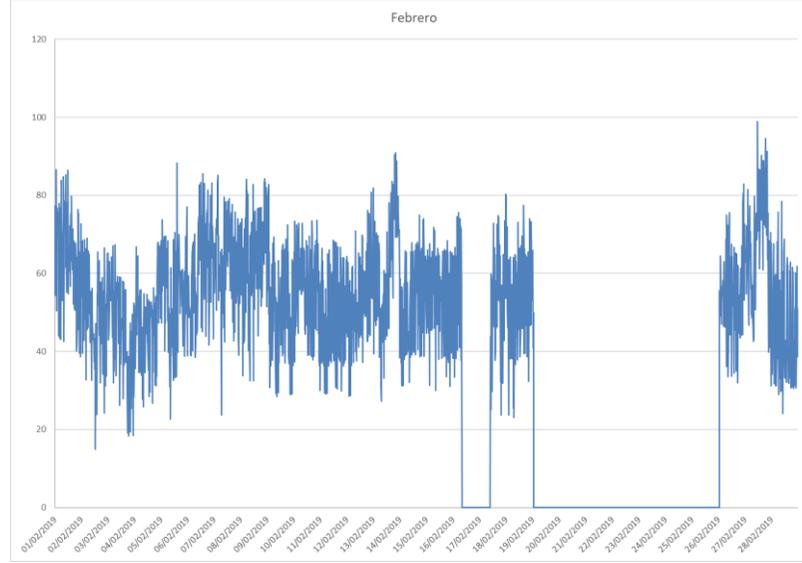
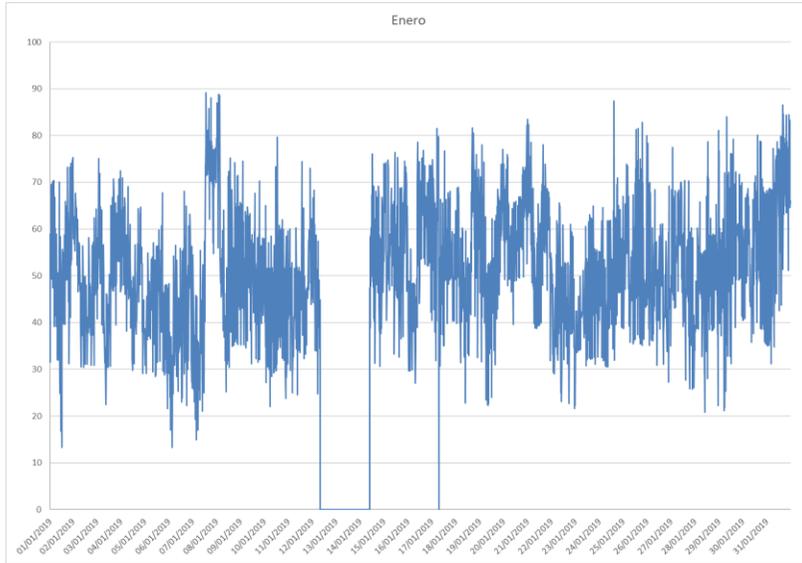
```

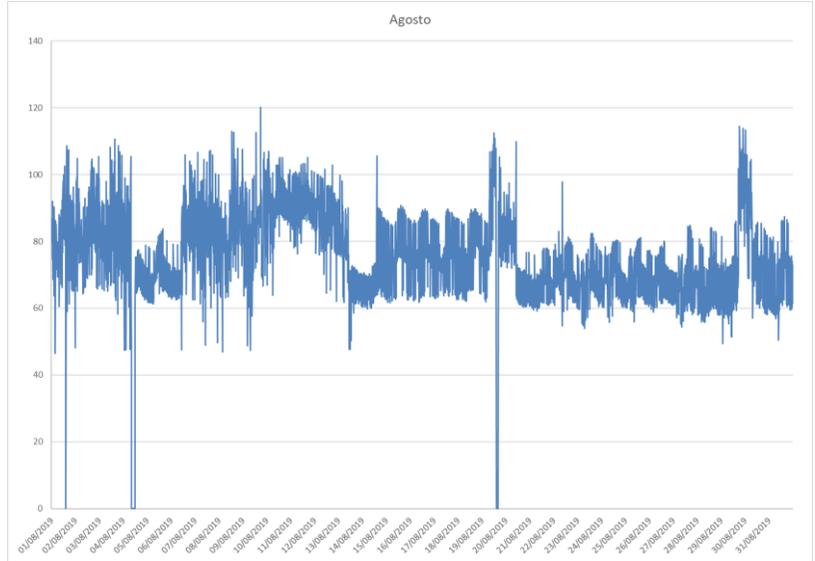
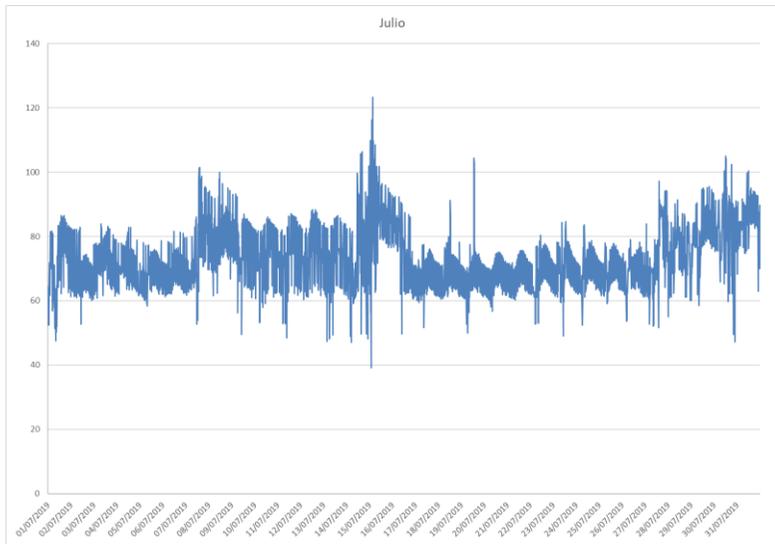
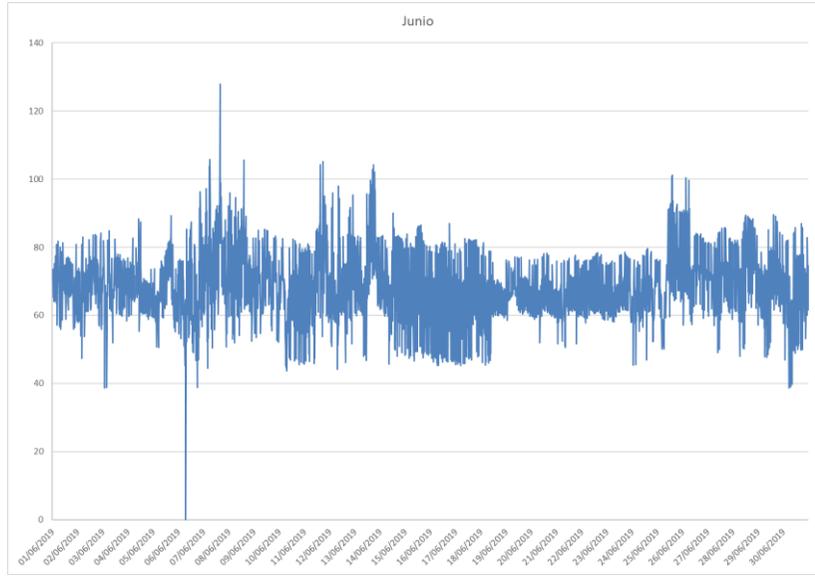
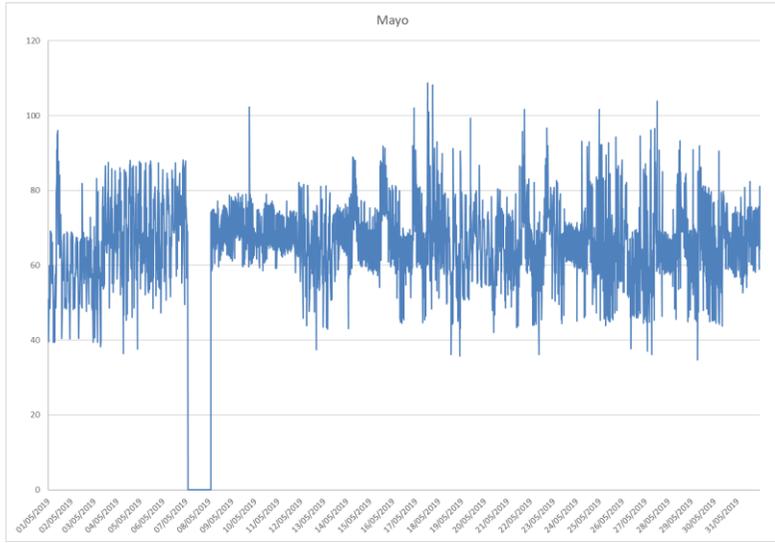
1  import pandas as pd
2  import numpy as np
3
4  df = pd.read_excel("20210611-413_414_2019.xlsx")
5  fechas = pd.read_csv("Calendario_2019_15m.csv",sep=';')
6
7  dfpot = df[["METER","DIA","HORA","C6"]]
8
9  df["C6"] = df["C6"].fillna(0)
10
11
12  esc='hola'
13  ape=0
14
15  cont=df["C6"]
16  b=1
17  x=1
18  y=0
19  hora = 0
20  z=0
21  meter = np.zeros((len(fechas),1))
22  meter[0,0] = df.loc[0,"C6"]
23
24  for i in range(1,len(cont)):
25
26      if df.loc[i, "METER"] == df.loc[i - 1, "METER"]:
27
28          if (df.loc[i, "HORA"] < df.loc[i - 1, "HORA"]) and (df.loc[i, "DIA"] ==
29              df.loc[i - 1, "DIA"]):
30              hora = i-1
31              print('Salto horario el:', df.loc[i, "DIA"], df.loc[i, "HORA"],
32                  'Hora anterior:', df.loc[i - 1, "HORA"])
33              z = 1
34
35          elif (df.loc[i, "HORA"] == df.loc[hora,"HORA"]) and (z == 1):
36              print('Se ha igualado el salto horario')
37              hora = 0
38              z = 0
39
40          elif (z == 1):
41              print('Seguimos en el salto horario')
42
43
44          elif (df.loc[i,"HORA"] == df.loc[i-1,"HORA"]) and (df.loc[i,"DIA"] ==
45              df.loc[i-1,"DIA"]):
46              if (df.loc[i,"C6"]>df.loc[i-1,"C6"]):
47                  meter[x-1,0] = df.loc[i,"C6"]
48                  y = y + 1
49                  print(y, ': Filas repetidas', i, 'y', i - 1, ':', df.loc[i - 1,
50                      "FECHA"], df.loc[i - 1, "HORA"], 'y',df.loc[i, "FECHA"], df.loc[i,
51                      "HORA"], 'Meter:', df.loc[i,"METER"], df.loc[i,"C6"]-df.loc[i-1,"C6"])
52
53          else:
54              while (df.loc[i,"DIA"] != fechas.loc [b,"FECHA"]) or (df.loc[i,
55                  "HORA"] != fechas.loc[b, "HORA"]):
56
57                  meter[x, 0] = 0
58                  if (fechas.loc[b, "FECHA"] != esc) or (df.loc[i, "METER"] != ape):
59                      print('Falta dato:', fechas.loc [b,"FECHA"], fechas.loc
60                          [b,"HORA"], 'Meter:', df.loc[i, "METER"])
61                      esc = fechas.loc[b, "FECHA"]
62                      ape = df.loc[i, "METER"]
63
64                  b = b + 1
65                  x = x + 1
66
67          else:
68              meter[x,0] = df.loc[i,"C6"]

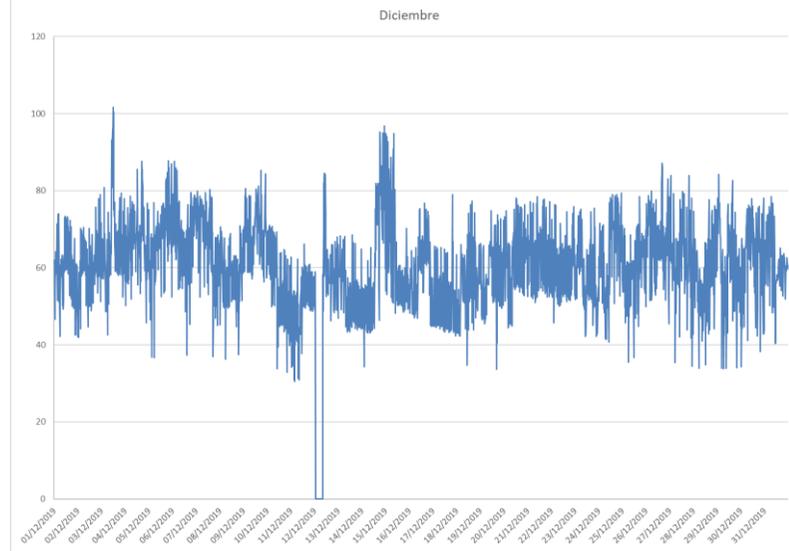
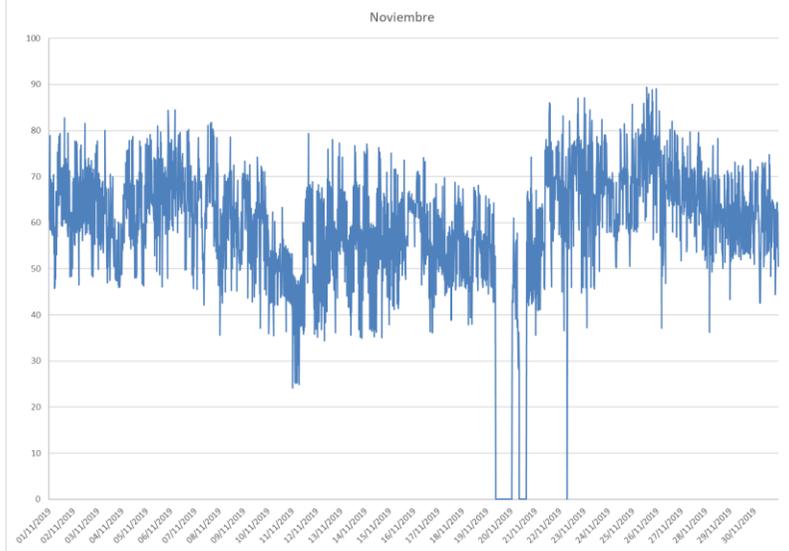
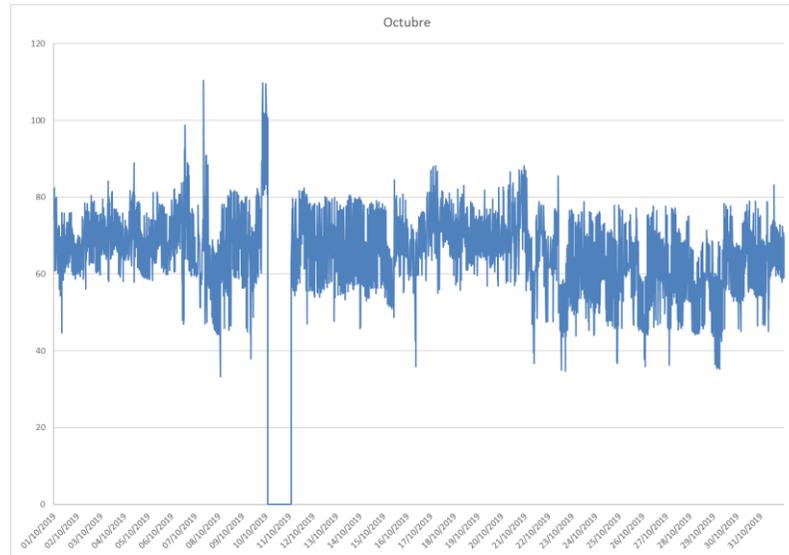
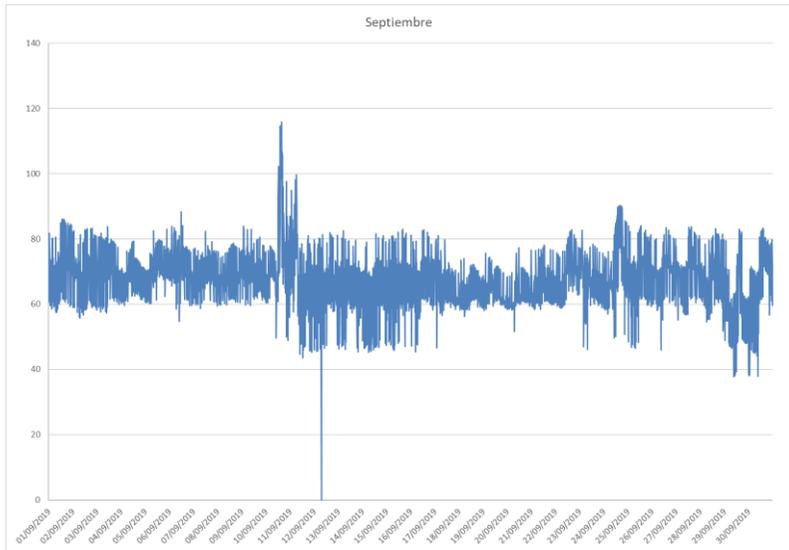
```

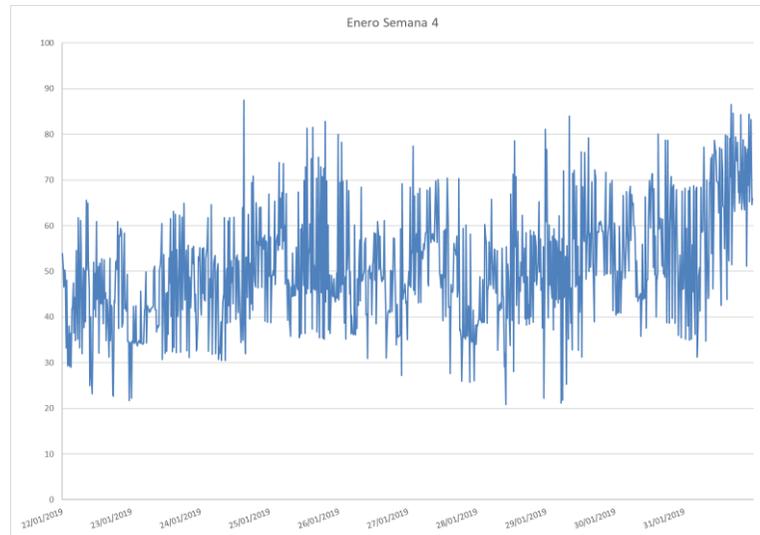
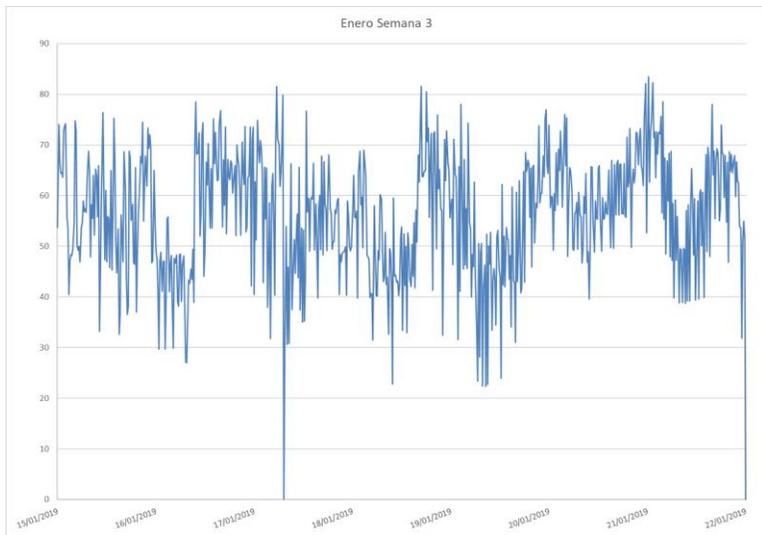
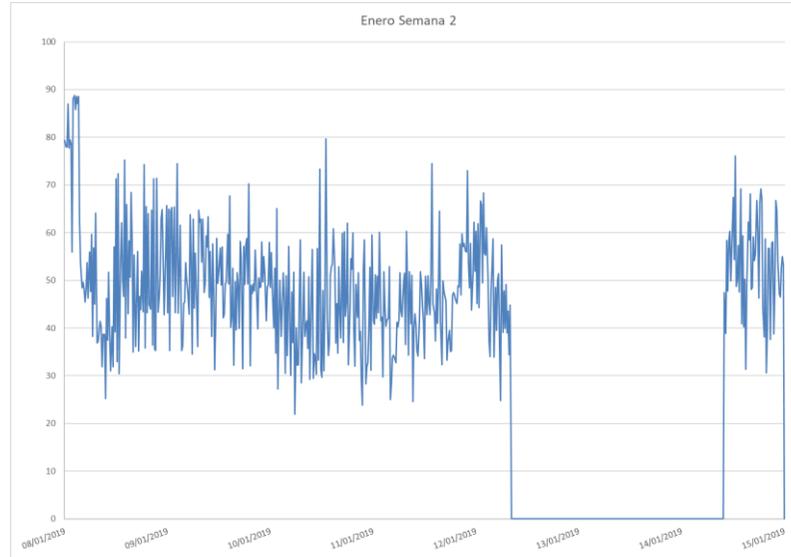
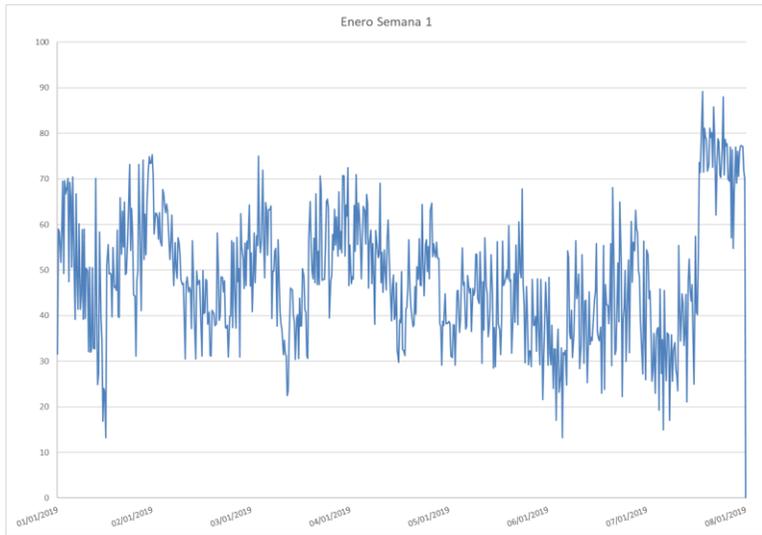
```
66         b=b+1
67         x=x+1
68
69     else:
70         num = df.loc[i-1, "METER"]
71         fechas[num]=meter
72         b=x=0
73         meter[0,0]=df.loc[i,"C6"]
74
75 num = df.loc[i-1, "METER"]
76 fechas[num]=meter
77
78 fechas.to_excel('Meters 413 414.xlsx', sheet_name='Meters 413 414', index=False)
```

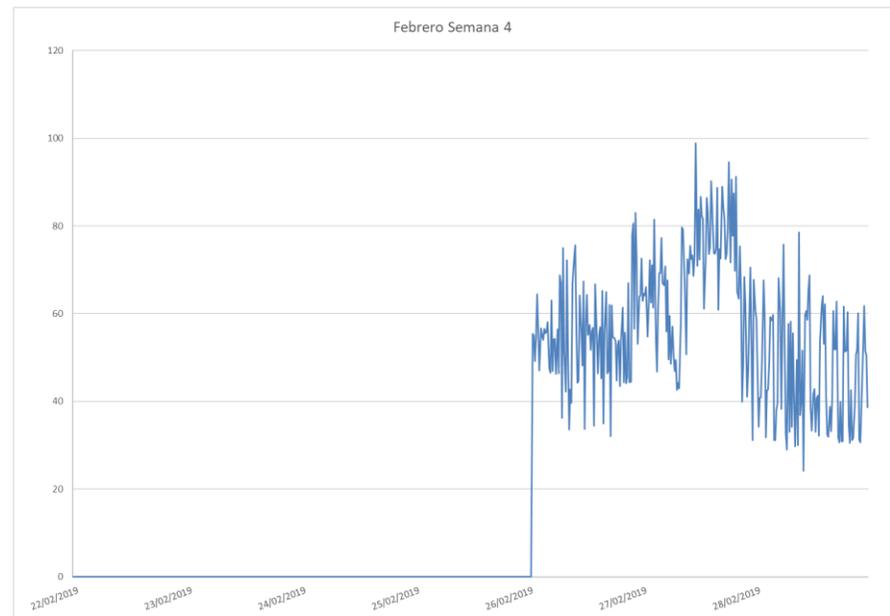
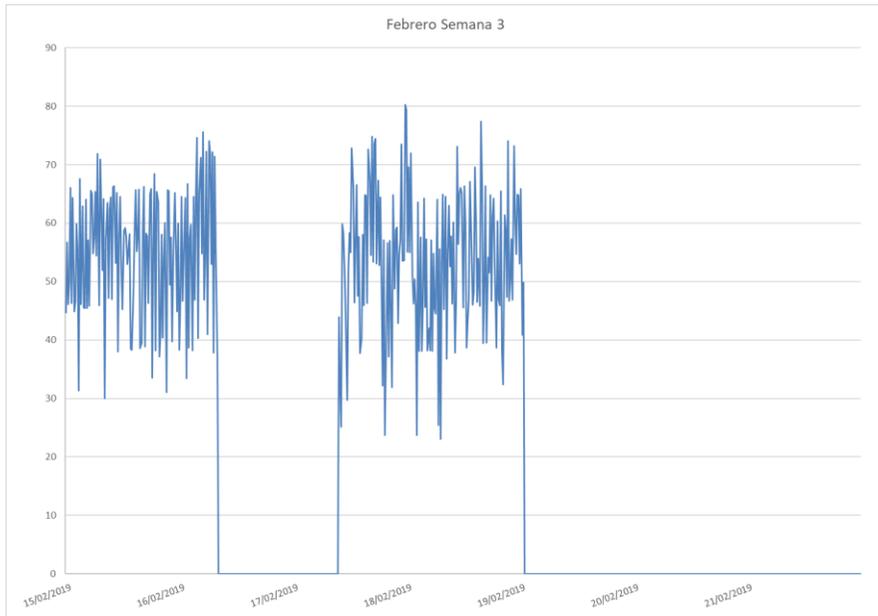
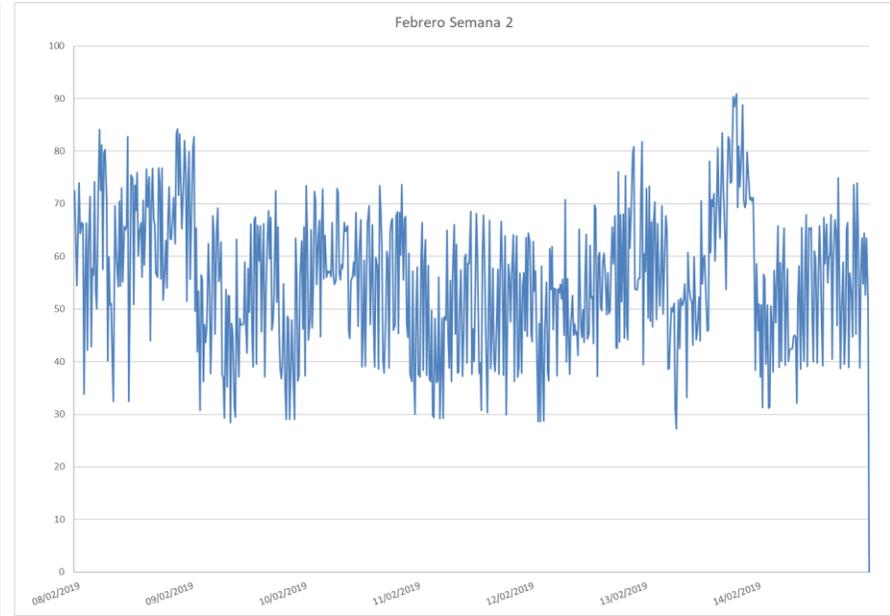
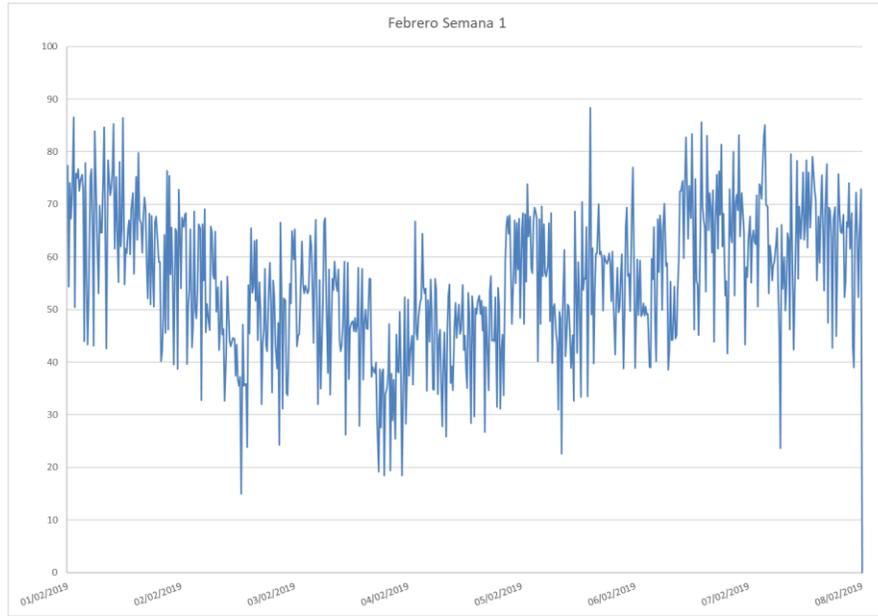
5. Gráficas del análisis de consumo de potencia eléctrica del centro de datos del ASIC

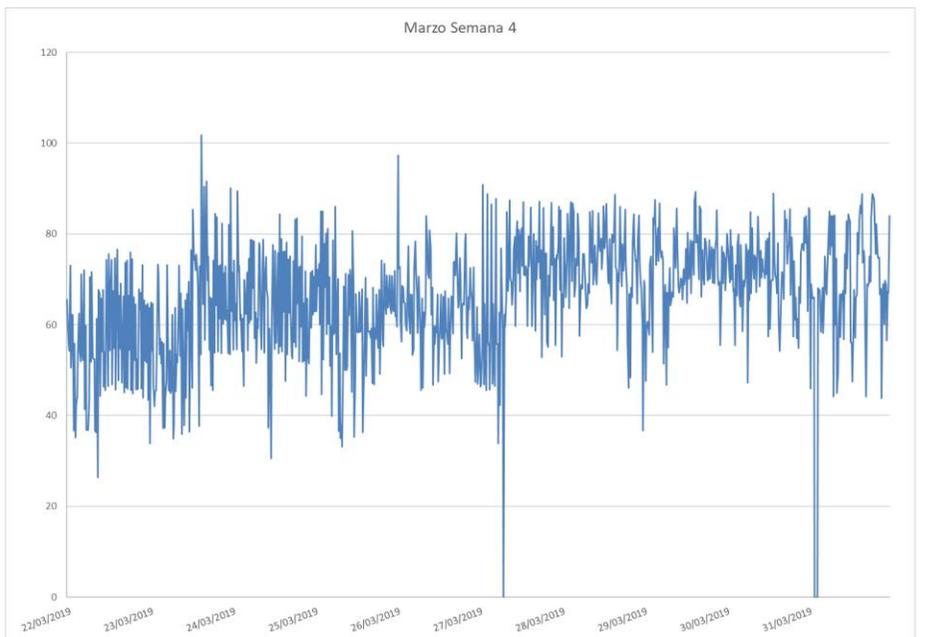
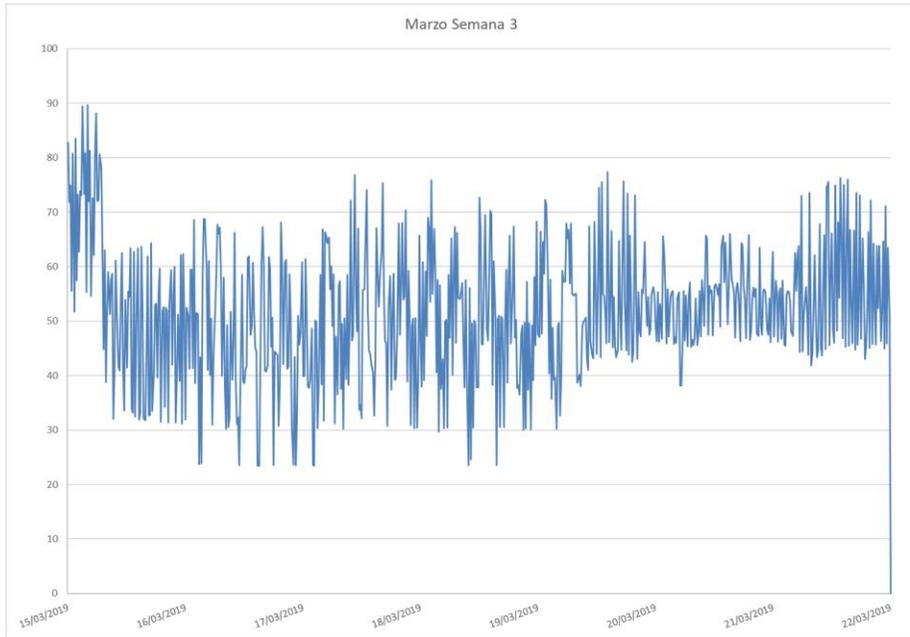
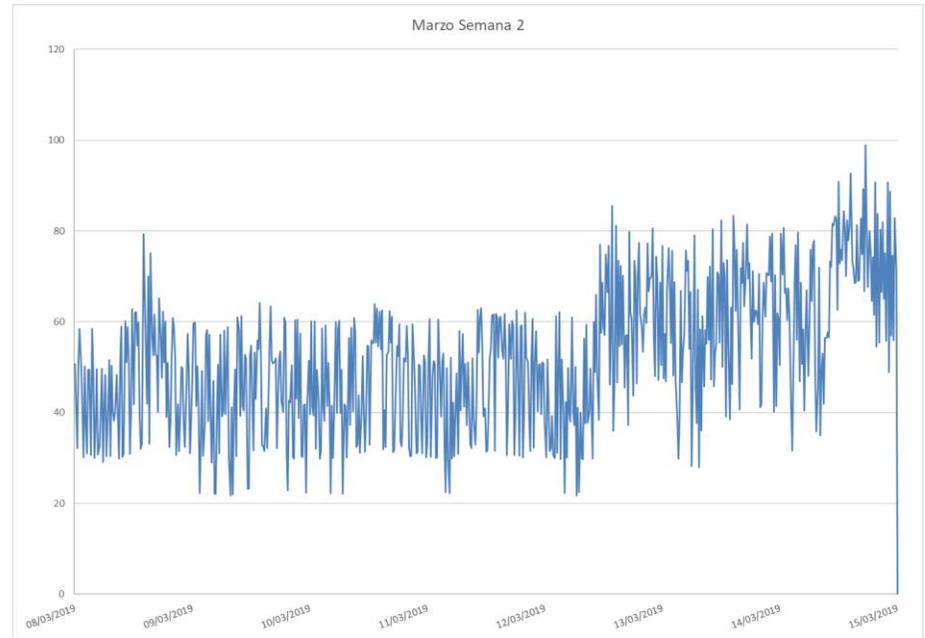
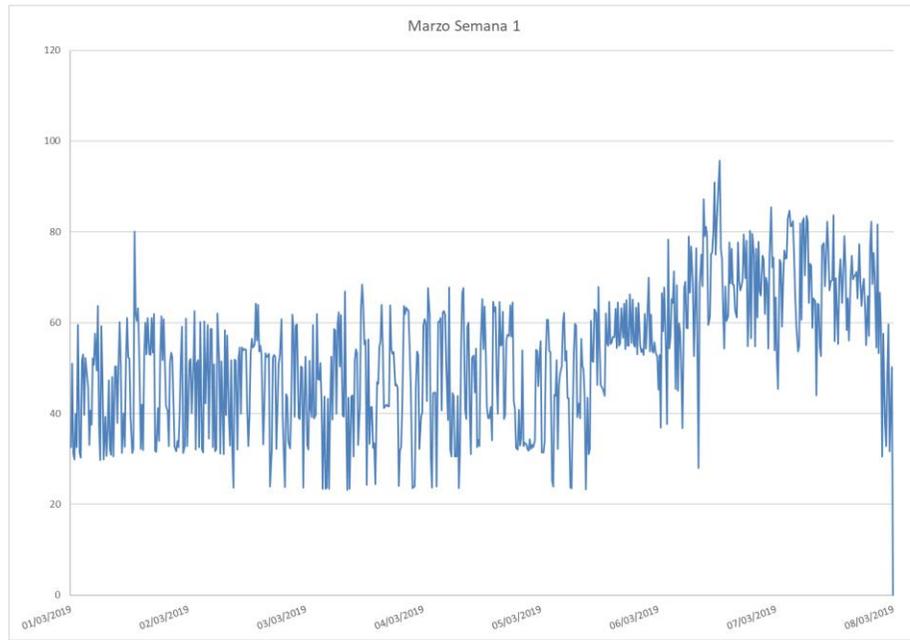


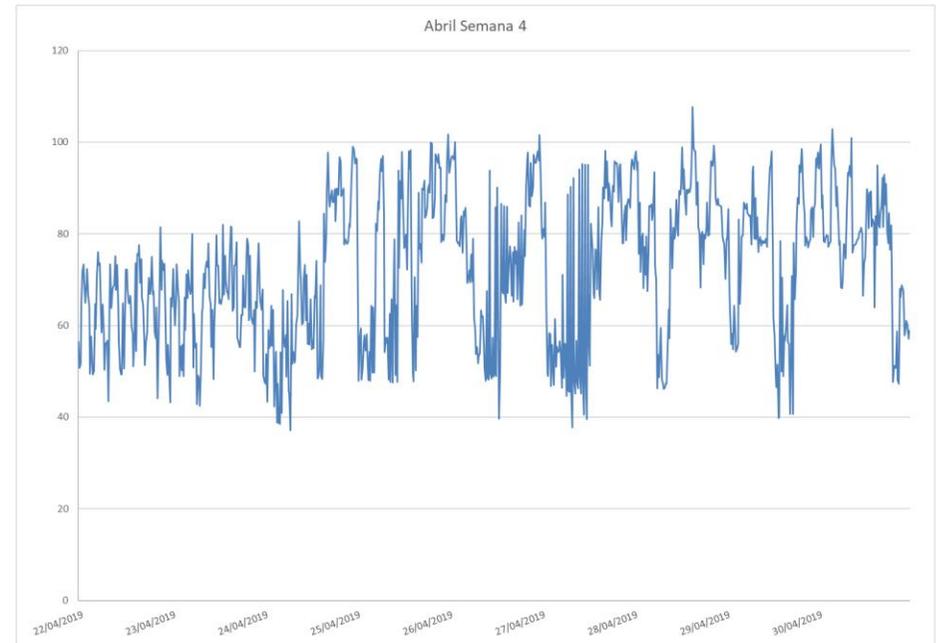
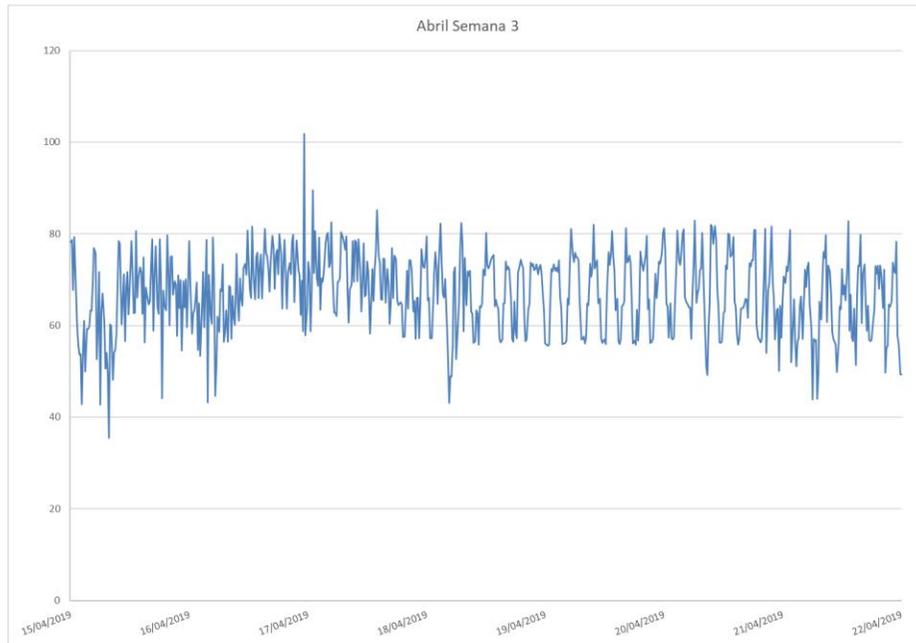
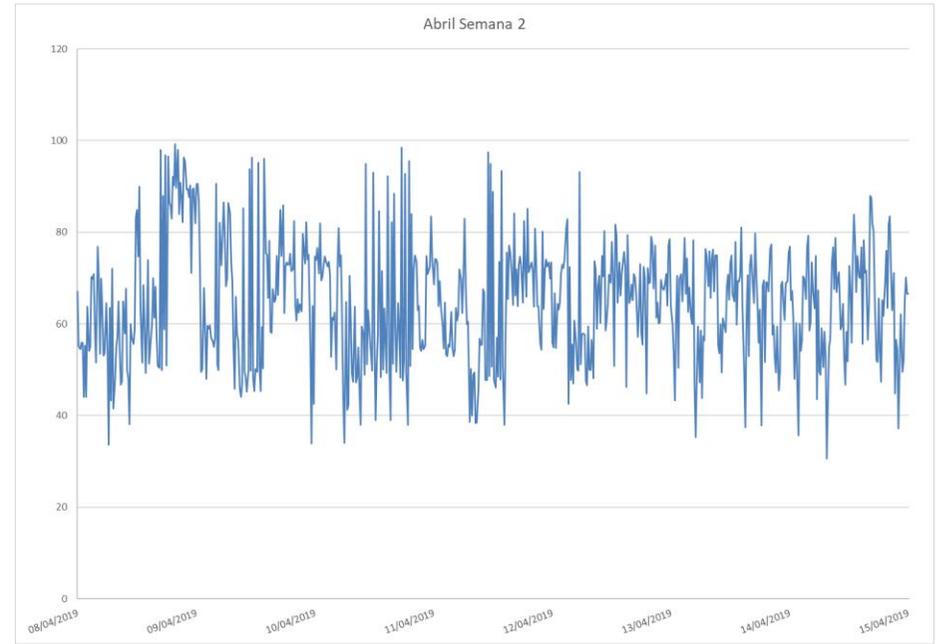
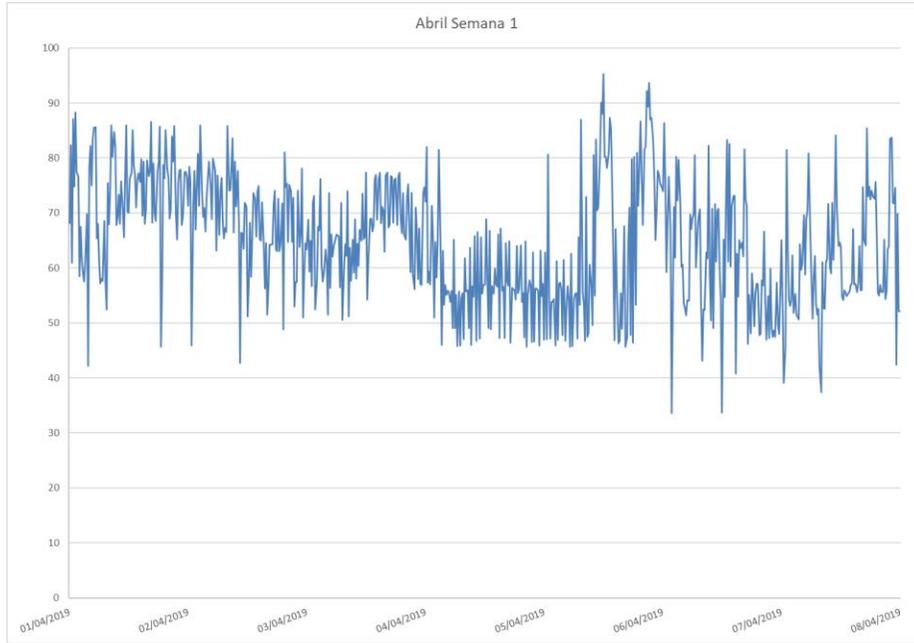


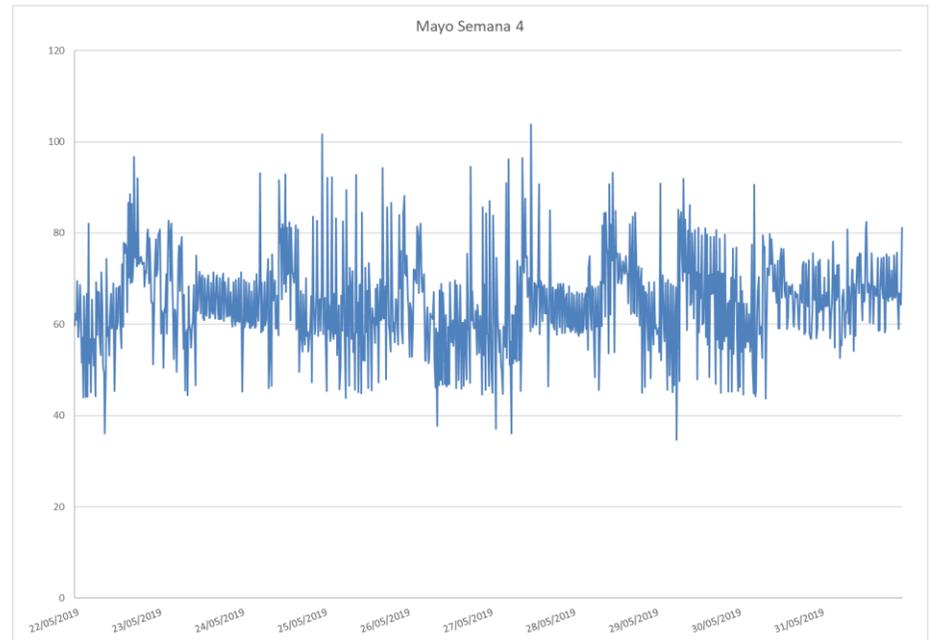
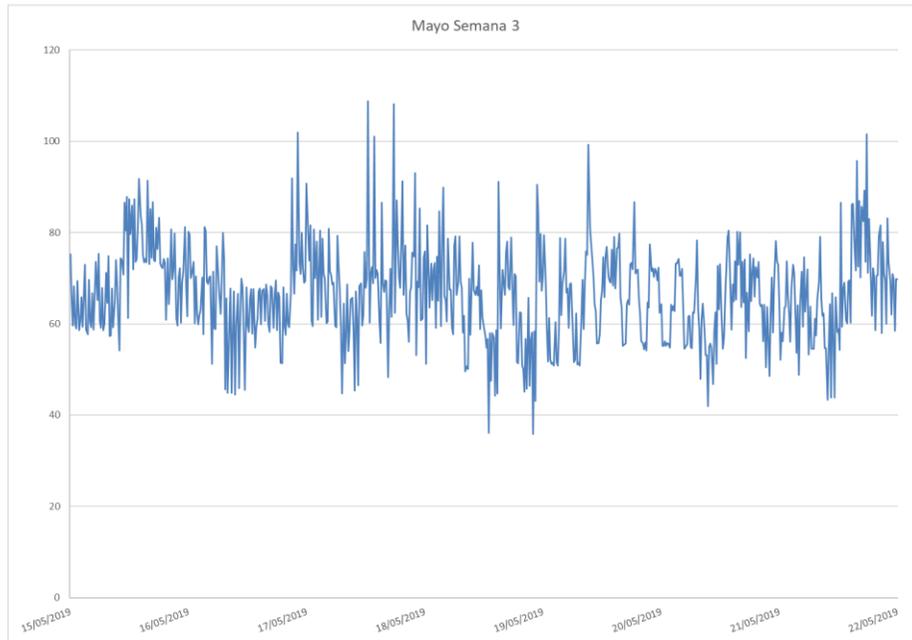
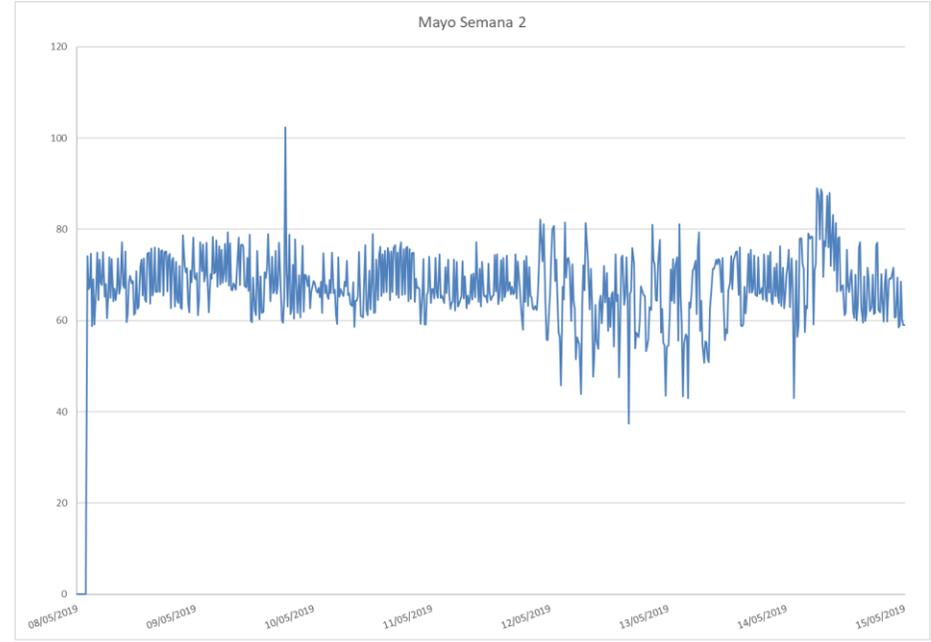
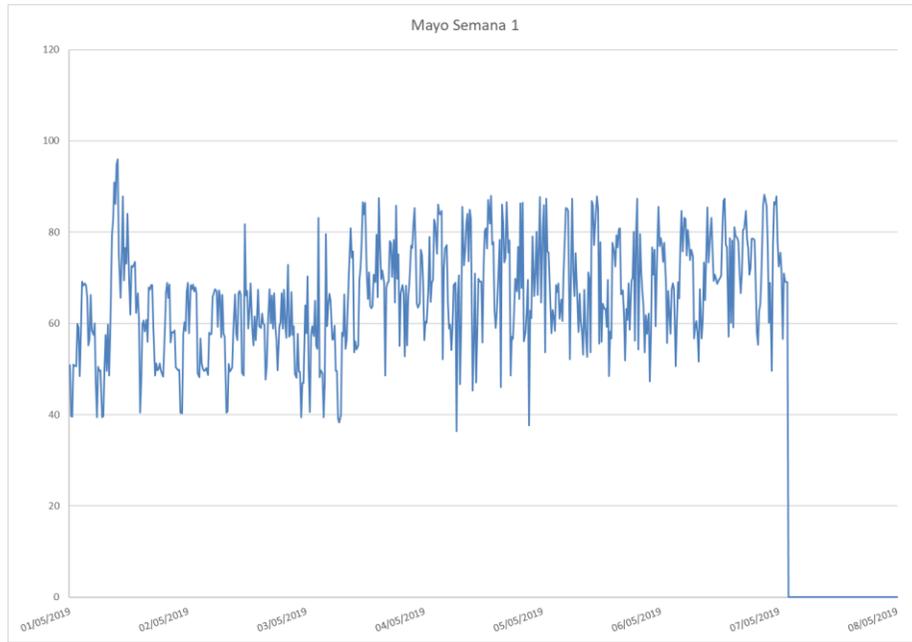


