

Trabajo Fin de Grado

Diseño de un sistema de producción de agua
caliente sanitaria por acumulación para un edificio
de viviendas utilizando energía solar fotovoltaica

Autor

Miguel Zarzuela Cepero

Director

Pascual Sánchez González



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

RESUMEN

Este trabajo académico se centra en el estudio y análisis de la producción de agua caliente sanitaria (ACS) de forma eficiente y renovable en una de las localidades españolas de clima invernal más duro a través del autoconsumo fotovoltaico.

Se desarrolla en el marco de una tarificación eléctrica de balance neto, actualmente en fase de estudio y aprobación en España, obteniendo una novedosa visión sobre la producción de ACS.

Tras la determinación de las necesidades energéticas y eléctricas, se plantean diferentes posibilidades de producción del ACS que cumplan los requisitos de eficiencia, calidad y salubridad, así como el estudio detallado de todos los componentes que precisa la instalación.

Se lleva a cabo un estudio energético para valorar la potencia pico de módulos fotovoltaicos necesaria para satisfacer la demanda eléctrica del sistema, así como la selección y posicionamiento de los elementos eléctricos necesarios.

Con todos los detalles de la instalación, se presupuestan las diferentes opciones y se realiza un estudio económico para evaluar el tiempo de retorno de la inversión, así como los costes totales actualizados, dentro de un análisis de sensibilidad que cruza diferentes previsiones en los años de funcionamiento.

ABSTRACT

This Bachelor's Degree final project discusses domestic hot water (DHW) production in an efficient and renewable way on one of the hardest winter climate Spanish cities through photovoltaic self-consumption.

It is developed in the net metering electric tariff, nowadays in studying phase in Spain, achieving an innovative view about DHW production.

Afterwards energetic and electric requirements are known, several DHW's production possibilities are provided, which meet the standard of efficiency, quality and healthiness as well as the definition and sizing of all the components needed in the facility.

It is carrying out an energetic study in order to obtain the necessary peak power to meet the electric demand of the system and also the selection and placement of the electric equipment.

Once the detailed engineering is complete, all the projects are budget and evaluated in an economic study which determinate the payback of the inversion and the actual net cost, assessing different expectations during the entire duration of operation of the facility.

CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
OBJETIVOS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. Situación energética actual	9
2. Balance neto.....	11
3. Legionelosis	15
DIMENSIONAMIENTO	18
1. Estudio detallado de la vivienda y la demanda	18
Localización	18
Demanda de ACS.....	19
Demanda energética	24
2. Selección del equipo productivo.....	26
Bomba de calor POKER y tratamiento químico	29
Bomba de calor Q-TON.....	31
Caldera Eléctrica.....	33
3. Definición del esquema de principio	34
4. Selección de los equipos hidráulicos	35
Bomba de calor.....	36
Depósitos de acumulación.....	36
Intercambiador	37
Bombas de agua.....	39
Sistemas de equilibrado automático K-Flow®	40
Vasos de expansión.....	41
Purgador de aire	42
Válvula mezcladora termostática	42
Sistema de regulación y control.....	42
5. Estudio energético	44
6. Selección de los equipos eléctricos	47
Paneles fotovoltaicos	47
Inversor	49
7. Sala de máquinas	50
ESTUDIO ECONÓMICO	51
1. Inversión Inicial.....	52
2. Precios, impuestos y peajes a la electricidad	54
3. Análisis Económico.....	58
4. Análisis de sensibilidad.....	60
CONCLUSIONES.....	63
REFERENCIAS	65

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el diseño de un sistema para suministrar ACS a un edificio de viviendas situado en Calamocha, en la provincia de Teruel. La principal premisa es que el sistema sea autosuficiente y haga uso de energías renovables.

Se trabajará bajo la restricción de partida de que, en el momento de puesta en marcha de la instalación, esté implantado un Real Decreto que regule una tarificación eléctrica de balance neto y genere un derecho de uso diferido de la energía en los siguientes 12 meses.