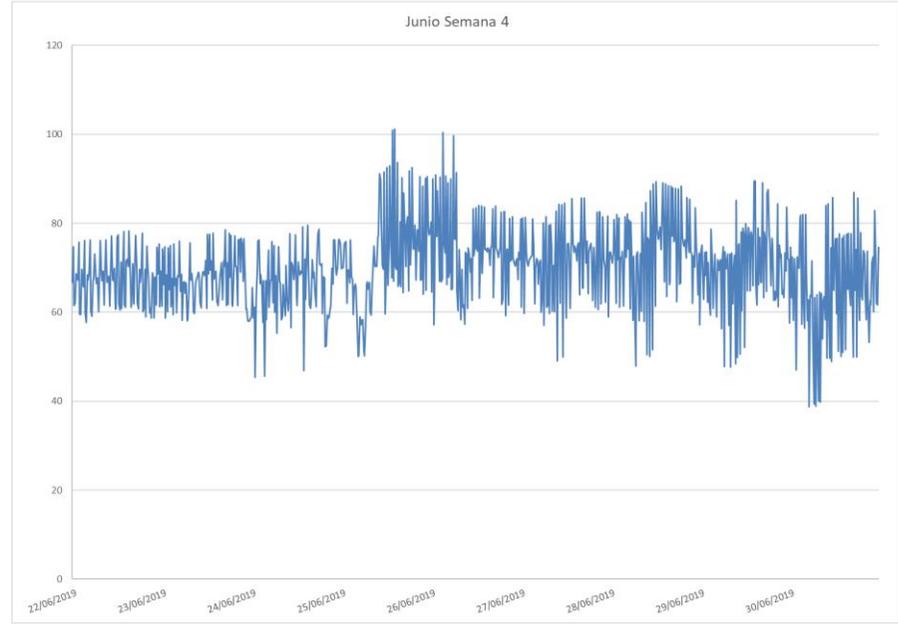
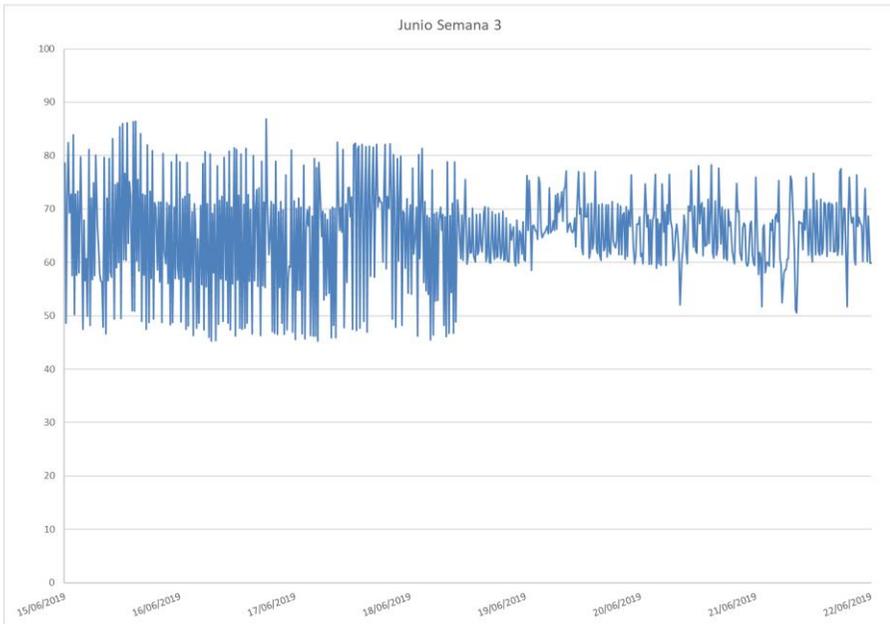
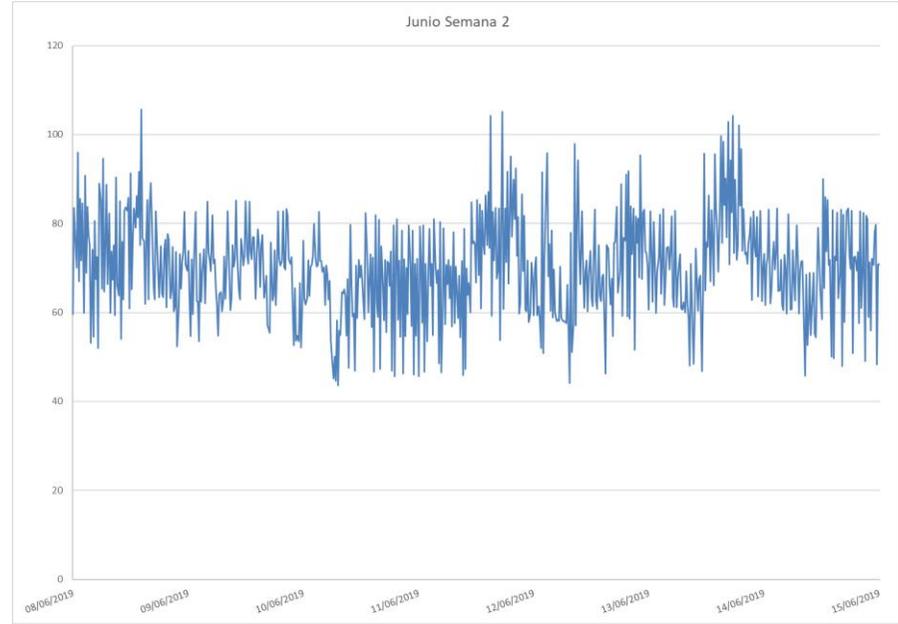
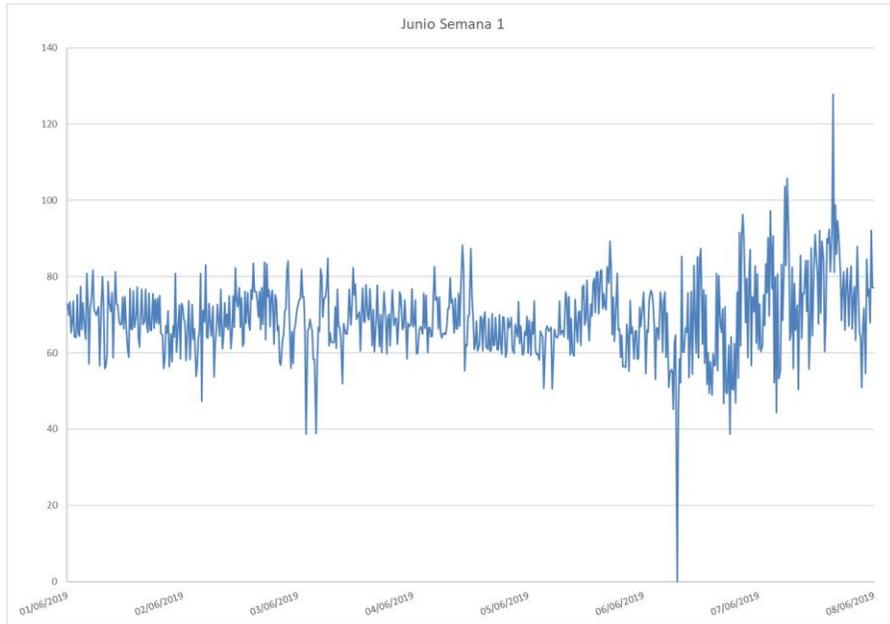


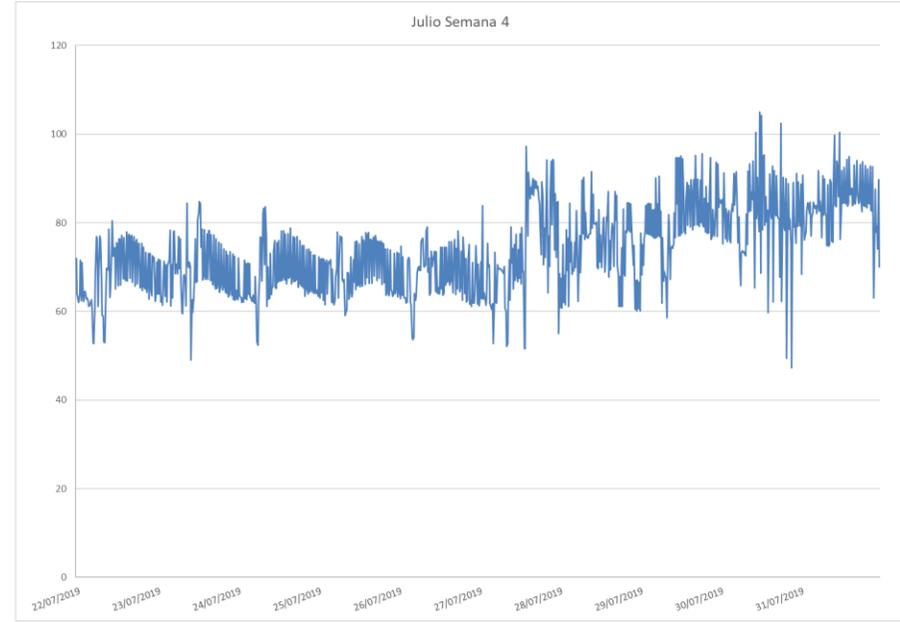
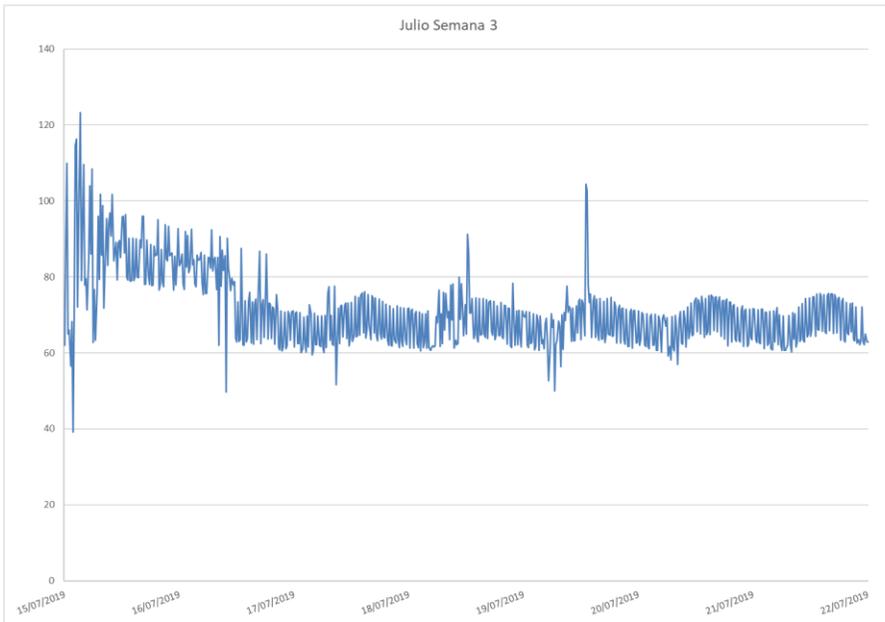
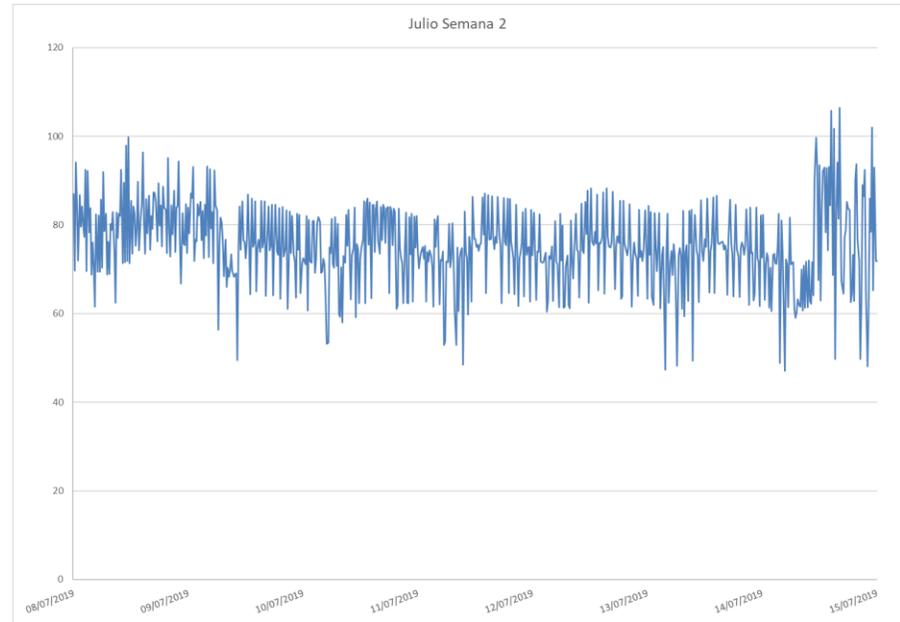
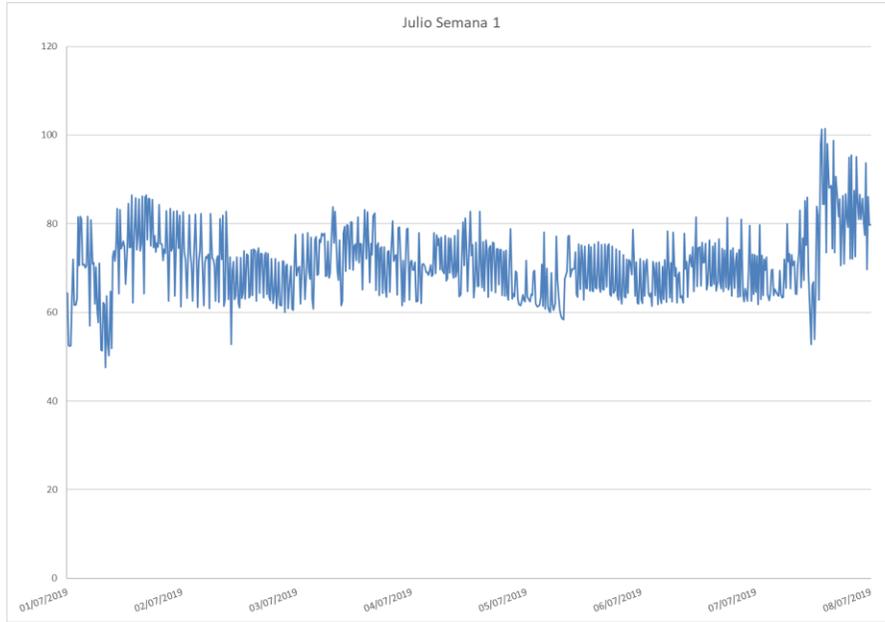


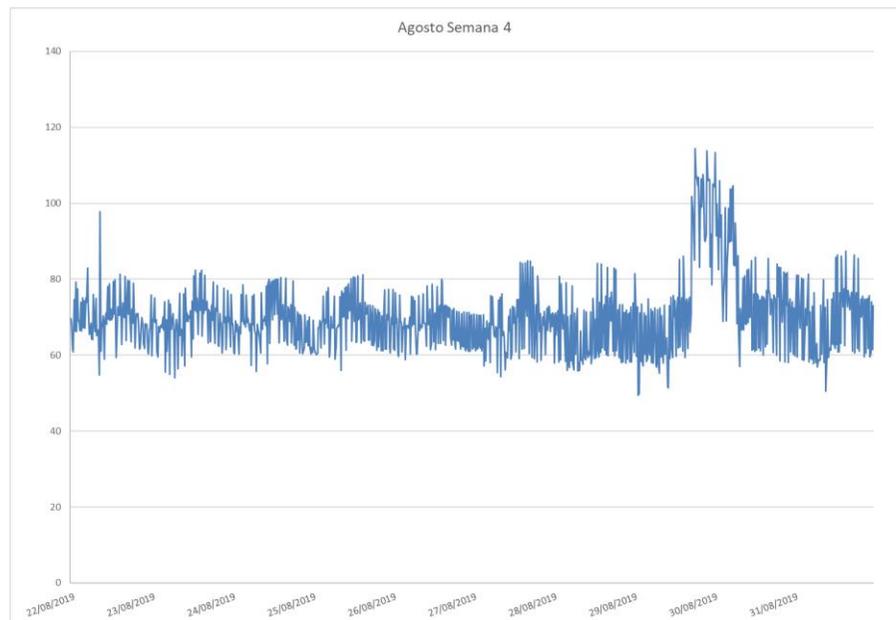
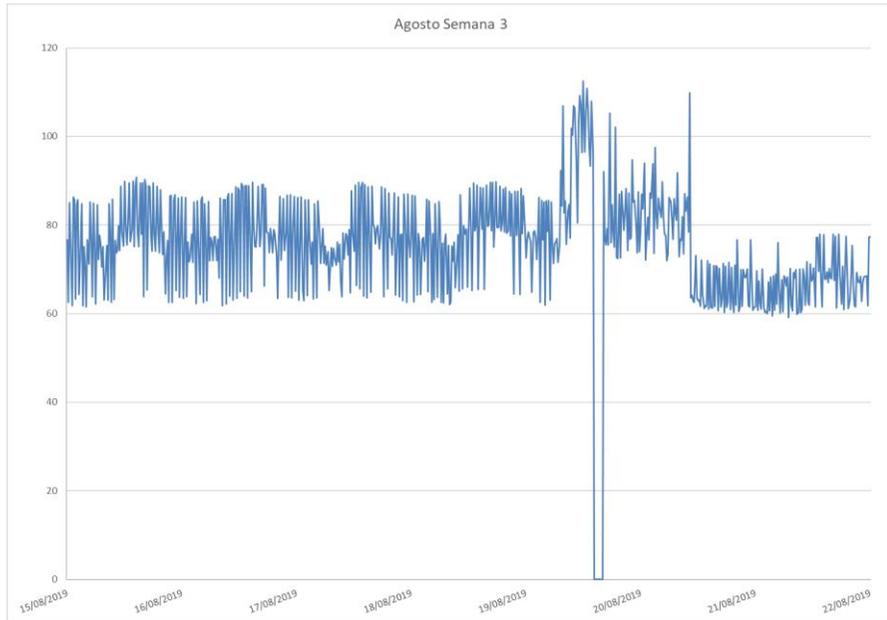
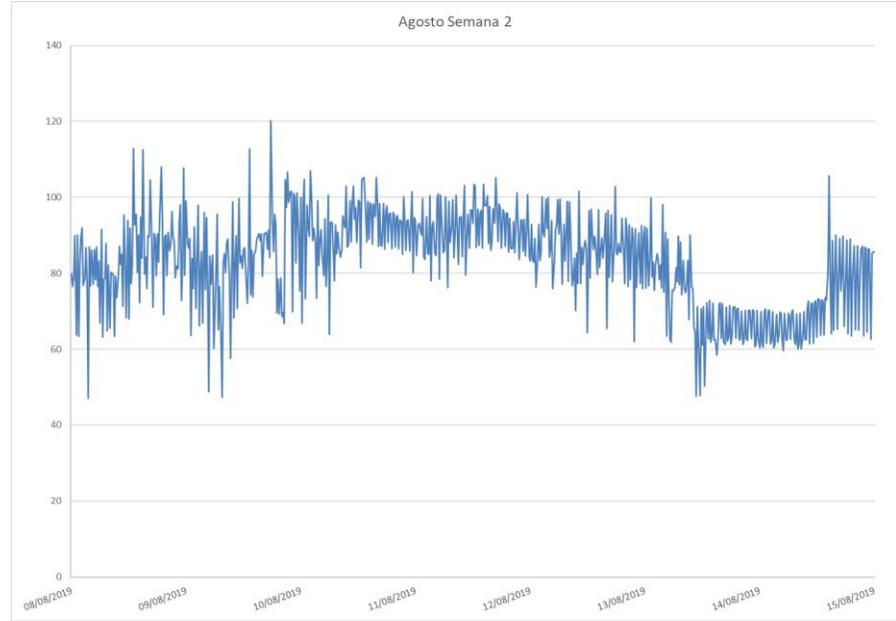
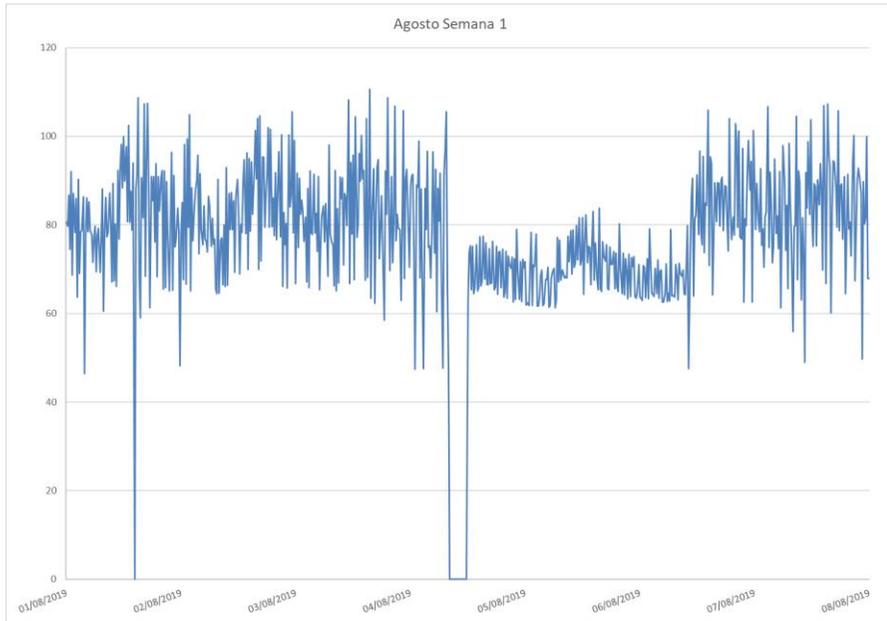


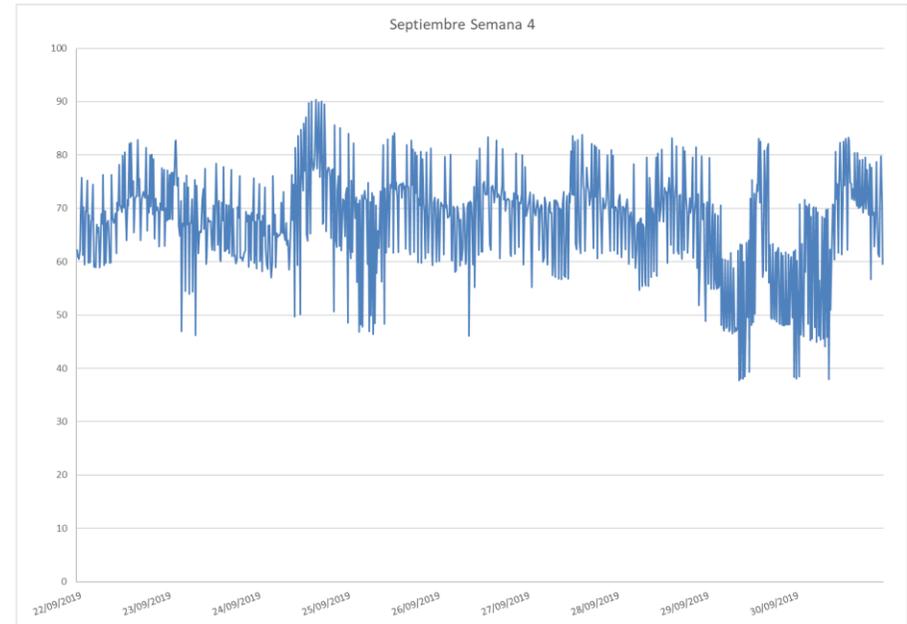
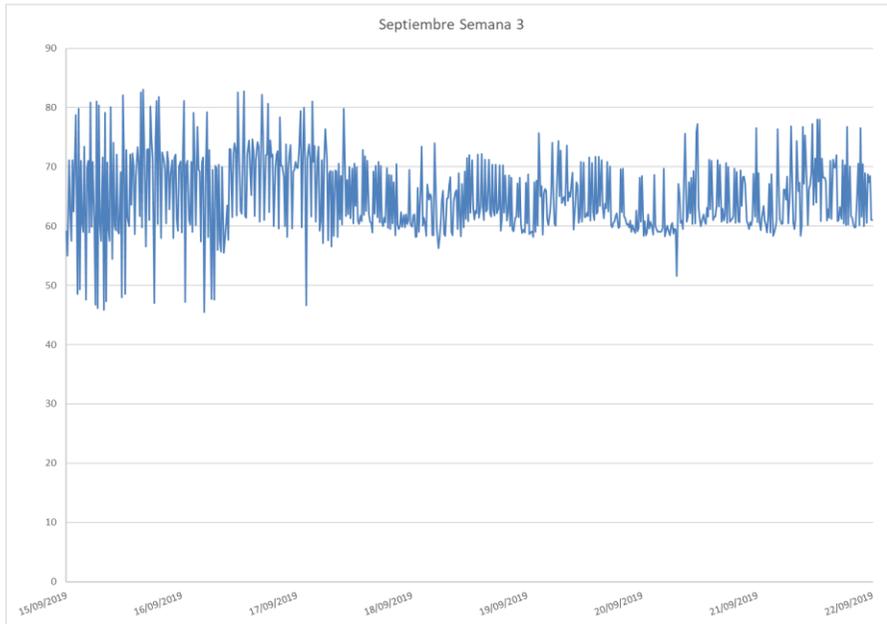
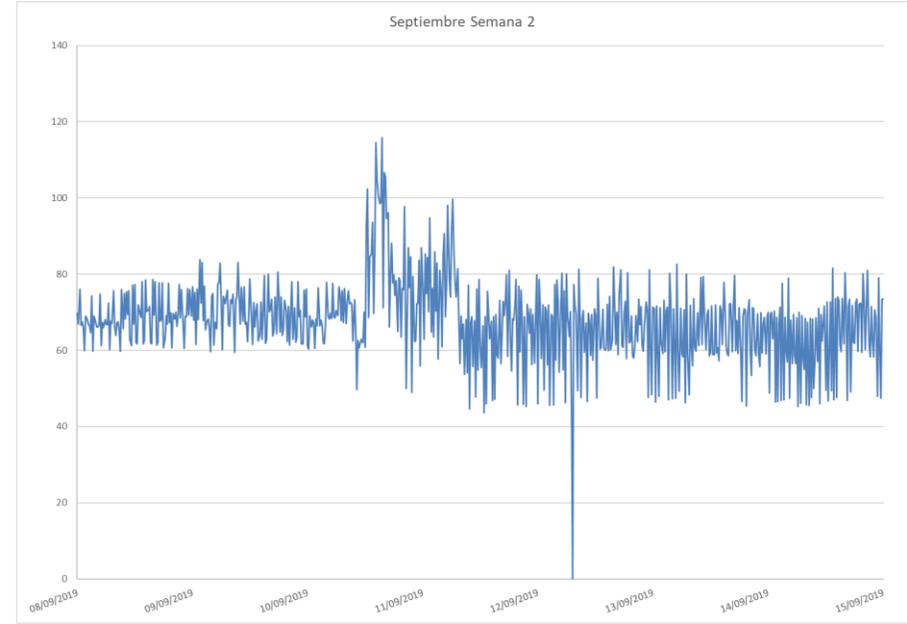
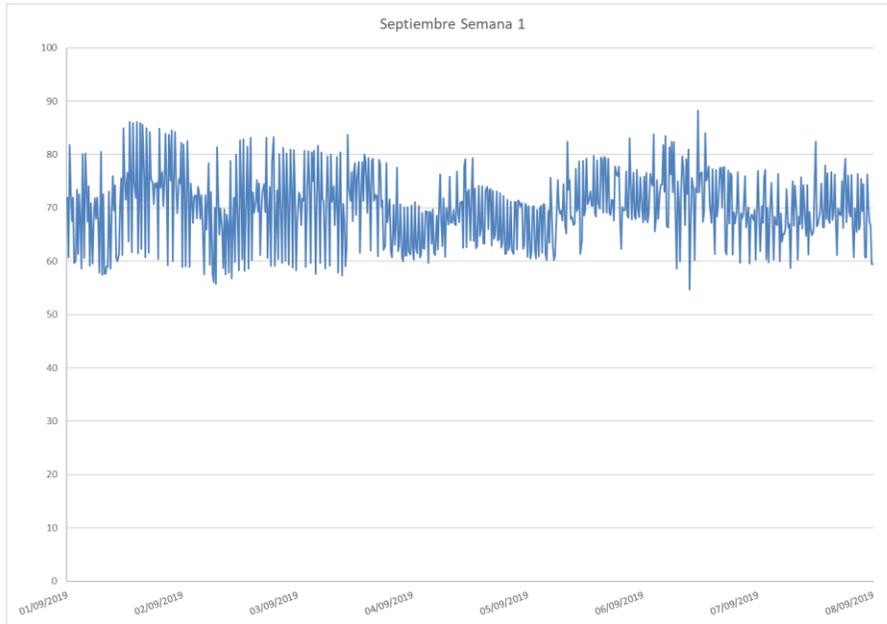


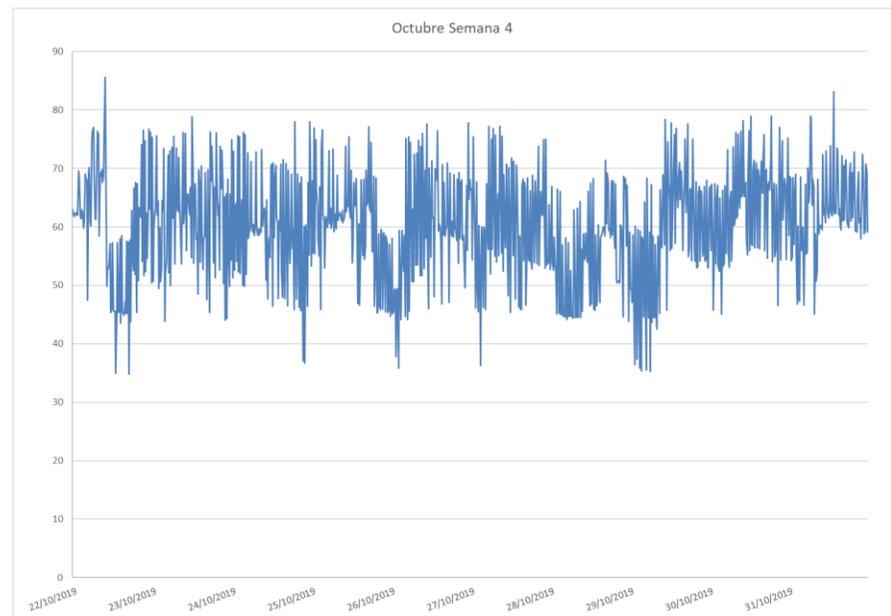
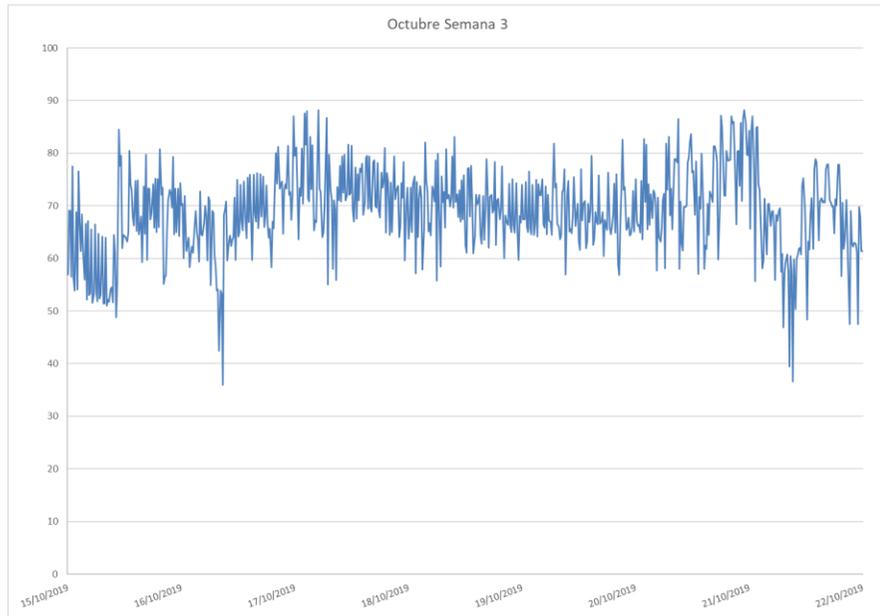
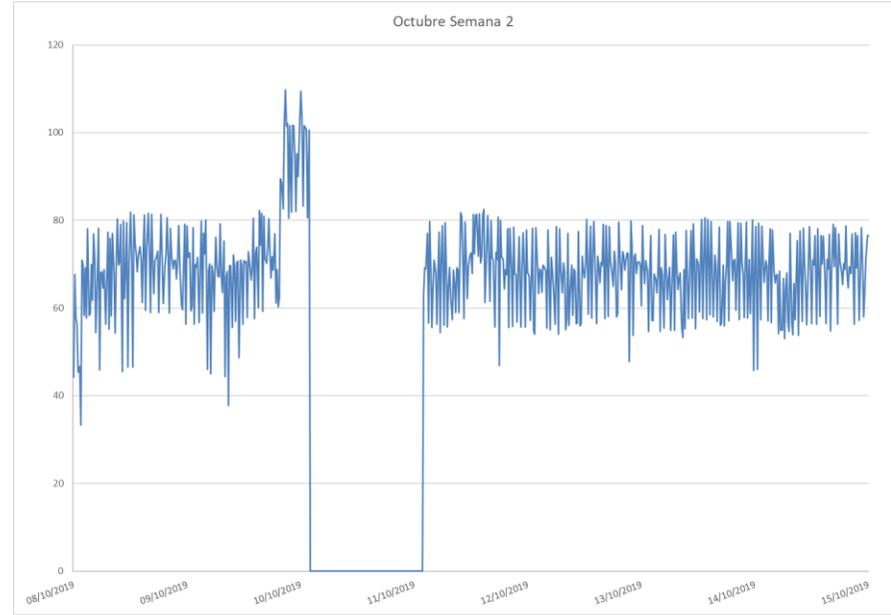
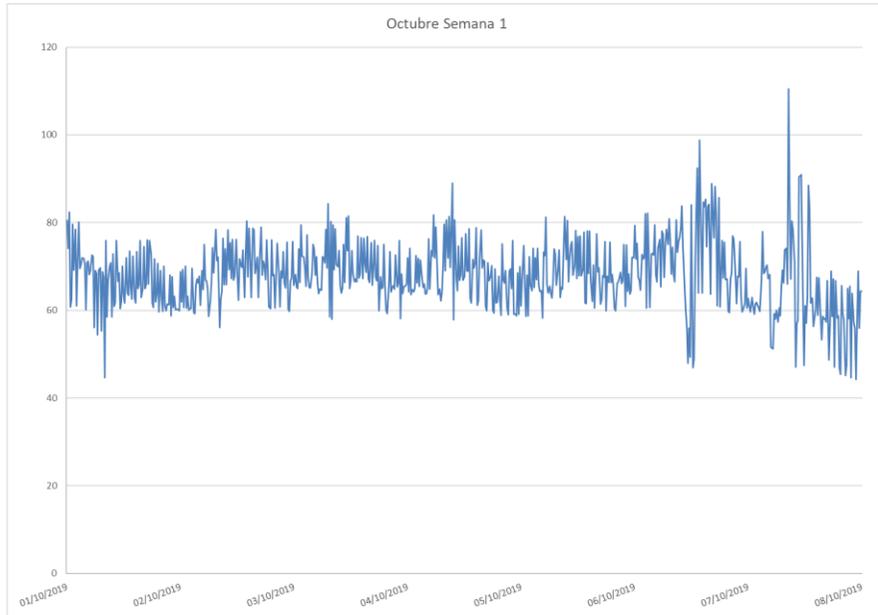


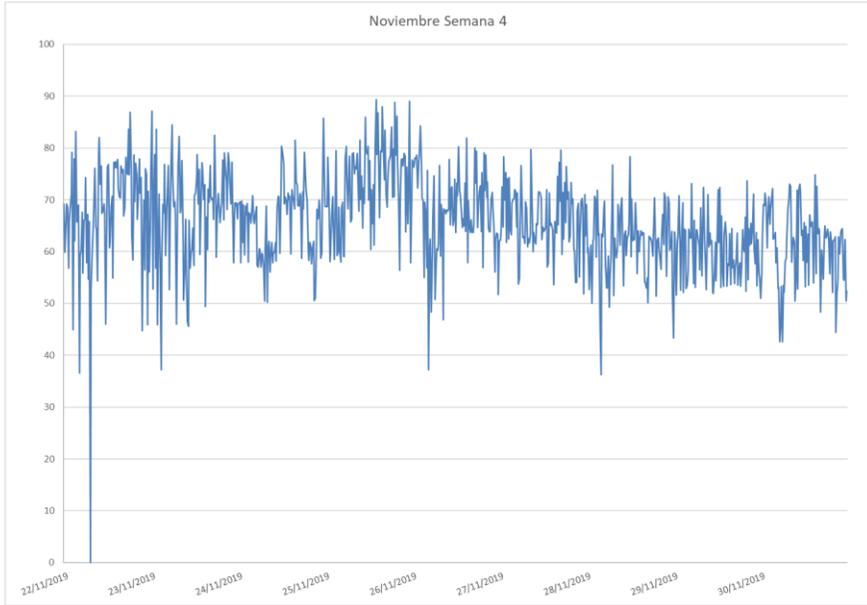
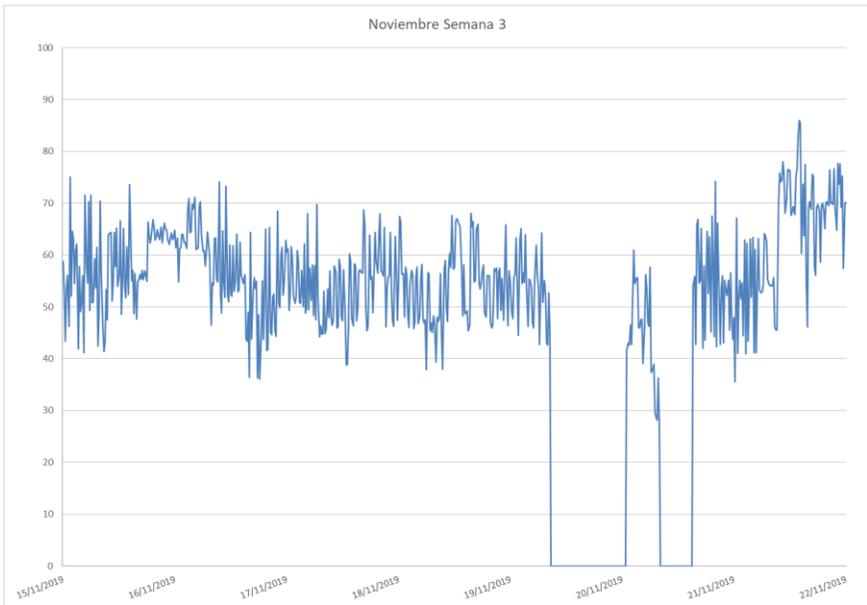
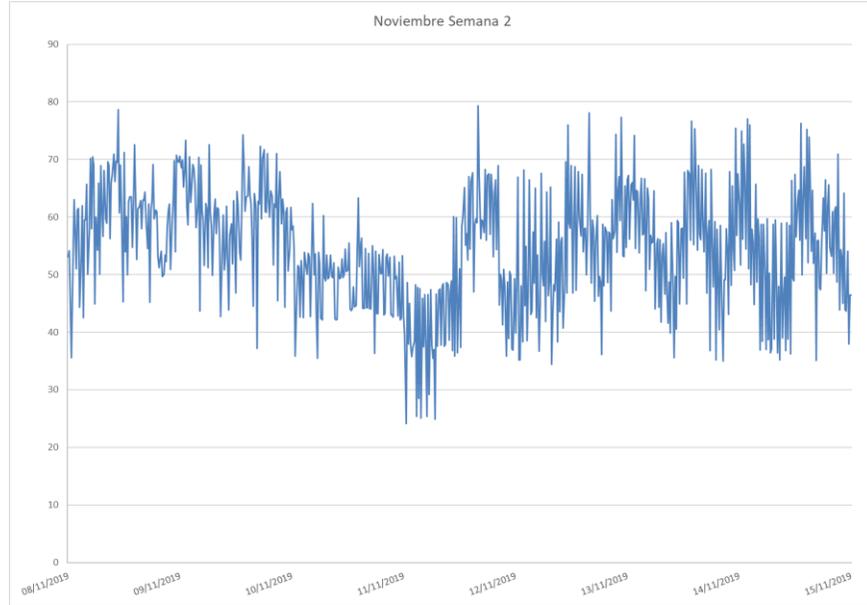
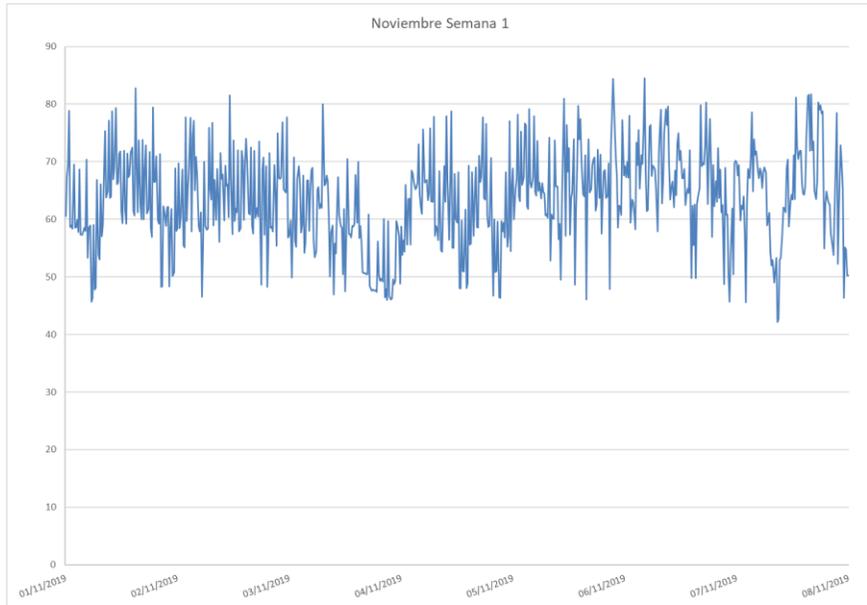


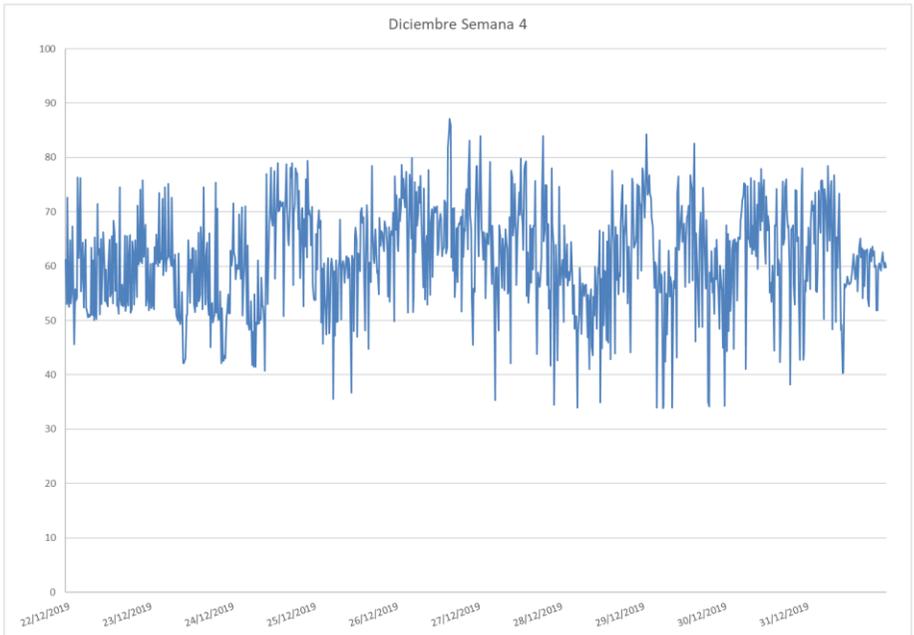
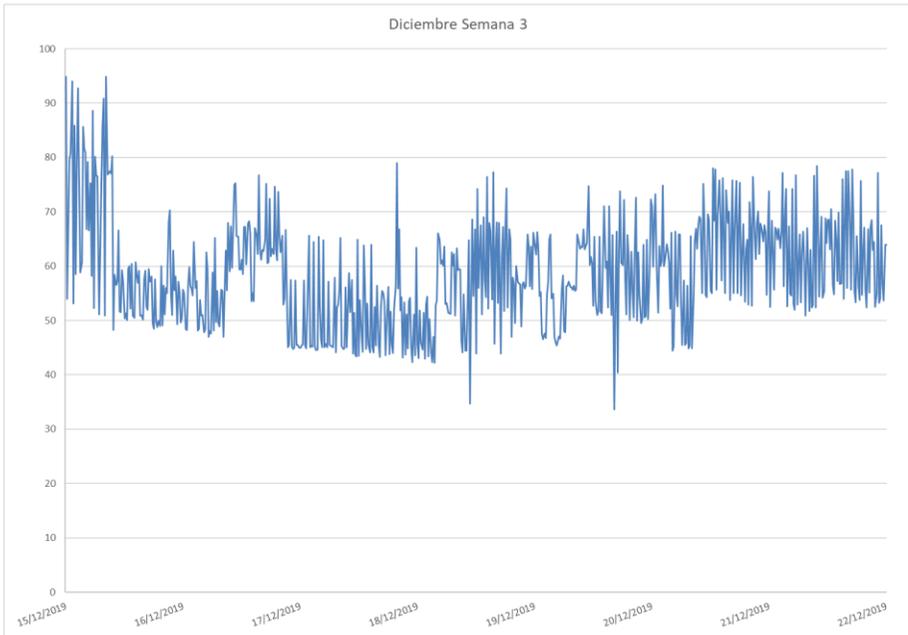
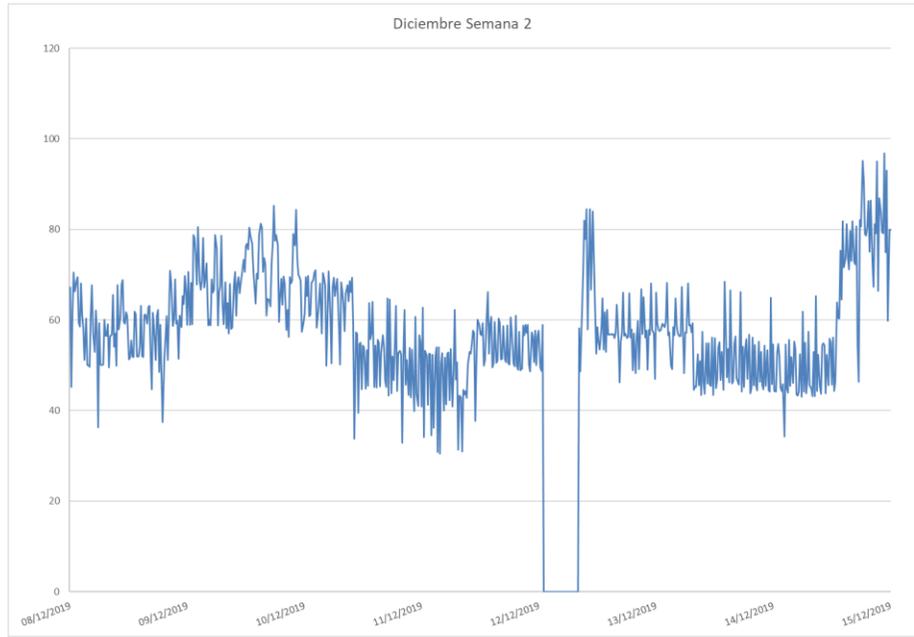
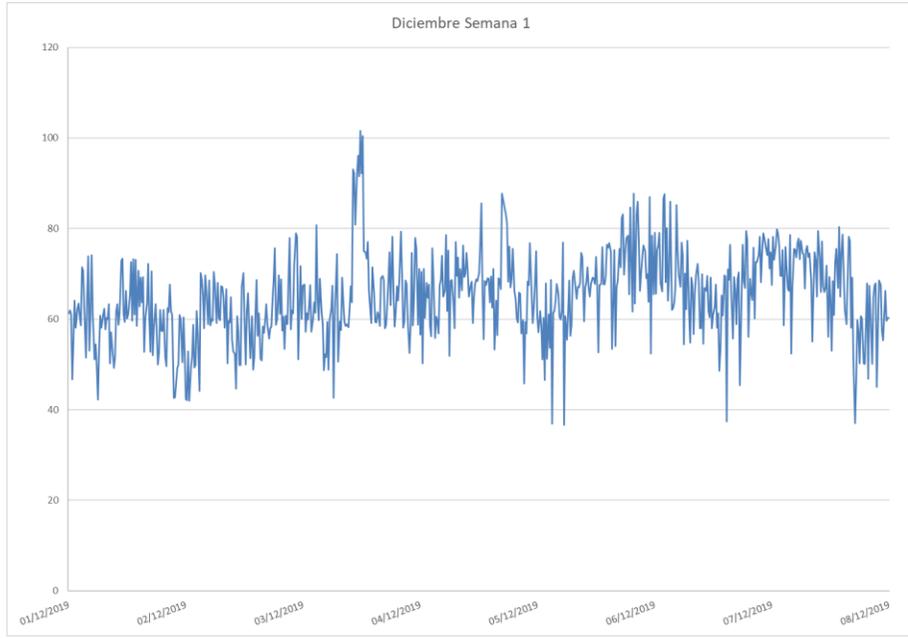




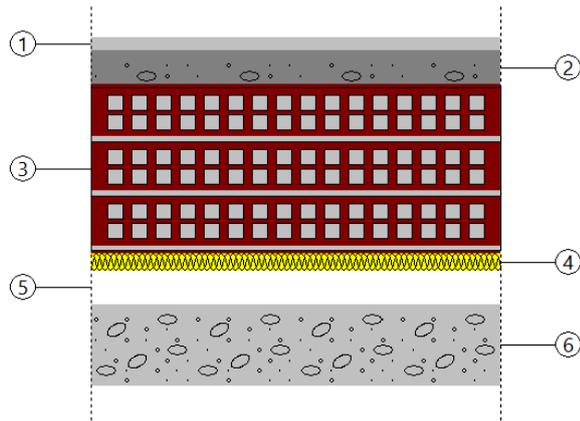






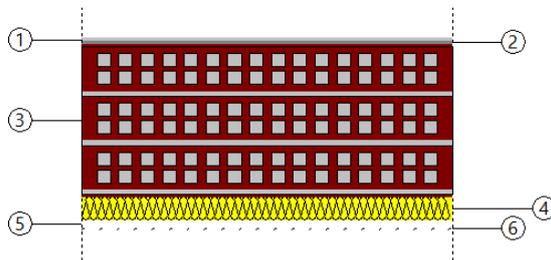


6. Características y definición de los cerramientos de la agregación 5C-5D



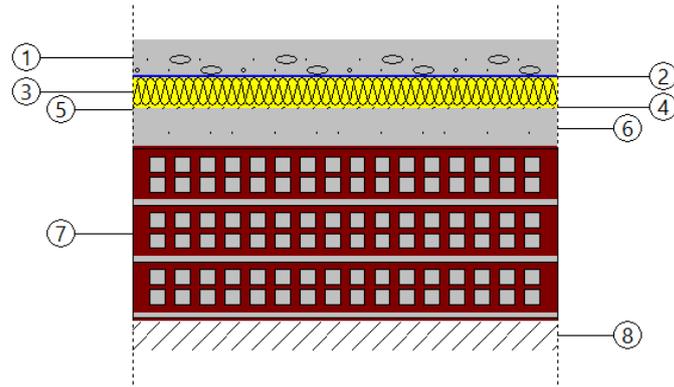
Capas
1 - Plaqueta o baldosa de gres: 2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1450 < d < 1600$: 5.00 cm
3 - FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm: 25.00 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]: 2.50 cm
5 - Cámara de aire: 5.00 cm
6 - Arenisca [$2200 < d < 2600$]: 12.00 cm
Espesor total: 51.50 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 1.08 (m ² ·K)/W

Suelo sobre el terreno



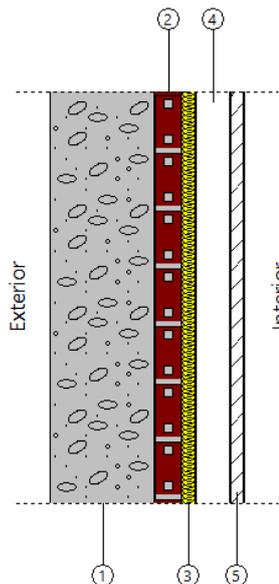
Capas
1 - Plaqueta o baldosa de gres: 0.50 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$: 0.50 cm
3 - FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm: 25.00 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]: 3.80 cm
5 - Cámara de aire: 1.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$: 0.50 cm
Espesor total: 31.30 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.48 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.51 W/(m ² ·K)
Forjado inferior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.51 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.48 W/(m ² ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.53 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.51 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 109845.86 J/m ² ·K

Forjado entreplantas



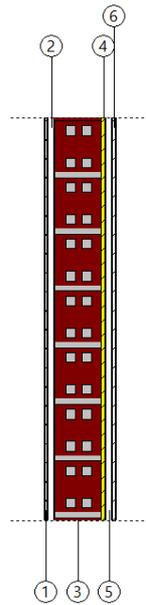
Capas
1 - Plaqueta o baldosa de gres: 5.10 cm
2 - Polietileno baja densidad [LDPE]: 0.30 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]: 4.00 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]: 0.40 cm
5 - Subcapa fieltro: 0.30 cm
6 - Hormigón en masa 2300 < d < 2600: 5.00 cm
7 - FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 250 mm: 25.00 cm
8 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300: 4.00 cm
Espesor total: 44.10 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.43 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.45 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 119126.69 J/m ² ·K

Cubierta



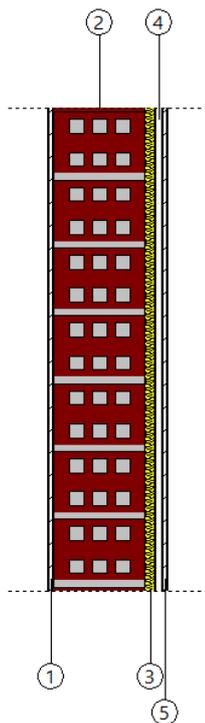
Capas
1 - Hormigón armado 2300 < d < 2500: 15.00 cm
2 - Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]: 4.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]: 2.00 cm
4 - Cámara de aire: 5.00 cm
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 2.00 cm
Espesor total: 28.00 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 0.80 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 22519.90 J/m ² ·K

Cerramiento exterior



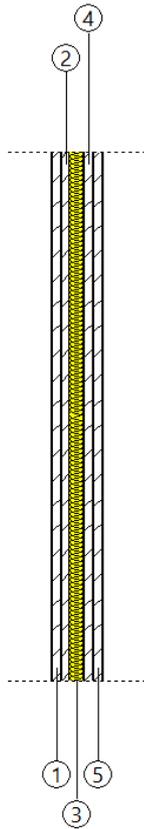
Capas
1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 0.50 cm
2 - Cámara de aire: 1.00 cm
3 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]: 7.00 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]: 0.50 cm
5 - Cámara de aire: 1.00 cm
6 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 0.50 cm
Esesor total: 10.50 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 1.04 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 22269.55 J/m ² ·K

Divisor 10 cm



Capas
1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 0.50 cm
2 - Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]: 11.50 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]: 1.10 cm
4 - Cámara de aire: 1.00 cm
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 0.50 cm
Esesor total: 14.60 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 0.91 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 19189.99 J/m ² ·K

Divisor 14,5 cm



Capas
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900: 1.00 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900: 1.00 cm
3 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]: 1.60 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900: 1.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900: 1.00 cm
Espesor total: 5.60 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 1.07 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 16513.83 J/m ² ·K

Divisor de Pladur

Descripción de materiales y elementos constructivos

3. MATERIALES

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
Hormigón armado 2300 < d < 2500	15.00	2400.00	2.300	0.07	1000.00
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	4.00	1000.00	0.440	0.09	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2.00	30.00	0.029	0.69	1000.00
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2.00	825.00	0.250	0.08	1000.00
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.50	825.00	0.250	0.02	1000.00
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	11.50	920.00	0.435	0.26	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	1.10	30.00	0.029	0.38	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.00	825.00	0.250	0.04	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.60	40.00	0.031	0.52	1000.00
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	7.00	930.00	0.375	0.19	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.50	30.00	0.029	0.17	1000.00
Plaqueta o baldosa de gres	5.10	2500.00	2.300	0.02	1000.00
Poliétileno baja densidad [LDPE]	0.30	920.00	0.330	0.01	2200.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.00	37.50	0.025	1.60	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.40	30.00	0.046	0.09	1000.00
Subcapa fieltro	0.30	120.00	0.050	0.06	1300.00
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	5.00	2450.00	2.000	0.03	1000.00
FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 250 mm	25.00	1090.00	1.154	0.22	1000.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	4.00	1150.00	0.570	0.07	1000.00
Plaqueta o baldosa de gres	0.50	2500.00	2.300	0.00	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	0.50	2100.00	1.800	0.00	1000.00
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	25.00	1110.00	0.937	0.27	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	3.80	30.00	0.029	1.31	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.50	825.00	0.250	0.02	1000.00
Plaqueta o baldosa de gres	2.00	2500.00	2.300	0.01	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	5.00	1525.00	0.800	0.06	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	2.50	30.00	0.046	0.54	1000.00
Arenisca [2200 < d < 2600]	12.00	2400.00	3.000	0.04	1000.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm	RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W		
ρ	Densidad kg/m ³	Cp	Calor específico J/(kg·K)		
λ	Conductividad térmica W/(m·K)				

7. Puentes térmicos lineales presentes en la agregación 5C-5D

	Referencia	Psi	Valor		Referencia	Psi	Valor
1	Lfi [E]Suelo-[B]Paredes(90)	0.82	CTE DB-HE	42	Twi [C]Divisor 14,5-[B]Paredes(180)-[B]Paredes(90)	0.05	ISO 14683
2	Lfi [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)	0.32	CTE DB-HE	43	Twr [B]Paredes-[B]Paredes(90)-[C]Divisor 10cm(90)	0.05	ISO 14683
3	Lfs [G]Techo-[B]Paredes(90)	0.95	CTE DB-HE	44	Twr [B]Paredes-[B]Paredes(90)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
4	Lfs [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)	0.32	CTE DB-HE	45	Twr [C]Divisor 10cm-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(90)	0.05	ISO 14683
5	Tfi [E]Suelo-[E]Suelo(180)-[C]Divisor 14,5(90)	0.78	CTE DB-HE	46	Twr [C]Divisor 14,5-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(90)	0.05	ISO 14683
6	Tfi [E]Suelo-[E]Suelo(180)-[C]Pladur(90)	0.73	CTE DB-HE	47	Tw [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(180)-[C]Divisor 10...	0.05	ISO 14683
7	Tfi [F]P1-[F]P1(180)-[C]Divisor 10cm(90)	0.32	CTE DB-HE	48	Tw [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(90)-[C]Divisor 10c...	0.05	ISO 14683
8	Tfs [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)	0.32	CTE DB-HE	49	Tw [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(90)-[C]Divisor 10c...	0.05	ISO 14683
9	Tfs [F]P1-[C]Divisor 14,5(90)-[F]P1(90)	0.36	CTE DB-HE	50	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(180)-[C]Divisor 14,5(...	0.05	ISO 14683
10	Tfs [F]P1-[C]Pladur(90)-[F]P1(90)	0.31	CTE DB-HE	51	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(180)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683
11	Tfs [G]Techo-[G]Techo(180)-[C]Divisor 10cm(90)	0.98	CTE DB-HE	52	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Divisor 14,5(1...	0.05	ISO 14683
12	Tfs [F]P1-[F]P1(180)-[C]Divisor 10cm(90)	0.32	CTE DB-HE	53	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
13	Tfs [F]P1-[F]P1(180)-[C]Divisor 14,5(90)	0.36	CTE DB-HE	54	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683
14	Tfs [F]P1-[F]P1(180)-[C]Pladur(90)	0.31	CTE DB-HE	55	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Pladur(90)-[C]Divisor 14,5(180)	0.05	ISO 14683
15	Tfi [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)	0.32	CTE DB-HE	56	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Pladur(90)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
16	Tfmi [F]P1-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(180)	0.39	CTE DB-HE	57	Tw [C]Divisor 14,5-[C]Pladur(90)-[C]Pladur(180)	0.05	ISO 14683
17	Tfms [F]P1-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(180)	0.39	CTE DB-HE	58	Tw [C]Pladur-[C]Divisor 14,5(180)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
18	Tfmi [F]P1-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Divisor 10cm(180)	0.32	CTE DB-HE	59	Tw [C]Pladur-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Divisor 14,5(180)	0.05	ISO 14683
19	Tfms [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[C]Divisor 14,5(180)	0.32	CTE DB-HE	60	Tw [C]Pladur-[C]Divisor 14,5(90)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683
20	Cfi [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)-[C]Divisor 10c...	0.32	CTE DB-HE	61	Tw [C]Pladur-[C]Pladur(180)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
21	Cfi [F]P1-[C]Divisor 14,5(90)-[F]P1(90)-[C]Divisor 10cm...	0.32	CTE DB-HE	62	Tw [C]Pladur-[C]Pladur(180)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683
22	Cfi [F]P1-[C]Pladur(90)-[F]P1(90)-[C]Divisor 10cm(90)	0.32	CTE DB-HE	63	Tw [C]Pladur-[C]Pladur(90)-[C]Pladur(180)	0.05	ISO 14683
23	Cfs [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)-[C]Divisor 10c...	0.32	CTE DB-HE	64	Tw [C]Pladur-[C]Pladur(90)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683
24	Cfs [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)-[C]Divisor 14,5...	0.32	CTE DB-HE	65	Cw [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(90)-[C]Divisor 10...	0.05	ISO 14683
25	Cfs [F]P1-[C]Divisor 10cm(90)-[F]P1(90)-[C]Pladur(90)	0.32	CTE DB-HE	66	Nc [C]Divisor 10cm-[F]P1(90)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683
26	Cfi [F]P1-[B]Paredes(90)-[H](90)-[B]Paredes(90)	0.39	CTE DB-HE	67	Ws [J]Puerta exterior-[B]Paredes	0.62	CTE DB-HE
27	Cfs [F]P1-[B]Paredes(90)-[H](90)-[B]Paredes(90)	0.39	CTE DB-HE	68	Wi [J]Puerta exterior-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
28	Lwo [B]Paredes-[B]Paredes(90)	0.12	CTE DB-HE	69	Ws [J]Puerta interior-[C]Divisor 10cm	0.57	CTE DB-HE
29	Lwo [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(90)	-0.21	CTE DB-HE	70	Wi [J]Puerta interior-[C]Divisor 10cm	0.37	CTE DB-HE
30	Lwo [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(90)	-0.19	CTE DB-HE	71	Ws [J]Puerta interior-[C]Divisor 14,5	0.60	CTE DB-HE
31	Lwi [C]Divisor 10cm-[C]Divisor 10cm(90)	0.14	CTE DB-HE	72	Wi [J]Puerta interior-[C]Divisor 14,5	0.39	CTE DB-HE
32	Lwi [C]Divisor 14,5-[C]Divisor 14,5(90)	0.13	CTE DB-HE	73	Ws [J]Puerta interior-[C]Pladur	0.56	CTE DB-HE
33	Tw [B]Paredes-[B]Paredes(180)-[C]Divisor 10cm(90)	0.05	ISO 14683	74	Wi [J]Puerta interior-[C]Pladur	0.37	CTE DB-HE
34	Tw [B]Paredes-[B]Paredes(180)-[C]Divisor 14,5(90)	0.05	ISO 14683	75	Wi [K]Ventana grande (100-105)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
35	Tw [B]Paredes-[B]Paredes(180)-[C]Pladur(90)	0.05	ISO 14683	76	Ws [K]Ventana grande (100-105)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
36	Tw [C]Divisor 10cm-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(180)	0.05	ISO 14683	77	Wi [K]Ventana grande (100-105)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
37	Tw [C]Divisor 14,5-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(180)	0.05	ISO 14683	78	Wi [K]Ventana grande (105-110)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
38	Tw [C]Pladur-[B]Paredes(90)-[B]Paredes(180)	0.05	ISO 14683	79	Ws [K]Ventana grande (105-110)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
39	Twi [B]Paredes-[B]Paredes(90)-[C]Divisor 10cm(180)	0.05	ISO 14683	80	Wi [K]Ventana grande (105-110)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
40	Twi [B]Paredes-[B]Paredes(90)-[C]Divisor 14,5(180)	0.05	ISO 14683	81	Wi [K]Ventana grande (110-115)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
41	Twi [C]Divisor 10cm-[B]Paredes(180)-[B]Paredes(90)	0.05	ISO 14683	82	Ws [K]Ventana grande (110-115)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE

83	 WI [K]Ventana grande (110-115)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
84	 Wi [K]Ventana grande (115-120)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
85	 Ws [K]Ventana grande (115-120)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
86	 WI [K]Ventana grande (115-120)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
87	 Wi [K]Ventana grande (120-125)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
88	 Ws [K]Ventana grande (120-125)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
89	 WI [K]Ventana grande (120-125)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
90	 Wi [K]Ventana grande (125-130)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
91	 Ws [K]Ventana grande (125-130)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
92	 WI [K]Ventana grande (125-130)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
93	 Wi [K]Ventana grande (235-240)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
94	 Ws [K]Ventana grande (235-240)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
95	 WI [K]Ventana grande (235-240)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
96	 Wi [K]Ventana grande (260-265)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
97	 Ws [K]Ventana grande (260-265)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
98	 WI [K]Ventana grande (260-265)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
99	 Wi [K]Ventana grande (265-270)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
100	 Ws [K]Ventana grande (265-270)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
101	 WI [K]Ventana grande (265-270)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
102	 Wi [K]Ventana grande (270-275)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
103	 Ws [K]Ventana grande (270-275)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
104	 WI [K]Ventana grande (270-275)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
105	 Wi [K]Ventana grande (295-300)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
106	 Ws [K]Ventana grande (295-300)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
107	 WI [K]Ventana grande (295-300)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
108	 Wi [K]Ventana grande (300-305)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
109	 Ws [K]Ventana grande (300-305)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
110	 WI [K]Ventana grande (300-305)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
111	 Wi [K]Ventana grande (420-425)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
112	 Ws [K]Ventana grande (420-425)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
113	 WI [K]Ventana grande (420-425)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
114	 Wi [K]Ventana grande (45-50)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
115	 Ws [K]Ventana grande (45-50)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
116	 WI [K]Ventana grande (45-50)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
117	 Wi [K]Ventana grande (50-55)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
118	 Ws [K]Ventana grande (50-55)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
119	 WI [K]Ventana grande (50-55)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
120	 Wi [K]Ventana grande (520-525)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE
121	 Ws [K]Ventana grande (520-525)-[B]Paredes	0.61	CTE DB-HE
122	 WI [K]Ventana grande (520-525)-[B]Paredes	0.40	CTE DB-HE
123	 Wi [K]Ventana grande (525-530)-[B]Paredes	0.13	CTE DB-HE

8. Listados de la agregación 5C-5D generados en la simulación en CYPE

Demanda energética

ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
2.3. Evolución de la temperatura.....	4
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	5
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
3.1. Agrupaciones de recintos.....	6

Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zonas climatizadas	4459.27	104590.47	23.45	244170.06	54.76
Zonas no climatizadas	1861.36	-	-	-	-
	6320.62	104590.47	16.55	244170.06	38.63

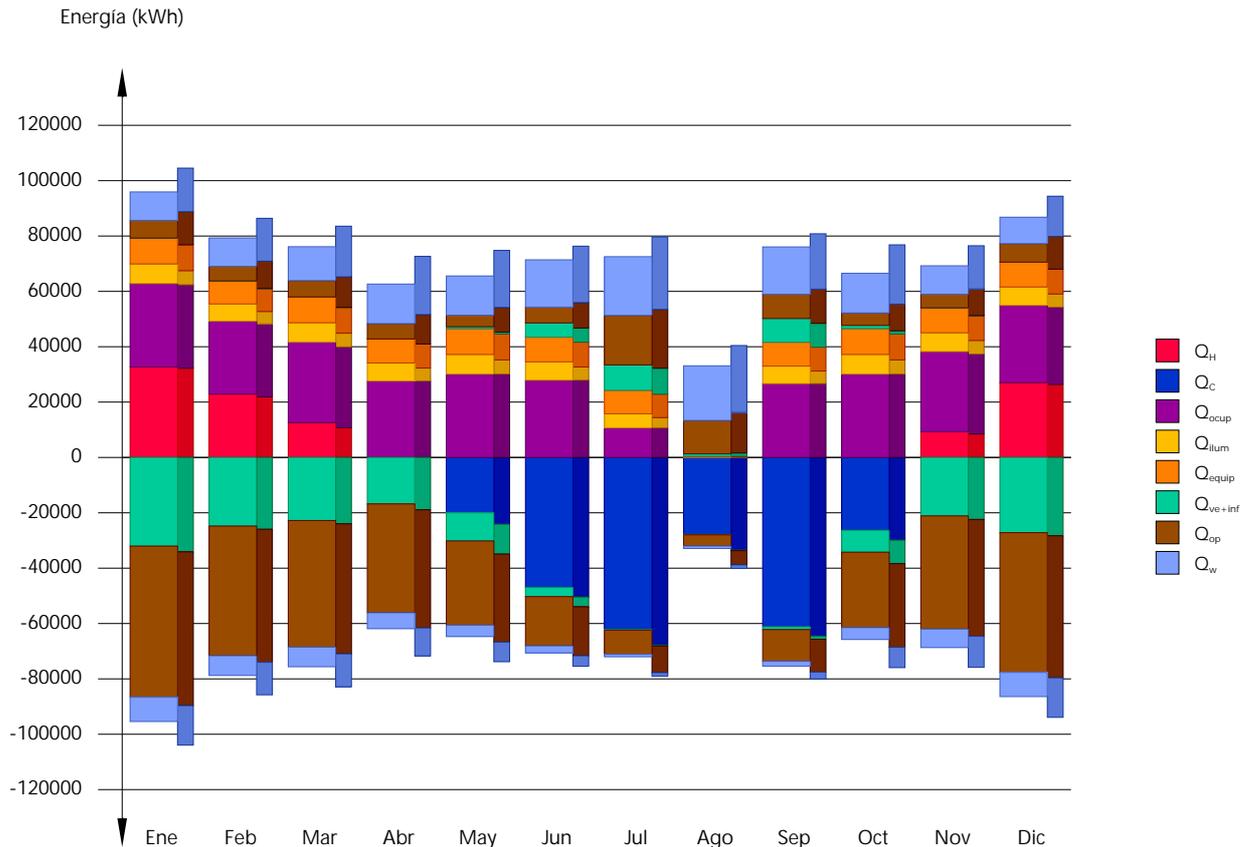
donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².
- D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.
- D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Demanda energética

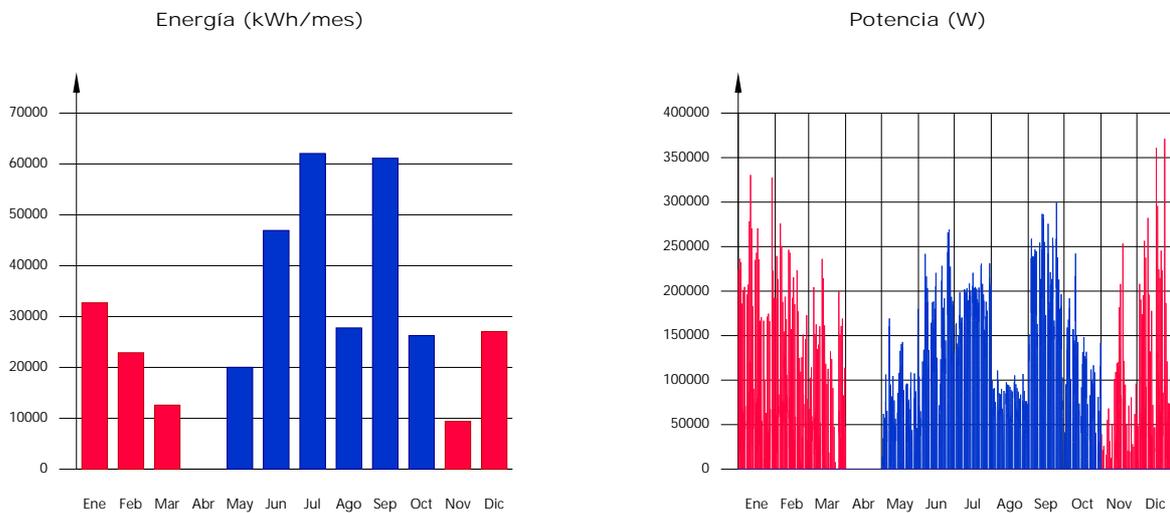
	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	6386.4	5310.3	5911.8	5558.1	4167.9	5742.7	17905.5	12058.9	8747.3	4470.7	4940.9	6702.6	-289714.40	-45.84
Q_w	-54601.7	-46848.0	-45760.3	-39318.7	-30460.4	-17792.2	-8714.8	-4038.1	-11464.1	-27229.0	-40908.1	-50482.1	111855.09	17.70
Q_{ve+inf}	--	3.5	8.1	16.3	686.3	5074.4	9168.8	902.0	8573.8	1162.7	0.5	--	-142141.30	-22.49
Q_{equip}	9344.8	8301.3	9320.7	8661.7	9344.8	8972.9	8479.4	389.2	8637.6	9344.8	8997.0	8985.4	98779.46	15.63
Q_{lum}	7094.8	6233.1	6929.7	6520.3	7094.8	6642.4	5105.2	--	6355.2	7094.8	6807.6	6642.4	72520.33	11.47
Q_{ocup}	30124.4	26350.8	29165.0	27608.7	30124.4	27907.2	10676.4	--	26649.3	30124.4	28866.5	27907.2	295504.32	46.75
Q_H	32707.6	22881.2	12582.1	--	--	--	--	--	--	--	9378.9	27040.7	104590.47	16.55
Q_C	--	--	--	--	-20016.2	-46927.1	-62063.4	-27765.5	-61137.3	-26260.5	--	--	-244170.06	-38.63
Q_{HC}	32707.6	22881.2	12582.1	--	20016.2	46927.1	62063.4	27765.5	61137.3	26260.5	9378.9	27040.7	348760.53	55.18

donde:

- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{lum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

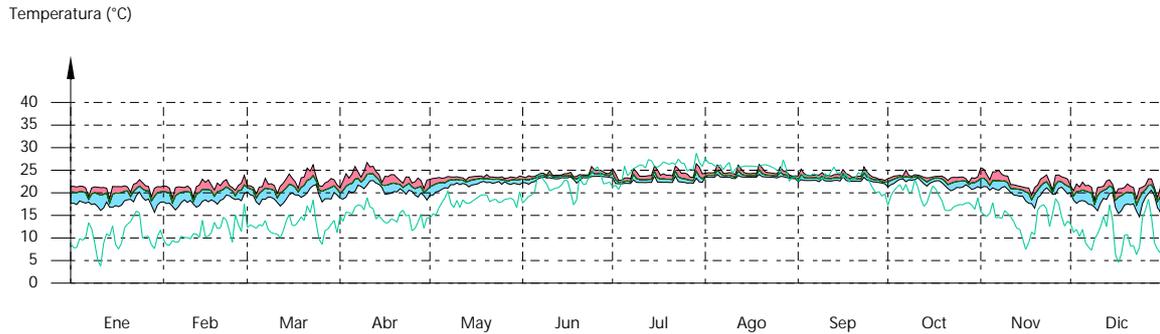


2.3. Evolución de la temperatura.

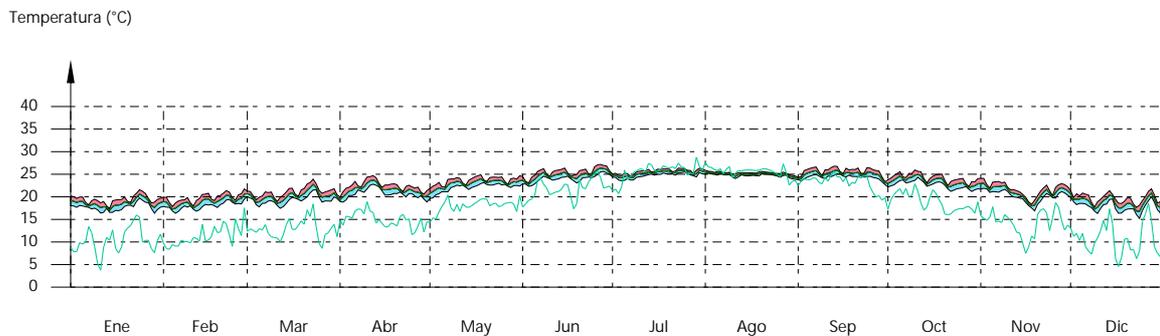
La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

Demanda energética

Zonas climatizadas



Zonas no climatizadas



2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zonas climatizadas (A_v = 4459.27 m²; V = 16499.35 m³)														
Q _{op}	5658.9	4697.9	5283.2	5024.7	3866.6	5579.1	17862.5	12030.0	8672.4	4185.3	4440.2	5871.0	-217776.18	-48.84
Q _w	-47593.3	-40596.2	-38851.4	-32531.2	-23066.2	-10664.9	-3282.3	-2445.7	-4363.6	-19562.9	-34004.4	-43985.7	101700.91	22.81
Q _{ve+inf}	--	1.8	6.7	14.1	677.6	5051.4	9049.0	789.8	8545.3	1154.9	0.2	--	-134605.05	-30.19
Q _{equip}	9190.4	8162.2	9166.3	8513.0	9190.4	8823.6	8325.6	250.6	8488.9	9190.4	8847.7	8831.7	96980.90	21.75
Q _{ilum}	5470.9	4821.0	5376.4	5037.6	5470.9	5159.8	3552.0	--	4943.1	5470.9	5254.3	5159.8	55716.51	12.49
Q _{ocup}	24962.2	21861.6	24226.5	22895.2	24962.2	23192.9	8315.0	--	22159.4	24962.2	23928.7	23192.9	244658.82	54.87
Q _H	32707.6	22881.2	12582.1	--	--	--	--	--	--	--	9378.9	27040.7	104590.47	23.45
Q _C	--	--	--	--	-20016.2	-46927.1	-62063.4	-27765.5	-61137.3	-26260.5	--	--	-244170.06	-54.76
Q _{H+C}	32707.6	22881.2	12582.1	--	20016.2	46927.1	62063.4	27765.5	61137.3	26260.5	9378.9	27040.7	348760.53	78.21
Zonas no climatizadas (A_v = 1861.36 m²; V = 6886.99 m³)														
Q _{op}	727.5	612.4	628.6	533.4	301.3	163.6	43.0	28.9	74.9	285.4	500.7	831.6	-71938.22	-38.65
Q _w	1175.3	1070.8	1136.2	1189.6	1051.5	1165.6	1409.7	1452.5	1315.4	1304.1	1094.1	1102.4	10154.18	5.46
	-586.2	-478.3	-498.9	-417.6	-316.0	-220.9	-105.2	-87.7	-188.1	-350.4	-471.3	-592.3		

Demanda energética

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Q _{ve+inf}	--	1.8	1.4	2.2	8.7	23.1	119.8	112.2	28.5	7.8	0.3	--	-7536.26	-4.05
Q _{equip}	154.3	139.2	154.3	148.7	154.3	149.3	153.7	138.7	148.7	154.3	149.3	153.7	1798.56	0.97
Q _{ilum}	1623.9	1412.1	1553.3	1482.7	1623.9	1482.7	1553.3	--	1412.1	1623.9	1553.3	1482.7	16803.82	9.03
Q _{ocup}	5162.2	4489.2	4938.5	4713.5	5162.2	4714.2	2361.4	--	4489.9	5162.2	4937.9	4714.2	50845.50	27.32

donde:

- A_r: Superficie útil de la zona térmica, m².
- V: Volumen interior neto de la zona térmica, m³.
- Q_{op}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{ilum}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H: Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C: Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC}: Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refrig. media (°C)
Zonas climatizadas (Zona habitable)										
5D P0 Lab inv 1	21.73	80.39	2.09	1153.55	943.81	1125.59	--	298.29	21.5	22.6
5D P0 Lab inv 2	16.99	62.87	2.09	902.02	738.01	880.15	--	233.25	21.5	22.6
5D P0 Lab inv 3	25.65	94.91	2.09	1361.69	1114.11	1328.68	--	352.11	21.5	22.6
5D P0 Lab inv 4	17.13	63.36	2.09	909.19	743.88	887.15	--	235.10	21.5	22.6
5D P0 Lab inv 5	17.49	64.70	2.09	928.38	759.59	905.88	--	240.07	21.5	22.6
5D P0 Lab docente 1	114.12	422.26	2.09	6058.56	4957.01	5911.69	--	1566.66	21.5	22.6
5D P0 Lab docente 2	84.62	313.09	2.09	4492.40	3675.60	4383.50	--	1161.67	21.5	22.6
5D P0 Lab docente 3	85.31	315.66	2.09	4529.05	3705.59	4419.25	--	1171.15	21.5	22.6
5D P0 Sala de reuniones	43.47	160.85	0.75	1579.16	1292.04	--	--	382.83	21.5	22.6
5D P0 Despacho 1	16.50	61.04	0.50	225.22	225.22	267.50	--	202.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 2	16.76	62.02	0.49	225.22	225.22	271.81	--	206.13	21.5	22.6
5D P0 Despacho 3	16.58	61.34	0.50	225.22	225.22	268.82	--	203.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 4	16.74	61.94	0.49	225.22	225.22	271.46	--	205.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 5	16.70	61.79	0.50	225.22	225.22	270.80	--	205.37	21.5	22.6
5D P0 Despacho 6	16.66	61.64	0.50	225.22	225.22	270.15	--	204.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 7	16.74	61.94	0.49	225.22	225.22	271.46	--	205.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 8	16.70	61.79	0.50	225.22	225.22	270.80	--	205.37	21.5	22.6
5D P0 Despacho 9	16.66	61.65	0.50	225.22	225.22	270.15	--	204.87	21.5	22.6
5D P0 Despacho 10	16.83	62.26	0.49	225.22	225.22	272.85	--	206.93	21.5	22.6

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refrig. media (°C)
5D P0 Despacho 11	16.50	61.05	0.50	225.22	225.22	267.54	--	202.90	21.5	22.6
5D P0 Despacho 12	16.68	61.72	0.50	225.22	225.22	270.50	--	205.14	21.5	22.6
5D P0 Despacho 13	16.73	61.90	0.49	225.22	225.22	271.25	--	205.71	21.5	22.6
5D P0 Despacho 14	16.68	61.70	0.50	225.22	225.22	270.43	--	205.09	21.5	22.6
5D P0 Despacho 15	16.70	61.80	0.50	225.22	225.22	270.83	--	205.39	21.5	22.6
5D P0 Despacho 16	25.51	94.37	0.32	225.22	225.22	413.60	--	313.66	21.5	22.6
5D P0 Despacho 17	25.59	94.70	0.32	225.22	225.22	415.04	--	314.76	21.5	22.6
5C P0 Lab docente 1	263.95	976.60	2.09	14012.88	11465.08	13673.17	--	3623.53	21.5	22.6
5C P0 Aula 1	52.48	194.18	2.72	5594.19	4577.06	--	--	521.45	21.5	22.6
5C P0 Despacho 1	16.95	62.70	0.49	225.22	225.22	274.79	--	208.39	21.5	22.6
5C P0 Despacho 2	12.68	46.93	0.65	225.22	225.22	205.68	--	155.98	21.5	22.6
5C P0 Despacho 3	12.67	46.87	0.65	225.22	225.22	205.42	--	155.79	21.5	22.6
5C P0 Despacho 4	12.72	47.08	0.65	225.22	225.22	206.33	--	156.48	21.5	22.6
5C P0 Despacho 5	32.99	122.06	0.25	225.22	225.22	535.01	--	405.74	21.5	22.6
5C P0 Despacho 6	12.69	46.94	0.65	225.22	225.22	205.73	--	156.02	21.5	22.6
5C P0 Despacho 7	12.65	46.81	0.65	225.22	225.22	205.15	--	155.58	21.5	22.6
5C P0 Despacho 8	12.69	46.95	0.65	225.22	225.22	205.75	--	156.04	21.5	22.6
5C P0 Despacho 9	12.69	46.95	0.65	225.22	225.22	205.76	--	156.04	21.5	22.6
5C P0 Despacho 10	12.58	46.54	0.66	225.22	225.22	203.98	--	154.70	21.5	22.6
5C P0 Despacho 11	17.10	63.26	0.48	225.22	225.22	277.26	--	210.27	21.5	22.6
5C P0 Aula 2	69.76	258.08	2.72	7435.65	6083.71	--	--	693.09	21.5	22.6
5C P0 Aula 3	52.89	195.72	2.72	5638.35	4613.19	--	--	525.56	21.5	22.6
5C P0 Aula 4	25.90	95.82	2.72	2760.63	2258.70	--	--	257.32	21.5	22.6
5D P1 Aula 1	106.92	395.61	2.72	11397.16	9324.95	--	--	3983.83	21.5	22.6
5D P1 Aula 2	106.44	393.84	2.72	11346.12	9283.19	--	--	1057.60	21.5	22.6
5D P1 Aula 3	107.05	396.09	2.72	11410.93	9336.22	--	--	1063.64	21.5	22.6
5D P1 Aula 4	58.02	214.67	2.72	6184.62	5060.15	--	--	576.48	21.5	22.6
5D P1 Aula 5	105.21	389.27	2.72	11214.82	9175.76	--	--	1045.36	21.5	22.6
5D P1 Aula 6	104.42	386.36	2.72	11130.27	9106.59	--	--	1037.48	21.5	22.6
5D P1 Aula 7	57.85	214.03	2.72	6166.43	5045.26	--	--	574.79	21.5	22.6
5D P1 Lab docente	133.04	492.26	2.09	5334.24	4364.38	5204.93	--	1519.85	21.5	22.6
5C P1 Aula 1	53.15	196.65	2.72	5665.33	4635.27	--	--	528.08	21.5	22.6
5C P1 Aula 2	61.67	228.16	2.72	6573.48	5378.30	--	--	612.73	21.5	22.6
5C P1 Aula 3	52.84	195.52	2.72	5632.78	4608.63	--	--	525.04	21.5	22.6
5C P1 Aula 4	106.90	395.52	2.72	11394.94	9323.13	--	--	1062.15	21.5	22.6
5C P1 Aula 5	106.60	394.40	2.72	11363.27	9297.22	--	--	1059.19	21.5	22.6
5C P1 Aula 6	107.06	396.12	2.72	11412.05	9337.13	--	--	1063.74	21.5	22.6
5C P1 Aula 7	52.94	195.88	2.72	5643.16	4617.13	--	--	526.01	21.5	22.6
5C P1 Secretaria 1	17.04	63.03	0.57	557.51	456.14	--	--	202.73	21.5	22.6
5C P1 Secretaria 2	17.11	63.29	0.57	559.77	457.99	--	--	203.55	21.5	22.6

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refriger. media (°C)
5C P1 Secretaria 3	83.33	308.32	0.57	2726.82	2231.03	--	--	991.57	21.5	22.6
5C P1 Servidores	16.84	62.30	--	--	--	2950.37	--	--	21.5	22.6
5C P1 Despacho 1	17.31	64.04	0.48	225.22	225.22	280.69	--	212.87	21.5	22.6
5C P1 Despacho 2	12.89	47.70	0.64	225.22	225.22	209.04	--	158.53	21.5	22.6
5C P1 Despacho 3	12.90	47.73	0.64	225.22	225.22	209.18	--	158.64	21.5	22.6
5C P1 Despacho 4	12.97	47.99	0.64	225.22	225.22	210.32	--	159.50	21.5	22.6
5C P1 Despacho 5	12.93	47.85	0.64	225.22	225.22	209.71	--	159.04	21.5	22.6
5C P1 Despacho 6	19.61	72.55	0.42	225.22	225.22	317.94	--	241.12	21.5	22.6
5C P1 Despacho 7	26.50	98.03	0.31	225.22	225.22	429.66	--	325.85	21.5	22.6
5C P1 Despacho 8	26.54	98.19	0.31	225.22	225.22	430.32	--	326.35	21.5	22.6
5C P2 Despacho 1	26.50	98.03	0.31	225.22	225.22	429.66	--	325.85	21.5	22.6
5C P2 Despacho 2	26.22	97.00	0.32	225.22	225.22	425.12	--	322.40	21.5	22.6
5C P2 Despacho 3	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.35	--	212.61	21.5	22.6
5C P2 Despacho 4	17.20	63.62	0.48	225.22	225.22	278.85	--	211.47	21.5	22.6
5C P2 Despacho 5	17.36	64.22	0.48	225.22	225.22	281.48	--	213.47	21.5	22.6
5C P2 Despacho 6	17.24	63.77	0.48	225.22	225.22	279.52	--	211.98	21.5	22.6
5C P2 Despacho 7	17.30	64.02	0.48	225.22	225.22	280.59	--	212.79	21.5	22.6
5C P2 Despacho 8	17.22	63.71	0.48	225.22	225.22	279.21	--	211.75	21.5	22.6
5C P2 Despacho 9	17.34	64.17	0.48	225.22	225.22	281.24	--	213.29	21.5	22.6
5C P2 Despacho 10	26.41	97.71	0.31	225.22	225.22	428.25	--	324.77	21.5	22.6
5C P2 Despacho 11	19.63	72.62	0.42	225.22	225.22	318.28	--	241.38	21.5	22.6
5C P2 Despacho 12	19.62	72.59	0.42	225.22	225.22	318.17	--	241.29	21.5	22.6
5C P2 Despacho 13	12.88	47.64	0.64	225.22	225.22	208.83	--	158.37	21.5	22.6
5C P2 Despacho 14	12.93	47.85	0.64	225.22	225.22	209.72	--	159.05	21.5	22.6
5C P2 Despacho 15	12.88	47.64	0.64	225.22	225.22	208.81	--	158.36	21.5	22.6
5C P2 Despacho 16	12.93	47.84	0.64	225.22	225.22	209.70	--	159.03	21.5	22.6
5C P2 Despacho 17	12.88	47.67	0.64	225.22	225.22	208.94	--	158.45	21.5	22.6
5C P2 Despacho 18	26.51	98.09	0.31	225.22	225.22	429.92	--	326.04	21.5	22.6
5C P2 Despacho 19	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.31	--	212.58	21.5	22.6
5C P2 Despacho 20	17.26	63.86	0.48	225.22	225.22	279.91	--	212.28	21.5	22.6
5C P2 Despacho 21	17.31	64.06	0.48	225.22	225.22	280.75	--	212.91	21.5	22.6
5C P2 Despacho 22	17.23	63.75	0.48	225.22	225.22	279.41	--	211.90	21.5	22.6
5C P2 Despacho 23	17.30	64.02	0.48	225.22	225.22	280.58	--	212.78	21.5	22.6

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refrig. media (°C)
5C P2 Despacho 24	17.23	63.75	0.48	225.22	225.22	279.38	--	211.88	21.5	22.6
5C P2 Despacho 25	17.32	64.08	0.48	225.22	225.22	280.84	--	212.98	21.5	22.6
5C P2 Despacho 26	17.20	63.66	0.48	225.22	225.22	279.00	--	211.58	21.5	22.6
5C P2 Despacho 27	12.88	47.65	0.64	225.22	225.22	208.86	--	158.39	21.5	22.6
5C P2 Despacho 28	17.59	65.08	0.47	225.22	225.22	285.21	--	216.29	21.5	22.6
5C P2 Despacho 29	12.98	48.03	0.64	225.22	225.22	210.50	--	159.64	21.5	22.6
5C P2 Despacho 30	13.05	48.31	0.63	225.22	225.22	211.69	--	160.54	21.5	22.6
5C P2 Despacho 31	17.39	64.35	0.48	225.22	225.22	282.04	--	213.89	21.5	22.6
5C P2 Despacho 32	17.22	63.69	0.48	225.22	225.22	279.20	--	211.74	21.5	22.6
5C P2 Despacho 33	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.32	--	212.59	21.5	22.6
5C P2 Despacho 34	17.17	63.53	0.48	225.22	225.22	278.45	--	211.17	21.5	22.6
5C P2 Despacho 35	52.50	194.26	0.16	225.22	225.22	851.38	--	645.67	21.5	22.6
5C P2 Despacho 36	11.88	43.95	0.70	225.22	225.22	192.65	--	146.10	21.5	22.6
5C P2 Despacho 37	11.94	44.17	0.69	225.22	225.22	193.61	--	146.83	21.5	22.6
5C P2 Despacho 38	11.84	43.80	0.70	225.22	225.22	191.94	--	145.56	21.5	22.6
5C P2 Biblioteca	43.65	161.50	--	411.19	411.19	--	--	498.62	21.5	22.6
5C P2 Sala Lectura	24.22	89.60	--	228.14	228.14	--	--	276.65	21.5	22.6
5D P2 Despacho 1	79.52	294.22	0.10	225.22	225.22	1289.46	--	977.90	21.5	22.6
5D P2 Despacho 2	12.47	46.14	0.66	225.22	225.22	202.23	--	153.37	21.5	22.6
5D P2 Despacho 3	12.67	46.86	0.65	225.22	225.22	205.38	--	155.76	21.5	22.6
5D P2 Despacho 4	12.60	46.64	0.66	225.22	225.22	204.38	--	155.00	21.5	22.6
5D P2 Despacho 5	12.60	46.62	0.66	225.22	225.22	204.35	--	154.97	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 1	26.51	98.08	2.09	1407.28	1151.41	1373.17	--	363.90	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 2	39.51	146.18	2.09	2097.56	1716.19	2046.71	--	542.40	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 3	39.18	144.98	2.09	2080.00	1701.82	2029.58	--	537.86	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 4	66.28	245.26	2.09	3518.97	2879.16	3433.67	--	909.96	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 5	66.73	246.90	2.09	3542.43	2898.35	3456.55	--	916.02	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 6	62.00	229.41	2.09	3291.67	2693.18	3211.87	--	851.18	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 7	88.21	326.39	2.09	4683.01	3831.55	4569.48	--	1210.96	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 8	88.15	326.14	2.09	4679.52	3828.70	4566.08	--	1210.06	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 9	75.15	278.05	2.09	3989.67	3264.27	3892.95	--	1031.67	21.5	22.6
5D P2 Lab inv 10	70.45	260.65	2.09	3739.86	3059.88	3649.20	--	967.07	21.5	22.6
Total	4459.27	16499.35	1.67/0.63⁺	244531.45	203422.48	96980.80	--	55716.50	21.5	22.6

Zonas no climatizadas (Zona habitable)

5C P0 Taller 1	53.71	198.73	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Archivo 1	35.33	130.73	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Aseos 1	34.70	128.38	--	728.35	728.35	--	--	138.73	--	--
5C P0 Almacén 1	16.83	62.25	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Compresores	17.26	63.86	--	--	--	1632.58	--	--	--	--

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refriger. media (°C)
5C P0 Local Tecnico 1	25.72	95.15	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Local Tecnico 2	39.34	145.57	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Almacen 2	20.27	74.99	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Aseos 2	11.42	42.24	--	239.66	239.66	--	--	45.65	--	--
5C P0 Almacen 3	3.86	14.29	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P0 Vestibulo	139.12	514.74	--	5048.74	4130.79	--	--	1721.69	--	--
5D P0 Vestibulo	150.79	557.90	--	5472.42	4477.43	--	--	1866.17	--	--
5C5D Pasillo Escaleras	148.89	550.92	--	5403.53	4421.07	--	--	1842.68	--	--
5D P1 Aseos	30.95	114.50	--	649.62	649.62	--	--	123.74	--	--
5D P1 Cuadros	18.02	66.67	--	--	--	--	--	--	--	--
5C5D Pasillo Escaleras	340.91	1261.36	--	12372.10	10122.62	--	--	4219.06	--	--
5C P1 Aseos	52.54	194.39	--	1102.86	1102.86	--	--	210.07	--	--
5C P1 Vestibulos	75.83	280.57	--	2752.10	2251.72	--	--	938.50	--	--
5C P1 Cuadros	17.40	64.37	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Almacen 3	8.48	31.38	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Almacen 2	8.41	31.13	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Aseos	52.51	194.27	--	1102.18	1102.18	--	--	209.94	--	--
5C P2 Fotocopias 2	5.76	21.30	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Archivo	8.26	30.55	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Fotocopias 1	5.74	21.23	--	--	--	--	--	--	--	--
5C P2 Almacen 1	8.39	31.04	--	--	--	--	--	--	--	--
5C5D Pasillo Escaleras	434.94	1609.27	--	15784.70	12914.75	--	--	5382.81	--	--
5D P2 Almacen 2	26.55	98.22	--	--	--	--	--	--	--	--
5D P2 Almacen 1	29.74	110.01	--	--	--	--	--	--	--	--
5D P2 Taller	17.57	65.02	--	--	--	--	--	--	--	--
5D P0 Fotocopias	10.24	37.86	0.81	225.22	225.22	165.98	--	104.75	--	--
5D P0 Almacen	8.15	30.15	--	--	--	--	--	--	--	--
5D P0 Correo	3.77	13.94	--	--	--	--	--	--	--	--
	1861.36	6886.99	0.00/0.06*	50881.48	42366.29	1798.56	--	16803.79	--	--

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_n: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

T^o calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

T^o refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

Consumo energético

ÍNDICE

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	3
1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.	3
1.2. Resultados mensuales.	3
1.2.1. Consumo de energía final del edificio.	3
1.2.2. Horas fuera de consigna	3
2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.	4
2.1. Energía eléctrica producida in situ.	4
2.2. Energía térmica producida in situ.	4
2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.	4
3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.	4
3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.	4
3.2. Demanda energética de ACS.	4
4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	5
4.1. Definición de los espacios del edificio.	5
4.1.1. Agrupaciones de recintos.	5
4.1.2. Carga interna media	8
4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.	9
4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	9

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 6320.62 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	149415.10	23.64	176610.88	27.94	176162.12	27.87
Refrigeración	143629.49	22.72	340119.11	53.81	280654.68	44.40
Iluminación	72520.35	11.47	171725.04	27.17	141702.08	22.42
	365564.94	57.84	688455.04	108.92	598518.88	94.69

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

EDIFICIO ($S_u = 6320.62 \text{ m}^2$)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Demanda energética	Calefacción	32707.6	22881.2	12582.1	--	--	--	--	--	--	--	9378.9	27040.7	104590.5	16.5
	Refrigeración	--	--	--	--	20016.2	46927.1	62063.4	27765.5	61137.3	26260.5	--	--	244170.1	38.6
	TOTAL	32707.6	22881.2	12582.1	--	20016.2	46927.1	62063.4	27765.5	61137.3	26260.5	9378.9	27040.7	348760.5	55.2
Gasóleo C (Sistema de sustitución)	Calefacción	46725.2	32687.4	17974.4	--	--	--	--	--	--	--	13398.5	38629.5	149415.0	23.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	7094.8	6233.1	6929.7	6520.3	7094.8	6642.4	5105.2	--	6355.2	7094.8	6807.6	6642.4	72520.3	11.5
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	11774.3	27604.2	36507.9	16332.6	35963.1	15447.3	--	--	143629.4	22.7
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	C_{ef,total}	53820.0	38920.5	24904.1	6520.3	18869.0	34246.6	41613.1	16332.6	42318.3	22542.1	20206.0	45272.0	365564.7	57.8

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

C_{ef,total}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
														(h)
Zonas climatizadas	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

Zonas acondicionadas	Ene (h)	Feb (h)	Mar (h)	Abr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Ago (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dic (h)	Año (h)
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 6320.62 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot$ año)	D_{ref} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot$ año)
Zonas climatizadas	4459.27	104590.47	244170.06	23.45	54.76
Zonas no climatizadas	1861.36	--	--	--	--
	6320.62	104590.47	244170.06	16.55	38.63

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ $\text{m}^2 \cdot$ año.