Dentro del proyecto se identifican diferentes objetivos específicos clasificados en los siguientes bloques:

- ❖ Estudio detallado de la vivienda y la demanda de ACS
- ❖ Análisis y selección del equipo productivo idóneo
- ❖ Definición del esquema de principio
- ❖ Dimensionamiento y selección de los equipos térmicos
- ❖ Estudio energético fotovoltaico
- ❖ Dimensionamiento y selección de los equipos eléctricos
- ❖ Definición de la sala de máquinas
- ❖ Análisis de rentabilidad

INTRODUCCIÓN

1. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

En los últimos años existe una tendencia mundial, marcada por el calentamiento global, para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, denominado *desarrollo sostenible*. Este término, muy empleado en muchos contextos, viene bien definido por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas:

“Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”

En el contexto de España, pese a que la producción interior de energía primaria, figura 1, es muy poco dependiente de los combustibles fósiles, debido a que el grado de autoabastecimiento energético es muy bajo (29% en el 2013), el consumo interior por tipos de energía, figura 2, tiene una distribución completamente distinta, siendo los combustibles fósiles casi la tercera parte del consumo.

Dentro la contribución por fuentes energéticas en el consumo primario de energía cabe destacar que el aporte de energía solar es únicamente del 2,4%. Este grupo se asocia con tres tecnologías, fotovoltaica, termoelectrica y solar térmica.

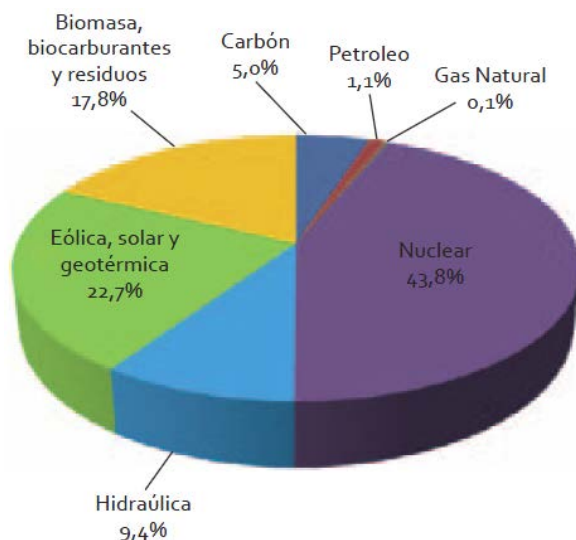


Fig 1. Producción interior de energía primaria de España en 2013.

Fuente: SEE

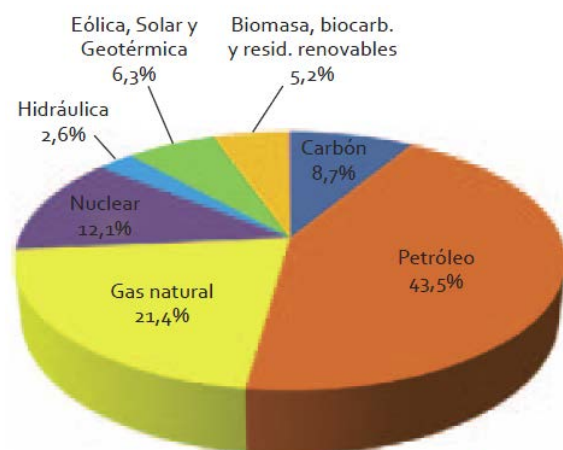


Fig 2. Consumo interior de energía primaria de España en 2013.

Fuente: SEE

Respecto a la energía solar fotovoltaica, España se sitúa en el tercer puesto de la UE en términos de potencia instalada con una capacidad instalada a finales de 2013 de 43.711 MW. En la figura 3, se observa la evolución creciente de los últimos años.