Consumo energético

3.2. Demanda energética de ACS.

El edificio proyectado no tiene demanda de agua caliente sanitaria.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zonas climatizadas (Zona habitable acondicionada)										
5D P0 Lab inv 1	21.73	80.39	2.09	1153.55	943.81	1125.59	--	298.29		
5D P0 Lab inv 2	16.99	62.87	2.09	902.02	738.01	880.15	--	233.25		
5D P0 Lab inv 3	25.65	94.91	2.09	1361.69	1114.11	1328.68	--	352.11		
5D P0 Lab inv 4	17.13	63.36	2.09	909.19	743.88	887.15	--	235.10		
5D P0 Lab inv 5	17.49	64.70	2.09	928.38	759.59	905.88	--	240.07		
5D P0 Lab docente 1	114.12	422.26	2.09	6058.56	4957.01	5911.69	--	1566.66		
5D P0 Lab docente 2	84.62	313.09	2.09	4492.40	3675.60	4383.50	--	1161.67		
5D P0 Lab docente 3	85.31	315.66	2.09	4529.05	3705.59	4419.25	--	1171.15		
5D P0 Sala de reuniones	43.47	160.85	0.75	1579.16	1292.04	--	--	382.83		
5D P0 Despacho 1	16.50	61.04	0.50	225.22	225.22	267.50	--	202.87		
5D P0 Despacho 2	16.76	62.02	0.49	225.22	225.22	271.81	--	206.13		
5D P0 Despacho 3	16.58	61.34	0.50	225.22	225.22	268.82	--	203.87		
5D P0 Despacho 4	16.74	61.94	0.49	225.22	225.22	271.46	--	205.87		
5D P0 Despacho 5	16.70	61.79	0.50	225.22	225.22	270.80	--	205.37		
5D P0 Despacho 6	16.66	61.64	0.50	225.22	225.22	270.15	--	204.87		
5D P0 Despacho 7	16.74	61.94	0.49	225.22	225.22	271.46	--	205.87		
5D P0 Despacho 8	16.70	61.79	0.50	225.22	225.22	270.80	--	205.37		
5D P0 Despacho 9	16.66	61.65	0.50	225.22	225.22	270.15	--	204.87		
5D P0 Despacho 10	16.83	62.26	0.49	225.22	225.22	272.85	--	206.93	Personalizado	Personalizado
5D P0 Despacho 11	16.50	61.05	0.50	225.22	225.22	267.54	--	202.90		
5D P0 Despacho 12	16.68	61.72	0.50	225.22	225.22	270.50	--	205.14		
5D P0 Despacho 13	16.73	61.90	0.49	225.22	225.22	271.25	--	205.71		
5D P0 Despacho 14	16.68	61.70	0.50	225.22	225.22	270.43	--	205.09		
5D P0 Despacho 15	16.70	61.80	0.50	225.22	225.22	270.83	--	205.39		
5D P0 Despacho 16	25.51	94.37	0.32	225.22	225.22	413.60	--	313.66		
5D P0 Despacho 17	25.59	94.70	0.32	225.22	225.22	415.04	--	314.76		
5C P0 Lab docente 1	263.95	976.60	2.09	14012.88	11465.08	13673.17	--	3623.53		
5C P0 Aula 1	52.48	194.18	2.72	5594.19	4577.06	--	--	521.45		
5C P0 Despacho 1	16.95	62.70	0.49	225.22	225.22	274.79	--	208.39		
5C P0 Despacho 2	12.68	46.93	0.65	225.22	225.22	205.68	--	155.98		
5C P0 Despacho 3	12.67	46.87	0.65	225.22	225.22	205.42	--	155.79		
5C P0 Despacho 4	12.72	47.08	0.65	225.22	225.22	206.33	--	156.48		
5C P0 Despacho 5	32.99	122.06	0.25	225.22	225.22	535.01	--	405.74		
5C P0 Despacho 6	12.69	46.94	0.65	225.22	225.22	205.73	--	156.02		

Consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren_h (l/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{lum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
5C P0 Despacho 7	12.65	46.81	0.65	225.22	225.22	205.15	--	155.58		
5C P0 Despacho 8	12.69	46.95	0.65	225.22	225.22	205.75	--	156.04		
5C P0 Despacho 9	12.69	46.95	0.65	225.22	225.22	205.76	--	156.04		
5C P0 Despacho 10	12.58	46.54	0.66	225.22	225.22	203.98	--	154.70		
5C P0 Despacho 11	17.10	63.26	0.48	225.22	225.22	277.26	--	210.27		
5C P0 Aula 2	69.76	258.08	2.72	7435.65	6083.71	--	--	693.09		
5C P0 Aula 3	52.89	195.72	2.72	5638.35	4613.19	--	--	525.56		
5C P0 Aula 4	25.90	95.82	2.72	2760.63	2258.70	--	--	257.32		
5D P1 Aula 1	106.92	395.61	2.72	11397.16	9324.95	--	--	3983.83		
5D P1 Aula 2	106.44	393.84	2.72	11346.12	9283.19	--	--	1057.60		
5D P1 Aula 3	107.05	396.09	2.72	11410.93	9336.22	--	--	1063.64		
5D P1 Aula 4	58.02	214.67	2.72	6184.62	5060.15	--	--	576.48		
5D P1 Aula 5	105.21	389.27	2.72	11214.82	9175.76	--	--	1045.36		
5D P1 Aula 6	104.42	386.36	2.72	11130.27	9106.59	--	--	1037.48		
5D P1 Aula 7	57.85	214.03	2.72	6166.43	5045.26	--	--	574.79		
5D P1 Lab docente	133.04	492.26	2.09	5334.24	4364.38	5204.93	--	1519.85		
5C P1 Aula 1	53.15	196.65	2.72	5665.33	4635.27	--	--	528.08		
5C P1 Aula 2	61.67	228.16	2.72	6573.48	5378.30	--	--	612.73		
5C P1 Aula 3	52.84	195.52	2.72	5632.78	4608.63	--	--	525.04		
5C P1 Aula 4	106.90	395.52	2.72	11394.94	9323.13	--	--	1062.15		
5C P1 Aula 5	106.60	394.40	2.72	11363.27	9297.22	--	--	1059.19		
5C P1 Aula 6	107.06	396.12	2.72	11412.05	9337.13	--	--	1063.74		
5C P1 Aula 7	52.94	195.88	2.72	5643.16	4617.13	--	--	526.01		
5C P1 Secretaria 1	17.04	63.03	0.57	557.51	456.14	--	--	202.73		
5C P1 Secretaria 2	17.11	63.29	0.57	559.77	457.99	--	--	203.55		
5C P1 Secretaria 3	83.33	308.32	0.57	2726.82	2231.03	--	--	991.57		
5C P1 Servidores	16.84	62.30	--	--	--	2950.37	--	--		
5C P1 Despacho 1	17.31	64.04	0.48	225.22	225.22	280.69	--	212.87		
5C P1 Despacho 2	12.89	47.70	0.64	225.22	225.22	209.04	--	158.53		
5C P1 Despacho 3	12.90	47.73	0.64	225.22	225.22	209.18	--	158.64		
5C P1 Despacho 4	12.97	47.99	0.64	225.22	225.22	210.32	--	159.50		
5C P1 Despacho 5	12.93	47.85	0.64	225.22	225.22	209.71	--	159.04		
5C P1 Despacho 6	19.61	72.55	0.42	225.22	225.22	317.94	--	241.12		
5C P1 Despacho 7	26.50	98.03	0.31	225.22	225.22	429.66	--	325.85		
5C P1 Despacho 8	26.54	98.19	0.31	225.22	225.22	430.32	--	326.35		
5C P2 Despacho 1	26.50	98.03	0.31	225.22	225.22	429.66	--	325.85		
5C P2 Despacho 2	26.22	97.00	0.32	225.22	225.22	425.12	--	322.40		
5C P2 Despacho 3	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.35	--	212.61		
5C P2 Despacho 4	17.20	63.62	0.48	225.22	225.22	278.85	--	211.47		
5C P2 Despacho 5	17.36	64.22	0.48	225.22	225.22	281.48	--	213.47		
5C P2 Despacho 6	17.24	63.77	0.48	225.22	225.22	279.52	--	211.98		
5C P2 Despacho 7	17.30	64.02	0.48	225.22	225.22	280.59	--	212.79		
5C P2 Despacho 8	17.22	63.71	0.48	225.22	225.22	279.21	--	211.75		
5C P2 Despacho 9	17.34	64.17	0.48	225.22	225.22	281.24	--	213.29		
5C P2 Despacho 10	26.41	97.71	0.31	225.22	225.22	428.25	--	324.77		
5C P2 Despacho 11	19.63	72.62	0.42	225.22	225.22	318.28	--	241.38		
5C P2 Despacho 12	19.62	72.59	0.42	225.22	225.22	318.17	--	241.29		

Consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren_n (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
5C P2 Despacho 13	12.88	47.64	0.64	225.22	225.22	208.83	--	158.37		
5C P2 Despacho 14	12.93	47.85	0.64	225.22	225.22	209.72	--	159.05		
5C P2 Despacho 15	12.88	47.64	0.64	225.22	225.22	208.81	--	158.36		
5C P2 Despacho 16	12.93	47.84	0.64	225.22	225.22	209.70	--	159.03		
5C P2 Despacho 17	12.88	47.67	0.64	225.22	225.22	208.94	--	158.45		
5C P2 Despacho 18	26.51	98.09	0.31	225.22	225.22	429.92	--	326.04		
5C P2 Despacho 19	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.31	--	212.58		
5C P2 Despacho 20	17.26	63.86	0.48	225.22	225.22	279.91	--	212.28		
5C P2 Despacho 21	17.31	64.06	0.48	225.22	225.22	280.75	--	212.91		
5C P2 Despacho 22	17.23	63.75	0.48	225.22	225.22	279.41	--	211.90		
5C P2 Despacho 23	17.30	64.02	0.48	225.22	225.22	280.58	--	212.78		
5C P2 Despacho 24	17.23	63.75	0.48	225.22	225.22	279.38	--	211.88		
5C P2 Despacho 25	17.32	64.08	0.48	225.22	225.22	280.84	--	212.98		
5C P2 Despacho 26	17.20	63.66	0.48	225.22	225.22	279.00	--	211.58		
5C P2 Despacho 27	12.88	47.65	0.64	225.22	225.22	208.86	--	158.39		
5C P2 Despacho 28	17.59	65.08	0.47	225.22	225.22	285.21	--	216.29		
5C P2 Despacho 29	12.98	48.03	0.64	225.22	225.22	210.50	--	159.64		
5C P2 Despacho 30	13.05	48.31	0.63	225.22	225.22	211.69	--	160.54		
5C P2 Despacho 31	17.39	64.35	0.48	225.22	225.22	282.04	--	213.89		
5C P2 Despacho 32	17.22	63.69	0.48	225.22	225.22	279.20	--	211.74		
5C P2 Despacho 33	17.29	63.97	0.48	225.22	225.22	280.32	--	212.59		
5C P2 Despacho 34	17.17	63.53	0.48	225.22	225.22	278.45	--	211.17		
5C P2 Despacho 35	52.50	194.26	0.16	225.22	225.22	851.38	--	645.67		
5C P2 Despacho 36	11.88	43.95	0.70	225.22	225.22	192.65	--	146.10		
5C P2 Despacho 37	11.94	44.17	0.69	225.22	225.22	193.61	--	146.83		
5C P2 Despacho 38	11.84	43.80	0.70	225.22	225.22	191.94	--	145.56		
5C P2 Biblioteca	43.65	161.50	--	411.19	411.19	--	--	498.62		
5C P2 Sala Lectura	24.22	89.60	--	228.14	228.14	--	--	276.65		
5D P2 Despacho 1	79.52	294.22	0.10	225.22	225.22	1289.46	--	977.90		
5D P2 Despacho 2	12.47	46.14	0.66	225.22	225.22	202.23	--	153.37		
5D P2 Despacho 3	12.67	46.86	0.65	225.22	225.22	205.38	--	155.76		
5D P2 Despacho 4	12.60	46.64	0.66	225.22	225.22	204.38	--	155.00		
5D P2 Despacho 5	12.60	46.62	0.66	225.22	225.22	204.35	--	154.97		
5D P2 Lab inv 1	26.51	98.08	2.09	1407.28	1151.41	1373.17	--	363.90		
5D P2 Lab inv 2	39.51	146.18	2.09	2097.56	1716.19	2046.71	--	542.40		
5D P2 Lab inv 3	39.18	144.98	2.09	2080.00	1701.82	2029.58	--	537.86		
5D P2 Lab inv 4	66.28	245.26	2.09	3518.97	2879.16	3433.67	--	909.96		
5D P2 Lab inv 5	66.73	246.90	2.09	3542.43	2898.35	3456.55	--	916.02		
5D P2 Lab inv 6	62.00	229.41	2.09	3291.67	2693.18	3211.87	--	851.18		
5D P2 Lab inv 7	88.21	326.39	2.09	4683.01	3831.55	4569.48	--	1210.96		

Consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren_h (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
5D P2 Lab inv 8	88.15	326.14	2.09	4679.52	3828.70	4566.08	--	1210.06		
5D P2 Lab inv 9	75.15	278.05	2.09	3989.67	3264.27	3892.95	--	1031.67		
5D P2 Lab inv 10	70.45	260.65	2.09	3739.86	3059.88	3649.20	--	967.07		
	4459.27	16499.35	1.67/0.63*	244531.45	203422.48	96980.80	--	55716.50		

Zonas no climatizadas (Zona habitable no acondicionada)

5C P0 Taller 1	53.71	198.73	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Archivo 1	35.33	130.73	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Aseos 1	34.70	128.38	--	728.35	728.35	--	--	138.73		
5C P0 Almacén 1	16.83	62.25	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Compresores	17.26	63.86	--	--	--	1632.58	--	--		
5C P0 Local Técnico 1	25.72	95.15	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Local Técnico 2	39.34	145.57	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Almacén 2	20.27	74.99	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Aseos 2	11.42	42.24	--	239.66	239.66	--	--	45.65		
5C P0 Almacén 3	3.86	14.29	--	--	--	--	--	--		
5C P0 Vestibulo	139.12	514.74	--	5048.74	4130.79	--	--	1721.69		
5D P0 Vestibulo	150.79	557.90	--	5472.42	4477.43	--	--	1866.17		
5C5D Pasillo Escaleras	148.89	550.92	--	5403.53	4421.07	--	--	1842.68		
5D P1 Aseos	30.95	114.50	--	649.62	649.62	--	--	123.74		
5D P1 Cuadros	18.02	66.67	--	--	--	--	--	--		
5C5D Pasillo Escaleras	340.91	1261.36	--	12372.10	10122.62	--	--	4219.06	Personalizado	Oscilación libre
5C P1 Aseos	52.54	194.39	--	1102.86	1102.86	--	--	210.07		
5C P1 Vestibulos	75.83	280.57	--	2752.10	2251.72	--	--	938.50		
5C P1 Cuadros	17.40	64.37	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Almacén 3	8.48	31.38	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Almacén 2	8.41	31.13	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Aseos	52.51	194.27	--	1102.18	1102.18	--	--	209.94		
5C P2 Fotocopias 2	5.76	21.30	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Archivo	8.26	30.55	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Fotocopias 1	5.74	21.23	--	--	--	--	--	--		
5C P2 Almacén 1	8.39	31.04	--	--	--	--	--	--		
5C5D Pasillo Escaleras	434.94	1609.27	--	15784.70	12914.75	--	--	5382.81		
5D P2 Almacén 2	26.55	98.22	--	--	--	--	--	--		
5D P2 Almacén 1	29.74	110.01	--	--	--	--	--	--		
5D P2 Taller	17.57	65.02	--	--	--	--	--	--		
5D P0 Fotocopias	10.24	37.86	0.81	225.22	225.22	165.98	--	104.75		
5D P0 Almacén	8.15	30.15	--	--	--	--	--	--		
5D P0 Correo	3.77	13.94	--	--	--	--	--	--		
	1861.36	6886.99	0.00/0.06*	50881.48	42366.29	1798.56	--	16803.79		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

4.1.2. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zonas climatizadas	4459.27	10.2
Zonas no climatizadas	1861.36	4.3
	6320.62	8.4

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Gasóleo C	1.179	0.003
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

$f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

Consumo energético

Confort interior

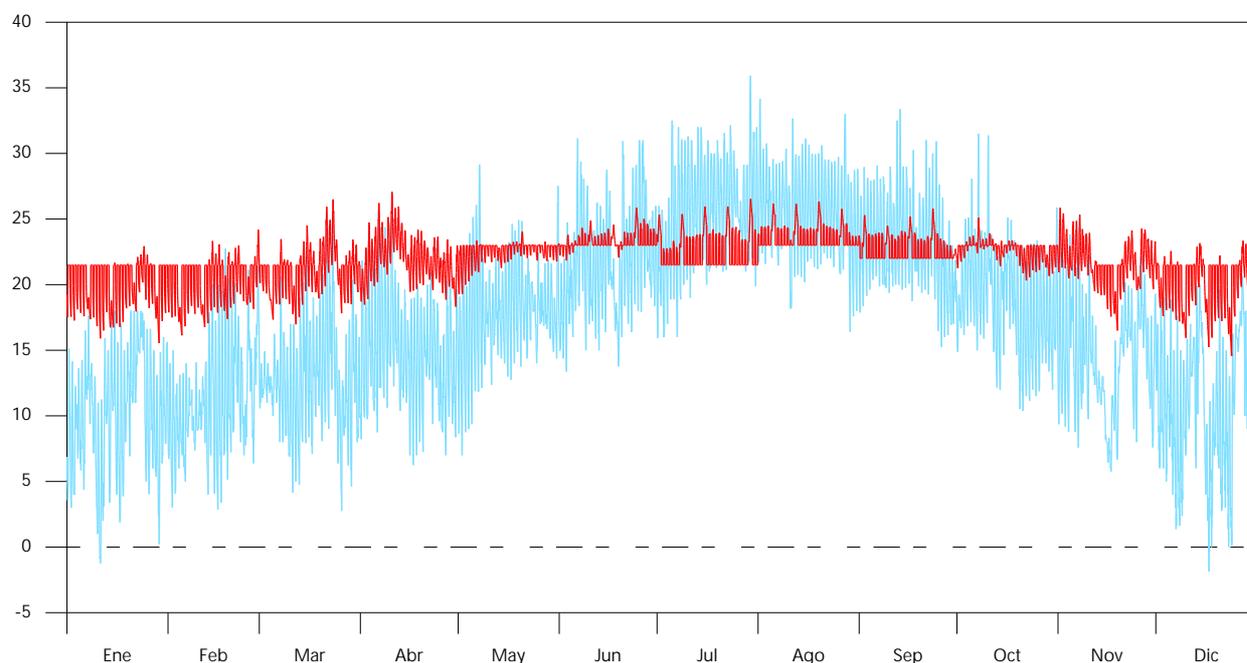
ÍNDICE

1. Z01_ZONAS CLIMATIZADAS.....	3
2. Z02_ZONAS NO CLIMATIZADAS.....	4

Confort interior

1. Z01_ZONAS CLIMATIZADAS

Temperatura (°C)



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	22.9	24.2	26.5	27.1	24.0	25.9	26.5	26.3	25.8	25.1	25.9	23.4	27.1
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	15.5	16.1	17.0	18.3	19.3	21.8	21.5	23.0	22.0	20.3	16.5	14.6	14.6
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

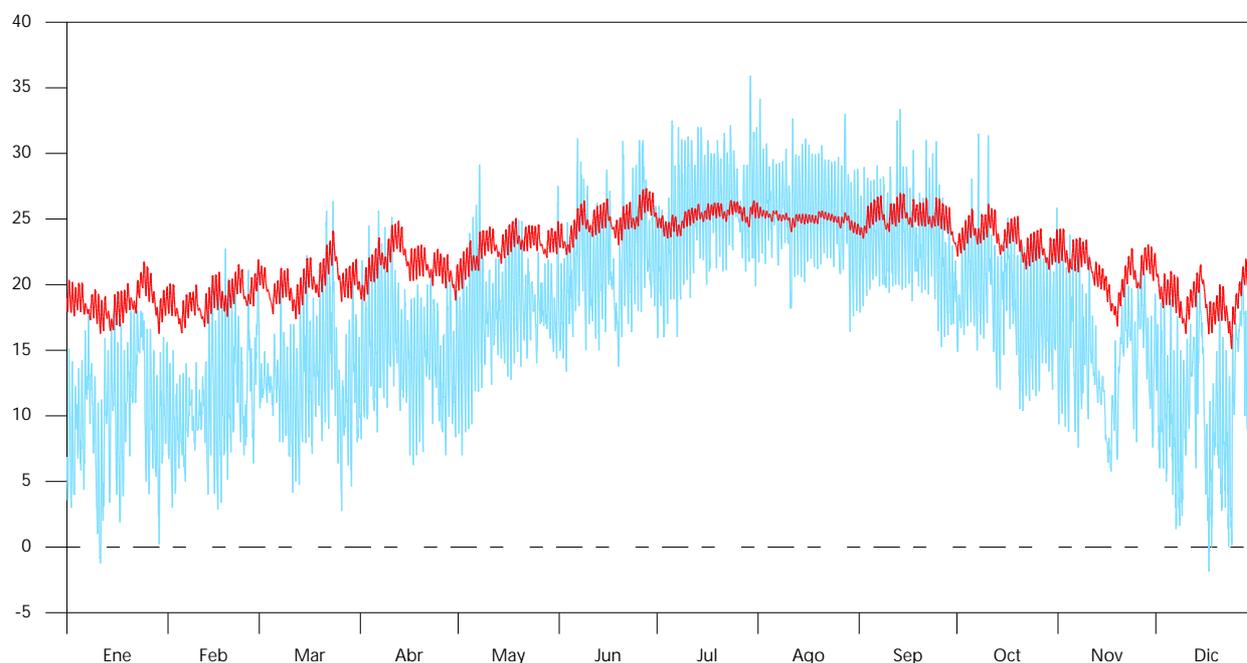
donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Confort interior

2. Z02_ZONAS NO CLIMATIZADAS

Temperatura (°C)



■ Temperatura exterior
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima de confort (-)													
$T_{int,max}$ (°C)	21.7	21.9	24.1	24.9	25.1	27.3	26.4	25.9	27.0	26.2	24.3	22.0	27.3
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatura mínima de confort (-)													
$T_{int,min}$ (°C)	16.3	16.3	17.4	18.8	19.6	22.3	23.5	23.8	22.7	21.1	16.8	15.1	15.1
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Horas fuera de consigna*													
Calefacción (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Calefacción (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

donde:

- T_{int} : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$: Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$: Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$: Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$: Temperatura mínima de confort, °C.

Calificación energética del edificio

Zona climática	B3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	D	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	7.35	0	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	E
	7.52	3.8	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	11.32	71545.55
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	7.35	46466.74

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	27.87	0	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	E
	44.4	22.42	

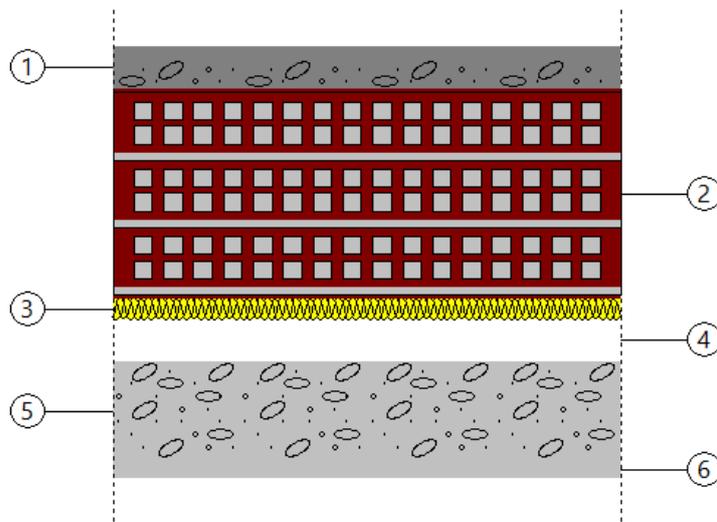
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

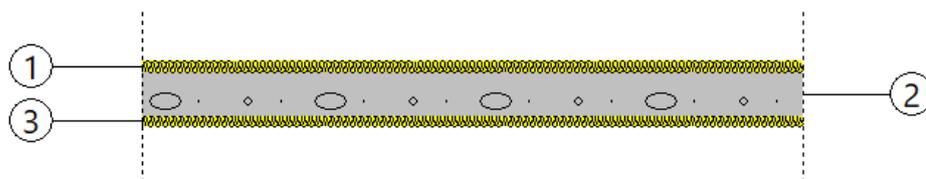
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

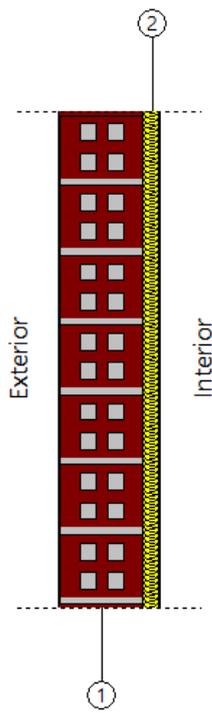
9. Características y definición de los cerramientos de los invernaderos 5P



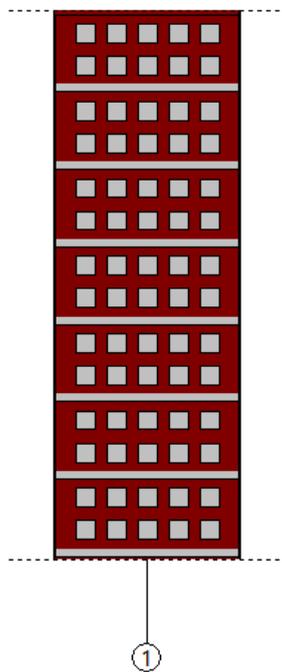
Capas
1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1450 < d < 1600$: 5.00 cm
2 - FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm: 25.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]: 2.50 cm
4 - Cámara de aire: 5.00 cm
5 - Arenisca [2200 < d < 2600]: 12.00 cm
6 - Plaqueta o baldosa de gres: 2.00 cm
Espesor total: 51.50 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 1.08 (m ² ·K)/W



Capas
1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]: 1.00 cm
2 - Aluminio aleaciones de: 4.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]: 1.00 cm
Espesor total: 6.00 cm
Caracterización térmica
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 1.25 W/(m ² ·K)
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.37 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 32765.23 J/m ² ·K



Capas
1 - 1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm: 10.00 cm
2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]: 2.00 cm
Espesor total: 12.00 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 1.12 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 12467.22 J/m ² ·K



Capas
1 - 1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm: 20.00 cm
Espesor total: 20.00 cm
Caracterización térmica
Transmitancia térmica (U): 1.89 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 65593.88 J/m ² ·K

Descripción de materiales y elementos constructivos

3. MATERIALES

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	10.00	1220.00	0.743	0.13	1000.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	2.00	37.50	0.034	0.59	1000.00
1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	20.00	1220.00	0.743	0.27	1000.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	1.00	37.50	0.034	0.29	1000.00
Aluminio aleaciones de	4.00	2800.00	160.000	0.00	880.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	5.00	1525.00	0.800	0.06	1000.00
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	25.00	1100.00	0.937	0.27	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	2.50	30.00	0.046	0.54	1000.00
Arenisca [2200 < d < 2600]	12.00	2400.00	3.000	0.04	1000.00
Plaqueta o baldosa de gres	2.00	2500.00	2.300	0.01	1000.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm			RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W
ρ	Densidad kg/m ³			Cp	Calor específico J/(kg·K)
λ	Conductividad térmica W/(m·K)				

10. Puentes térmicos lineales presentes en los invernaderos 5P

	Referencia	Psi	Valor
1	 LFi [E]Suelo-[B]Pared(90)	0.38	CTE DB-HE
2	 LFs [G]cubierta acristalada-[B]Pared(90)	0.66	CTE DB-HE
3	 LFs [G]cubierta acristalada-[C]Tabiques(120)	0.50	CTE DB-HE
4	 TFi [E]Suelo-[H](180)-[B]Cerramiento interior(90)	0.36	CTE DB-HE
5	 TFi [E]Suelo-[E]Suelo(180)-[C]Tabiques(90)	0.48	CTE DB-HE
6	 TFs [G]cubierta acristalada-[G]cubierta acristalada(150)-[C]Tabiques(120)	-0.56	CTE DB-HE
7	 TFs [G]cubierta acristalada-[G]cubierta acristalada(150)-[C]Tabiques(90)	-0.56	CTE DB-HE
8	 LWo [B]Cerramiento interior-[B]Pared(90)	0.27	CTE DB-HE
9	 LWo [B]Pared-[B]Cerramiento interior(90)	0.27	CTE DB-HE
10	 LWo [B]Pared-[B]Pared(90)	0.37	CTE DB-HE
11	 TW [B]Pared-[B]Pared(180)-[C]Tabiques(90)	0.05	ISO 14683
12	 TW [C]Tabiques-[B]Pared(90)-[B]Pared(180)	0.05	ISO 14683
13	 NC [B]Cerramiento interior-[H](120)	0.27	CTE DB-HE
14	 NC [G]cubierta acristalada-[G]cubierta acristalada(150)	0.20	CTE DB-HE
15	 Wi [K]Pared acristalad (12815-12820)-[B]Pared	0.03	CTE DB-HE
16	 Ws [K]Pared acristalad (12815-12820)-[B]Pared	0.33	CTE DB-HE
17	 WI [K]Pared acristalad (12815-12820)-[B]Pared	0.26	CTE DB-HE
18	 Wi [K]Pared acristalad (12820-12825)-[B]Pared	0.03	CTE DB-HE
19	 Ws [K]Pared acristalad (12820-12825)-[B]Pared	0.33	CTE DB-HE
20	 WI [K]Pared acristalad (12820-12825)-[B]Pared	0.26	CTE DB-HE
21	 Wi [K]Pared acristalad (2370-2375)-[B]Pared	0.03	CTE DB-HE
22	 Ws [K]Pared acristalad (2370-2375)-[B]Pared	0.33	CTE DB-HE
23	 WI [K]Pared acristalad (2370-2375)-[B]Pared	0.26	CTE DB-HE
24	 Wi [K]Pared acristalad (2410-2415)-[C]Tabiques	0.05	CTE DB-HE
25	 Ws [K]Pared acristalad (2410-2415)-[C]Tabiques	0.38	CTE DB-HE
26	 WI [K]Pared acristalad (2410-2415)-[C]Tabiques	0.28	CTE DB-HE
27	 Wi [K]Pared acristalad (2415-2420)-[B]Pared	0.03	CTE DB-HE
28	 Ws [K]Pared acristalad (2415-2420)-[B]Pared	0.33	CTE DB-HE
29	 WI [K]Pared acristalad (2415-2420)-[B]Pared	0.26	CTE DB-HE
30	 Wi [K]Pared acristalad (2415-2420)-[C]Tabiques	0.05	CTE DB-HE
31	 Ws [K]Pared acristalad (2415-2420)-[C]Tabiques	0.38	CTE DB-HE
32	 WI [K]Pared acristalad (2415-2420)-[C]Tabiques	0.28	CTE DB-HE
33	 Wi [K]Pared acristalad (2420-2425)-[C]Tabiques	0.05	CTE DB-HE
34	 Ws [K]Pared acristalad (2420-2425)-[C]Tabiques	0.38	CTE DB-HE
35	 WI [K]Pared acristalad (2420-2425)-[C]Tabiques	0.28	CTE DB-HE
36	 Wi [K]Pared acristalad (2425-2430)-[B]Cerramiento interior	0.02	CTE DB-HE
37	 Ws [K]Pared acristalad (2425-2430)-[B]Cerramiento interior	0.32	CTE DB-HE
38	 WI [K]Pared acristalad (2425-2430)-[B]Cerramiento interior	0.25	CTE DB-HE
39	 Wi [K]Pared acristalad (2430-2435)-[C]Tabiques	0.05	CTE DB-HE
40	 Ws [K]Pared acristalad (2430-2435)-[C]Tabiques	0.38	CTE DB-HE
41	 WI [K]Pared acristalad (2430-2435)-[C]Tabiques	0.28	CTE DB-HE

42		Wi [K]Pared acristalad (2435-2440)-[C]Tabiques	0,05	CTE DB-HE		
43		Ws [K]Pared acristalad (2435-2440)-[C]Tabiques	0,38	CTE DB-HE		
44		WI [K]Pared acristalad (2435-2440)-[C]Tabiques	0,28	CTE DB-HE		
45		Wi [K]Pared acristalad (2440-2445)-[C]Tabiques	0,05	CTE DB-HE		
46		Ws [K]Pared acristalad (2440-2445)-[C]Tabiques	0,38	CTE DB-HE		
47		WI [K]Pared acristalad (2440-2445)-[C]Tabiques	0,28	CTE DB-HE		
48		Wi [K]Pared acristalad (2445-2450)-[B]Pared	0,03	CTE DB-HE		
49		Ws [K]Pared acristalad (2445-2450)-[B]Pared	0,33	CTE DB-HE		
50		WI [K]Pared acristalad (2445-2450)-[B]Pared	0,26	CTE DB-HE		
51		Wi [K]Pared acristalad (2445-2450)-[C]Tabiques	0,05	CTE DB-HE		
52		Ws [K]Pared acristalad (2445-2450)-[C]Tabiques	0,38	CTE DB-HE		
53		WI [K]Pared acristalad (2445-2450)-[C]Tabiques	0,28	CTE DB-HE		
54		Wi [K]Pared acristalad (2450-2455)-[B]Cerramiento interior	0,02	CTE DB-HE		
55		Ws [K]Pared acristalad (2450-2455)-[B]Cerramiento interior	0,32	CTE DB-HE		
56		WI [K]Pared acristalad (2450-2455)-[B]Cerramiento interior	0,25	CTE DB-HE		
57		Wi [K]Pared acristalad (2720-2725)-[B]Pared	0,03	CTE DB-HE		
58		Ws [K]Pared acristalad (2720-2725)-[B]Pared	0,33	CTE DB-HE		
59		WI [K]Pared acristalad (2720-2725)-[B]Pared	0,26	CTE DB-HE		
60		Wi [K]Pared acristalad (3380-3385)-[B]Pared	0,03	CTE DB-HE		
61		Ws [K]Pared acristalad (3380-3385)-[B]Pared	0,33	CTE DB-HE		
62		WI [K]Pared acristalad (3380-3385)-[B]Pared	0,26	CTE DB-HE		
63		Wi [K]Pared acristalad (3720-3725)-[B]Pared	0,03	CTE DB-HE		
64		Ws [K]Pared acristalad (3720-3725)-[B]Pared	0,33	CTE DB-HE		
65		WI [K]Pared acristalad (3720-3725)-[B]Pared	0,26	CTE DB-HE		
66		Wi [K]Pared acristalad (6095-6100)-[B]Pared	0,03	CTE DB-HE		
67		Ws [K]Pared acristalad (6095-6100)-[B]Pared	0,10	CTE DB-HE		
68		WI [K]Pared acristalad (6095-6100)-[B]Pared	0,26	CTE DB-HE		
69		WI [L]cristal-[G]cubierta acristalada	0,24	CTE DB-HE		

11. Listados de los invernaderos 5P generados en la simulación en CYPE

Demanda energética

ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
2.3. Evolución de la temperatura.....	4
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	5
3.1. Agrupaciones de recintos.....	5

Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zona común	5949.07	291481.56	49.00	313923.25	52.77
	5949.07	291481.56	49.00	313923.25	52.77

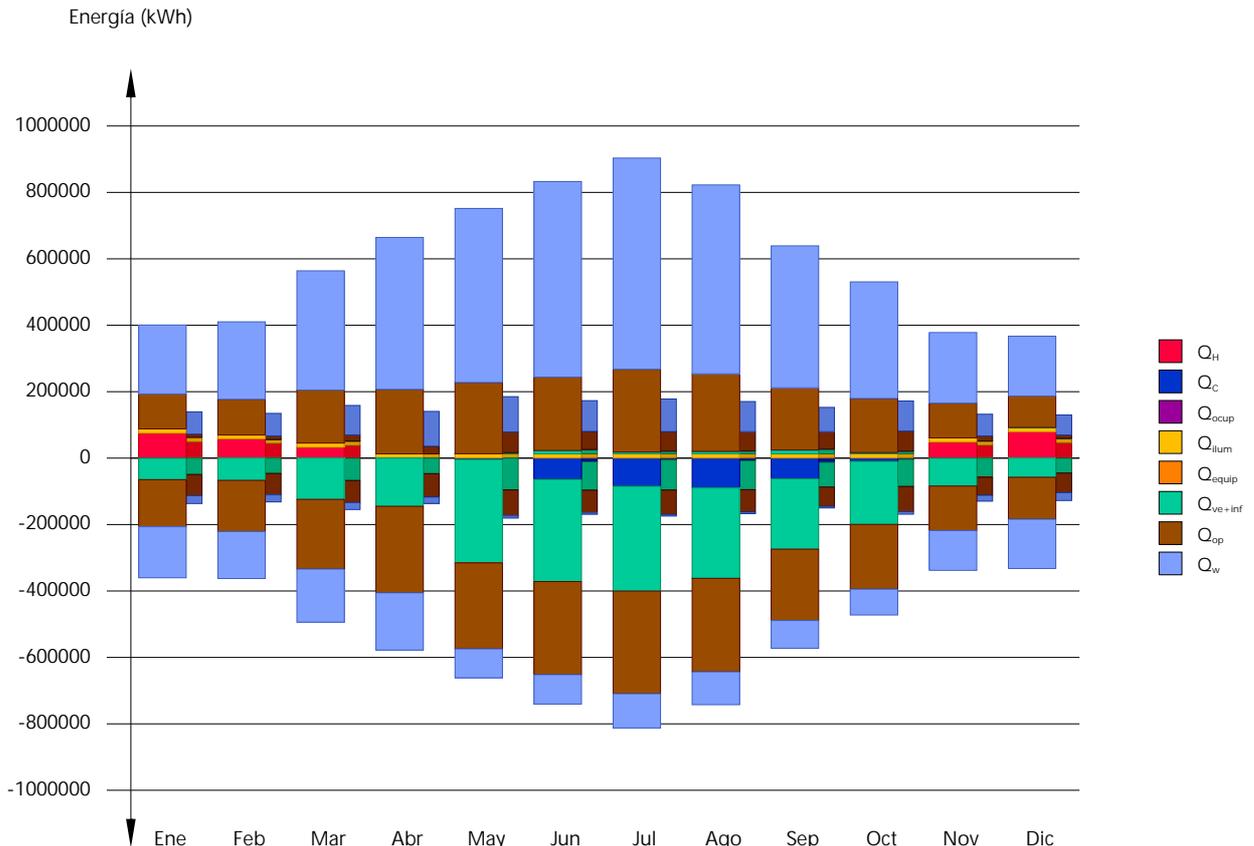
donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².
- D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.
- D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Demanda energética

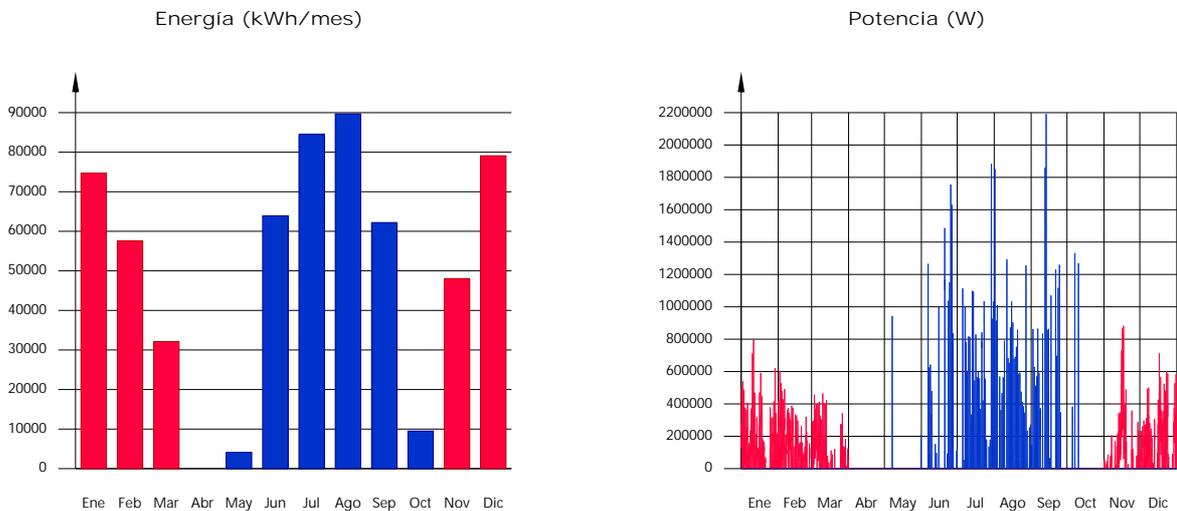
	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m ² ·año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	105275.7	107625.3	159505.8	194198.9	214396.3	220988.8	249263.3	233585.0	187341.1	162831.3	104712.6	94592.4	-531591.10	-89.36
Q_w	-141912.0	-154114.5	-209664.8	-260322.3	-258916.5	-280352.9	-309106.9	-281451.4	-214576.5	-194872.4	-134228.5	-126388.9		
Q_{ve+inf}	207614.2	233231.2	359031.5	457354.7	523988.7	588748.1	635837.4	568769.5	427333.2	351086.2	212578.0	180250.0	3311547.45	556.65
Q_{ve+inf}	-153576.7	-141373.0	-159966.2	-172458.6	-87123.1	-88483.3	-103029.8	-98989.3	-83648.4	-77806.5	-119659.2	-148161.3		
Q_{equip}	--	--	--	--	77.6	10151.6	5090.4	6918.7	11587.6	3482.1	--	0.1	-2114747.80	-355.48
Q_{equip}	-64801.9	-67086.8	-124284.2	-145102.0	-311196.3	-307616.3	-315796.8	-272289.4	-212013.3	-190130.4	-84059.7	-57678.7		
Q_{lum}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{lum}	13278.3	11993.3	13278.3	12850.0	13278.3	12850.0	13278.3	13278.3	12850.0	13278.3	12850.0	13278.3	156341.47	26.28
Q_{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{oc}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
Q_{HI}	74655.1	57579.1	32130.8	--	--	--	--	--	--	--	48023.3	79093.2	291481.56	49.00
Q_C	--	--	--	--	-4116.5	-63921.8	-84474.4	-89696.3	-62206.8	-9507.5	--	--	-313923.25	-52.77
Q_{HC}	74655.1	57579.1	32130.8	--	4116.5	63921.8	84474.4	89696.3	62206.8	9507.5	48023.3	79093.2	605404.80	101.76

donde:

- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{lum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_{HI} : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

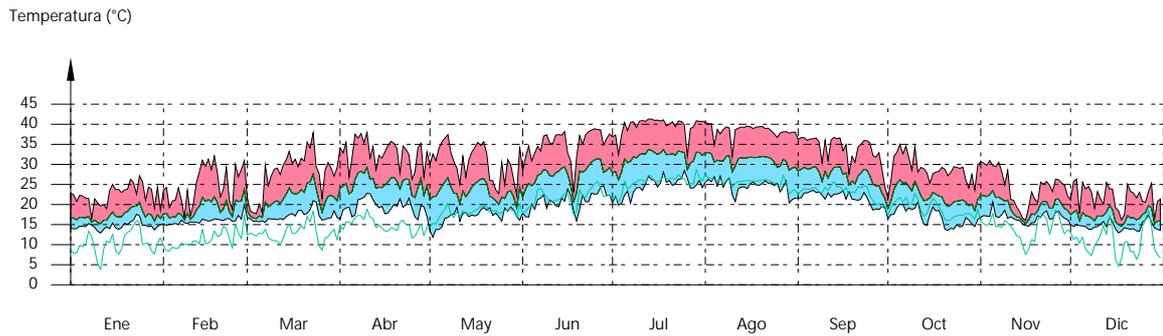


2.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior se muestra en la siguiente gráfica, que muestra la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

Zona común

Demanda energética



3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refrig. media (°C)
Zona común (Zona habitable)										
Prod Vegetal 1	150.50	752.67	30.00	--	--	--	--	3955.01	16.6	29.8
Prod Vegetal 2	150.38	752.14	30.00	--	--	--	--	3952.03	16.6	29.8
Prod Vegetal 3	150.34	751.90	30.00	--	--	--	--	3950.91	16.6	29.8
Prod Vegetal 4	151.20	755.99	30.00	--	--	--	--	3973.53	16.6	29.8
Prod Vegetal 5	150.34	751.95	30.00	--	--	--	--	3950.84	16.6	29.8
Prod Vegetal 6	189.99	949.87	30.00	--	--	--	--	4993.04	16.6	29.8
Prod Vegetal 7	189.13	945.83	30.00	--	--	--	--	4970.38	16.6	29.8
Prod Vegetal 8	191.71	958.60	30.00	--	--	--	--	5038.23	16.6	29.8
Prod Vegetal 9	146.02	730.29	30.00	--	--	--	--	3837.38	16.6	29.8
Rural 1	195.62	978.12	30.00	--	--	--	--	5140.76	16.6	29.8
Biotec 1	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34	16.6	29.8
Prod Vegetal 11	150.89	754.54	30.00	--	--	--	--	3965.28	16.6	29.8
Biotec 2	189.31	946.70	30.00	--	--	--	--	4975.17	16.6	29.8
Biotec 3	153.09	765.62	30.00	--	--	--	--	4023.21	16.6	29.8
Biotec 4	154.93	773.63	30.00	--	--	--	--	4071.48	16.6	29.8
Biotec 5	151.07	756.05	30.00	--	--	--	--	3970.23	16.6	29.8
Biotec 6	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34	16.6	29.8
Biotec 7	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34	16.6	29.8
Biotec 8	149.96	750.16	30.00	--	--	--	--	3940.95	16.6	29.8
Biotec 9	151.36	756.78	30.00	--	--	--	--	3977.74	16.6	29.8
Biotec 10	150.75	753.91	30.00	--	--	--	--	3961.68	16.6	29.8
Agroforestal 1	350.82	1753.00	30.00	--	--	--	--	9219.49	16.6	29.8
Agroforestal 2	306.18	1529.91	30.00	--	--	--	--	8046.41	16.6	29.8
COMAV 1	308.10	1539.47	30.00	--	--	--	--	8096.84	16.6	29.8
COMAV 2	383.89	1918.31	30.00	--	--	--	--	10088.59	16.6	29.8
COMAV 3	150.51	752.70	30.00	--	--	--	--	3955.45	16.6	29.8
COMAV 4	189.69	948.40	30.00	--	--	--	--	4984.97	16.6	29.8
COMAV 5	195.21	976.18	30.00	--	--	--	--	5130.16	16.6	29.8
ESTIAM	306.18	1529.91	30.00	--	--	--	--	8046.41	16.6	29.8
Biotec 11	389.93	1948.41	30.00	--	--	--	--	10247.26	16.6	29.8
	5949.07	29741.47	30.00/15.88 [*]	--	--	--	--	156341.47	16.6	29.8

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.

Demanda energética

- ren_n : Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{lum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T° calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T° refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

Consumo energético

ÍNDICE

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
1.2. Resultados mensuales.....	3
1.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	3
1.2.2. Horas fuera de consigna.....	3
2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	4
2.1. Energía eléctrica producida in situ.....	4
2.2. Energía térmica producida in situ.....	4
2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	4
3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	4
3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	4
3.2. Demanda energética de ACS.....	4
4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	4
4.1. Definición de los espacios del edificio.....	4
4.1.1. Agrupaciones de recintos.....	4
4.1.2. Carga interna media.....	5
4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	6
4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	6

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5949.07 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	416401.45	69.99	492184.11	82.73	490934.81	82.52
Refrigeración	184660.62	31.04	437280.18	73.50	360828.72	60.65
Iluminación	156341.32	26.28	370216.35	62.23	305490.51	51.35
	757403.39	127.31	1299680.64	218.47	1157254.04	194.53

donde:

- S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

EDIFICIO ($S_u = 5949.07 \text{ m}^2$)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Demanda energética	Calefacción	74655.1	57579.1	32130.8	--	--	--	--	--	--	--	48023.3	79093.2	291481.6	49.0
	Refrigeración	--	--	--	--	4116.5	63921.8	84474.4	89696.3	62206.8	9507.5	--	--	313923.2	52.8
	TOTAL	74655.1	57579.1	32130.8	--	4116.5	63921.8	84474.4	89696.3	62206.8	9507.5	48023.3	79093.2	605404.8	101.8
Gasoleo C (Sistema de sustitución)	Calefacción	106650.2	82255.9	45901.1	--	--	--	--	--	--	--	68604.7	112990.3	416402.2	70.0
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	13278.3	11993.3	13278.3	12850.0	13278.3	12850.0	13278.3	13278.3	12850.0	13278.3	12850.0	13278.3	156341.5	26.3
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	2421.5	37601.1	49690.8	52762.5	36592.2	5592.6	--	--	184660.7	31.0
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	C _{ef,tot}	119928.5	94249.2	59179.5	12850.0	15699.8	50451.1	62969.2	66040.8	49442.2	18871.0	81454.7	126268.6	757404.4	127.3

donde:

- S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5949.07 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/ m^2 ·año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/ m^2 ·año)
Zona común	5949.07	291481.56	49.00	313923.25	52.77
	5949.07	291481.56	49.00	313923.25	52.77

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ m^2 ·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El edificio proyectado no tiene demanda de agua caliente sanitaria.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

Consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _n (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh/año)	SQ _{ocup,l} (kWh/año)	SQ _{equip,s} (kWh/año)	SQ _{equip,l} (kWh/año)	SQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
Prod Vegetal 1	150.50	752.67	30.00	--	--	--	--	3955.01		
Prod Vegetal 2	150.38	752.14	30.00	--	--	--	--	3952.03		
Prod Vegetal 3	150.34	751.90	30.00	--	--	--	--	3950.91		
Prod Vegetal 4	151.20	755.99	30.00	--	--	--	--	3973.53		
Prod Vegetal 5	150.34	751.95	30.00	--	--	--	--	3950.84		
Prod Vegetal 6	189.99	949.87	30.00	--	--	--	--	4993.04		
Prod Vegetal 7	189.13	945.83	30.00	--	--	--	--	4970.38		
Prod Vegetal 8	191.71	958.60	30.00	--	--	--	--	5038.23		
Prod Vegetal 9	146.02	730.29	30.00	--	--	--	--	3837.38		
Rural 1	195.62	978.12	30.00	--	--	--	--	5140.76		
Biotec 1	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34		
Prod Vegetal 11	150.89	754.54	30.00	--	--	--	--	3965.28	Personalizado	Personalizado
Biotec 2	189.31	946.70	30.00	--	--	--	--	4975.17		
Biotec 3	153.09	765.62	30.00	--	--	--	--	4023.21		
Biotec 4	154.93	773.63	30.00	--	--	--	--	4071.48		
Biotec 5	151.07	756.05	30.00	--	--	--	--	3970.23		
Biotec 6	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34		
Biotec 7	150.66	753.47	30.00	--	--	--	--	3959.34		
Biotec 8	149.96	750.16	30.00	--	--	--	--	3940.95		
Biotec 9	151.36	756.78	30.00	--	--	--	--	3977.74		
Biotec 10	150.75	753.91	30.00	--	--	--	--	3961.68		
Agroforestal 1	350.82	1753.00	30.00	--	--	--	--	9219.49		
Agroforestal 2	306.18	1529.91	30.00	--	--	--	--	8046.41		
COMAV 1	308.10	1539.47	30.00	--	--	--	--	8096.84		
COMAV 2	383.89	1918.31	30.00	--	--	--	--	10088.59		
COMAV 3	150.51	752.70	30.00	--	--	--	--	3955.45		
COMAV 4	189.69	948.40	30.00	--	--	--	--	4984.97		
COMAV 5	195.21	976.18	30.00	--	--	--	--	5130.16		
ESTIAM	306.18	1529.91	30.00	--	--	--	--	8046.41		
Biotec 11	389.93	1948.41	30.00	--	--	--	--	10247.26		
	5949.07	29741.47	30.00/15.88 [*]	--	--	--	--	156341.47		

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- ren_n: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S _u (m ²)	C _{F1} (W/m ²)
Zona común	5949.07	3.0
	5949.07	3.0

donde:

- S_u: Superficie habitable del edificio, m².

Consumo energético

C_{fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Gasóleo C	1.179	0.003
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

$f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

Calificación energética del edificio

Zona climática	B3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	21.77	0	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	G	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	D
	10.27	8.7	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	18.97	112871.70
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	21.77	129499.37

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	82.52	0	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	G	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	D
	60.65	51.35	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

12. Catálogos de equipos de climatización de los edificios 5N y 5C-5D

Bomba de calor Carrier 30DQ-120-901-EE, empleada en el edificio 5N

Datos físicos

30DQ		050	060	070	090	100	120
Capacidad frigorífica nom. neta*	kW	122	146	180	224	265	348
Capacidad calorífica nom.**	kW	128	146	187	229	267	357
Peso en funcionamiento	kg	1760	1830	1875	3096	3366	4334
Carga de refrigerante (R-22)							
Circuito A	kg	14	15	16,5	32	42	42
Circuito B		14	15	16,5	21	31	44
Compresor							
Tipo, circuito A		Semihemético, 6 cilindros, 24,2 r/s					
Tipo, circuito B		1 x 06E 265	1 x 06E 275	1 x 06E 299	2 x 06E 275	2 x 06E 299	2 x 06E 299
Tipo de control		Pro-Dialog Plus					
Etapas de control de la capacidad		4	4	4	8	8	4
Etapas mínimas de capacidad	%	33	33	33	20	33	25
Intercambiador de calor de agua							
Tipo carcasa y tubo							
Volumen del agua neto	l	63	63	63	92	154	154
Número de circuitos de refrigerante		2	2	2	2	2	2
Conexiones de agua	pulg.	Brida plana, PN 16, correspondiente a NFE 29-203					
Entrada/salida		DN 80	DN 80	DN 80	DN 100	DN 125	DN 125
Drenaje (NPT)	pulg.	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Presión máx. de funcionamiento del lado agua	bar	10	10	10	10	10	10
Batería exterior							
Tubo de cobre, aletas de aluminio							
Axial, con anillo exterior, Flying Bird							
Cantidad		4	4	4	6	6	8
Caudal total de aire	l/s	18800	18800	18800	25500	25500	34100
Velocidad del ventilador	r/s	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5

* Capacidad frigorífica neta = capacidad frigorífica total menos bomba de agua contrastada con la pérdida de presión del intercambiador.

Temperatura de entrada/salida del agua 12°C y 7°C. Temperatura ambiente del aire 35°C.

** Temperatura de entrada/salida del agua 40°C y 45°C. Temperatura ambiente del aire 7°C.

Datos eléctricos

30DQ		050	060	070	090	100	120
Circuito de potencia							
Suministro nominal de tensión	V-F-Hz	400-3-50					
Rango de tensión	V	360-440					
Circuito auxiliar							
Consumo (calentadores)	W	580	580	580	980	980	1160
Consumo ventilador	kW	4,6	4,6	4,6	6,9	6,9	9,2
Ventiladores, suministro de potencia	V-F-Hz	400-3-50					
Consumo nominal de la unidad*	kW	44	49	68	80	98	130
Consumo máximo de la unidad**	kW	61	70	95	117	142	189
Corriente máx. de arranque de la unidad	A	194	218	296	333	379	462
Corriente nominal de la unidad*	A	75	83	115	136	166	222
Corriente máxima de la unidad**	A	108	120	166	203	249	332

Notas:

* Temperaturas de entrada/salida del agua 12°C y 7°C. Temperatura ambiente del aire 35°C.

** Las condiciones de funcionamiento de la unidad de acuerdo con las tablas de prestaciones (SST = 10°C, SDT = 68,3°C).

Notas - datos eléctricos:

- Las unidades 30DQ 050-120 tienen un solo punto de conexión de potencia.
- Una fuente de potencia separada (230 V, 1 F, 50 Hz) que no exceda la capacidad del interruptor principal se necesita para alimentar el circuito del calentador de cátodo del compresor. Esta fuente debe suministrarse desde un transformador. No debe suministrarse desde un suministro neutro + fase (para sistemas neutro + tierra).
- La caja de control incluye las siguientes características de serie:
 - Dispositivos de protección del arranque y del motor para cada compresor y el ventilador(es).
 - Dispositivos de control.
 - Conexiones en la obra.
- Todas las conexiones al sistema y a las instalaciones eléctricas deben satisfacer todos los códigos vigentes.
- Las unidades 30DQ 050-120 Carrier están diseñadas y construidas para asegurar conformidad con los códigos locales. Las recomendaciones de las normas europeas EN 60 204-1 (seguridad del aparato - componentes eléctricos del aparato - parte 1: normas generales) se tienen específicamente en cuenta, cuando se diseña el equipo eléctrico.

NOTAS:

- Generalmente las recomendaciones de la norma IEC 364 se aceptan como conformidad con los requerimientos de las Directivas de instalación. La conformidad con la norma EN 60 204 es la mejor forma de asegurar la conformidad con las Directivas sobre Aparatos y T.S.1.
- El anexo B de la norma EN 60204-1 describe las características eléctricas usadas para el funcionamiento de los aparatos.

1. El ambiente de funcionamiento para las unidades 30DQ 050-120 se especifica a continuación:

- Ambiente* - Ambiente clasificado en IEC 60 721:
 - Instalación exterior*
 - temperatura ambiente: -18°C hasta +46°C, clase 4K4H*
 - altitud: ≤ 2000 m
 - presencia de sólidos duros, clase 4S2 (presencia de polvo no importante)
 - presencia de sustancias corrosivas y contaminantes, clase 4C2 (despreciable)
 - vibración y choque, clase 4M2
- Competencia del personal, clase BA4* (personal especializado - IEC 364)

- Variación de la frecuencia del suministro de potencia: ± 2 Hz.
- La línea neutra no debe conectarse directamente a la unidad (si fuera necesario usar un transformador).
- La unidad no está provista de protección de sobretensión de los conductores del suministro de potencia.
- El ruptor opcional del circuito instalado en fábrica es del tipo "W" (EN 60 204-1 § 5.3.2).

NOTA:

Si los aspectos particulares de una instalación específica no están de acuerdo con las condiciones descritas anteriormente, o si existen otras condiciones que deberían considerarse, deben ponerse siempre en contacto con Carrier.

* El nivel de protección requerido para estar de acuerdo con esta clasificación es IP43BW (según el documento de referencia IEC 529). Todas las unidades 30DQ 050-120 están protegidas con IP44 CW y satisfacen esta condición de protección.

FORM 150.72-EG8 (118)

Physical Data and Ratings

REFRIGERANT R-410A	YLAA								
	STANDARD EFFICIENCY UNITS								
	0180SE	0210SE	0241SE	0286SE	0320SE	0360SE	0400SE	0435SE	0485SE
GENERAL UNIT DATA									
Nominal Tons, R-410A	53.9	57.3	62.1	76.9	86.3	99.2	110.3	120.2	134.5
COP	2.99	2.34	2.78	2.61	2.37	2.60	2.47	2.58	2.50
IPLV	4.66	3.84	4.25	4.45	4.16	4.51	4.42	4.48	4.45
Length (mm)	2912	2912	2912	2912	2912	3614	3614	3614	3614
Width (mm)	2242	2242	2242	2235	2235	2242	2242	2242	2242
Height (mm)	2397	2397	2397	2397	2397	2397	2397	2397	2397
Number of Refrigerant Circuits	2	2	2	2	2	2	2	2	2
REFRIGERANT CHARGE, OPERATING									
R-410A, Ckt1 / Ckt2, kg	21/15	25/15	24/23	26/24	26/26	30/24	31/27	31/29	32/30
Oil Charge, Ckt1 / Ckt2, liters	9/6	11/6	9/9	9/11	11/11	16/9	16/11	16/16	16/16
Shipping Weight (kg)	1661	1702	1764	1828	1995	2781	2834	2604	2705
Operating Weight (kg)	1681	1723	1768	1853	2028	2814	2873	2642	2755
COMPRESSORS, SCROLL TYPE									
Compressors Per Circuit	3/2	2/2	3/3	3/2	2/2	3/3	3/2	3/3	3/3
CONDENSER									
Total Face Area m ²	7	7	10	10	10	13	13	15	15
Number of Rows	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONDENSER FANS									
Number of Fans, Ckt1 / Ckt2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	3/2	3/2	3/3	3/3
Fan hp	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fan RPM	950	950	950	950	950	950	950	950	950
Total Chiller m ³ /sec	20	20	28	28	28	35	35	42	42
EVAPORATOR									
Water Volume, liters	20.4	20.4	20.4	25.4	33.3	33.3	37.9	37.9	50.0
Maximum Water Side Pressure, bar	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
Maximum Refrigerant Side Pressure, bar	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Water Connections Size, inch	3	3	3	3	3	3	3	3	3

* Side extension kit (standard), evaporator nozzle remains 3"

NOTES:

1. Standard Rating Conditions per AHRI Standard 550/590.
2. COP = Chiller COP (includes power from compressors, fans, and the control panels).
3. Rated in accordance with AHRI Standard 550/590 at an air on condenser temperature of 95°F and a leaving chilled water temperature of 44°F.
4. Additional rating information can be provided by your local Johnson Controls Sales Office.

13. Manual de la bomba de calor AERMEC NRP-1104

ES

20.06 - 5716704_04
Traducción del original

NRP 0804-3606

Manual técnico



POLIVALENTE CONDENSADA POR AIRE

Potencia frigorífica 207÷963 kW

Potencia térmica 208÷988 kW

AERMEC

www.aermec.com

Estimado cliente:

Le agradecemos que haya elegido comprar un producto AERMEC. En la fabricación de este producto, resultado de varios años de experiencia y de minuciosos estudios de proyectación, se han utilizado materiales de primera calidad y la tecnología más vanguardista.

Además, la marca CE garantiza que los aparatos cumplen los requisitos de la Directiva Europea Máquinas por lo que se refiere a la seguridad. Nuestro nivel de calidad está sometido a una vigilancia constante, por lo que los productos AERMEC son sinónimo de Seguridad, Calidad y Fiabilidad.

Los datos pueden experimentar modificaciones que se consideren necesarias en cualquier momento y sin la obligación de aviso previo para la mejora del producto.

Nuevamente gracias.
AERMEC S.p.A



Esta etiqueta indica que el producto no debe eliminarse junto con otros residuos domésticos en toda la UE.

Para evitar los posibles daños al medio ambiente o a la salud humana causados por la eliminación inadecuada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), por favor devuelva el dispositivo a través de los sistemas de recogida adecuados, o póngase en contacto con el establecimiento donde se adquirió el producto. Para obtener más información, póngase en contacto con la autoridad local competente.

Vertido ilegal del producto por parte del usuario conlleva la aplicación de sanciones administrativas previstas por la ley.

Todas las especificaciones están sujetas a modificaciones sin aviso previo. No obstante todos los esfuerzos para asegurar la precisión, Aermec no se responsabiliza por eventuales errores u omisiones.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	5
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	6
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	8
CONFIGURADOR	9
DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.....	10
CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN DE LA UNIDAD	12
CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 2 TUBOS	13
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (00).....	13
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (SOLA BOMBA PA÷PJ / RA÷RJ).....	14
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (BOMBA PRINCIPAL + BOMBA DE REPUESTO DA÷DJ / SA÷SJ)	15
CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 4 TUBOS	16
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (00).....	16
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (SOLA BOMBA PA÷PJ / RA÷RJ).....	17
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (BOMBA PRINCIPAL + BOMBA DE REPUESTO DA÷DJ / SA÷SJ)	18
ACCESORIOS.....	19
COMPATIBILIDAD ACCESORIOS	19
DATOS DE LAS PRESTACIONES.....	21
DATOS ENERGÉTICOS	25
DATOS TÉCNICOS GENERALES (0804÷2006).....	26
DATOS TÉCNICOS GENERALES (2206÷3606).....	28
PESO KIT HIDRÓNICO	31
ESPACIOS TÉCNICOS MÍNIMOS	33
RANGOS DE FUNCIONAMIENTOS	35
PÉRDIDAS DE CARGA.....	37
INSTALACIÓN DE 2 TUBOS	37
INSTALACIÓN DE 4 TUBOS	38
PRESIÓN DE LAS BOMBAS.....	39
FACTORES DE CORRECCIÓN.....	41
DE SUCIEDAD.....	41
CALIBRACIÓN DEL VASO DE EXPANSIÓN	41
CONTENIDO MÍNIMO AGUA	42
CONTENIDO MÁXIMO DE AGUA RECOMENDADO EN LA INSTALACIÓN	42
GLICOL	43
DATOS SONOROS.....	44

CERTIFICACIÓN

CERTIFICACIONES DE LA EMPRESA



CERTIFICACIONES DE DESEMPEÑO



Aermec participa al programa EUROVENT: LCP
Los productos interesados se encuentran en la página web
www.eurovent-certification.com

CERTIFICACIONES DE SEGURIDAD



DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD



AERMEC S.p.A.
37040 Bevilacqua (VR) Italy – Via Roma, 996
Tel. (+39) 0442 633111 – Fax (+39) 0442 93577
Partita IVA: 00234050235
www.aermec.com

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ CE / EC DECLARATION OF CONFORMITY / DECLARATION DE CONFORMITE CE KONFORMITÄTSEKTLÄRUNG EG / DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

NRP
0804÷3606

MODEL*	_____	[]
SERIAL NUMBER	_____	
DATE	_____	

Noi, firmatari della presente, dichiariamo sotto la nostra esclusiva responsabilità che l'insieme in oggetto così definito:
We, the undersigned, hereby declare under our own responsibility that the assembly in question, defined as follows:
Nous, Signataires du présent acte, déclarons sous notre responsabilité exclusive que le groupe cité à l'objet défini de la façon suivante:
Die Unterzeichner erklären unter eigener Verantwortung, dass die oben genannte Maschineneinheit, bestehend aus:
Nosotros, los abajo firmantes, declaramos bajo nuestra exclusiva responsabilidad, que el conjunto en cuestión, denominado:

Nome / Name / Nom / Name / Nombre **NRP**
Tipo / Type / Type / Typ / Tipo **Polivalente condensada por aire**
Modello / Model / Modèle / Model / Modelo

A cui questa dichiarazione si riferisce è conforme a tutte le disposizioni pertinenti delle seguenti direttive:
To which this declaration refers, complies with all the provisions related to the following directives:
Auquel cette déclaration se réfère, est conforme à toutes les dispositions relatives des directives suivantes:
Das Gerät, auf welches sich diese Erklärung bezieht, entspricht allen Verordnungen im Zusammenhang mit den folgenden Richtlinien:
A la que esta declaración se refiere, es conforme con todas las disposiciones pertinentes de las siguientes directivas:

- Direttiva Macchine: 2006/42/CE**
- Direttiva Compatibilità Elettromagnetica EMCD: 2014/30/UE**
- Direttiva PED in materia di attrezzature a pressione: 2014/68/UE**
- Direttiva RoHS sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle AEE: 2011/65/UE**
- Direttiva ErP per la progettazione ecocompatibile: 2009/125/CE**

L'oggetto della dichiarazione di cui sopra è conforme alle pertinenti normative di armonizzazione dell'Unione:
The above-mentioned declaration complies with the harmonised European standards:
L'objet de la déclaration reportée ci-dessus est conforme aux normes d'harmonisation relatives de l'Union:
Der Gegenstand der genannten Erklärung entspricht den diesbezüglichen harmonisierten Normen der europäischen Gemeinschaft:
El objeto de la declaración de arriba es conforme con las normativas pertinentes de armonización de la Unión:

CEI EN 60204-1: 2018	CEI EN 61000-6-2: 2006	UNI EN 378-2: 2017
UNI EN ISO 12100: 2010	CEI EN 61000-6-4: 2007	UNI EN 12735-1: 2016

La presente dichiarazione di conformità è rilasciata sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante.
La persona autorizzata a costituire il fascicolo tecnico è Luca Martin.
L'unità è conforme ai dati di progetto riportati nel fascicolo tecnico al paragrafo Definizione dell'Insieme, è in accordo con la direttiva 2014/68/UE e soddisfa la procedura di Garanzia Totale di qualità (modulo H) con certificato n. 06/270-QT3664 Rev.14 emesso dall'organismo notificato n. 1131 CEC via Pisacane 46 Legnano (MI) - Italy.
Dichiaro inoltre che, al momento dell'immissione sul mercato Europeo di tale apparecchiatura precaricata da parte di Aermec S.p.A (che importa o produce nell'Unione), gli idrofluorocarburi, in essa contenuti, sono considerati nel sistema di quote dell'Unione di cui al Capo IV del regolamento UE n.517/2014 in quanto sono stati immessi sul mercato da un produttore o importatore di idrofluorocarburi cui si applica l'articolo 15 del regolamento UE n.517/2014.

This declaration of conformity has been released under the exclusive responsibility of the manufacturer.
The person authorised to compile the technical file is Luca Martin.
The unit complies with the project data reported in the technical file in the Definition of the Assembly paragraph, it is in agreement with Directive 2014/68/EU and satisfies the Full quality assurance procedure (form H) with certificate no. 06/270-QT3664 Rev. 14 issued by the notified body no. 1131 CEC via Pisacane 46 Legnano (MI) - Italy.

Bevilacqua (VR)

Commercial Director
Luigi Zucchi

We also declare that, when such equipment preloaded by Aermec SpA (which imports or produces into the Union) is placed on the European market, the hydrofluorocarbons contained therein are considered in the Union quota system referred to in Chapter IV of UE Regulation no.517/2014 as they have been placed on the market by a producer or importer of hydrofluorocarbons to which Article 15 of UE Regulation no.517/2014.

La déclaration de conformité présente est délivrée sous la responsabilité exclusive du fabricant.

La personne autorisée à constituer le dossier technique est Luca Martin.

L'unité est conforme aux données du projet figurant dans le dossier technique dans le paragraphe Définition de l'assemblage, est conforme à la directive 2014/68/UE, et respecte la procédure de l'assurance complète de la qualité (module H) par le certificat n. 06/270-QT3664 Rév. 14 émis par l'organisme notifié n. 1131 CEC via Pisacane 46 Legnano (MI) - Italie.

Nous déclarons également que, lors de la mise sur le marché européen de cet équipement préchargé par Aermec SpA (qui importe ou produit dans l'Union), les hydrofluorocarbures qu'il contient sont pris en compte dans le système de quotas de l'Union visé à Le chapitre IV du règlement (UE) n.517/2014 car ils ont été mis sur le marché par un producteur ou un importateur d'hydrofluorocarbures auxquels l'article 15 du règlement (UE) n.517/2014.

Diese Konformitätserklärung wurde unter der ausschließlichen Verantwortung des Herstellers ausgestellt.

Die bevollmächtigt, die technischen Unterlagen zusammenzustellen ist Luca Martin.

Die Einheit entspricht den Projektdaten, die in der technischen Datei im Abschnitt Definition der Baugruppe angegeben sind, entspricht der Richtlinie 2014/68/EU und erfüllt das Produkt die Anforderungen des Verfahrens der umfassenden Qualitätssicherung (Modul H), Zertifikat n. 06/270-QT3664 Rev. 14, ausgestellt durch benannte Stelle n. 1131 CEC Via Pisacane 46, Legnano (MI) - Italy.

Wir erklären außerdem, dass beim Inverkehrbringen dieser von Aermec SpA (die in der Union importiert oder produziert) vorinstallierten Ausrüstung in Europa die darin enthaltenen Fluorwasserstoffe in dem in genannten Unionsquotensystem berücksichtigt werden Kapitel IV der Verordnung (EU) n.517/2014, da sie von einem Hersteller oder Importeur von Fluorkohlenwasserstoffen in Verkehr gebracht wurden, für die Artikel 15 der Verordnung (EU) n.517/2014.

Esta declaración de conformidad se ha otorgado bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante.

La persona facultada para elaborar el expediente técnico es Luca Martin.

La unidad cumple con los datos del proyecto reportados en el archivo técnico en el párrafo Definición de la Asamblea, está conforme a la directiva 2014/68/UE y cumple con el procedimiento de el pleno aseguramiento de la calidad (módulo H) con certificado n. 06/270-QT3664 Rev. 14 emitido por el organismo autorizado n. 1131 CEC via Pisacane 46 Legnano (MI) - Italia.

También declaramos que, al colocar en el mercado europeo de este equipo precargado por Aermec SpA (que importa o produce en la Unión), los hidrofluorocarbonos contenidos en él se consideran en el sistema de cuotas de la Unión mencionado en El Capítulo IV del Reglamento (UE) n.517/2014 ya que han sido puestos en el mercado por un productor o importador de hidrofluorocarbonos al que se refiere el artículo 15 del Reglamento (UE) n.517/2014.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Unidades polivalentes para **EXTERIOR**, para instalaciones con 2 ó 4 tubos, diseñadas específicamente para la producción simultánea de agua tanto **fría** como **caliente** de modo totalmente autónomo.

VERSIONES DISPONIBLES

- **Versiones para instalaciones con 2 tubos**

Las polivalentes con 2 tubos han sido fabricadas para responder a las necesidades de los hoteles, donde hay una gran demanda de agua fría/caliente y de agua caliente sanitaria todo el año.

Los modos de funcionamiento son:

FUNCIONAMIENTO DE VERANO

Producción de agua fría hacia la instalación.

Producción de agua caliente sanitaria con uso del recuperador total

FUNCIONAMIENTO INVERNAL

Bomba de calor destinada a la instalación

Bomba de calor destinada al agua caliente sanitaria.

- **Versiones para instalaciones con 4 tubos**

Las unidades polivalentes de 4 tubos han sido fabricadas, en cambio, para responder a las necesidades de ambientes (centros comerciales, oficinas o espacios con grandes vidrieras) donde se puede requerir simultáneamente agua fría y caliente, con un sistema que no necesita conmutaciones estacionales y que constituye, por lo tanto, una alternativa válida a las instalaciones tradicionales basadas en el binomio chiller - caldera.

La lógica de control del microprocesador colocado asegura la perfecta compensación de las cargas térmicas y frigoríficas.

Los modos de funcionamiento son:

PRODUCCIÓN ÚNICAMENTE DE AGUA REFRIGERADA

La unidad polivalente se comporta como el clásico refrigerador, agua refrigerada a la instalación, eliminación del calor de condensación en el exterior a través de baterías con aletas.

PRODUCCIÓN ÚNICAMENTE DE AGUA CALIENTE

La unidad polivalente funciona como una bomba de calor, aprovechando el calor del aire exterior, a través de la batería con aletas (evaporador) aumenta la temperatura del agua que se envía a la instalación mediante un intercambiador de placas (condensador). La diferencia principal con respecto a las bombas de calor por inversión de ciclo tradicionales es que el agua caliente se produce en un intercambiador distinto al utilizado para la producción de agua fría.

Para mantener separadas las dos secciones (caliente y fría), necesario para las instalaciones de 4 tubos.

PRODUCCIÓN COMBINADA

En el caso de que la aplicación requiera simultáneamente agua caliente y refrigerada, la unidad funciona como una bomba de calor agua-agua, gestionando la condensación y la evaporación en dos intercambiadores de placas distintos y asociados a la circulación en la instalación del agua fría y caliente.

El paso de una configuración a otra se produce de modo automático (controlado por el microprocesador incorporado) buscando optimizar la energía invertida en función de las necesidades de la aplicación.

Máxima fiabilidad

Unidad de configuración multicircuito (de dos a cuatro en función del modelo) diseñada para garantizar la máxima eficiencia ya sea con carga plena como con cargas parciales, asegurando la continuidad de funcionamiento en caso de parada de uno de los circuitos para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Disponer de varios compresores garantiza un control más escalonado de la potencia de rendimiento en ambas modalidades.

Kit hidráulico integrado

Que contiene los principales componentes

hidráulicos; está disponible en distintas configuraciones con bomba individual o con bomba de reserva, de alta o baja presión. (ver configurador)

CONFIGURADOR

Campo	Descripción
1,2,3	NRP
4,5,6,7	Tamaño ⁽¹⁾ 0804-0904-1004-1104-1204-1414-1604-1805-2006-2206-2406-2606-2806-3006-3206-3406-3606
8	Versión A Elevada eficacia ⁽²⁾ E Elevada eficacia silenciosa
9	Tipo instalación 2 Instalación de 2 tubos 4 Instalación de 4 tubos
10	Baterías ° De cobre - aluminio R De cobre - de cobre S De cobre - de cobre estañado V De cobre - Aluminio tratado
11	Ventiladores ° Estándar AC J EC Inverter
12	Alimentación ° 400V ~ 3 50Hz con magnetotérmicos
13-14	Kit hidrónico integrado lado instalación (Instalación 2 tubos = calor-frío / Instalación 4 tubos = lado frío) ⁽³⁾ 00 Sin kit hidrónico integrado DA Bomba A + bomba de reserva DB Bomba B + bomba de reserva DC Bomba C + bomba de reserva DD Bomba D + bomba de reserva DE Bomba E + bomba de reserva DF Bomba F + bomba de reserva DG Bomba G + bomba de reserva DH Bomba H + bomba de reserva DI Bomba I + bomba de reserva DJ Bomba J + bomba de reserva PA Bomba A PB Bomba B PC Bomba C PD Bomba D PE Bomba E PF Bomba F PG Bomba G PH Bomba H PI Bomba I PJ Bomba J

15-16	Grupo hidrónico recuperación (Instalación 2 tubos = agua caliente sanitaria / Instalación 4 tubos = lado calor) ⁽³⁾
00	Sin kit hidrónico integrado
RA	Bomba A
RB	Bomba B
RC	Bomba C
RD	Bomba D
RE	Bomba E
RF	Bomba F
RG	Bomba G
RH	Bomba H
RI	Bomba I
RJ	Bomba J
SA	Bomba A + bomba de reserva
SB	Bomba B + bomba de reserva
SC	Bomba C + bomba de reserva
SD	Bomba D + bomba de reserva
SE	Bomba E + bomba de reserva
SF	Bomba F + bomba de reserva
SG	Bomba G + bomba de reserva
SH	Bomba H + bomba de reserva
SI	Bomba I + bomba de reserva
SJ	Bomba J + bomba de reserva

(1) Las unidades desde el tamaño 1805 al 3606 tienen de serie la válvula de expansión electrónica.

(2) La unidad 0804 versión A no se puede configurar con la doble bomba tanto del lado instalación como de recuperación.

(3) Para todas las combinaciones con la bomba J, le rogamos que se ponga en contacto con nuestra sede central.

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

CIRCUITO FRIGORÍFICO

Compresores scroll

Compresores de tipo hermético scroll. Todos los compresores disponen de resistencia del cárter, protección térmica electrónica con restablecimiento manual centralizado y motor eléctrico de dos polos.

Intercambiador frío/calor lado instalación

Intercambiador de placas soldadas de acero AISI 316. El intercambiador está revestido externamente con material anticondensación de neopreno con celdas cerradas. Cuando la unidad no está en funcionamiento están protegidos contra la formación de hielo en el interior por una resistencia eléctrica.

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
Iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
Iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
Iones de sulfuro (S)	none
Iones amonio (NH4)	none
Sílice (SiO2)	< 30ppm

Intercambiador lado sanitario (2 tubos)

Lado calor instalación (4 tubos)

Intercambiador de placas soldadas de acero AISI 316. El intercambiador está revestido externamente con material anticondensación de neopreno con celdas cerradas. Cuando la unidad no está en funcionamiento están protegidos contra la formación de hielo en el interior por una resistencia eléctrica.

Intercambiador lado fuente

Intercambiador con paquete con aletas fabricado con cobre y aletas de aluminio adecuadamente espaciadas para garantizar el mejor rendimiento en el intercambio térmico.

Válvula de inversión de ciclo

Válvula de inversión de ciclo de 4 vías. Invierte el flujo de gas refrigerante.

Acumulación del líquido

(siempre atravesado)

Compensa la diferencia de volumen entre la batería con aletas y el intercambiador de placas, reteniendo el líquido en exceso.

Filtro deshidratador

De tipo hermético-mecánico con cartucho realizado en cerámica y material higroscópico, capaz de retener las impurezas y los posibles restos de humedad presentes en el circuito frigorífico.

Válvulas de no retorno

Permiten el paso del refrigerante en una sola dirección.

Válvula termostática

Las válvulas de tipo mecánico, con equalizador externo, colocadas en la salida del evaporador, regulan el flujo de gas al evaporador, en función de la carga térmica, para garantizar el grado de sobrecalentamiento correcto para el gas de aspiración. **Las unidades desde el tamaño 1604 al 3606 tienen de serie la válvula de expansión electrónica.**

Válvulas solenoides

Las válvulas se cierran cuando se apaga el compresor, impidiendo el flujo de gas frigorígeno hacia el evaporador - La recuperación y la batería.

Separador del líquido

Colocado en aspiración en el compresor como protección de posibles retornos de refrigerante líquido, arranques inundados o funcionamiento con presencia de líquido.

Indicador de paso de líquido con señal de presencia de humedad

Sirve para controlar la posible presencia de humedad en el circuito frigorífico.

ESTRUCTURA Y VENTILADORES

Estructura portante

Estructura de chapa de acero galvanizado en caliente, pintada con polvo de poliéster y fabricada para garantizar la máxima accesibilidad para las operaciones de servicio y mantenimiento.

Ventiladores estándar

Axiales con grado de protección IP 54, rotor externo, paletas helicoidales, alojados en tubos, con red de protección contra accidentes. Motor eléctrico de 6 polos con magnetotérmico incorporado.

Ventiladores inverter

Dotados de motor sin escobillas de alto rendimiento para un mayor ahorro de energía.

CIRCUITO HIDRÁULICO ESTÁNDAR

Filtros de agua (montado en la versión con bomba, para las otras versiones se suministra con la unidad).

Con malla filtradora de acero, previene la obstrucción de los intercambiadores, tanto del lado de la instalación como del lado sanitario/instalación lado calor.

Flujostato

Tienen la función de controlar que haya circulación de agua dentro de los intercambiadores, en caso contrario bloquean la unidad.

Se dispone del flujostato como accesorio tanto para el lado instalación como para el lado recuperación y es obligatoria la instalación bajo pena de anular la garantía.

COMPONENTES DEL CIRCUITO HIDRÁULICO EN LAS VERSIONES CONFIGURABLES

Bombas

De alta o baja presión.

Purgadores

Montados en la parte superior de la instalación hidráulica; descargan las posibles bolsas de aire presentes en la misma.

Vasos de expansión (2x24 l)

Con membrana con precarga de nitrógeno.

COMPONENTES DE CONTROL Y SEGURIDAD

Presostato de alta presión con restablecimiento manual

Con calibración fija, ubicado en el lado de alta presión del circuito frigorífico, detiene el funcionamiento del compresor en caso de presiones anómalas de funcionamiento.

Transductor de baja presión

Colocado del lado de la baja presión del circuito frigorífico, comunica a la tarjeta de control la presión de funcionamiento, generando una prealarma en caso de presiones anómalas.

Transductor de alta presión

Colocado del lado de la alta presión del circuito frigorífico, comunica a la tarjeta de control la presión de funcionamiento, generando una prealarma en caso de presiones anómalas.

Válvulas de seguridad del circuito frigorífico

Intervienen descargando la sobrepresión en caso de presiones anómalas.

- Calibrada a 45 bar en el tramo HP.
- Calibrada a 30 bar en el tramo BP.

Controlador de la presión de condensación DCPX

Permite un correcto funcionamiento con temperaturas exteriores inferiores a 10°C y hasta -10°C.

Está formado por una tarjeta electrónica de regulación que cambia el número de revoluciones de los ventiladores en base a la presión de condensación leída por el transductor de alta presión para mantenerla lo suficientemente alta para un funcionamiento correcto de la unidad.

Además, permite un funcionamiento correcto en calor con temperaturas exteriores superiores a 30°C y hasta 42°C.

CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL Y POTENCIA

Cuadro eléctrico conforme a las normas EN 60204-1/IEC 204-1, con:

- transformador para el circuito de mando,
- seccionador general de bloqueo de la puerta,
- fusibles y contactores para compresores y ventiladores,
- bornas para PANEL REMOTO,
- borneros de los circuitos de mando con muelle,
- cuadro eléctrico para exterior, con doble puerta y juntas,
- controlador electrónico,
- relé de habilitación de mando bomba evaporador y bomba recuperador (sólo para versiones sin grupos de bombas),
- Todos los cables están enumerados.

Seccionador de bloqueo de la puerta

Se puede acceder al cuadro eléctrico desconectando la tensión y accionando la palanca de apertura del cuadro. Se puede bloquear esta palanca con uno o varios candados durante las intervenciones de mantenimiento, para impedir una puesta en tensión no deseada de la máquina.

Teclado de mando

Permite el control total del equipo. Para una descripción más detallada consulte el manual de uso.

CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN DE LA UNIDAD

NOTA: El objetivo de esta guía de las aplicaciones es proporcionar informaciones generales sobre los mecanismos de corrosión y sobre los ambientes corrosivos. La guía proporciona consejos para las aplicaciones no obstante, no es posible anticipar en este documento, todos los detalles que se refieren a la aplicación en el lugar de destino real de nuestros productos. Además los requisitos relativos a la duración de servicio de un producto potencial, no se conocen. Por esta razón Aermec prefiere trabajar a estrecho contacto con los clientes, para entender a fondo las exigencias de proyecto y los ambientes de funcionamiento. Aermec no se asume ninguna responsabilidad de que la información incluida en este documento, sea la correcta o sea completa.

Ambientes externos potencialmente corrosivos incluyen áreas adyacentes a las costas, plantas industriales, áreas urbanas con alta densidad de población, algunas zonas rurales, o bien la combinación de estos ambientes. Otros factores entre los cuales la presencia de gases efluentes, bocas de sistemas de alcantarillado, o bien cloacas abiertas y tubos de escape de los motores diésel, pueden tener efectos nocivos en las baterías de microcanal.

• **Ambientes costeros/marinos:** Ambientes costeros o marinos se caracterizan por la abundancia de cloruro de sodio (sal) procedente de las salpicaduras marinas, el vapor o la niebla. Es especialmente importante el caso del agua salada que se transporta a muchas millas de distancia, debido a los vientos y a las corrientes marinas. No es extraño que se produzcan contaminaciones de agua salada incluso a 10 km de distancia de la costa. Por esta razón puede ser necesario tener que proteger los equipos de los electrolitos de origen marino.

• **Ambientes industriales:** Las aplicaciones industriales se asocian a multitud de condiciones diferentes, que son capaces de producir en potencia, emisiones atmosféricas de varios tipos. Los contaminantes debido a óxido de azufre y de nitrógeno son los que más se relacionan con ambientes urbanos de alta densidad. La combustión de aceites de carbón y de aceites combustibles deja óxidos de azufre (SO₂, SO₃) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en la atmósfera. Estos gases se acumulan en la atmósfera y regresan al suelo en forma de lluvias ácidas o de rocío con bajo pH.

Las emisiones industriales no son solo potencialmente corrosivas: muchas de las partículas de polvo industrial pueden estar cargadas de componentes nocivos como óxidos de metal, cloruros, sulfatos, ácido sulfúrico, carbón y compuestos de carbón. Estas partículas, en presencia de oxígeno, agua o ambientes con mucha humedad pueden ser muy corrosivos y en multitud de formas, incluso la corrosión general o la local, como picadura o con intergranular.

Combinación de ambientes marinos/industriales: Niebla marina cargada de salinidad asociada con las emisiones nocivas de un ambiente industrial, conlleva un grave peligro. Los efectos combinados de la niebla cargada de salinidad y las emisiones industriales aceleran la corrosión. Dentro de las plantas manufactureras, los gases corrosivos pueden derivar de la elaboración de productos químicos, o de tipos de procesos industriales utilizados en las actividades de este tipo. Los principales elementos que contribuye son los sistemas de alcantarillado abiertos, las bocas de purga, los tubos de escape de los motores diésel, las emisiones producidas por el tráfico intenso, los vertederos, las descargas de los aviones y de los barcos de alto tonelaje, la producción industrial, las plantas de tratamiento químico (torres de refrigeración situadas en las cercanías) y las instalaciones eléctricas que funcionan con combustible fósil.

• **Ambientes urbanos:** Las áreas con alta densidad de población normalmente tienen altos niveles de emisión debido a los vehículos y al uso de combustibles para las calefacciones residenciales. Ambas condiciones aumentan las concentraciones de óxidos de azufre (SO_x) y de óxido de nitrógeno (NO_x). Dentro de un edificio los gases pueden producirse debido a agentes detergentes, al humo de un cigarrillo, a operaciones de procesado e impresoras de centros de datos. En algunos ambientes cubiertos como las instalaciones con piscinas o para el tratamiento de agua, también pueden producirse atmósferas corrosivas.

La gravedad de la corrosión en este ambiente depende de los niveles de contaminación, que a su vez dependen de varios factores, incluida la densidad de población de la zona. En cada equipo instalado en lugares cercanos a las descargas de los motores diésel, chimeneas de los incineradores, tubos de humos de las calderas con combustible, o en zonas expuestas a emisiones de combustible fósil, debe prepararse un sistema industrial.

• **Ambientes rurales:** Los ambientes rurales pueden incluir altos niveles de contaminación por amoníaco y nitrógeno producido por los excrementos de animales, los fertilizantes y por las altas concentraciones de los tubos de escape de los motores diésel. Las medidas a tomar en estos ambientes deben ser las mismas que se usan para los ambientes industriales.

Las condiciones meteorológicas locales juegan un papel predominante en la concentración o la dispersión de los contaminantes gaseosos externos. Las inversiones térmicas pueden atrapar los agentes contaminantes produciendo graves problemas de contaminación del aire.

RECOMENDACIONES ADICIONALES

Aunque cada ambiente corrosivo que se trata en el apartado anterior pueda ser peligroso para la vida del intercambiador, deben tenerse en cuenta otros muchos factores cuando se diseña definitivamente. El clima que rodea el lugar donde se va a aplicar puede verse influenciado por la presencia de:

- Viento
- Polvo
- Sal para aplicación en carreteras
- Piscinas
- Tubos de escape de motor diésel / tráfico
- Niebla localizada
- Agentes detergentes para uso doméstico
- Bocas de salida de las alcantarillas
- Otros muchos agentes contaminantes separados

Un ambiente normal con características moderadas, puede ser clasificado de nuevo como ambiente que necesita medidas de prevención contra la corrosión, incluso si se encuentra a una distancia de unos 3-5 km respecto a estos climas localizados especiales. Cuando estos ambientes forman parte del ambiente directamente e inmediatamente, influyen de manera mucho más grave.