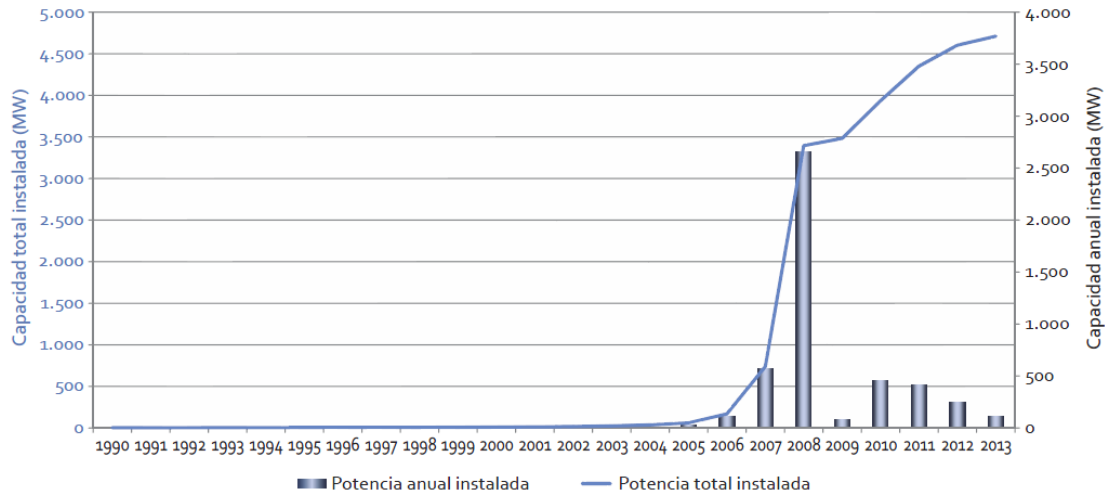


Fig 3. Evolución de la capacidad fotovoltaica instalada. Fuente: IDAE

El informe “La energía en España 2013” hace referencia a las redes inteligentes de distribución a través del desarrollo de la generación distribuida, así como a una mayor contribución al logro del edificio de consumo casi nulo, como retos del sector.

El sistema eléctrico tradicional se caracteriza por una creciente complejidad y un desequilibrio entre horas valle y punta. Desde el año 2008, se ha producido una integración de la producción fotovoltaica en entornos rurales y urbanos que hace evolucionar hacia un modelo de generación más distribuido.

Las previsiones de futuro respaldan esta penetración de la energía fotovoltaica, ya que la Directiva 2010/31/UE sobre la eficiencia energética de los edificios obligará, a partir de 2020, que los edificios de nueva edificación sean de consumo de energía casi nulo.

Así mismo, el precio de la electricidad se encuentra en una tendencia de aumento continuo, mientras que los costes de generación de la energía solar fotovoltaica van decreciendo a medida que se mejora su tecnología.

Hoy en día, desde el punto de vista técnico, es más barata la producción de energía solar fotovoltaica en comparación con la obtenida con combustibles fósiles en la península ibérica. La paridad de red ya se está alcanzando.

2. BALANCE NETO

El balance neto de electricidad es un sistema de compensación de energía por el cual se salda la diferencia entre la energía eléctrica neta producida por la instalación de generación y la energía eléctrica consumida por el consumidor eléctrico de manera instantánea o diferida, compatibilizando la curva de producción con la de demanda.

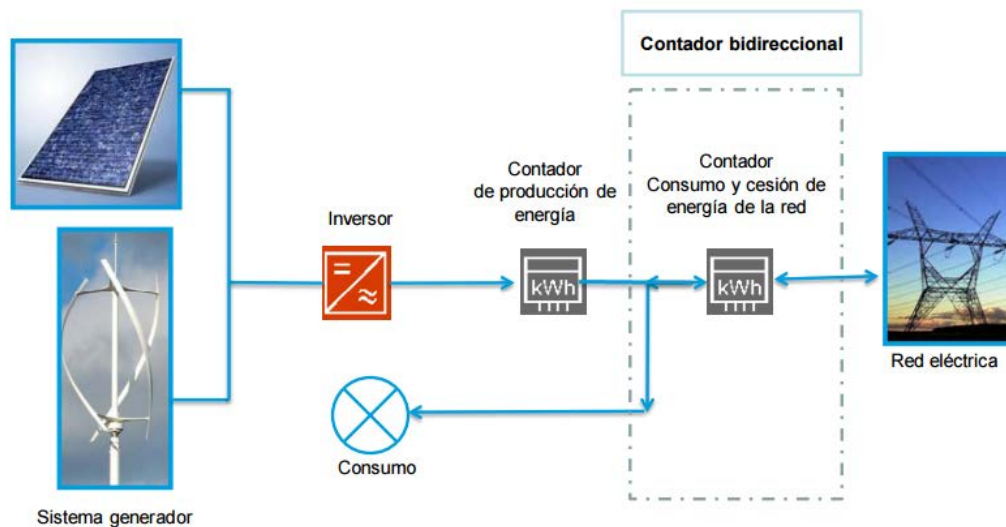


Fig 4. Esquema del balance neto. Fuente: Instituto Tecnológico de Canarias

El objetivo de este mecanismo es utilizar el sistema eléctrico como “acumulador” de los excedentes de producción puntual, generando derechos de consumo diferido, no existiendo venta de electricidad. De esta manera no hay necesidad de instalar un banco de baterías o un sistema acumulador de energía, cuyo coste es elevado y la vida útil limitada.