Aplicación	Recomendación
Ambientes extremos	Baterías O-R-S-V
Ambientes moderados	Batería estándar ° (microcanal)

CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 2 TUBOS

CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (00)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

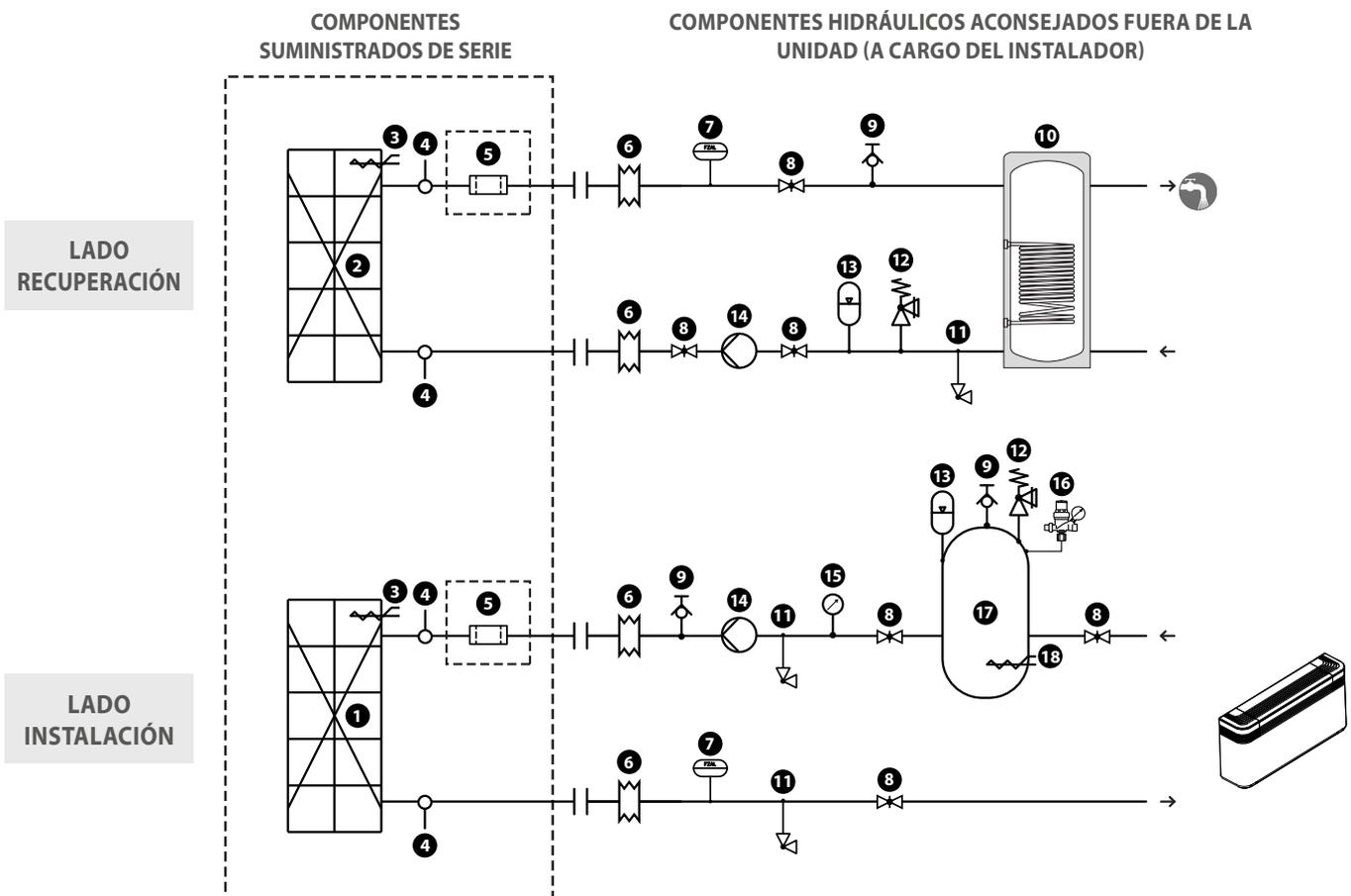
- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN - AGUA CALIENTE SANITARIA)
- 3 Resistencia eléctrica antihielo
- 4 Sondas temperaturas de agua
- 5 Filtro agua (suministrado en dotación)

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

- 6 Juntas antivibración
- 7 Flujóstat (Instalacione Siempre instalación obligatoria, Pena Pérdida de Garantía)
- 8 Válvulas de interceptación
- 9 Válvula de ventilación
- 10 Acumulador de agua caliente sanitaria (ACS)
- 11 Grifo de descarga
- 12 Válvula de seguridad
- 13 Vaso de expansión
- 14 Bomba
- 15 Manómetro
- 16 Grupo de llenado automático
- 17 Acumulación equipo
- 18 Resistencia eléctrica antihielo

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
Iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
Iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
Iones de sulfuro (S)	none
Iones amonio (NH4)	none
Sílice (SiO2)	< 30ppm



CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 2 TUBOS

CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (SOLA BOMBA PA÷PJ / RA÷RJ)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

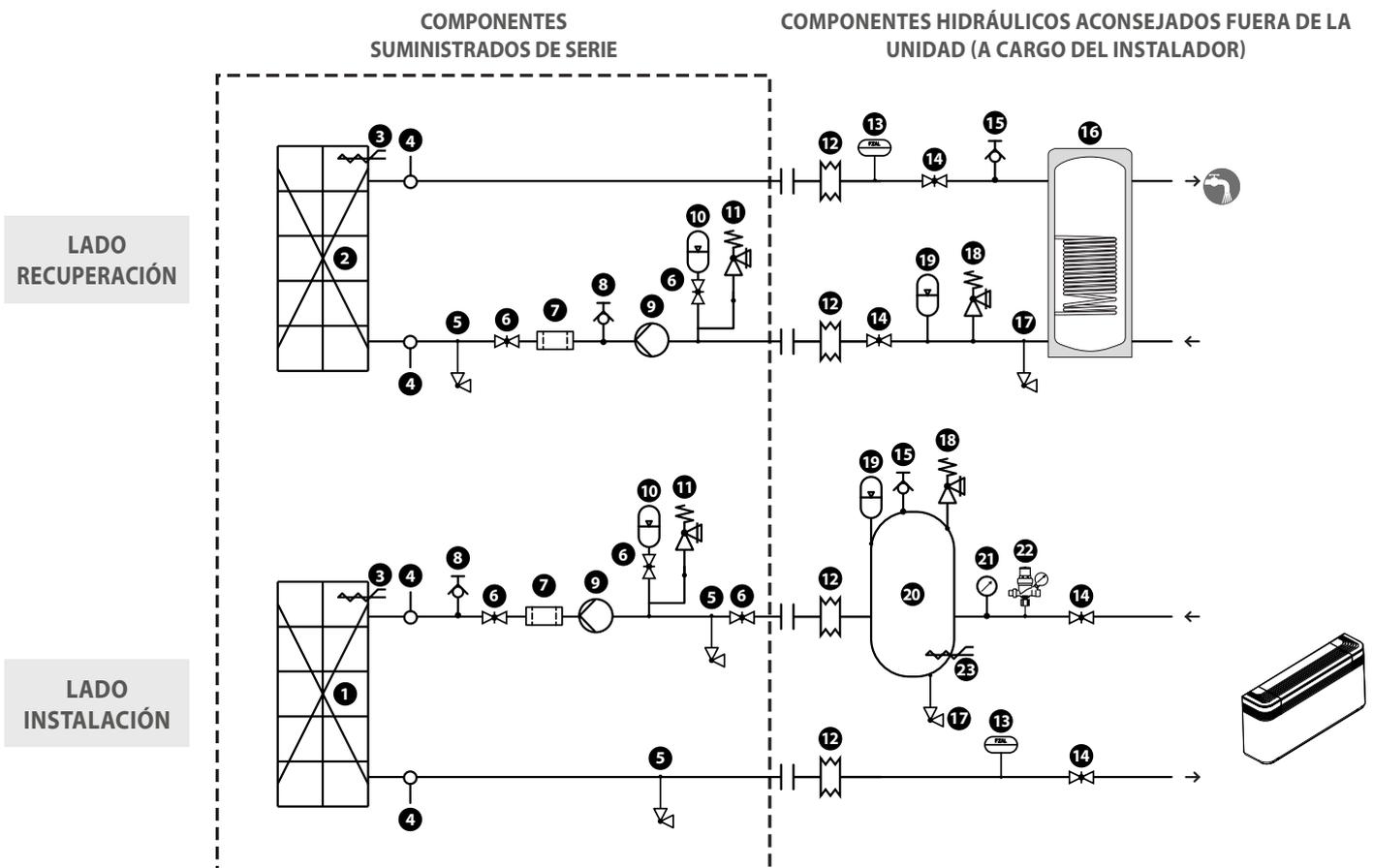
- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN - AGUA CALIENTE SANITARIA)
- 3 Resistencia eléctrica antihielo
- 4 Sondas temperaturas de agua
- 5 Grifo de descarga
- 6 Válvulas de interceptación
- 7 Filtro agua
- 8 Válvula de ventilación
- 9 Bomba
- 10 Vaso de expansión
- 11 Válvula de seguridad

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

- 12 Juntas antivibración
- 13 Flujóstato (**Instalazione Sempre instalación obligatoria, Pena Pérdida de Garantía**)
- 14 Válvulas de interceptación
- 15 Válvula de ventilación
- 16 Acumulador de agua caliente sanitaria (ACS)
- 17 Grifo de descarga
- 18 Válvula de seguridad
- 19 Vaso de expansión
- 20 Acumulación equipo
- 21 Manómetro
- 22 Grupo de llenado automático
- 23 Resistencia eléctrica antihielo

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
Iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
Iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
Iones de sulfuro (S)	none
Iones amonio (NH4)	none
Sílice (SiO2)	< 30ppm



CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 2 TUBOS

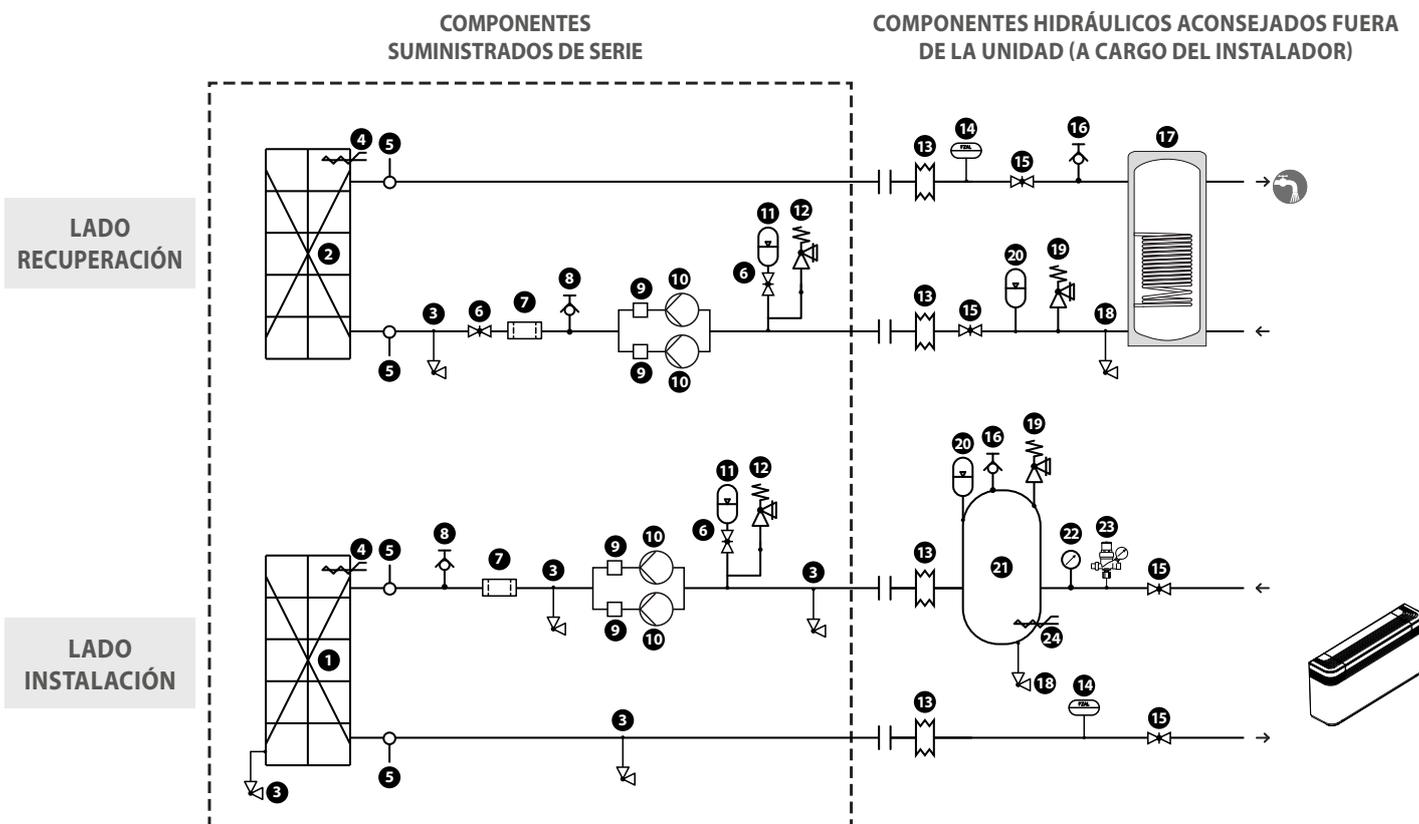
CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (BOMBA PRINCIPAL + BOMBA DE REPUESTO DA÷DJ / SA÷SJ)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

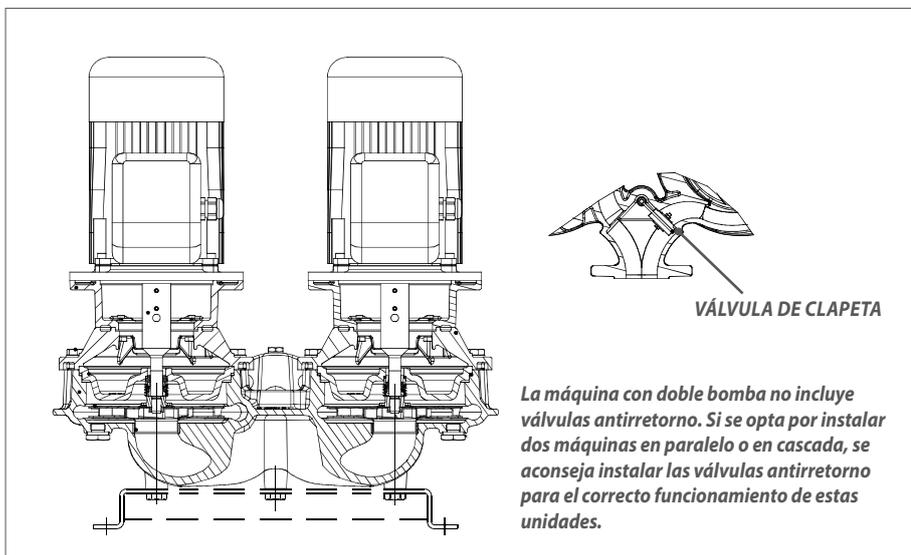
- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN - AGUA CALIENTE SANITARIA)
- 3 Grifo de descarga
- 4 Resistencia eléctrica antihielo
- 5 Sondas temperaturas de agua
- 6 Válvulas de interceptación
- 7 Filtro agua
- 8 Válvula de ventilación
- 9 Válvula de clapeta
- 10 Bomba
- 11 Vaso de expansión
- 12 Válvula de seguridad

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

- 13 Juntas antivibración
- 14 Flujóstato (Instalazione Siempre instalación obligatoria, Pena Pérdida de Garantía)
- 15 Válvulas de interceptación
- 16 Válvula de ventilación
- 17 Acumulador de agua caliente sanitaria (ACS)
- 18 Grifo de descarga
- 19 Válvula de seguridad
- 20 Vaso de expansión
- 21 Acumulación equipo
- 22 Manómetro
- 23 Grupo de llenado automático
- 24 Resistencia eléctrica antihielo



La unidad 0804 versión A no se puede configurar con la doble bomba tanto del lado instalación como de recuperación.



CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
iones de sulfuro (S)	none
iones amonio (NH4)	none
Silice (SiO2)	< 30ppm

CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 4 TUBOS

CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (00)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE)
- 3 Resistencia eléctrica antihielo
- 4 Sondas temperaturas de agua
- 5 Filtro agua (**suministrado en dotación**)

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

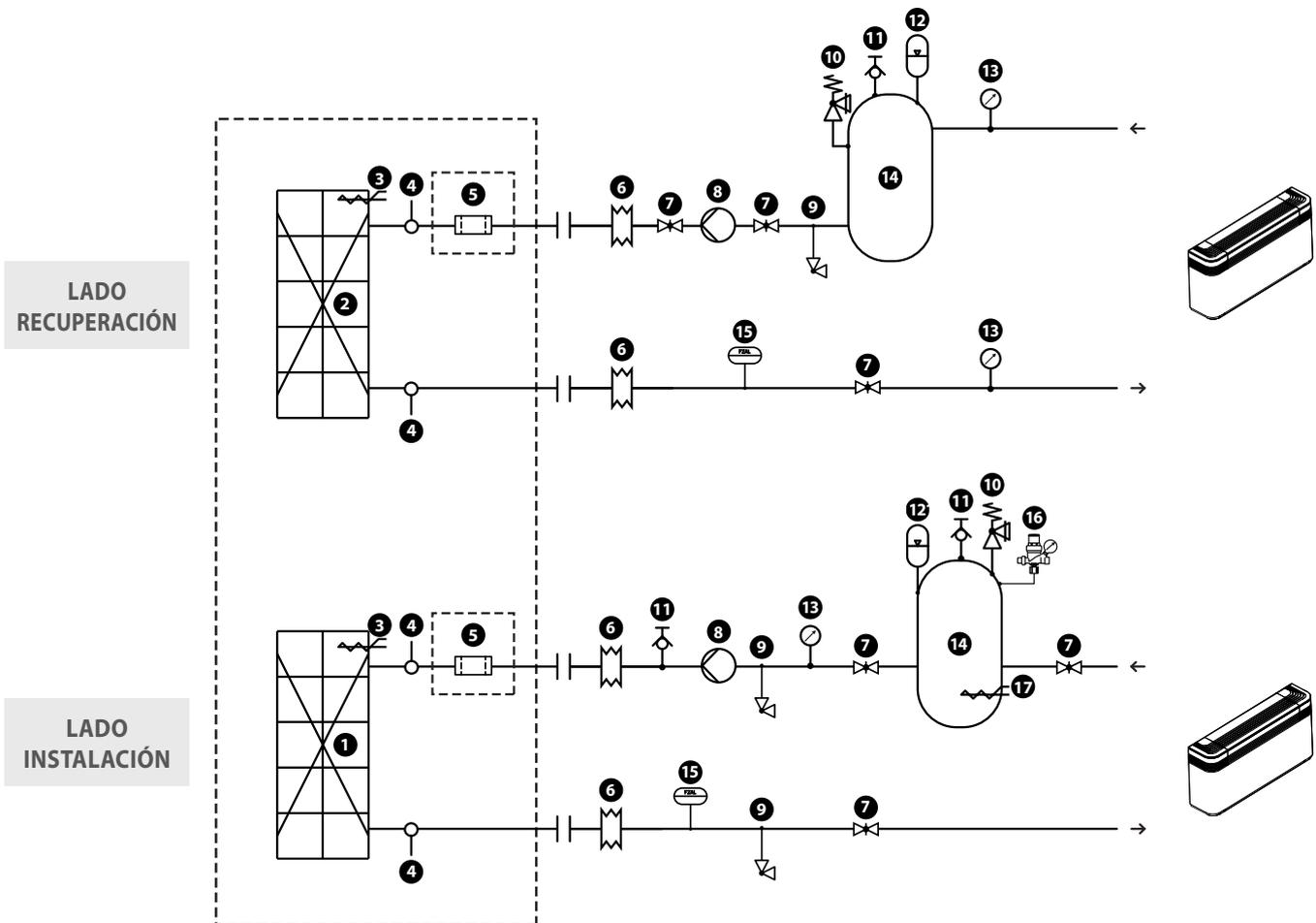
- 6 Juntas antivibración
- 7 Válvulas de interceptación
- 8 Bomba
- 9 Grifo de descarga
- 10 Válvula de seguridad
- 11 Válvula de ventilación
- 12 Vaso de expansión
- 13 Manómetro
- 14 Acumulación equipo
- 15 Flujóstato (**Installazione Sempre installazione obbligatoria, Pena Pérdida de Garantía**)
- 16 Grupo de llenado automático
- 17 Resistencia eléctrica antihielo

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
Iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
Iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
Iones de sulfuro (S)	none
Iones amonio (NH4)	none
Sílice (SiO2)	< 30ppm

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)



CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 4 TUBOS

CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (SOLA BOMBA PA÷PJ / RA÷RJ)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE)
- 3 Resistencia eléctrica antihielo
- 4 Sondeas temperaturas de agua
- 5 Grifo de descarga
- 6 Válvulas de interceptación
- 7 Filtro agua
- 8 Válvula de ventilación
- 9 Bomba
- 10 Vaso de expansión
- 11 Válvula de seguridad

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

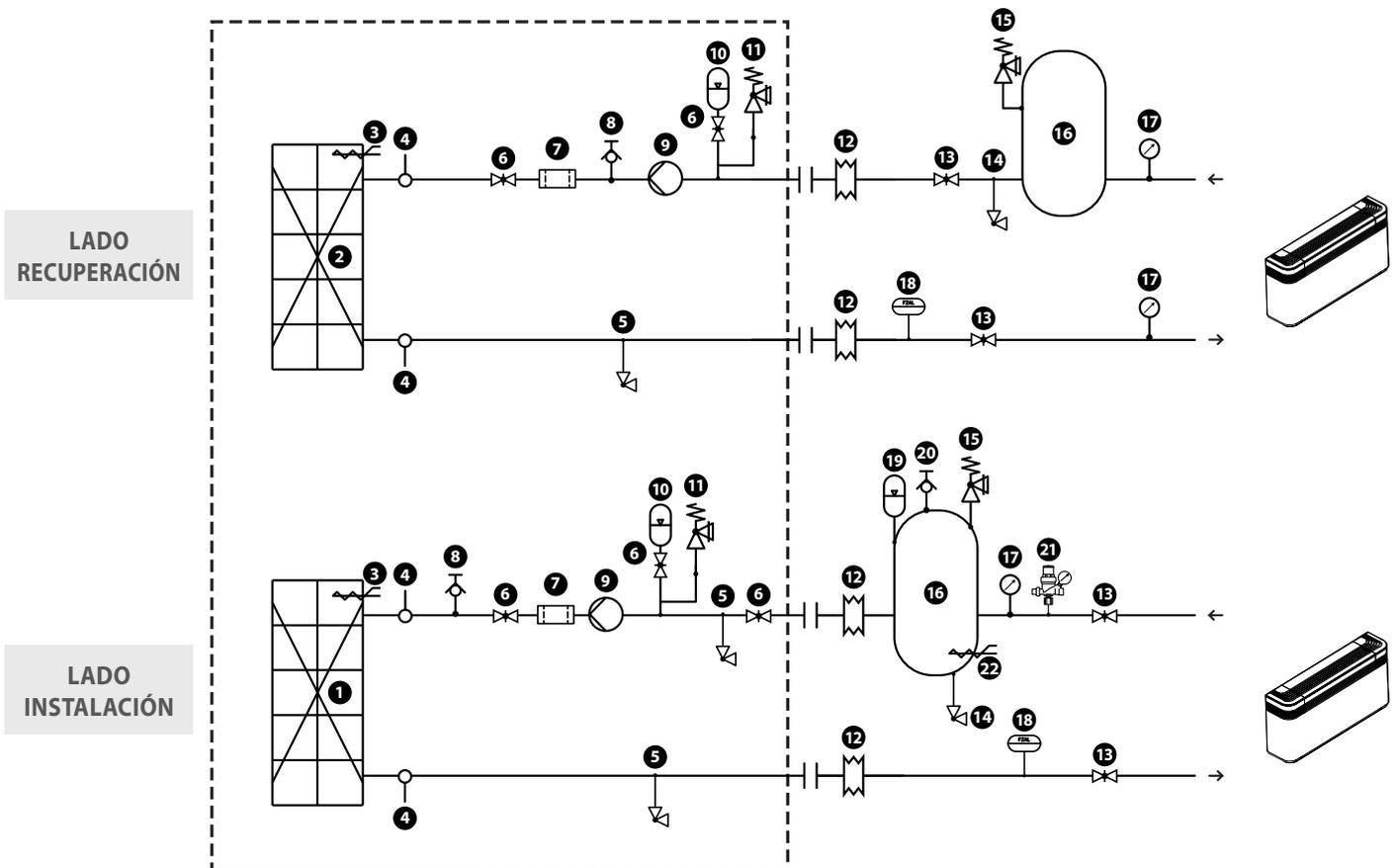
- 12 Juntas antivibración
- 13 Válvulas de interceptación
- 14 Grifo de descarga
- 15 Válvula de seguridad
- 16 Acumulación equipo
- 17 Manómetro
- 18 Flujóstato (Instalazione Siempre instalación obligatoria, Pena Pérdida de Garantía)
- 19 Vaso de expansión
- 20 Válvula de ventilación
- 21 Grupo de llenado automático
- 22 Resistencia eléctrica antihielo

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
Iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
Iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
Iones de sulfuro (S)	none
Iones amonio (NH4)	none
Sílice (SiO2)	< 30ppm

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)



CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN CON 4 TUBOS

CIRCUITO HIDRÁULICO INTERNO Y EXTERNO CON NRP (BOMBA PRINCIPAL + BOMBA DE REPUESTO DA÷DJ / SA÷SJ)

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

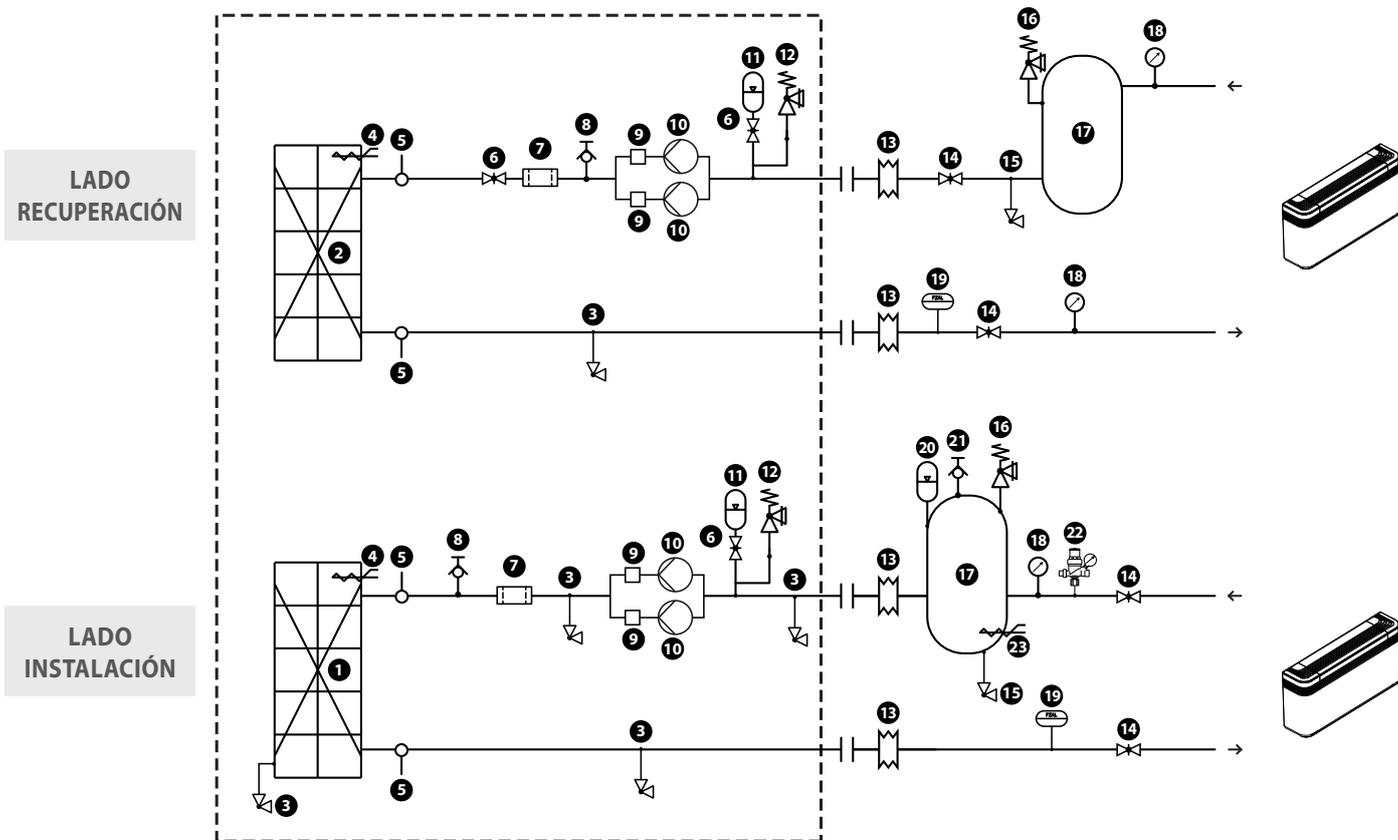
- 1 Intercambiador de placas (LADO INSTALACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA)
- 2 Intercambiador de placas (LADO RECUPERACIÓN PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE)
- 3 Grifo de descarga
- 4 Resistencia eléctrica antihielo
- 5 Sondas temperaturas de agua
- 6 Válvulas de interceptación
- 7 Filtro agua
- 8 Válvula de ventilación
- 9 Válvula de clapeta
- 10 Bomba
- 11 Vaso de expansión
- 12 Válvula de seguridad

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)

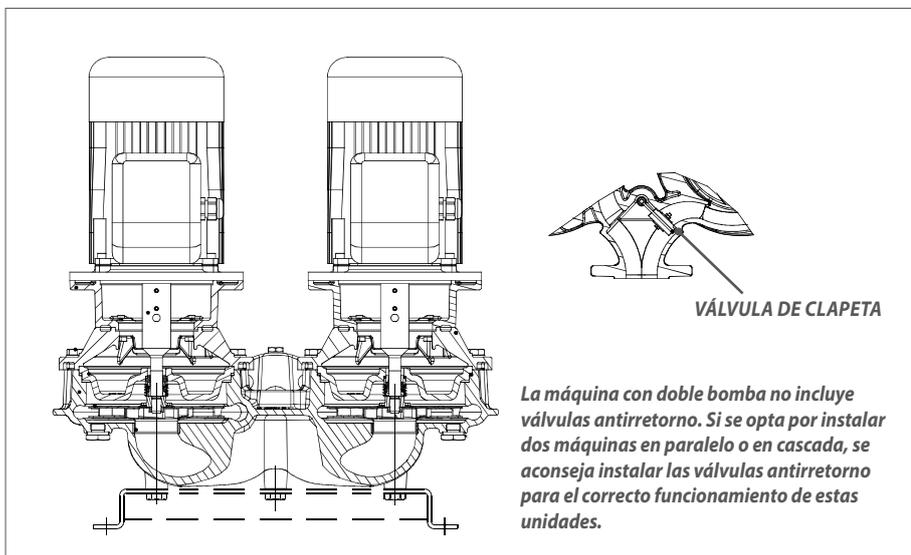
- 13 Juntas antivibración
- 14 Válvulas de interceptación
- 15 Grifo de descarga
- 16 Válvula de seguridad
- 17 Acumulación equipo
- 18 Manómetro
- 19 Flujóstato (**Installazione Sempre instalación obligatoria, Pena Pérdida de Garantía**)
- 20 Vaso de expansión
- 21 Válvula de ventilación
- 22 Grupo de llenado automático
- 23 Resistencia eléctrica antihielo

COMPONENTES SUMINISTRADOS DE SERIE

COMPONENTES HIDRÁULICOS ACONSEJADOS FUERA DE LA UNIDAD (A CARGO DEL INSTALADOR)



La unidad 0804 versión A no se puede configurar con la doble bomba tanto del lado instalación como de recuperación.



La máquina con doble bomba no incluye válvulas antirretorno. Si se opta por instalar dos máquinas en paralelo o en cascada, se aconseja instalar las válvulas antirretorno para el correcto funcionamiento de estas unidades.

CARACTERÍSTICAS DE AGUA

Instalación: Chiller con intercambiador de placas	
PH	7,5-9
Conductividad eléctrica	10-500µS/cm
Dureza total	4,5-8,5°dH
Temperatura	< 65°C
Contenido de oxígeno	< 0,1 ppm
Cantidad máx. glicol	50%
Fosfatos (PO4)	< 2ppm
Manganeso (Mn)	< 0,05 ppm
Hierro (Fe)	< 0,3 ppm
Alcalinidad (HCO3)	70 - 300 ppm
iones de cloro (Cl-)	< 50 ppm
iones sulfato (SO4)	< 50 ppm
iones de sulfuro (S)	none
iones amonio (NH4)	none
Silice (SiO2)	< 30ppm

ACCESORIOS

AER485P1

Interfaz RS-485 para sistemas de super-visión con protocolo MODBUS.

AERNET

El dispositivo permite el control de la gestión y la monitorización remota de un refrigerador con un PC, smartphone o tablet mediante la conexión Cloud. AERNET desempeña la función de Máster, mientras que cada unidad conectada se configura como Slave hasta un máximo de 6 unidades; además, con un simple clic es posible guardare en el propio terminal un archivo log con todos los datos de las unidades conectadas para posibles post análisis.

FL

Flujóstat.

Se dispone del flujostato como accesorio tanto para el lado instalación como para el lado recuperación y es obligatoria la instalación bajo pena de anular la garantía.

MULTICHILLER_EVO

Sistema de control para mando, encendido y apagado de cada enfriadora en una instalación en la cual estén instalados varios aparatos simultáneamente, asegurando siempre el caudal constante hacia los evaporadores.

PGD1

Permite efectuar, a distancia, las operaciones de mando de la enfriadora.

AVX

Soportes antivibración con muelle.

ACCESORIOS MONTADOS DE FÁBRICA

DRE

Dispositivo electrónico para reducir la corriente de arranque.

RIF

Reponedor en fase de corriente. Conectado junto con el motor, permite una reducción de la corriente absorbida ($\pm 10\%$)

GP

Kit rejillas anti-intrusión

BRC1

Bandeja de recolección del agua de condensación. Prever 1 para V-block.

BRC1R

Bandeja de recolección del agua de condensación con resistencia. Prever 1 para V-block.

COMPATIBILIDAD ACCESORIOS

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
AER485P1	A-E	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AERNET	A-E	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FL	A-E	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MULTICHILLER_EVO	A-E	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PGD1	A-E	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

NRP	vers.	KIT HIDRÓNICO LADO INSTALACIÓN	KIT HIDRÓNICO LADO RECUPERACIÓN	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
AVX	A	00	00	AVX882	AVX887	AVX887	AVX887	AVX887	AVX871	AVX871	AVX875	AVX875
		PA-DJ	00	AVX886	AVX887	AVX887	AVX887	AVX887	AVX872	AVX872	AVX875	AVX884
		00	RA-SJ	AVX886	AVX887	AVX887	AVX887	AVX883	AVX873	AVX873	AVX876	AVX876
		PA-DJ	RA-SJ	AVX870	AVX883	AVX883	AVX883	AVX883	AVX874	AVX874	AVX876	AVX884
NRP	vers.	KIT HIDRÓNICO LADO INSTALACIÓN	KIT HIDRÓNICO LADO RECUPERACIÓN	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
AVX	A	00	00	AVX877	AVX877	AVX865	AVX865	AVX866	AVX866	AVX869	AVX869	
		PA-DJ	00	AVX877	AVX885	AVX865	AVX865	AVX866	AVX866	AVX868	AVX868	
		00	RA-SJ	AVX885	AVX885	AVX865	AVX865	AVX867	AVX867	AVX869	AVX869	
		PA-DJ	RA-SJ	AVX885	AVX885	AVX865	AVX865	AVX867	AVX867	AVX868	AVX868	

NRP	vers.	KIT HIDRÓNICO LADO INSTALACIÓN	KIT HIDRÓNICO LADO RECUPERACIÓN	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
AVX	E	00	00	AVX886	AVX871	AVX871	AVX871	AVX871	AVX875	AVX877	AVX878	AVX878
		PA-DJ	00	AVX886	AVX872	AVX872	AVX872	AVX872	AVX875	AVX877	AVX878	AVX865
		00	RA-SJ	AVX870	AVX873	AVX873	AVX873	AVX873	AVX876	AVX877	AVX865	AVX865
		PA-DJ	RA-SJ	AVX870	AVX874	AVX874	AVX874	AVX874	AVX876	AVX877	AVX879	AVX865
NRP	vers.	KIT HIDRÓNICO LADO INSTALACIÓN	KIT HIDRÓNICO LADO RECUPERACIÓN	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
AVX	E	00	00	AVX866	AVX866	AVX869	AVX869	AVX880	AVX880	AVX881	AVX881	
		PA-DJ	00	AVX866	AVX866	AVX868	AVX868	AVX880	AVX880	AVX881	AVX881	
		00	RA-SJ	AVX867	AVX867	AVX869	AVX869	AVX880	AVX880	AVX888	AVX888	
		PA-DJ	RA-SJ	AVX867	AVX867	AVX868	AVX868	AVX880	AVX880	AVX888	AVX888	

COMPATIBILIDAD ACCESORIOS

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
GP	A	GP2VN	GP3VN	GP3VN	GP3VN	GP3VN	GP4VN	GP4VN	GP5VN	GP5V
	E	GP3VN	GP4VN	GP4VN	GP4VN	GP4VN	GP5VN	GP6V	GP7V	GP7V
NRP	vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
GP	A	GP6V	GP6V	GP7V	GP7V	GP8V	GP8V	GP9VN	GP9VN	
	E	GP8V	GP8V	GP9VN	GP9VN	GP10V	GP10V	GP11V	GP11V	

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
RIF	A	RIFNRP0804A	RIFNRP0904A	RIFNRP0904A	RIFNRP1104A	RIFNRP1204A	RIFNRP1414	RIFNRP1604	RIFNRP1805	RIFNRP2006
	E	RIFNRP0804E	RIFNRP0904E	RIFNRP0904E	RIFNRP1104E	RIFNRP1204E	RIFNRP1414	RIFNRP1604	RIFNRP1805	RIFNRP2006
NRP	vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
RIF	A-E	RIFNRP2206	RIFNRP2406	RIFNRP2606	RIFNRP2806	RIFNRP3006	RIFNRP3206	RIFNRP3406	RIFNRP3606	

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
DRE	A-E	DRENRP0804	DRENRP0904	DRENRP1004	DRENRP1104	DRENRP1204	DRENRP1414	DRENRP1604	DRENRP1805	DRENRP2006
NRP	vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
DRE	A-E	DRENRP2206	DRENRP2406	-	-	-	-	-	-	-

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
BRC1	A-E	BRC1 (1)								
NRP	vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
BRC1	A-E	BRC1 (1)								

(1) Prever 1 para V-block.

NRP	vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
BRC1R	A-E	BRC1R (1)								
NRP	vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
BRC1R	A-E	BRC1R (1)								

(1) Prever 1 para V-block.

DATOS DE LAS PRESTACIONES

NRP - 2 TUBOS - versión A			0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Enfriamiento lado instalación 2 tubos ⁽¹⁾											
Potencia frigorífica	A	kW	206,7	230,6	259,2	299,6	332,2	386,3	426,2	490,5	544,3
Potencia absorbida	A	kW	69,4	76,3	86,1	99,5	116,2	128,1	146,7	165,5	189,8
Corriente total absorbida en frío	A	A	124,0	138,0	155,0	172,0	195,0	218,0	247,0	280,0	319,0
EER	A	W/W	2,98	3,02	3,01	3,01	2,86	3,02	2,91	2,96	2,87
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	35565	39671	44593	51536	57151	66430	73295	84370	93611
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	24	33	34	42	43	36	36	49	54
Calefacción lado instalación 2 tubos ⁽²⁾											
Potencia térmica	A	kW	209,9	246,0	272,7	306,2	340,5	396,2	437,6	504,8	562,7
Potencia absorbida	A	kW	66,8	79,6	85,5	95,7	107,8	125,7	136,8	159,6	180,8
Corriente total absorbida en caliente	A	A	120,0	143,0	154,0	166,0	183,0	214,0	233,0	272,0	306,0
COP	A	W/W	3,14	3,09	3,19	3,20	3,16	3,15	3,20	3,16	3,11
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	36426	42701	47339	53155	59117	68781	75976	87653	97701
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	25	34	39	50	41	52	35	47	51
Calefacción lado ECS 2 tubos ⁽³⁾											
Potencia térmica	A	kW	209,9	246,0	272,7	306,2	340,6	396,2	437,6	504,9	562,7
Potencia absorbida	A	kW	66,9	79,8	85,6	95,7	108,3	125,4	137,0	159,8	180,9
Corriente total absorbida en caliente	A	A	120,0	143,0	154,0	166,0	183,0	214,0	233,0	272,0	306,0
COP	A	W/W	3,14	3,08	3,19	3,20	3,15	3,16	3,19	3,16	3,11
Caudal de agua lado sanitario	A	l/h	36426	42701	47339	53155	59117	68781	75976	87653	97701
Pérdida de carga lado sanitario	A	kPa	34	47	39	49	61	42	44	53	55
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 2 tubos ⁽⁴⁾											
Potencia frigorífica	A	kW	211,2	236,7	258,2	306,9	350,5	398,0	446,2	510,6	584,4
Potencia térmica recuperada	A	kW	270,3	304,4	331,0	392,1	448,5	510,5	570,1	653,9	749,6
Potencia absorbida	A	kW	62,8	72,4	77,7	91,3	105,2	120,2	132,4	153,7	177,2
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	35565	39671	44593	51536	57151	66430	73295	84370	93611
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	24	33	34	42	43	36	36	49	54
Caudal de agua lado sanitario	A	l/h	36426	42701	47339	53155	59117	68781	75976	87653	97701
Pérdida de carga lado sanitario	A	kPa	34	47	39	49	61	42	44	53	55

NRP - 2 TUBOS - versión A			2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Enfriamiento lado instalación 2 tubos ⁽¹⁾										
Potencia frigorífica	A	kW	598,2	638,8	699,7	743,3	810,1	853,8	919,4	963,0
Potencia absorbida	A	kW	202,0	220,3	235,7	257,3	273,7	295,4	312,1	333,7
Corriente total absorbida en frío	A	A	341,0	371,0	403,0	441,0	474,0	511,0	544,0	582,0
EER	A	W/W	2,96	2,90	2,97	2,89	2,96	2,89	2,95	2,89
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	102896	109845	120321	127822	139307	146824	158090	165596
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	64	47	43	48	52	57	66	73
Calefacción lado instalación 2 tubos ⁽²⁾										
Potencia térmica	A	kW	618,6	660,8	723,7	772,5	829,5	888,9	940,2	988,2
Potencia absorbida	A	kW	199,7	209,7	230,5	247,9	265,5	286,7	304,3	321,9
Corriente total absorbida en caliente	A	A	337,0	356,0	395,0	427,0	462,0	489,0	533,0	565,0
COP	A	W/W	3,10	3,15	3,14	3,12	3,12	3,10	3,09	3,07
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	107407	114743	125675	134158	144044	154357	163276	171605
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	62	47	42	48	50	57	63	70
Calefacción lado ECS 2 tubos ⁽³⁾										
Potencia térmica	A	kW	618,7	660,8	723,7	772,6	829,5	888,9	940,2	988,2
Potencia absorbida	A	kW	199,9	209,9	230,6	248,2	265,8	287,3	304,0	321,6
Corriente total absorbida en caliente	A	A	337,0	356,0	395,0	427,0	462,0	489,0	533,0	565,0
COP	A	W/W	3,10	3,15	3,14	3,11	3,12	3,09	3,09	3,07
Caudal de agua lado sanitario	A	l/h	107407	114743	125675	134158	144044	154357	163276	171605
Pérdida de carga lado sanitario	A	kPa	66	50	44	53	56	67	57	66
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 2 tubos ⁽⁴⁾										
Potencia frigorífica	A	kW	630,2	680,0	736,5	788,3	857,7	909,8	966,0	1019,1
Potencia térmica recuperada	A	kW	810,9	871,0	945,6	1015,4	1098,5	1168,6	1242,9	1313,5
Potencia absorbida	A	kW	194,7	204,6	223,6	243,4	258,4	278,4	297,9	317,4
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	102896	109845	120321	127822	139307	146824	158090	165596
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	64	47	43	48	52	57	66	73
Caudal de agua lado sanitario	A	l/h	107407	114743	125675	134158	144044	154357	163276	171605
Pérdida de carga lado sanitario	A	kPa	66	50	44	53	56	67	57	66

1 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado aplicación 12 °C / 7 °C; Aire exterior 35 °C; **Todas las unidades poseen la certificación Eurotest**

2 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado instalación 40 °C / 45 °C; Aire exterior 7 °C b.s. / 6 °C b.u

3 Agua intercambiador lado recuperación total 40 °C / 45 °C;

4 Agua intercambiador lado recuperación total * / 45 °C; Agua intercambiador lado aplicación * / 7 °C;

DATOS DE LAS PRESTACIONES

NRP - 2 TUBOS - versión E			vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Enfriamiento lado instalación 2 tubos ⁽¹⁾												
Potencia frigorífica	E	kW	200,7	225,7	255,3	296,9	332,7	382,2	427,0	487,6	549,9	
Potencia absorbida	E	kW	66,0	73,4	83,2	96,4	113,0	125,6	139,1	159,0	182,6	
Corriente total absorbida en frío	E	A	113,0	125,0	142,0	159,0	182,0	203,0	225,0	256,0	294,0	
EER	E	W/W	3,04	3,07	3,07	3,08	2,94	3,04	3,07	3,07	3,01	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	34534	38826	43915	51070	57226	65736	73434	83856	94585	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	25	33	34	43	44	37	38	49	54	
Calefacción lado instalación 2 tubos ⁽²⁾												
Potencia térmica	E	kW	207,4	240,7	262,4	300,7	338,4	389,4	436,7	503,3	567,2	
Potencia absorbida	E	kW	63,8	74,6	80,5	92,8	104,9	121,1	134,3	155,5	181,7	
Corriente total absorbida en caliente	E	A	109,0	126,0	136,0	153,0	170,0	195,0	217,0	250,0	293,0	
COP	E	W/W	3,25	3,22	3,26	3,24	3,23	3,22	3,25	3,24	3,12	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	35981	41776	45554	52195	58753	67603	75830	87384	98488	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	25	33	37	48	40	50	35	46	52	
Calefacción lado ECS 2 tubos ⁽³⁾												
Potencia térmica	E	kW	207,3	240,7	262,4	300,7	338,5	389,4	436,8	503,3	567,3	
Potencia absorbida	E	kW	64,0	74,8	80,5	92,8	105,4	120,8	134,6	155,7	181,9	
Corriente total absorbida en caliente	E	A	109,0	126,0	136,0	153,0	170,0	195,0	217,0	250,0	293,0	
COP	E	W/W	3,24	3,22	3,26	3,24	3,21	3,22	3,24	3,23	3,12	
Caudal de agua lado sanitario	E	l/h	35981	41776	45554	52195	58753	67603	75830	87384	98488	
Pérdida de carga lado sanitario	E	kPa	34	45	38	48	60	41	44	53	55	
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 2 tubos ⁽⁴⁾												
Potencia frigorífica	E	kW	211,0	236,8	258,3	306,6	350,0	397,8	445,0	509,9	583,9	
Potencia térmica recuperada	E	kW	270,0	304,5	331,0	391,9	448,2	510,5	569,2	653,4	749,1	
Potencia absorbida	E	kW	62,8	72,3	77,6	91,4	105,3	120,3	132,7	153,9	177,3	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	34534	38826	43915	51070	57226	65736	73434	83856	94585	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	25	33	34	43	44	37	38	49	54	
Caudal de agua lado sanitario	E	l/h	35981	41776	45554	52195	58753	67603	75830	87384	98488	
Pérdida de carga lado sanitario	E	kPa	34	45	38	48	60	41	44	53	55	

NRP - 2 TUBOS - versión E			vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Enfriamiento lado instalación 2 tubos ⁽¹⁾											
Potencia frigorífica	E	kW	598,5	639,4	695,8	739,2	801,8	844,7	906,4	948,9	
Potencia absorbida	E	kW	195,9	214,0	230,3	252,1	269,0	291,1	308,1	330,4	
Corriente total absorbida en frío	E	A	315,0	344,0	375,0	413,0	444,0	482,0	512,0	551,0	
EER	E	W/W	3,05	2,99	3,02	2,93	2,98	2,90	2,94	2,87	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71	
Calefacción lado instalación 2 tubos ⁽²⁾											
Potencia térmica	E	kW	618,5	661,8	714,3	763,4	816,0	864,2	922,4	970,1	
Potencia absorbida	E	kW	199,3	209,7	223,0	240,3	256,1	273,3	293,1	310,5	
Corriente total absorbida en caliente	E	A	320,0	338,0	363,0	395,0	424,0	456,0	490,0	521,0	
COP	E	W/W	3,10	3,16	3,20	3,18	3,19	3,16	3,15	3,12	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	62	47	41	47	48	54	61	67	
Calefacción lado ECS 2 tubos ⁽³⁾											
Potencia térmica	E	kW	618,5	661,8	714,3	763,5	816,0	864,2	922,4	970,1	
Potencia absorbida	E	kW	199,5	209,9	223,1	240,6	256,5	273,8	292,8	310,3	
Corriente total absorbida en caliente	E	A	320,0	338,0	363,0	395,0	424,0	456,0	490,0	521,0	
COP	E	W/W	3,10	3,15	3,20	3,17	3,18	3,16	3,15	3,13	
Caudal de agua lado sanitario	E	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462	
Pérdida de carga lado sanitario	E	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63	
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 2 tubos ⁽⁴⁾											
Potencia frigorífica	E	kW	630,2	679,9	737,0	788,9	858,6	911,1	967,3	1018,8	
Potencia térmica recuperada	E	kW	810,9	871,0	946,0	1015,9	1099,3	1169,6	1244,0	1313,7	
Potencia absorbida	E	kW	194,7	204,7	223,3	243,1	258,1	277,8	297,4	317,5	
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168	
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71	
Caudal de agua lado sanitario	E	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462	
Pérdida de carga lado sanitario	E	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63	

1 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado aplicación 12 °C / 7 °C; Aire exterior 35 °C; **Todas las unidades poseen la certificación Eurotest**

2 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado instalación 40 °C / 45 °C; Aire exterior 7 °C b.s. / 6 °C b.u

3 Agua intercambiador lado recuperación total 40 °C / 45 °C;

4 Agua intercambiador lado recuperación total * / 45 °C; Agua intercambiador lado aplicación * / 7 °C;

DATOS DE LAS PRESTACIONES

NRP - 4 TUBOS - versión A			0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Enfriamiento lado instalación 4 tubos ⁽¹⁾											
Potencia frigorífica	A	kW	206,7	230,6	259,2	299,6	332,2	386,3	426,2	490,5	544,3
Potencia absorbida	A	kW	69,4	76,3	86,1	99,5	116,2	128,1	146,7	165,5	189,8
Corriente total absorbida en frío	A	A	124,0	138,0	155,0	172,0	195,0	218,0	247,0	280,0	319,0
EER	A	W/W	2,98	3,02	3,01	3,01	2,86	3,02	2,91	2,96	2,87
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	35565	39671	44593	51536	57151	66430	73295	84370	93611
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	24	33	34	42	43	36	36	49	54
Calefacción lado instalación 4 tubos ⁽²⁾											
Potencia térmica	A	kW	209,9	246,0	272,7	306,2	340,6	396,2	437,6	504,9	562,7
Potencia absorbida	A	kW	66,9	79,8	85,6	95,7	108,3	125,4	137,0	159,8	180,9
Corriente total absorbida en caliente	A	A	120,0	143,0	154,0	166,0	183,0	214,0	233,0	272,0	306,0
COP	A	W/W	3,14	3,08	3,19	3,20	3,15	3,16	3,19	3,16	3,11
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	36426	42701	47339	53155	59117	68781	75976	87653	97701
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	34	47	39	49	61	42	44	53	55
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 4 tubos ⁽³⁾											
Potencia frigorífica	A	kW	211,2	236,7	258,2	306,9	350,5	398,0	446,2	510,6	584,4
Potencia térmica recuperada	A	kW	270,3	304,4	331,0	392,1	448,5	510,5	570,1	653,9	749,6
Potencia absorbida	A	kW	62,8	72,4	77,7	91,3	105,2	120,2	132,4	153,7	177,2
Caudal de agua lado frío	A	l/h	35565	39671	44593	51536	57151	66430	73295	84370	93611
Pérdida de carga lado frío	A	kPa	24	33	34	42	43	36	36	49	54
Caudal de agua lado caliente	A	l/h	36426	42701	47339	53155	59117	68781	75976	87653	97701
Pérdida de carga lado caliente	A	kPa	34	47	39	49	61	42	44	53	55

NRP - 4 TUBOS - versión A			2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Enfriamiento lado instalación 4 tubos ⁽¹⁾										
Potencia frigorífica	A	kW	598,2	638,8	699,7	743,3	810,1	853,8	919,4	963,0
Potencia absorbida	A	kW	202,0	220,3	235,7	257,3	273,7	295,4	312,1	333,7
Corriente total absorbida en frío	A	A	341,0	371,0	403,0	441,0	474,0	511,0	544,0	582,0
EER	A	W/W	2,96	2,90	2,97	2,89	2,96	2,89	2,95	2,89
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	102896	109845	120321	127822	139307	146824	158090	165596
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	64	47	43	48	52	57	66	73
Calefacción lado instalación 4 tubos ⁽²⁾										
Potencia térmica	A	kW	618,7	660,8	723,7	772,6	829,5	888,9	940,2	988,2
Potencia absorbida	A	kW	199,9	209,9	230,6	248,2	265,8	287,3	304,0	321,6
Corriente total absorbida en caliente	A	A	337,0	356,0	395,0	427,0	462,0	489,0	533,0	565,0
COP	A	W/W	3,10	3,15	3,14	3,11	3,12	3,09	3,09	3,07
Caudal de agua lado instalación	A	l/h	107407	114743	125675	134158	144044	154357	163276	171605
Pérdidas de carga lado instalación	A	kPa	66	50	44	53	56	67	57	66
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 4 tubos ⁽³⁾										
Potencia frigorífica	A	kW	630,2	680,0	736,5	788,3	857,7	909,8	966,0	1019,1
Potencia térmica recuperada	A	kW	810,9	871,0	945,6	1015,4	1098,5	1168,6	1242,9	1313,5
Potencia absorbida	A	kW	194,7	204,6	223,6	243,4	258,4	278,4	297,9	317,4
Caudal de agua lado frío	A	l/h	102896	109845	120321	127822	139307	146824	158090	165596
Pérdida de carga lado frío	A	kPa	64	47	43	48	52	57	66	73
Caudal de agua lado caliente	A	l/h	107407	114743	125675	134158	144044	154357	163276	171605
Pérdida de carga lado caliente	A	kPa	66	50	44	53	56	67	57	66

1 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado aplicación 12 °C / 7 °C; Aire exterior 35 °C; **Todas las unidades poseen la certificación Eurovent**

2 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado instalación 40 °C / 45 °C; Aire exterior 7 °C b.s. / 6 °C b.u

3 Agua intercambiador lado recuperación total * / 45 °C; Agua intercambiador lado aplicación * / 7 °C;

DATOS DE LAS PRESTACIONES

NRP - 4 TUBOS - versión E			0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Enfriamiento lado instalación 4 tubos ⁽¹⁾											
Potencia frigorífica	E	kW	200,7	225,7	255,3	296,9	332,7	382,2	427,0	487,6	549,9
Potencia absorbida	E	kW	66,0	73,4	83,2	96,4	113,0	125,6	139,1	159,0	182,6
Corriente total absorbida en frío	E	A	113,0	125,0	142,0	159,0	182,0	203,0	225,0	256,0	294,0
EER	E	W/W	3,04	3,07	3,07	3,08	2,94	3,04	3,07	3,07	3,01
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	34534	38826	43915	51070	57226	65736	73434	83856	94585
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	25	33	34	43	44	37	38	49	54
Calefacción lado instalación 4 tubos ⁽²⁾											
Potencia térmica	E	kW	207,3	240,7	262,4	300,7	338,5	389,4	436,8	503,3	567,3
Potencia absorbida	E	kW	64,0	74,8	80,5	92,8	105,4	120,8	134,6	155,7	181,9
Corriente total absorbida en caliente	E	A	109,0	126,0	136,0	153,0	170,0	195,0	217,0	250,0	293,0
COP	E	W/W	3,24	3,22	3,26	3,24	3,21	3,22	3,24	3,23	3,12
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	35981	41776	45554	52195	58753	67603	75830	87384	98488
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	34	45	38	48	60	41	44	53	55
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 4 tubos ⁽³⁾											
Potencia frigorífica	E	kW	211,0	236,8	258,3	306,6	350,0	397,8	445,0	509,9	583,9
Potencia térmica recuperada	E	kW	270,0	304,5	331,0	391,9	448,2	510,5	569,2	653,4	749,1
Potencia absorbida	E	kW	62,8	72,3	77,6	91,4	105,3	120,3	132,7	153,9	177,3
Caudal de agua lado frío	E	l/h	34534	38826	43915	51070	57226	65736	73434	83856	94585
Pérdida de carga lado frío	E	kPa	25	33	34	43	44	37	38	49	54
Caudal de agua lado caliente	E	l/h	35981	41776	45554	52195	58753	67603	75830	87384	98488
Pérdida de carga lado caliente	E	kPa	34	45	38	48	60	41	44	53	55

NRP - 4 TUBOS - versión E			2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Enfriamiento lado instalación 4 tubos ⁽¹⁾										
Potencia frigorífica	E	kW	598,5	639,4	695,8	739,2	801,8	844,7	906,4	948,9
Potencia absorbida	E	kW	195,9	214,0	230,3	252,1	269,0	291,1	308,1	330,4
Corriente total absorbida en frío	E	A	315,0	344,0	375,0	413,0	444,0	482,0	512,0	551,0
EER	E	W/W	3,05	2,99	3,02	2,93	2,98	2,90	2,94	2,87
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71
Calefacción lado instalación 4 tubos ⁽²⁾										
Potencia térmica	E	kW	618,5	661,8	714,3	763,5	816,0	864,2	922,4	970,1
Potencia absorbida	E	kW	199,5	209,9	223,1	240,6	256,5	273,8	292,8	310,3
Corriente total absorbida en caliente	E	A	320,0	338,0	363,0	395,0	424,0	456,0	490,0	521,0
COP	E	W/W	3,10	3,15	3,20	3,17	3,18	3,16	3,15	3,13
Caudal de agua lado instalación	E	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462
Pérdidas de carga lado instalación	E	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63
Funcionamiento contemporáneo (calor + frío) 4 tubos ⁽³⁾										
Potencia frigorífica	E	kW	630,2	679,9	737,0	788,9	858,6	911,1	967,3	1018,8
Potencia térmica recuperada	E	kW	810,9	871,0	946,0	1015,9	1099,3	1169,6	1244,0	1313,7
Potencia absorbida	E	kW	194,7	204,7	223,3	243,1	258,1	277,8	297,4	317,5
Caudal de agua lado frío	E	l/h	102947	109954	119646	127107	137868	145260	155858	163168
Pérdida de carga lado frío	E	kPa	64	48	43	48	51	57	65	71
Caudal de agua lado caliente	E	l/h	107379	114913	124046	132574	141707	150072	160181	168462
Pérdida de carga lado caliente	E	kPa	66	50	43	52	55	63	55	63

1 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado aplicación 12 °C / 7 °C; Aire exterior 35 °C; **Todas las unidades poseen la certificación Eurovent**

2 Datos 14511:2018; Agua intercambiador lado instalación 40 °C / 45 °C; Aire exterior 7 °C b.s. / 6 °C b.u

3 Agua intercambiador lado recuperación total * / 45 °C; Agua intercambiador lado aplicación * / 7 °C;

DATOS ENERGÉTICOS

NRP		vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Ventiladores Estándar AC											
<i>Salida de agua a baja temperatura (UE n° 2016/2281)</i>											
SEER	A	W/W	3,94	4,04	4,00	3,89	4,03	4,14	4,21	4,23	4,24
	E	W/W	4,22	4,30	4,21	4,08	4,12	4,25	4,24	4,28	4,27
η _{sc}	A	%	154,60	158,50	156,90	152,80	158,20	162,50	165,50	166,00	166,60
	E	%	166,00	169,00	165,40	160,10	161,70	167,00	166,80	168,20	167,80
<i>UE 813/2013 baja temperatura - Pdesignh ≤ 400 kW⁽¹⁾</i>											
Pdesignh	A	kW	188,98	221,78	246,64	276,68	309,44	358,27	395,99	-	-
	E	kW	184,95	215,78	235,92	269,81	305,13	350,22	391,37	-	-
SCOP	A		3,53	3,27	3,44	3,49	3,60	3,53	3,66	-	-
	E		3,71	3,59	3,69	3,70	3,82	3,70	3,75	-	-
η _{sh}	A	%	138,30	127,70	134,50	136,70	140,90	138,40	143,60	-	-
	E	%	145,50	140,60	144,70	144,90	149,70	145,20	147,20	-	-
Ventiladores EC Inverter											
<i>Salida de agua a baja temperatura (UE n° 2016/2281)</i>											
SEER	A	W/W	4,25	4,36	4,32	4,21	4,35	4,47	4,55	4,56	4,58
	E	W/W	4,56	4,64	4,55	4,40	4,45	4,59	4,58	4,62	4,61
η _{sc}	A	%	167,20	171,40	169,70	165,20	171,10	175,80	179,00	179,50	180,10
	E	%	179,50	182,80	178,80	173,10	174,90	180,60	180,30	181,80	181,50
<i>UE 813/2013 baja temperatura - Pdesignh ≤ 400 kW⁽¹⁾</i>											
Pdesignh	A	kW	188,98	221,78	246,64	276,68	309,44	358,27	395,99	-	-
	E	kW	184,95	215,78	235,92	269,81	305,13	350,22	391,37	-	-
SCOP	A		3,53	3,27	3,44	3,49	3,60	3,53	3,66	-	-
	E		3,71	3,59	3,69	3,70	3,82	3,70	3,75	-	-
η _{sh}	A	%	138,30	127,70	134,50	136,70	140,90	138,40	143,60	-	-
	E	%	145,50	140,60	144,70	144,90	149,70	145,20	147,20	-	-

NRP		vers.	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Ventiladores Estándar AC										
<i>Salida de agua a baja temperatura (UE n° 2016/2281)</i>										
SEER	A	W/W	4,24	4,25	4,24	4,22	4,24	4,22	4,22	4,23
	E	W/W	4,28	4,28	4,27	4,24	4,27	4,27	4,27	4,23
η _{sc}	A	%	166,60	166,80	166,80	165,70	166,80	165,90	165,90	166,00
	E	%	168,20	168,00	167,90	166,60	167,70	167,90	168,00	166,30
Ventiladores EC Inverter										
<i>Salida de agua a baja temperatura (UE n° 2016/2281)</i>										
SEER	A	W/W	4,58	4,59	4,58	4,56	4,58	4,56	4,56	4,56
	E	W/W	4,62	4,62	4,62	4,58	4,61	4,62	4,62	4,57
η _{sc}	A	%	180,20	180,40	180,40	179,20	180,40	179,40	179,40	179,60
	E	%	181,90	181,70	181,60	180,20	181,30	181,60	181,70	179,80

1 Eficiencia en aplicaciones para baja temperatura (35°C)

NRP		vers.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
TER	A	W/W	7,83	7,67	7,76	7,86	7,81	7,72	7,85	7,78	7,73
	E	W/W	7,82	7,67	7,77	7,84	7,79	7,71	7,81	7,76	7,72
NRP											
vers.											
TER	A	W/W	7,63	7,76	7,69	7,59	7,76	7,67	7,62	7,57	
	E	W/W	7,63	7,76	7,69	7,60	7,77	7,69	7,63	7,56	

DATOS TÉCNICOS GENERALES (0804÷2006)

NRP	vers.		0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	
Datos eléctricos												
Corriente máxima (F.L.A.)	A	A	163	188	205	233	261	303	337	386	427	
	E	A	170	196	213	241	269	311	352	401	442	
Corriente de arranque (L.R.A.)	A	A	368	431	449	485	513	636	670	638	679	
	E	A	376	439	456	493	521	644	685	653	694	
Compresor												
Tipo	Scroll											
Nº compresores	A-E	nº	4	4	4	4	4	4	4	5	6	
Nº circuitos	A-E	nº	2									
Refrigerante												
Tipo	R410A											
Carga refrigerante	A	kg	41	61	61	63	63	84	84	106	108	
	E	kg	61	81	81	83	83	104	124	147	149	
Potencial de calentamiento global	A-E	GWP	2088kgCO ₂ eq									
Instalación 2 tubos - Intercambiador lado aplicación (calor/frío)												
Tipo	Placas											
Número	A-E	nº	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caudal mín.	A	l/h	15000	15000	21000	21000	18000	18000	23000	23000	29000	
	E	l/h	15000	15000	21000	21000	18000	18000	23000	23000	29000	
Caudal max.	A	l/h	65000	65000	65000	65000	150000	150000	150000	150000	150000	
	E	l/h	65000	65000	65000	65000	150000	150000	150000	150000	150000	
Tipo conexiones	Junta acanalada											
Conexiones (in/out) (versión 00)	A	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
	E	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
Instalación 2 tubos - Intercambiador lado recuperación (agua caliente sanitaria)												
Tipo	Placas											
Número	A-E	nº	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Caudal mín.	A	l/h	11000	11000	20000	20000	20000	20000	28000	28000	48000	
	E	l/h	11000	11000	20000	20000	20000	20000	28000	28000	48000	
Caudal max.	A	l/h	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	310000	
	E	l/h	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	310000	
Tipo fijación colector	Junta acanalada											
Fijación colector (in/out) (versión 00)	A	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
	E	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
Instalación 4 tubos - Intercambiador lado instalación (frío)												
Tipo	Placas											
Número	A-E	nº	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caudal mín.	A	l/h	15000	15000	21000	21000	18000	18000	23000	23000	29000	
	E	l/h	15000	15000	21000	21000	18000	18000	23000	23000	29000	
Caudal max.	A	l/h	65000	65000	65000	65000	150000	150000	150000	150000	150000	
	E	l/h	65000	65000	65000	65000	150000	150000	150000	150000	150000	
Tipo conexiones	Junta acanalada											
Conexiones (in/out) (versión 00)	A	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
	E	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
Instalación 4 tubos - Intercambiador lado recuperación (lado calor)												
Tipo	Placas											
Número	A-E	nº	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Caudal mín.	A	l/h	11000	11000	20000	20000	20000	20000	28000	28000	48000	
	E	l/h	11000	11000	20000	20000	20000	20000	28000	28000	48000	
Caudal max.	A	l/h	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	310000	
	E	l/h	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	310000	
Tipo fijación colector	Junta acanalada											
Fijación colector (in/out) (versión 00)	A	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
	E	ø	3"	3"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"	
Instalación 2/4 tubos - Intercambiador lado instalación												
Resistencia eléctrica de serie	A-E	nº/W						2/150				
Instalación 2/4 tubos - Intercambiador lado recuperación												
Resistencia eléctrica de serie	A-E	nº/W						4/75				
KIT HIDRÓNICO												
Vaso de expansión												
Vaso de expansión	A	nº/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	
	E	nº/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	
Válvula de seguridad	A/E	nº/bar	1/6									

DATOS TÉCNICOS GENERALES (0804÷2006)

NRP	vers.		0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Ventiladores Estándar AC											
Tipo			Axiale								
Número	A	n°	4	6	6	6	6	8	8	10	10
	E	n°	6	8	8	8	8	10	12	14	14
Caudal de aire	A	m³/h	80000	120000	120000	120000	120000	160000	160000	200000	200000
	E	m³/h	80000	110000	110000	110000	110000	130000	160000	180000	180000
Presión estática útil	A	Pa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	Pa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corriente absorbida (total)	A	A	14,4	21,6	21,6	21,6	21,6	28,8	28,8	36,0	36,0
	E	A	8,0	10,7	10,7	10,7	10,7	13,4	16,1	18,8	18,8
Potencia absorbida (total)	A	kW	6,8	6,8	10,2	10,2	10,2	10,2	13,6	13,6	17,0
	E	kW	6,3	6,3	6,3	8,4	8,4	8,4	10,5	12,6	12,6
Ventiladores EC inverter											
Tipo			Axiale								
Número	A	n°	4	4	6	6	6	6	8	8	10
	E	n°	6	6	6	8	8	8	10	12	12
Caudal de aire	A	m³/h	80000	120000	120000	120000	120000	160000	160000	200000	200000
	E	m³/h	80000	110000	110000	110000	110000	130000	160000	180000	180000
Presión estática útil	A	Pa	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	E	Pa	170	170	170	170	170	170	170	170	170
Corriente absorbida (total)	A	A	9,2	9,2	13,8	13,8	13,8	13,8	18,4	18,4	23,0
	E	A	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0	8,0	10,0	12,0	12,0
Potencia absorbida (total)	A	kW	5,2	5,2	7,8	7,8	7,8	7,8	10,4	10,4	13,0
	E	kW	4,2	4,2	4,2	5,6	5,6	5,6	7,0	8,4	8,4
Datos sonoros											
Potencia sonora	A	dB(A)	89,5	91,6	91,6	91,6	91,6	93,1	93,1	94,2	94,2
	E	dB(A)	84,6	86,1	86,1	86,1	86,1	87,2	88,2	89,4	89,9
Presión sonora (10 m)	A	dB(A)	57,4	59,3	59,3	59,3	59,3	60,7	60,7	61,7	61,7
	E	dB(A)	52,4	53,7	53,7	53,7	53,7	54,7	55,5	56,7	57,2
Presión sonora (1 m)	A	dB(A)	70,4	71,8	71,8	71,8	71,8	72,9	72,9	73,3	73,3
	E	dB(A)	64,9	65,9	65,9	65,9	65,9	66,5	67,0	67,9	68,4

Potencia sonora: medida sobre la base en función de las mediciones efectuadas según la normativa UNI EN ISO 9614-2, cumpliendo con lo requerido por la Certificación Eurovent;

Presión sonora: medida en funcionamiento en frío en campo libre, a 10 m de distancia de la superficie externa de la unidad (según la normativa UNI EN ISO 3744)

DATOS TÉCNICOS GENERALES (2206÷3606)

NRP	vers.		2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
Datos eléctricos											
Corriente máxima (F.L.A.)	A	A	468	502	550	590	637	677	725	764	
	E	A	484	518	565	605	653	693	746	786	
Corriente de arranque (L.R.A.)	A	A	801	835	883	923	906	946	994	1034	
	E	A	817	851	898	938	922	962	1015	1055	
Compresor											
Tipo	Scroll										
Nº compresores	A-E	nº	6	6	6	6	6	6	6	6	
Nº circuitos	A-E	nº	2								
Refrigerante											
Tipo	R410A										
Carga refrigerante	A	kg	129	129	157	161	185	185	208	208	
	E	kg	171	171	200	206	229	229	252	252	
Potencial de calentamiento global	A-E	GWP	2088kgCO ₂ eq								
Instalación 2 tubos - Intercambiador lado aplicación (calor/frío)											
Tipo	Placas										
Número	A-E	nº	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caudal mín.	A	l/h	29000	29000	29000	29000	34000	34000	37000	37000	
	E	l/h	29000	29000	29000	29000	34000	34000	37000	37000	
Caudal max.	A	l/h	150000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	
	E	l/h	150000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	
Tipo conexiones	Junta acanalada										
Conexiones (in/out) (versión 00)	A	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
	E	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
Instalación 2 tubos - Intercambiador lado recuperación (agua caliente sanitaria)											
Tipo	Placas										
Número	A-E	nº	2	2	2	2	2	2	2	2	
Caudal mín.	A	l/h	48000	60000	60000	60000	70000	70000	70000	70000	
	E	l/h	48000	60000	60000	60000	70000	70000	70000	70000	
Caudal max.	A	l/h	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	
	E	l/h	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	
Tipo fijación colector	Junta acanalada										
Fijación colector (in/out) (versión 00)	A	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
	E	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
Instalación 4 tubos - Intercambiador lado instalación (frío)											
Tipo	Placas										
Número	A-E	nº	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caudal mín.	A	l/h	29000	29000	29000	29000	34000	34000	37000	37000	
	E	l/h	29000	29000	29000	29000	34000	34000	37000	37000	
Caudal max.	A	l/h	150000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	
	E	l/h	150000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	
Tipo conexiones	Junta acanalada										
Conexiones (in/out) (versión 00)	A	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
	E	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
Instalación 4 tubos - Intercambiador lado recuperación (lado calor)											
Tipo	Placas										
Número	A-E	nº	2	2	2	2	2	2	2	2	
Caudal mín.	A	l/h	48000	60000	60000	60000	70000	70000	70000	70000	
	E	l/h	48000	60000	60000	60000	70000	70000	70000	70000	
Caudal max.	A	l/h	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	
	E	l/h	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	310000	
Tipo fijación colector	Junta acanalada										
Fijación colector (in/out) (versión 00)	A	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
	E	ø	4"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	
Instalación 2/4 tubos - Intercambiador lado instalación											
Resistencia eléctrica de serie	A-E	nº/W					2/150				
Instalación 2/4 tubos - Intercambiador lado recuperación											
Resistencia eléctrica de serie	A-E	nº/W					4/75				
KIT HIDRÓNICO											
Vaso de expansión											
Vaso de expansión	A	nº/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	
	E	nº/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	
Válvula de seguridad	A/E	nº/bar	1/6								

DATOS TÉCNICOS GENERALES (2206÷3606)

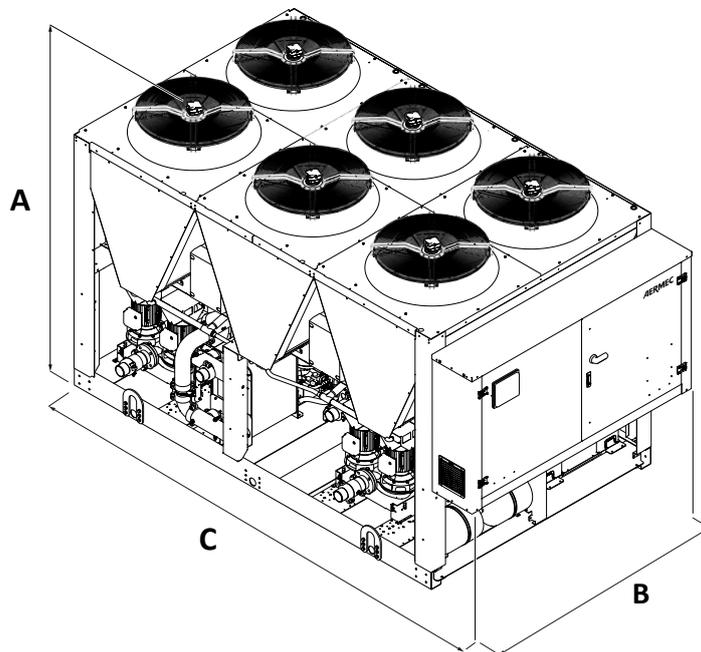
NRP	vers.		2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Ventiladores Estándar AC										
Tipo			Axiale							
Número	A	n°	12	12	14	14	16	16	18	18
	E	n°	16	16	18	18	20	20	22	22
Caudal de aire	A	m³/h	240000	240000	280000	280000	320000	320000	350000	350000
	E	m³/h	210000	210000	230000	230000	260000	260000	280000	280000
Presión estática útil	A	Pa	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	Pa	0	0	0	0	0	0	0	0
Corriente absorbida (total)	A	A	43,2	43,2	50,4	50,4	57,6	57,6	64,8	64,8
	E	A	21,4	21,4	24,1	24,1	26,8	26,8	29,5	29,5
Potencia absorbida (total)	A	kW	17,0	20,4	23,8	23,8	23,8	27,2	27,2	27,2
	E	kW	14,7	14,7	16,8	16,8	18,9	21,0	21,0	21,0
Ventiladores EC inverter										
Tipo			Axiale							
Número	A	n°	10	12	14	14	14	16	16	16
	E	n°	14	14	16	16	18	20	20	20
Caudal de aire	A	m³/h	240000	240000	280000	280000	320000	320000	350000	350000
	E	m³/h	210000	210000	230000	230000	260000	260000	280000	280000
Presión estática útil	A	Pa	70	70	70	70	70	70	70	70
	E	Pa	170	170	170	170	170	170	170	170
Corriente absorbida (total)	A	A	23,0	27,6	32,2	32,2	32,2	36,8	36,8	36,8
	E	A	14,0	14,0	16,0	16,0	18,0	20,0	20,0	20,0
Potencia absorbida (total)	A	kW	13,0	15,6	18,2	18,2	18,2	20,8	20,8	20,8
	E	kW	9,8	9,8	11,2	11,2	12,6	14,0	14,0	14,0
Datos sonoros										
Potencia sonora	A	dB(A)	95,1	95,1	95,9	95,9	96,6	96,6	97,2	97,2
	E	dB(A)	91,1	91,6	92,2	92,2	92,7	92,7	93,2	93,2
Presión sonora (10 m)	A	dB(A)	62,5	62,5	63,2	63,2	63,7	63,7	64,2	64,2
	E	dB(A)	58,2	58,7	59,2	59,2	59,6	59,6	60,0	60,0
Presión sonora (1 m)	A	dB(A)	74,0	74,0	74,3	74,3	74,6	74,6	74,9	74,9
	E	dB(A)	69,2	69,7	69,9	69,9	70,1	70,1	70,3	70,3

Potencia sonora: medida sobre la base en función de las mediciones efectuadas según la normativa UNI EN ISO 9614-2, cumpliendo con lo requerido por la Certificación Eurovent;

Presión sonora: medida en funcionamiento en frío en campo libre, a 10 m de distancia de la superficie externa de la unidad (según la normativa UNI EN ISO 3744)

DATOS TÉCNICOS GENERALES

NRP	vers.		0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006
Dimensiones e pesos											
Altura (A)	A-E	mm	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
Ancho (B)	A-E	mm	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
Longitud (C)	A	mm	2780	3970	3970	3970	3970	4760	4760	6350	6350
	E	mm	3970	4760	4760	4760	4760	5950	7140	8330	8330
Peso en vacío (00)	A	kg	2560	3060	3180	3370	3640	4300	4470	5310	5720
	E	kg	2980	3620	3740	3930	4200	4770	5350	6250	6680
NRP	vers.		2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606	
Dimensiones e pesos											
Altura (A)	A-E	mm	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	
Ancho (B)	A-E	mm	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	
Longitud (C)	A	mm	7140	7140	8330	8330	9520	9520	10710	10710	
	E	mm	9520	9520	10710	10710	11900	11900	13090	13090	
Peso en vacío (00)	A	kg	6370	6630	7280	7410	8200	8270	8890	8960	
	E	kg	7350	7610	8200	8330	9030	9100	9730	9800	



PESO KIT HIDRÓNICO

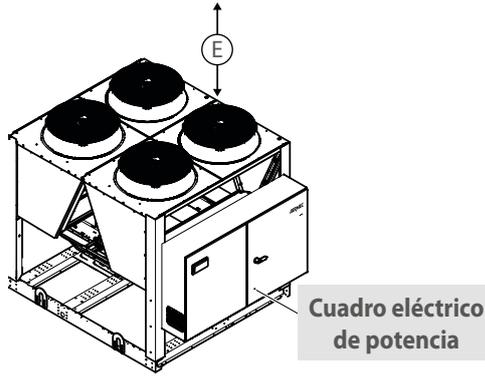
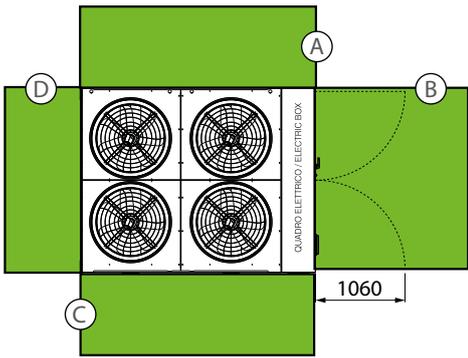
KIT HIDRÓNICO LADO INSTALACIÓN			0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
00	Peso en vacío	kg	44	44	44	44	44	52	52	52	52	52	70	70	70	70	70	70	70
	Volumen de agua	l	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7
	Peso total	kg	47	47	47	47	47	56	56	56	56	56	77	77	77	77	77	77	77
PA	Peso en vacío	kg	106	106	106	106	106	131	131	131	131	131	175	175	175	175	175	175	175
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	122	122	122	122	122	167	167	167	167	167	243	243	243	243	243	243	243
PB	Peso en vacío	kg	119	119	119	119	119	144	144	144	144	144	188	188	188	188	188	188	188
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	135	135	135	135	135	180	180	180	180	180	256	256	256	256	256	256	256
PC	Peso en vacío	kg	124	124	124	124	124	149	149	149	149	149	193	193	193	193	193	193	193
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	140	140	140	140	140	185	185	185	185	185	261	261	261	261	261	261	261
PD	Peso en vacío	kg	133	133	133	133	133	158	158	158	158	158	202	202	202	202	202	202	202
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	149	149	149	149	149	194	194	194	194	194	270	270	270	270	270	270	270
PE	Peso en vacío	kg	152	152	152	152	152	177	177	177	177	177	221	221	221	221	221	221	221
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	168	168	168	168	168	213	213	213	213	213	289	289	289	289	289	289	289
PF	Peso en vacío	kg	170	170	170	170	170	195	195	195	195	195	239	239	239	239	239	239	239
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	186	186	186	186	186	231	231	231	231	231	307	307	307	307	307	307	307
PG	Peso en vacío	kg	183	183	183	183	183	208	208	208	208	208	252	252	252	252	252	252	252
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	199	199	199	199	199	244	244	244	244	244	320	320	320	320	320	320	320
PH	Peso en vacío	kg	213	213	213	213	213	238	238	238	238	238	282	282	282	282	282	282	282
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	229	229	229	229	229	274	274	274	274	274	350	350	350	350	350	350	350
PI	Peso en vacío	kg	234	234	234	234	234	259	259	259	259	259	303	303	303	303	303	303	303
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	250	250	250	250	250	295	295	295	295	295	371	371	371	371	371	371	371
PJ	Peso en vacío	kg	243	243	243	243	243	268	268	268	268	268	312	312	312	312	312	312	312
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	259	259	259	259	259	304	304	304	304	304	380	380	380	380	380	380	380
DA *	Peso en vacío	kg	149	149	149	149	149	174	174	174	174	174	218	218	218	218	218	218	218
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	165	165	165	165	165	210	210	210	210	210	286	286	286	286	286	286	286
DB *	Peso en vacío	kg	163	163	163	163	163	188	188	188	188	188	232	232	232	232	232	232	232
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	179	179	179	179	179	224	224	224	224	224	300	300	300	300	300	300	300
DC *	Peso en vacío	kg	173	173	173	173	173	198	198	198	198	198	242	242	242	242	242	242	242
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	189	189	189	189	189	234	234	234	234	234	310	310	310	310	310	310	310
DD *	Peso en vacío	kg	191	191	191	191	191	216	216	216	216	216	260	260	260	260	260	260	260
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	207	207	207	207	207	252	252	252	252	252	328	328	328	328	328	328	328
DE *	Peso en vacío	kg	229	229	229	229	229	254	254	254	254	254	298	298	298	298	298	298	298
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	245	245	245	245	245	290	290	290	290	290	366	366	366	366	366	366	366
DF *	Peso en vacío	kg	280	280	280	280	280	305	305	305	305	305	349	349	349	349	349	349	349
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	296	296	296	296	296	341	341	341	341	341	417	417	417	417	417	417	417
DG *	Peso en vacío	kg	298	298	298	298	298	323	323	323	323	323	367	367	367	367	367	367	367
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	314	314	314	314	314	359	359	359	359	359	435	435	435	435	435	435	435
DH *	Peso en vacío	kg	378	378	378	378	378	403	403	403	403	403	447	447	447	447	447	447	447
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	394	394	394	394	394	439	439	439	439	439	515	515	515	515	515	515	515
DI *	Peso en vacío	kg	400	400	400	400	400	425	425	425	425	425	469	469	469	469	469	469	469
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	416	416	416	416	416	461	461	461	461	461	537	537	537	537	537	537	537
DJ *	Peso en vacío	kg	418	418	418	418	418	443	443	443	443	443	487	487	487	487	487	487	487
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	434	434	434	434	434	479	479	479	479	479	555	555	555	555	555	555	555

* La unidad 0804 versión A no se puede configurar con la doble bomba tanto del lado instalación como de recuperación.

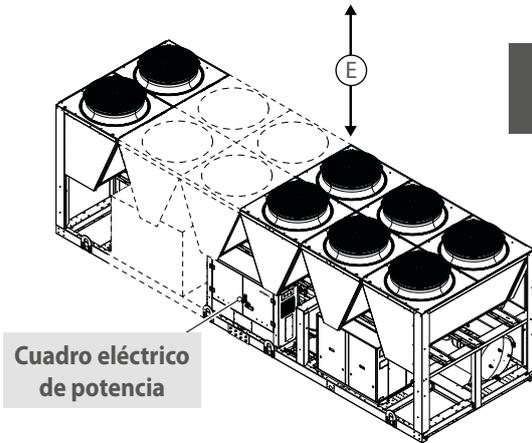
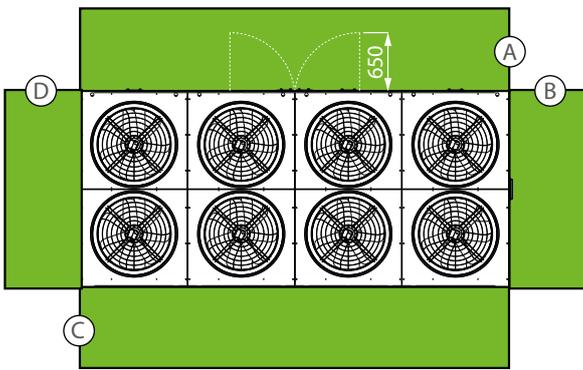
KIT HIDRÓNICO LADO RECUPERACIÓN			0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
00	Peso en vacío	kg	48	48	48	48	48	57	57	57	57	57	76	76	76	76	76	76	76
	Volumen de agua	l	5	5	5	5	5	9	9	9	9	9	14	14	14	14	14	14	14
	Peso total	kg	53	53	53	53	53	66	66	66	66	66	90	90	90	90	90	90	90
RA	Peso en vacío	kg	106	106	106	106	106	131	131	131	131	131	175	175	175	175	175	175	175
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	122	122	122	122	122	167	167	167	167	167	243	243	243	243	243	243	243
RB	Peso en vacío	kg	119	119	119	119	119	144	144	144	144	144	188	188	188	188	188	188	188
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	135	135	135	135	135	180	180	180	180	180	256	256	256	256	256	256	256
RC	Peso en vacío	kg	124	124	124	124	124	149	149	149	149	149	193	193	193	193	193	193	193
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	140	140	140	140	140	185	185	185	185	185	261	261	261	261	261	261	261
RD	Peso en vacío	kg	133	133	133	133	133	158	158	158	158	158	202	202	202	202	202	202	202
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	149	149	149	149	149	194	194	194	194	194	270	270	270	270	270	270	270
RE	Peso en vacío	kg	152	152	152	152	152	177	177	177	177	177	221	221	221	221	221	221	221
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	168	168	168	168	168	213	213	213	213	213	289	289	289	289	289	289	289
RF	Peso en vacío	kg	170	170	170	170	170	195	195	195	195	195	239	239	239	239	239	239	239
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	186	186	186	186	186	231	231	231	231	231	307	307	307	307	307	307	307
RG	Peso en vacío	kg	183	183	183	183	183	208	208	208	208	208	252	252	252	252	252	252	252
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	199	199	199	199	199	244	244	244	244	244	320	320	320	320	320	320	320
RH	Peso en vacío	kg	213	213	213	213	213	238	238	238	238	238	282	282	282	282	282	282	282
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	229	229	229	229	229	274	274	274	274	274	350	350	350	350	350	350	350
RI	Peso en vacío	kg	234	234	234	234	234	259	259	259	259	259	303	303	303	303	303	303	303
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	250	250	250	250	250	295	295	295	295	295	371	371	371	371	371	371	371
RJ	Peso en vacío	kg	243	243	243	243	243	268	268	268	268	268	312	312	312	312	312	312	312
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	259	259	259	259	259	304	304	304	304	304	380	380	380	380	380	380	380
SA *	Peso en vacío	kg	149	149	149	149	149	174	174	174	174	174	218	218	218	218	218	218	218
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	165	165	165	165	165	210	210	210	210	210	286	286	286	286	286	286	286
SB *	Peso en vacío	kg	163	163	163	163	163	188	188	188	188	188	232	232	232	232	232	232	232
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	179	179	179	179	179	224	224	224	224	224	300	300	300	300	300	300	300
SC *	Peso en vacío	kg	173	173	173	173	173	198	198	198	198	198	242	242	242	242	242	242	242
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	189	189	189	189	189	234	234	234	234	234	310	310	310	310	310	310	310
SD *	Peso en vacío	kg	191	191	191	191	191	216	216	216	216	216	260	260	260	260	260	260	260
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	207	207	207	207	207	252	252	252	252	252	328	328	328	328	328	328	328
SE *	Peso en vacío	kg	229	229	229	229	229	254	254	254	254	254	298	298	298	298	298	298	298
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	245	245	245	245	245	290	290	290	290	290	366	366	366	366	366	366	366
SF *	Peso en vacío	kg	280	280	280	280	280	305	305	305	305	305	349	349	349	349	349	349	349
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	296	296	296	296	296	341	341	341	341	341	417	417	417	417	417	417	417
SG *	Peso en vacío	kg	298	298	298	298	298	323	323	323	323	323	367	367	367	367	367	367	367
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	314	314	314	314	314	359	359	359	359	359	435	435	435	435	435	435	435
SH *	Peso en vacío	kg	378	378	378	378	378	403	403	403	403	403	447	447	447	447	447	447	447
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	394	394	394	394	394	439	439	439	439	439	515	515	515	515	515	515	515
SI *	Peso en vacío	kg	400	400	400	400	400	425	425	425	425	425	469	469	469	469	469	469	469
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	416	416	416	416	416	461	461	461	461	461	537	537	537	537	537	537	537
SJ *	Peso en vacío	kg	418	418	418	418	418	443	443	443	443	443	487	487	487	487	487	487	487
	Volumen de agua	l	16	16	16	16	16	36	36	36	36	36	68	68	68	68	68	68	68
	Peso total	kg	434	434	434	434	434	479	479	479	479	479	555	555	555	555	555	555	555

* La unidad 0804 versión A no se puede configurar con la doble bomba tanto del lado instalación como de recuperación.

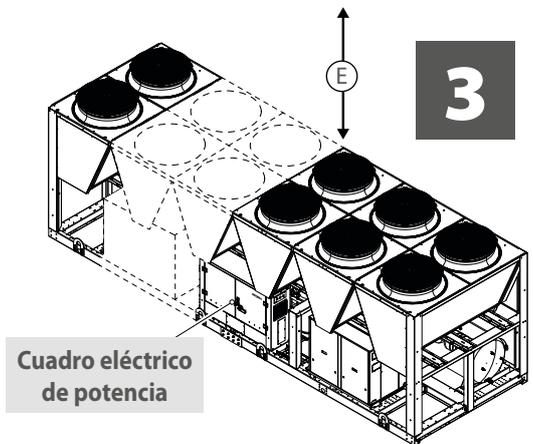
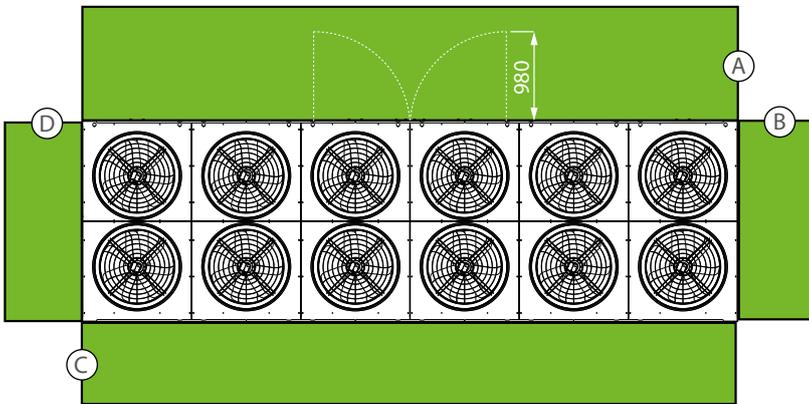
Tipo de cuadro



1



2



3

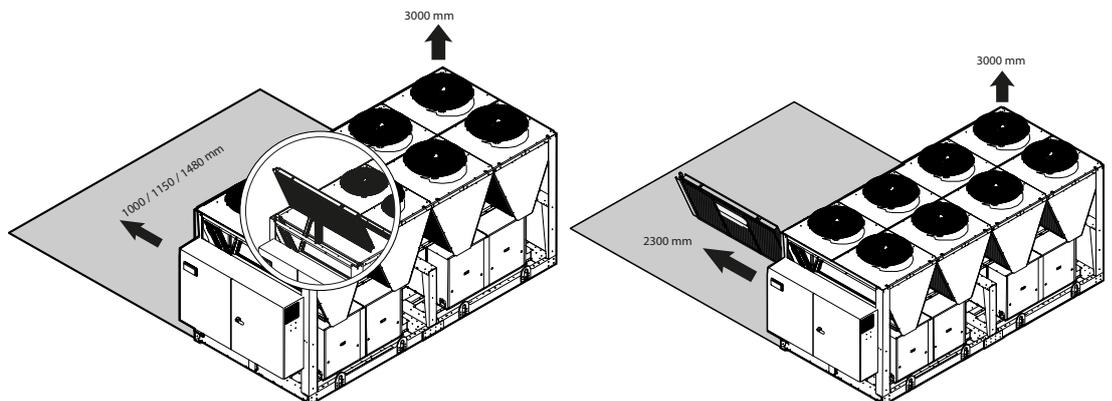
ESPACIOS TÉCNICOS MÍNIMOS

NRP	Vers	V-block n°	Ventiladores standard n°	Tipo de cuadro	A	B	C	D	E
					mm	mm	mm	mm	mm
0804	A	2	4	1	1000*	1100	1000*	800	3000
0904	A	3	6	1	1000*	1100	1000*	800	3000
1004	A	3	6	1	1000*	1100	1000*	800	3000
1104	A	3	6	1	1000*	1100	1000*	800	3000
1204	A	3	6	1	1000*	1100	1000*	800	3000
1414	A	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1604	A	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1805	A	5	10	2	1150*	800	1000*	800	3000
2006	A	5	10	1	1000*	1100	1000*	800	3000
2206	A	6	12	2	1150*	800	1000*	800	3000
2406	A	6	12	2	1150*	800	1000*	800	3000
2606	A	7	14	2	1150*	800	1000*	800	3000
2806	A	7	14	3	1480*	800	1000*	800	3000
3006	A	8	16	3	1480*	800	1000*	800	3000
3206	A	8	16	3	1480*	800	1000*	800	3000
3406	A	9	18	3	1480*	800	1000*	800	3000
3606	A	9	18	3	1480*	800	1000*	800	3000
0804	E	3	6	1	1000*	1100	1000*	800	3000
0904	E	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1004	E	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1104	E	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1204	E	4	8	2	1150*	800	1000*	800	3000
1414	E	5	10	2	1150*	800	1000*	800	3000
1604	E	6	12	2	1150*	800	1000*	800	3000
1805	E	7	14	2	1150*	800	1000*	800	3000
2006	E	7	14	2	1150*	800	1000*	800	3000
2206	E	8	16	2	1150*	800	1000*	800	3000
2406	E	8	16	2	1150*	800	1000*	800	3000
2606	E	9	18	2	1150*	800	1000*	800	3000
2806	E	9	18	3	1480*	800	1000*	800	3000
3006	E	10	20	3	1480*	800	1000*	800	3000
3206	E	10	20	3	1480*	800	1000*	800	3000
3406	E	11	22	3	1480*	800	1000*	800	3000
3606	E	11	22	3	1480*	800	1000*	800	3000

CUADRO ELÉCTRICO DE POTENCIA

- 1 = Exterior
- 2 = Interior puertas de 650 mm
- 3 = Interior puertas de 980 mm

* Espacio técnico mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de la enfriadora y eventuales operaciones de mantenimiento. **ATENCIÓN**, con este espacio la batería condensadora se puede extraer sólo desde arriba; para poder extraerla lateralmente se debe dejar al menos 2300 mm.



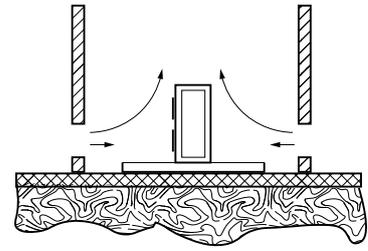
RANGOS DE FUNCIONAMIENTOS

Las unidades, en su configuración estándar, no son idóneas para la instalación en ambientes salinos.

Los valores indicados aquí en la tabla son relativos a los límites mín. y máx. de la unidad; para mayores informaciones, consulte las tablas de los rendimientos y consumos diferentes de la nominal. Para los límites de funcionamiento, consulte los diagramas, válidos para $\Delta T = 5^\circ\text{C}$

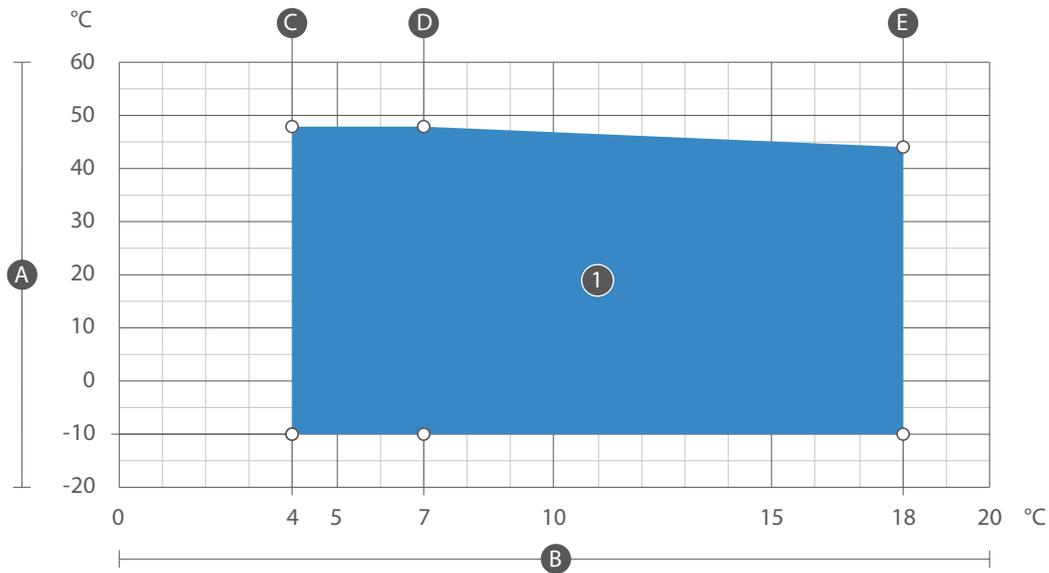
Si se desea hacer funcionar la unidad fuera de los límites operativos, le aconsejamos que contacte primero con nuestro servicio técnico comercial.

Nota: Si se instala la unidad en zonas con mucho viento es obligatorio colocar barreras cortaviento para evitar funcionamientos incorrectos de la unidad. Se recomienda su instalación si la velocidad del viento es superior a 2,5 m/s.



Barreras de protección contra el viento recomendadas con vientos superiores a los 2,5 m/s

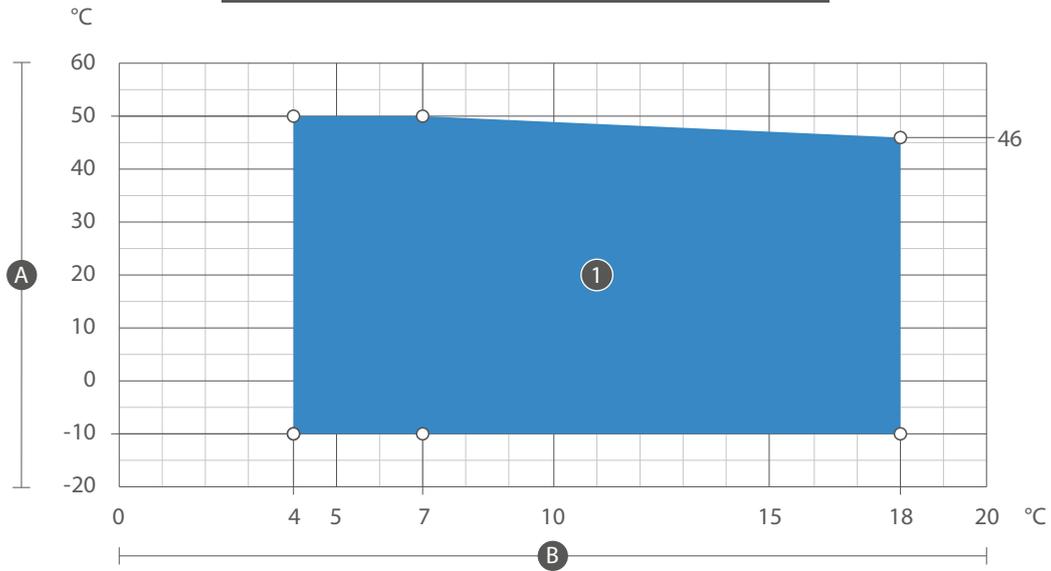
FUNCIONAMIENTO EN FRÍO - VERSIÓN A



- A - Temperatura del aire exterior °C
- B - Temperatura del agua producida °C
- 1 - Funcionamiento estándar

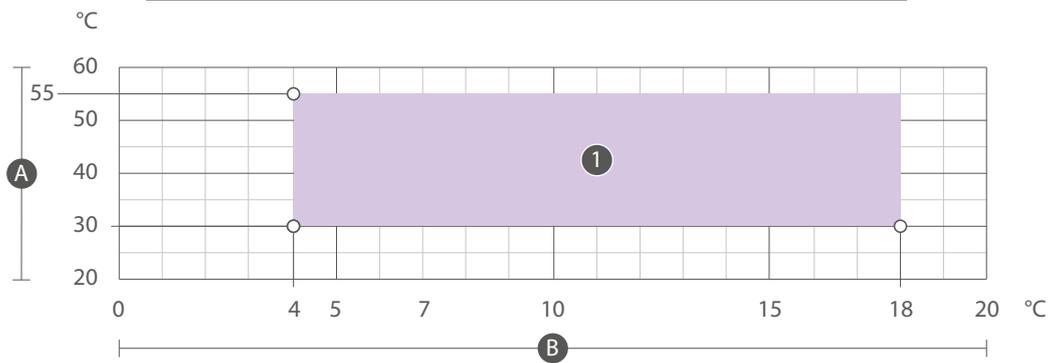
NRP A	Temperatura del aire exterior (TA) (°C)		
	Tamaño	C	D
0804	48	48	44
0904	50	50	46
1004	50	50	46
1104	48	48	44
1204	46	46	42
1414	48	48	44
1604	46	46	42
1805	46	46	42
2006	46	46	42
2206	46	46	42
2406	46	46	42
2606	46	46	42
2806	46	46	42
3006	46	46	42
3206	46	46	42
3406	46	46	42
3606	46	46	42

FUNCIONAMIENTO EN FRÍO - VERSIÓN E



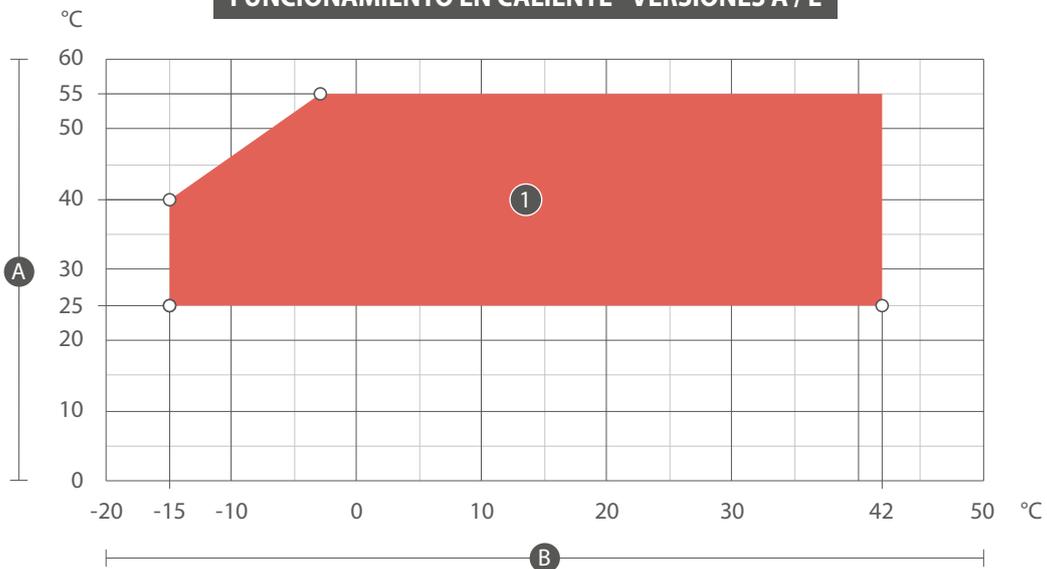
A - Temperatura del aire exterior °C
 B - Temperatura del agua producida °C
 1 - Funcionamiento estándar

FUNCIONAMIENTO CON RECUPERACIÓN - VERSIONES A / E



A - Temperatura del agua producida RECUPERACIÓN °C
 B - Temperatura del agua producida °C
 1 - Funcionamiento con recuperación

FUNCIONAMIENTO EN CALIENTE - VERSIONES A / E



A - Temperatura del agua producida °C
 B - Temperatura del aire exterior °C
 1 - Funcionamiento estándar

PÉRDIDAS DE CARGA

INSTALACIÓN DE 2 TUBOS

El caudal de agua se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Pc \times 860 / \Delta T$$

Q: Caudal de agua (l/h)

Pc: Potencia frigorífica (kW)

Δt: Salto térmico del agua (°C)

Las pérdidas de carga se calculan con la siguiente fórmula:

$$\Delta p = K \times (Q)^2$$

Δp: Pérdidas de carga (kPa)

K: Coeficiente para los varios tamaños y versiones

Q: Caudal de agua (l/h)

Mod.	Versiones sin kit hidrónico (00)			Versiones con kit hidrónico PA÷PJ / DA÷DJ / RA÷RJ / SA÷SJ			Intercambiador lado instalación		Intercambiador lado recuperación			
	Ver.	Intercambiador lado instalación		Ver.	Intercambiador lado instalación		K agua caliente sanitaria	Q min l/h	Q max l/h	Q min l/h	Q max l/h	
		K en frío	K en caliente		K en frío	K en caliente						
NRP												
0804	A	1,8823E-08	1,8743E-08	1,5450E-08	A	2,3835E-08	2,3488E-08	1,6814E-08	15000	65000	11000	100000
0904		2,1079E-08	1,8746E-08	1,6665E-08		2,6605E-08	2,3492E-08	1,8136E-08	15000	65000	11000	100000
1004		1,6888E-08	1,7365E-08	1,1800E-08		2,2200E-08	2,2110E-08	1,3339E-08	21000	65000	20000	100000
1104		1,5937E-08	1,7567E-08	1,0631E-08		2,0949E-08	2,2313E-08	1,2012E-08	21000	65000	20000	100000
1204		1,3152E-08	1,1719E-08	1,0045E-08		1,8164E-08	1,6465E-08	1,1349E-08	18000	150000	20000	100000
1414		8,2538E-09	1,0969E-08	5,3252E-09		1,0019E-08	9,1238E-09	5,8042E-09	18000	150000	20000	100000
1604		6,7326E-09	6,0567E-09	4,4409E-09		8,4975E-09	7,7276E-09	4,9105E-09	23000	150000	28000	100000
1805		6,9337E-09	6,0568E-09	4,1023E-09		8,6985E-09	7,7278E-09	4,5759E-09	23000	150000	28000	100000
2006		6,2184E-09	5,3630E-09	3,1953E-09		7,9832E-09	7,0034E-09	3,6335E-09	29000	150000	48000	310000
2206		6,0576E-09	5,3630E-09	3,2977E-09		7,8225E-09	7,0035E-09	3,7500E-09	29000	150000	48000	310000
2406		3,9308E-09	3,5512E-09	2,1826E-09		3,7383E-09	3,3723E-09	2,3786E-09	29000	300000	60000	310000
2606		2,9665E-09	2,6548E-09	1,6299E-09		3,7383E-09	3,3723E-09	1,8293E-09	29000	300000	60000	310000
2806		2,9665E-09	2,6548E-09	1,6893E-09		3,7383E-09	3,3722E-09	1,8863E-09	29000	300000	60000	310000
3006		2,6560E-09	2,3864E-09	1,5394E-09		3,4279E-09	3,1172E-09	1,7370E-09	34000	300000	70000	310000
3206		2,6560E-09	2,3864E-09	1,6204E-09		3,4279E-09	3,1172E-09	1,8210E-09	34000	300000	70000	310000
3406		2,6596E-09	2,3635E-09	1,2207E-09		3,4315E-09	3,0942E-09	1,4191E-09	37000	300000	70000	310000
3606		2,6596E-09	2,3634E-09	1,2569E-09		3,4315E-09	3,0942E-09	1,4532E-09	37000	300000	70000	310000
0804		E	2,1079E-08	1,9092E-08		1,5441E-08	E	2,6606E-08	2,3927E-08	1,6792E-08	15000	65000
0904	2,2118E-08		1,8974E-08	1,6039E-08	2,7872E-08	2,3720E-08		1,7443E-08	15000	65000	11000	100000
1004	1,7558E-08		1,7807E-08	1,1366E-08	2,3029E-08	2,2733E-08		1,2842E-08	21000	65000	20000	100000
1104	1,6396E-08		1,7685E-08	1,0429E-08	2,1506E-08	2,2520E-08		1,1783E-08	21000	65000	20000	100000
1204	1,3299E-08		1,1718E-08	9,9206E-09	1,8312E-08	1,6464E-08		1,1209E-08	18000	150000	20000	100000
1414	8,4548E-09		1,0968E-08	5,1364E-09	1,0220E-08	9,1235E-09		5,5984E-09	18000	150000	20000	100000
1604	7,0383E-09		6,0952E-09	4,5031E-09	8,8724E-09	7,7975E-09		4,9792E-09	23000	150000	28000	100000
1805	6,9707E-09		6,0568E-09	4,0649E-09	8,7870E-09	7,7278E-09		4,5353E-09	23000	150000	28000	100000
2006	6,0578E-09		5,3630E-09	3,2509E-09	7,8226E-09	7,0035E-09		3,6968E-09	29000	150000	48000	310000
2206	6,0577E-09		5,3630E-09	3,2961E-09	7,8226E-09	7,0034E-09		3,7482E-09	29000	150000	48000	310000
2406	3,9308E-09		3,5511E-09	2,1894E-09	3,7383E-09	3,3722E-09		2,3860E-09	29000	300000	60000	310000
2606	2,9951E-09		2,6548E-09	1,5851E-09	3,7669E-09	3,3722E-09		1,7791E-09	29000	300000	60000	310000
2806	2,9951E-09		2,6549E-09	1,6480E-09	3,7669E-09	3,3723E-09		1,8403E-09	29000	300000	60000	310000
3006	2,6989E-09		2,3864E-09	1,4867E-09	3,4708E-09	3,1172E-09		1,6777E-09	34000	300000	70000	310000
3206	2,6989E-09		2,3864E-09	1,5286E-09	3,4707E-09	3,1172E-09		1,7178E-09	34000	300000	70000	310000
3406	2,6739E-09		2,3635E-09	1,1718E-09	3,4457E-09	3,0942E-09		1,3625E-09	37000	300000	70000	310000
3606	2,6739E-09		2,3635E-09	1,2112E-09	3,4457E-09	3,0942E-09		1,4003E-09	37000	300000	70000	310000

K Coeficiente para los varios tamaños y versiones
 Q min Caudal mínimo de agua en el intercambiador
 Q max Caudal máximo de agua en el intercambiador



ATENCIÓN: Para temperatura promedio del agua distintas a 10 °C (Funcionamiento en frío) o 43 °C (Funcionamiento en caliente o Recuperación) consulte el apítulo "factores de corrección".

PÉRDIDAS DE CARGA

INSTALACIÓN DE 4 TUBOS

El caudal de agua se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Pc \times 860 / \Delta T$$

Q: Caudal de agua (l/h)

Pc: Potencia frigorífica (kW)

Δt: Salto térmico del agua (°C)

Las pérdidas de carga se calculan con la siguiente fórmula:

$$\Delta p = K \times (Q)^2$$

Δp: Pérdidas de carga (kPa)

K: Coeficiente para los varios tamaños y versiones

Q: Caudal de agua (l/h)

Mod.	Versiones sin kit hidráulico (00)		Versiones con kit hidráulico PA÷PJ / DA÷DJ / RA÷RJ / SA÷SJ		Intercambiador lado instalación		Intercambiador lado recuperación			
	Ver.	Intercambiador lado instalación K en frío	Intercambiador lado recuperación K en caliente	Ver.	Intercambiador lado instalación K en frío	Intercambiador lado recuperación K en caliente	Q min l/h	Q max l/h	Q min l/h	Q max l/h
0804	A	1,8823E-08	1,5450E-08	A	2,3835E-08	1,6814E-08	15000	65000	11000	100000
0904		2,1079E-08	1,6665E-08		2,6605E-08	1,8136E-08	15000	65000	11000	100000
1004		1,6888E-08	1,1800E-08		2,2200E-08	1,3339E-08	21000	65000	20000	100000
1104		1,5937E-08	1,0631E-08		2,0949E-08	1,2012E-08	21000	65000	20000	100000
1204		1,3152E-08	1,0045E-08		1,8164E-08	1,1349E-08	18000	150000	20000	100000
1414		8,2538E-09	5,3252E-09		1,0019E-08	5,8042E-09	18000	150000	20000	100000
1604		6,7326E-09	4,4409E-09		8,4975E-09	4,9105E-09	23000	150000	28000	100000
1805		6,9337E-09	4,1023E-09		8,6985E-09	4,5759E-09	23000	150000	28000	100000
2006		6,2184E-09	3,1953E-09		7,9832E-09	3,6335E-09	29000	150000	48000	310000
2206		6,0576E-09	3,2977E-09		7,8225E-09	3,7500E-09	29000	150000	48000	310000
2406		3,9308E-09	2,1826E-09		3,7383E-09	2,3786E-09	29000	300000	60000	310000
2606		2,9665E-09	1,6299E-09		3,7383E-09	1,8293E-09	29000	300000	60000	310000
2806		2,9665E-09	1,6893E-09		3,7383E-09	1,8863E-09	29000	300000	60000	310000
3006		2,6560E-09	1,5394E-09		3,4279E-09	1,7370E-09	34000	300000	70000	310000
3206		2,6560E-09	1,6204E-09		3,4279E-09	1,8210E-09	34000	300000	70000	310000
3406		2,6596E-09	1,2207E-09		3,4315E-09	1,4191E-09	37000	300000	70000	310000
3606		2,6596E-09	1,2569E-09		3,4315E-09	1,4532E-09	37000	300000	70000	310000
0804		E	2,1079E-08		1,5441E-08	E	2,6606E-08	1,6792E-08	15000	65000
0904	2,2118E-08		1,6039E-08	2,7872E-08	1,7443E-08		15000	65000	11000	100000
1004	1,7558E-08		1,1366E-08	2,3029E-08	1,2842E-08		21000	65000	20000	100000
1104	1,6396E-08		1,0429E-08	2,1506E-08	1,1783E-08		21000	65000	20000	100000
1204	1,3299E-08		9,9206E-09	1,8312E-08	1,1209E-08		18000	150000	20000	100000
1414	8,4548E-09		5,1364E-09	1,0220E-08	5,5984E-09		18000	150000	20000	100000
1604	7,0383E-09		4,5031E-09	8,8724E-09	4,9792E-09		23000	150000	28000	100000
1805	6,9707E-09		4,0649E-09	8,7870E-09	4,5353E-09		23000	150000	28000	100000
2006	6,0578E-09		3,2509E-09	7,8226E-09	3,6968E-09		29000	150000	48000	310000
2206	6,0577E-09		3,2961E-09	7,8226E-09	3,7482E-09		29000	150000	48000	310000
2406	3,9308E-09		2,1894E-09	3,7383E-09	2,3860E-09		29000	300000	60000	310000
2606	2,9951E-09		1,5851E-09	3,7669E-09	1,7791E-09		29000	300000	60000	310000
2806	2,9951E-09		1,6480E-09	3,7669E-09	1,8403E-09		29000	300000	60000	310000
3006	2,6989E-09		1,4867E-09	3,4708E-09	1,6777E-09		34000	300000	70000	310000
3206	2,6989E-09		1,5286E-09	3,4707E-09	1,7178E-09		34000	300000	70000	310000
3406	2,6739E-09		1,1718E-09	3,4457E-09	1,3625E-09		37000	300000	70000	310000
3606	2,6739E-09		1,2112E-09	3,4457E-09	1,4003E-09		37000	300000	70000	310000

K Coeficiente para los varios tamaños y versiones
 Q min Caudal mínimo de agua en el intercambiador
 Q max Caudal máximo de agua en el intercambiador



ATENCIÓN: Para temperatura promedio del agua distintas a 10 °C (Funcionamiento en frío) o 43 °C (Funcionamiento en caliente o Recuperación) consulte el apítulo "factores de corrección".

PRESIÓN DE LAS BOMBAS

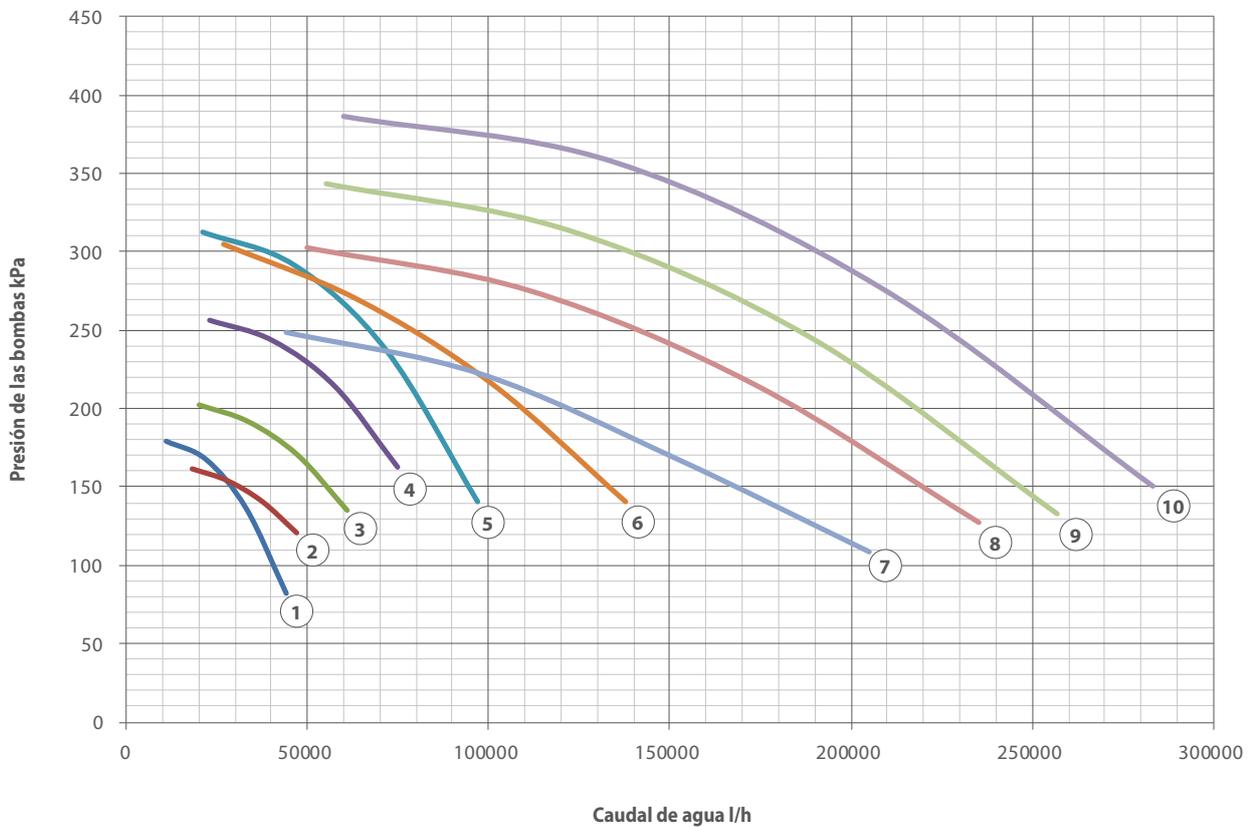
En la tabla se indican las curvas características de las bombas, **no representan por lo tanto las presiones útiles para la instalación.**

Las presiones útiles para la instalación deben calcularse, restando las pérdidas de carga de la unidad a la presión de la bomba que se lee en este gráfico, (Δp) que pueden calcularse usando las tablas indicadas anteriormente.

Bomba	Rif. Bomba	n° Polos	F.L.I. (kW)	F.L.A. (A)	QminP (l/h)	QmaxP (l/h)
PA-RA	(1)	2	2,53	4,56	11000	44000
PB-RB	(2)	2	3,46	6,33	18000	47000
PC-RC	(3)	2	4,49	7,62	20000	61000
PD-RD	(4)	2	6,18	10,50	23000	75000
PE-RE	(5)	2	8,30	14,10	21000	97000
PF-RF	(6)	2	10,13	17,20	27000	138000
PG-RG	(7)	2	12,04	20,20	44000	205000
PH-RH	(8)	2	16,22	26,60	50000	235000
PI-RI	(9)	2	20,12	33,00	55000	257000
PJ-RJ	(10)	2	23,79	40,40	60000	283000

F.L.I. Potencia máxima absorbida por la bomba
F.L.A. Corriente máxima absorbida por la bomba

QminP Caudal mínimo de agua de la bomba
QmaxP Caudal máximo de agua de la bomba



PRESIÓN DE LAS BOMBAS

En la tabla se indican las curvas características de las bombas, **no representan por lo tanto las presiones útiles para la instalación.**

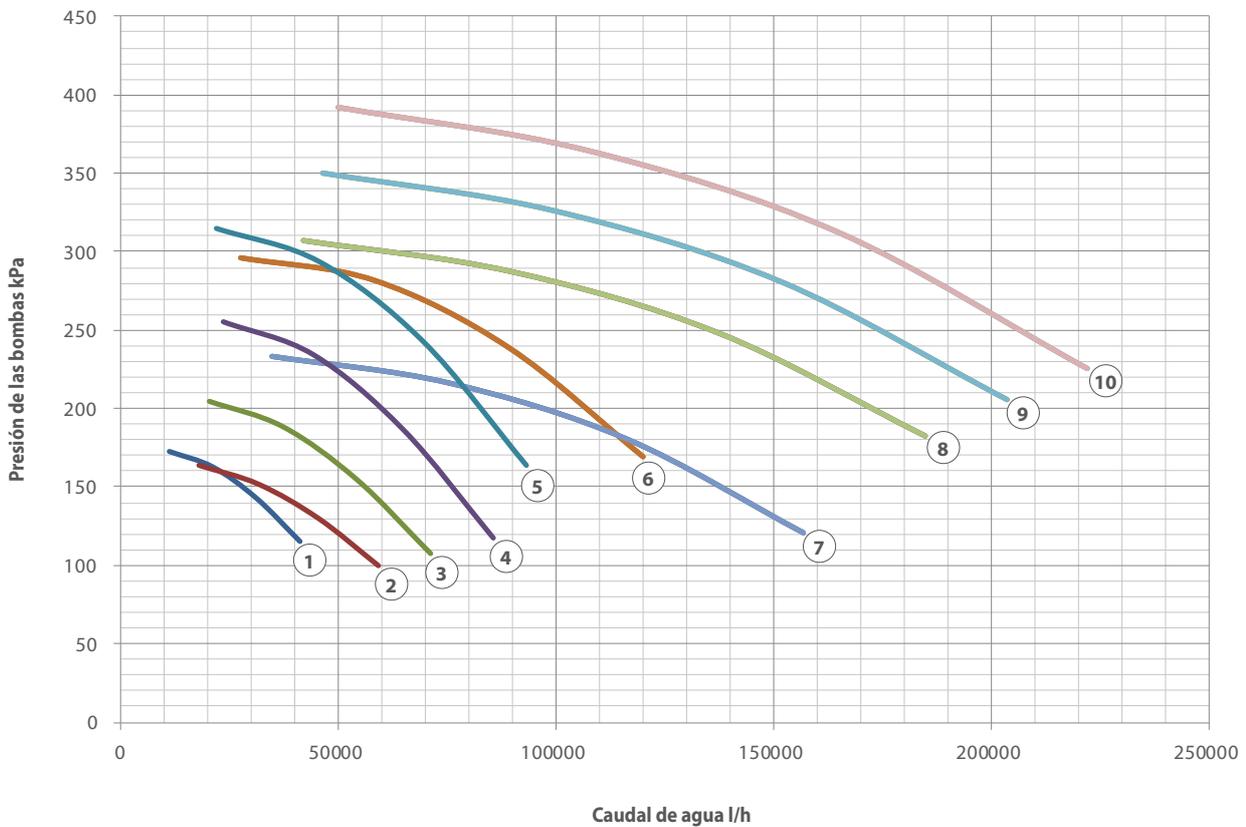
Las presiones útiles para la instalación deben calcularse, restando las pérdidas de carga de la unidad a la presión de la bomba que se lee en este gráfico, (Δp) que pueden calcularse usando las tablas indicadas anteriormente.

Bomba	Rif. Bomba	n° Polos	F.L.I. (kW)	F.L.A. (A)	QminP (l/h)	QmaxP (l/h)
DA-SA ⁽¹⁾	(1)	2	2,53	4,56	11000	41000
DB-SB ⁽¹⁾	(2)	2	3,46	6,33	18060	59000
DC-SC ⁽¹⁾	(3)	2	4,49	7,62	20430	71000
DD-SD ⁽¹⁾	(4)	2	6,18	10,50	23670	85500
DE-SE ⁽¹⁾	(5)	2	8,30	14,10	22020	93000
DF-SF ⁽¹⁾	(6)	2	10,13	17,20	27660	120000
DG-SG ⁽¹⁾	(7)	2	12,04	20,20	34710	156990
DH-SH ⁽¹⁾	(8)	2	16,22	26,60	42150	185000
DI-SI ⁽¹⁾	(9)	2	20,12	33,00	46230	203420
DJ-SJ ⁽¹⁾	(10)	2	23,79	40,40	50000	222000

F.L.I. Potencia máxima absorbida por la bomba
F.L.A. Corriente máxima absorbida por la bomba

QminP Caudal mínimo de agua de la bomba
QmaxP Caudal máximo de agua de la bomba

(1) Los kits hidrónicos DA÷DJ e SA÷SJ llevan dos bombas gemelas de las cuales 1 funcionando y 1 de reserva



FACTORES DE CORRECCIÓN

Las pérdidas de carga se calculan con temperatura media del agua de 10 °C (Funcionamiento en frío), 43 °C (Funcionamiento en caliente o Recuperación)

Intercambiador lado instalación	Temperaturas medias del agua (°C)	Factores de corrección para temperaturas medias del agua distintas al nominal															
		Funcionamiento en frío								Funcionamiento en caliente o Recuperación							
Factor de corrección pérdidas de carga		5	10	15	20	30	40	50	23	28	33	38	43	48	53	58	
		1.02	1	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	1.04	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97	

DE SUCIEDAD

	Factores de corrección para LA INCRUSTACIÓN [K*m²]/[W]			
	0,0	0,00005	0,0001	0,0002
Factores de corrección de la potencia frigorífica	1,0	1,00	0,98	0,94
Factores de corrección de la potencia absorbida	1,0	1,00	0,98	0,95

CALIBRACIÓN DEL VASO DE EXPANSIÓN

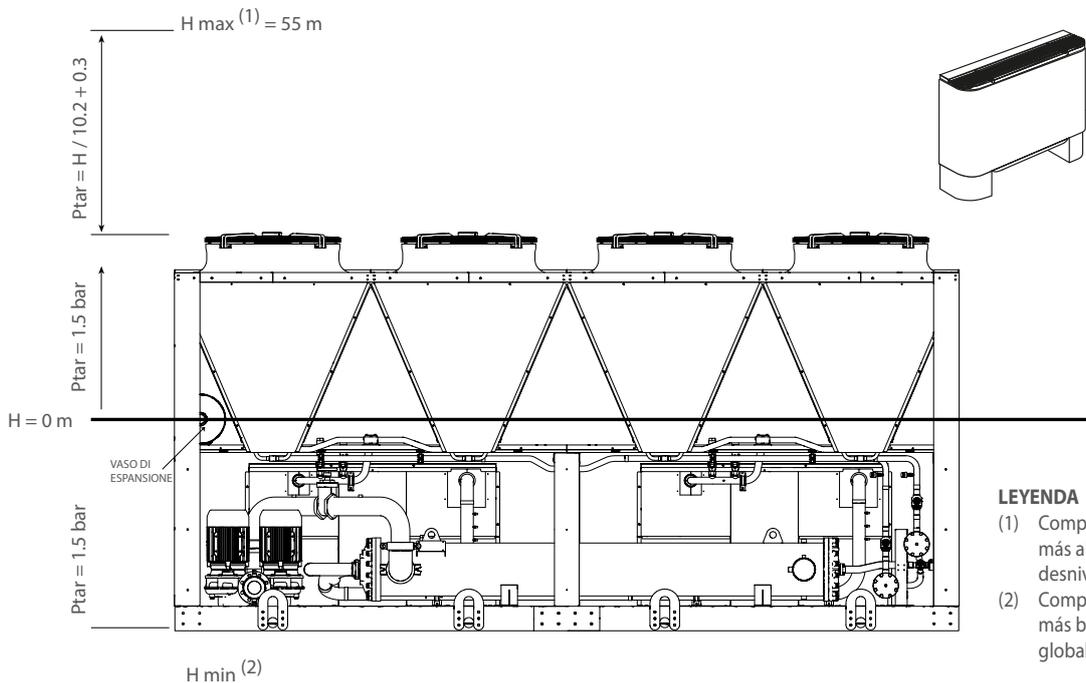
El vaso de expansión previsto tiene un volumen de 24L. El valor estándar de la presión de precarga del vaso de expansión es de 1,5 bar, que puede ajustarse hasta un máximo de 6 bar.

La calibración del vaso debe regularse en función del desnivel (H) máximo del dispositivo de uso (vea figura), según la fórmula:

$$p \text{ (calibración) [bar]} = H \text{ [m]} / 10,2 + 0,3.$$

Por ejemplo, si el valor del desnivel H equivale a 20 m, el valor de calibración del vaso será de 2,3 bar.

Si el valor de calibración obtenido por el cálculo resulta inferior a 1,5 bar (es decir para $H < 12,25$), mantenga la calibración estándar.



LEYENDA

- (1) Compruebe que el punto de consumo más alto no supere los 55 metros de desnivel.
- (2) Comprobar que el dispositivo de uso más bajo pueda soportar la presión global que actúa en ese punto.

CONTENIDO MÍNIMO AGUA

NRP 2 TUBOS		0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Contenido mínimo de agua admitido LADO INSTALACIÓN	I/kW									10								
Contenido mínimo de agua admitido LADO SANITARIO	I/kW									10								
Contenido de agua aconsejado LADO INSTALACIÓN Y SANITARIO	I/kW									14								

NRP 4 TUBOS		0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Contenido mínimo de agua admitido LADO FRÍO	I/kW									7								
Contenido mínimo de agua admitido LADO CALIENTE	I/kW									10								
Contenido de agua aconsejado LADO FRÍO Y LADO CALIENTE	I/kW									14								

Nota: el contenido de agua al que se refieren las tablas coincide con la cantidad de agua realmente útil para fines inerciales; este valor no coincide necesariamente con la totalidad del contenido de agua de la instalación, y debe calcularse sobre la base del esquema de instalación y de los modos de funcionamiento previstos para la propia instalación.

A continuación se presentan algunos ejemplos de todos los casos posibles.

Ejemplo 1: para una polivalente de 4 tubos con circuito primario (caliente y frío) y circuito secundario, y en el que las bombas en la zona del circuito secundario pueden desconectarse (incluso ocasionalmente), solo el contenido de agua del circuito primario tiene valor de contenido de agua útil para el recuento

Ejemplo 2: para una polivalente de 2 tubos, con un circuito intermedio en el lado del a.c.s. que funciona en un intercambiador intermedio para la producción de a.c.s., y con un circuito secundario y una caldera aguas abajo del intercambiador, el contenido de agua del circuito secundario aguas abajo del intercambiador y de la acumulación de a.c.s.) puede contribuir al cálculo de la cantidad de agua útil sólo si se cumplen las dos condiciones siguientes:

- el intercambiador intermedio tiene un tamaño adecuado en función de la capacidad de la máquina;
- Ambas bombas (primaria y secundaria) están siempre activas o controladas al mismo tiempo de acuerdo con la temperatura del agua contenida en la acumulación de a.c.s., detectada por una sonda SSAN especial.

En el circuito de instalación de una polivalente de 2 tubos, se aplica lo mismo que en el ejemplo 1.

En caso de duda, se recomienda consultar la documentación técnica pertinente o el Servicio Técnico Comercial de AERMEC.



ATENCIÓN

Se recomienda diseñar las instalaciones con un contenido de agua elevado (en la tab. se detallan los valores mínimos aconsejados), para limitar:

1. El número de horas de inversión entre las distintas modalidades de funcionamiento.
2. La reducción de la temperatura del agua durante los ciclos de descongelación en el período invernal.

CONTENIDO MÁXIMO DE AGUA RECOMENDADO EN LA INSTALACIÓN

Las unidades con kit hidrónico montado están equipadas de serie con vaso de expansión calibrado a 1,5 bar, de válvula de seguridad, de flujóstato y de filtro de agua montado. El contenido máximo de la instalación hídrica depende de la capacidad del vaso de expansión y de la calibración de la válvula de seguridad.

Modelo	ver	u.m.	0804	0904	1004	1104	1204	1414	1604	1805	2006	2206	2406	2606	2806	3006	3206	3406	3606
Vaso de expansión con kit hidrónico solo bombas																			
DA ÷ DJ / PA ÷ PJ /	A	n°/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24
RA ÷ RJ / SA ÷ SJ	E	n°/l	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24	2/24
Válvula de seguridad	A/E	n°/bar									1/6								

En la tabla se indica un ejemplo de contenido máximo de agua, calculado con las condiciones operativas indicadas y solo para proteger la unidad. Si el volumen de agua en la instalación es superior, añada un vaso de expansión más dimensionado correctamente.

Temperatura del agua de la instalación máx/mín.	°C					40/4
Altura hidráulica	m		30		25	20
Precarga del vaso de expansión	bar		3.2		2.8	2.3
Contenido máximo de agua	l		2174		2646	3118
						3590
						3852
Temperatura del agua de la instalación máx/mín.	°C					60/4
Precarga del vaso de expansión	bar		3.2		2.8	2.3
Contenido máximo de agua	l		978		1190	1404
						1616
						1732
Temperatura del agua de la instalación máx/mín.	°C					85/4
Precarga del vaso de expansión	bar		3.2		2.8	2.3
Contenido máximo de agua	l		510		622	732
						844
						904

Los datos de la tabla se refieren a un vaso de expansión de 24 l

GLICOL

SOLUCIONES DE GLICOL ETILENO

FUNCIONAMIENTO EN FRÍO

FACTORES CORRECTIVOS CON SOLUCIONES DE GLICOL ETILENO - FUNCIONAMIENTO EN FRÍO											
Freezing Point	°C	0	-3.63	-6.10	-8.93	-12.11	-15.74	-19.94	-24.79	-30.44	-37.10
Porcentaje glicol etileno	%	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Qwc	-	1.000	1.033	1.040	1.049	1.060	1.072	1.086	1.102	1.120	1.141
Pc	-	1.000	0.990	0.985	0.980	0.975	0.970	0.965	0.960	0.955	0.950
Pa	-	1.000	0.996	0.994	0.992	0.990	0.988	0.986	0.984	0.982	0.980
Dp	-	1.000	1.109	1.157	1.209	1.268	1.336	1.414	1.505	1.609	1.728

Temperatura media del agua = 9.5 °C

FUNCIONAMIENTO CALIENTE

FACTORES CORRECTIVOS CON SOLUCIONES DE GLICOL ETILENO - FUNCIONAMIENTO CALIENTE											
Gefrierpunkt	°C	0	-3.63	-6.10	-8.93	-12.11	-15.74	-19.94	-24.79	-30.44	-37.10
Ethylenglykol-Anteil	%	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Qwh	-	1.000	1.027	1.038	1.050	1.063	1.078	1.095	1.114	1.135	1.158
Ph	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pa	-	1.000	1.002	1.003	1.004	1.005	1.007	1.008	1.010	1.012	1.015
Dp	-	1.000	1.087	1.128	1.175	1.227	1.286	1.353	1.428	1.514	1.610

Temperatura media del agua = 42.5 °C

Qwc: Factor correctivo caudal de agua (temperatura media del agua 9.5°C)

Qwh: Factor correctivo caudal de agua (temperatura media del agua 42.5°C)

Pc: Factor correctivo potencia frigorífica

Ph: Factor correctivo potencia térmica

Pa: Factor correctivo potencia absorbida

Dp: Pérdida de carga

SOLUCIONES DE GLICOL PROPILÉNICO

FUNCIONAMIENTO EN FRÍO

FACTORES CORRECTIVOS CON SOLUCIONES DE GLICOL PROPILÉNICO - FUNCIONAMIENTO EN FRÍO											
Freezing Point	°C	0	-3.43	-5.30	-7.44	-9.98	-13.08	-16.86	-21.47	-27.04	-33.72
Porcentaje glicol propilénico	%	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Qwc	-	1.000	1.007	1.006	1.007	1.010	1.015	1.022	1.032	1.044	1.058
Pc	-	1.000	0.985	0.978	0.970	0.963	0.955	0.947	0.939	0.932	0.924
Pa	-	1.000	0.996	0.994	0.992	0.990	0.988	0.986	0.984	0.982	0.980
Dp	-	1.000	1.082	1.102	1.143	1.201	1.271	1.351	1.435	1.520	1.602

Temperatura media del agua = 9.5 °C

FUNCIONAMIENTO CALIENTE

FACTORES CORRECTIVOS CON SOLUCIONES DE GLICOL PROPILÉNICO - FUNCIONAMIENTO CALIENTE											
Freezing Point	°C	0	-3.43	-5.30	-7.44	-9.98	-13.08	-16.86	-21.47	-27.04	-33.72
Porcentaje glicol propilénico	%	0	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Qwh	-	1.000	1.008	1.014	1.021	1.030	1.042	1.055	1.071	1.090	1.112
Ph	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pa	-	1.000	1.003	1.004	1.005	1.007	1.009	1.011	1.014	1.018	1.023
Dp	-	1.000	1.050	1.077	1.111	1.153	1.202	1.258	1.321	1.390	1.467

Temperatura media del agua = 42.5 °C

Qwc: Factor correctivo caudal de agua (temperatura media del agua 9.5°C)

Qwh: Factor correctivo caudal de agua (temperatura media del agua 42.5°C)

Pc: Factor correctivo potencia frigorífica

Ph: Factor correctivo potencia térmica

Pa: Factor correctivo potencia absorbida

Dp: Pérdida de carga



Evitar introducir el glicol en el sistema hidráulico cerca de la entrada de aire de la bomba. Una concentración demasiado elevada de glicol y de aditivos, sobre los límites permitidos, puede activar el bloqueo de la bomba: no hay que utilizar la bomba para mezclar el agua.

DATOS SONOROS

Unidad NRP A	Notas	Niveles sonoros totales			Banda de octava (Hz)						
		Pot.	Pres. 10m	Pres. 1m	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	Potencia sonora para frecuencia central de banda [dB(A)]						
0804		89,5	57,4	70,4	83,4	80,5	82,3	83,4	81,2	75,6	69,5
0904		91,6	59,3	71,8	85,7	82,6	84,3	85,4	83,1	77,3	71,2
1004		91,6	59,3	71,8	85,7	82,6	84,3	85,4	83,1	77,3	71,2
1104		91,6	59,3	71,8	85,7	82,6	84,3	85,4	83,1	77,3	71,2
1204		91,6	59,3	71,8	85,7	82,6	84,3	85,4	83,1	77,3	71,2
1414		93,1	60,7	72,9	87,4	84,1	85,8	86,8	84,4	78,6	72,3
1604		93,1	60,7	72,9	87,4	84,1	85,8	86,8	84,4	78,6	72,3
1805		94,2	61,7	73,3	88,6	85,3	86,8	87,8	85,5	79,5	73,2
2006		94,2	61,7	73,3	88,6	85,3	86,8	87,8	85,5	79,5	73,2
2206		95,1	62,5	74,0	89,7	86,2	87,7	88,7	86,3	80,3	73,9
2406		95,1	62,5	74,0	89,7	86,2	87,7	88,7	86,3	80,3	73,9
2606		95,9	63,2	74,3	90,6	87,0	88,5	89,5	87,0	81,0	74,5
2806		95,9	63,2	74,3	90,6	87,0	88,5	89,5	87,0	81,0	74,5
3006		96,6	63,7	74,6	91,4	87,7	89,2	90,1	87,6	81,5	75,1
3206		96,6	63,7	74,6	91,4	87,7	89,2	90,1	87,6	81,5	75,1
3406		97,2	64,2	74,9	92,0	88,3	89,8	90,7	88,2	82,1	75,5
3606		97,2	64,2	74,9	92,0	88,3	89,8	90,7	88,2	82,1	75,5

Unidad NRP E	Notas	Niveles sonoros totales			Banda de octava (Hz)						
		Pot.	Pres. 10m	Pres. 1m	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	Potencia sonora para frecuencia central de banda [dB(A)]						
0804		84,6	52,4	64,9	79,7	75,1	76,5	77,9	76,2	71,1	66,0
0904		86,1	53,7	65,9	81,4	76,6	77,9	79,2	77,5	72,4	67,1
1004		86,1	53,7	65,9	81,4	76,6	77,9	79,2	77,5	72,4	67,1
1104		86,1	53,7	65,9	81,4	76,6	77,9	79,2	77,5	72,4	67,1
1204		86,1	53,7	65,9	81,4	76,6	77,9	79,2	77,5	72,4	67,1
1414		87,2	54,7	66,5	82,7	77,7	78,9	80,3	78,5	73,3	68,0
1604		88,2	55,5	67,0	83,7	78,6	79,8	81,1	79,3	74,1	68,7
1805		89,4	56,7	67,9	85,2	79,9	81,0	82,3	80,5	75,1	69,7
2006		89,9	57,2	68,4	85,8	80,4	81,5	82,8	80,9	75,5	70,0
2206		91,1	58,2	69,2	87,1	81,5	82,6	83,8	81,9	76,5	70,9
2406		91,6	58,7	69,7	87,6	82,0	83,0	84,3	82,4	76,9	71,3
2606		92,2	59,2	69,9	88,3	82,6	83,6	84,9	82,9	77,4	71,8
2806		92,2	59,2	69,9	88,3	82,6	83,6	84,9	82,9	77,4	71,8
3006		92,7	59,6	70,1	88,9	83,1	84,1	85,3	83,4	77,8	72,2
3206		92,7	59,6	70,1	88,9	83,1	84,1	85,3	83,4	77,8	72,2
3406		93,2	60,0	70,3	89,5	83,6	84,5	85,8	83,8	78,2	72,5
3606		93,2	60,0	70,3	89,5	83,6	84,5	85,8	83,8	78,2	72,5

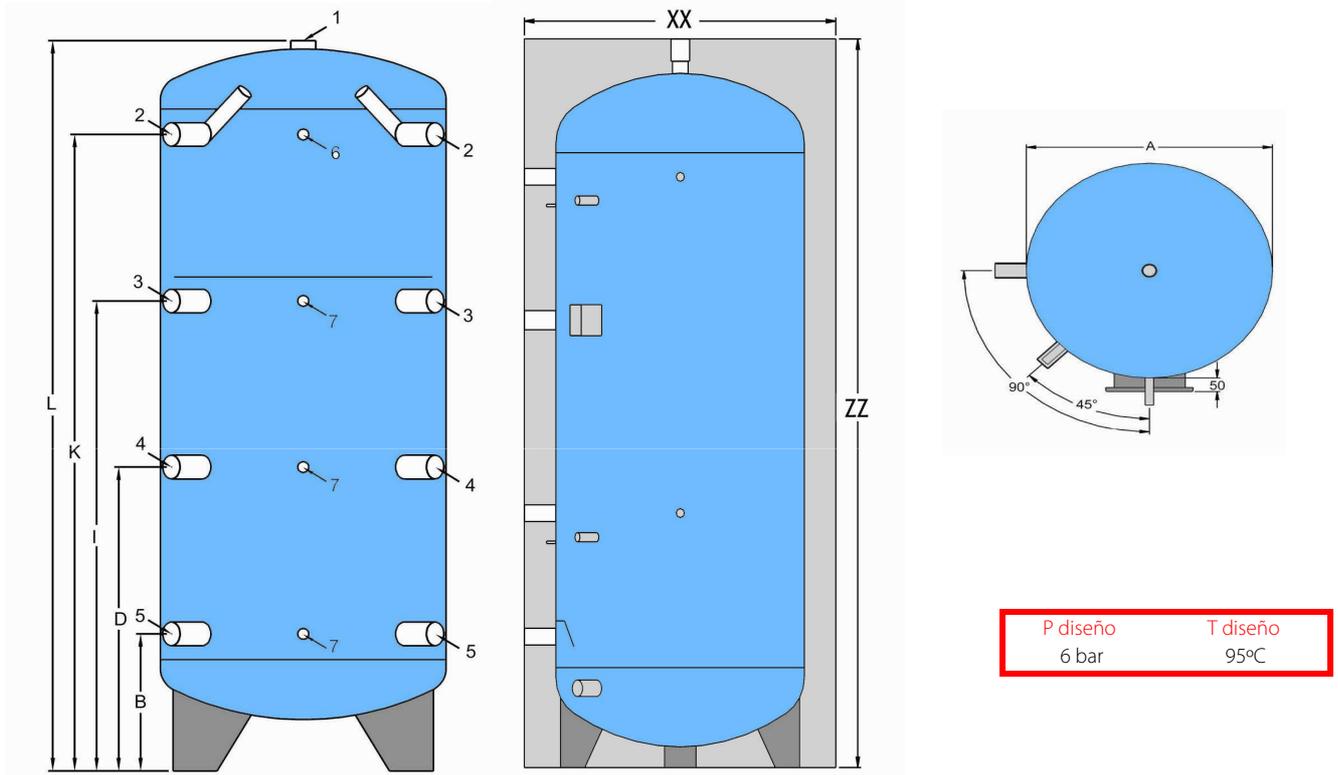
Condiciones de trabajo:

Datos 14511:2018; temperatura del agua lado aplicación (in/out) 12 °C / 7 °C; temperatura del aire exterior 35 °C.

**14. Catálogo del acumulador
de inercia CHROMAGEN
AICV011**

Acumuladores inercia

Depósito acumulador para el calentamiento de agua especialmente indicados para sistemas que precisen inercia térmica. Construidos en acero al carbono, pintados exteriormente y provistos de un aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm.



Dimensiones (mm)

Modelo	Volumen (l)	A	B	D	I	K	L	xx	zz	Peso (Kg)
AICV003	300	500	215	595	975	1355	1560	700	1635	90
AICV004	500	650	330	710	1090	1470	1700	850	1775	120
AICV005	750	790	335	715	1095	1475	1725	990	1800	170
AICV006	1000	790	280	805	1335	1860	2115	990	2190	190
AICV007	1500	1.000	390	750	1310	1770	2090	1200	2165	240
AICV008	2000	1.100	390	950	1510	2070	2405	1300	2480	330
AICV009	3000	1.250	390	1020	1650	2280	2645	1450	2720	400
AICV010	4000	1.500	470	1030	1590	2150	2575	1700	2645	460
AICV011	5000	1.600	465	1095	1725	2355	2795	1800	2870	555

Conexiones

1	Evacuación de aire	1" 1/4"
2	Entrada desde sistema auxiliar	1 1/2"
3	Entrada desde sistema auxiliar	1 1/2"
4	Salida hacia sistema auxiliar - 50°C	1 1/2"
5	Salida hacia sistema auxiliar - 30°C	1 1/2"
6	Termómetro	1/2"