El balance neto no supone ningún coste para el sistema eléctrico, sino que el consumidor obtiene ahorro energético, una mayor eficiencia energética en la red de distribución gracias a la generación distribuida y permite reducir la dependencia energética y el impacto medioambiental.

A lo largo y ancho del globo ya está presente la modalidad de balance neto en muchos países, como Italia, Alemania, Brasil o Estados Unidos, pero con notables diferencias en los modelos, resultando las barreras legales y económicas más importantes que las técnicas.

En España, se han publicado dos borradores de proyecto de Real Decreto sobre balance neto y autoconsumo, el primero regulaba el autoconsumo en instalaciones de hasta

100 kW de potencia con la modalidad de balance neto energético, mientras que el segundo solo contempla autoconsumo mediante fotovoltaica y la aplicación de un peaje de respaldo a la energía generada.

Para hacer uso de este modelo no es necesaria una gran inversión, todo consumidor de pequeña potencia del sector terciario y doméstico podría contar con una pequeña instalación fotovoltaica que, desde el primer momento, redujera costes en la tarifa eléctrica favoreciendo, al mismo tiempo, la transición al modelo de generación distribuida y el uso de fuentes renovables. Es importante que tanto los gobiernos como las compañías eléctricas no vean este sistema como una merma de ingresos, sino como uno de los modos de reducir la dependencia energética. La inclusión de este sistema facilitaría alcanzar los objetivos a los que España se ha comprometido con Europa en materia de energías renovables, así como en la lucha contra el cambio climático. Pese a todo ello, UNESA, la asociación que agrupa a las grandes eléctricas, está en contra del Balance Neto.

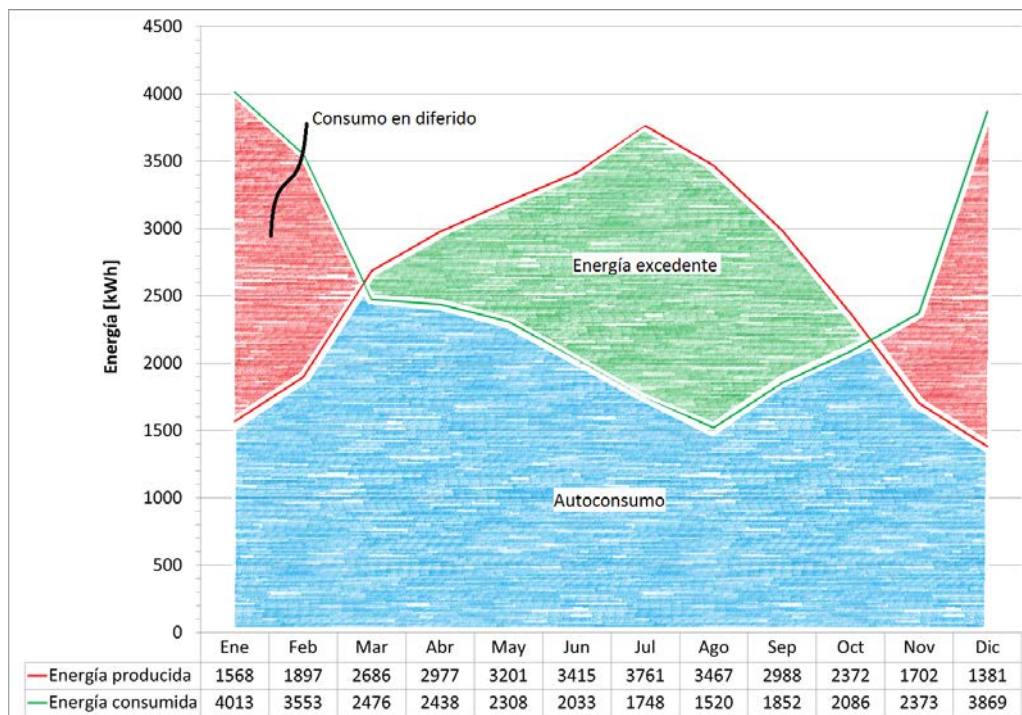


Fig 5. Gráfico del balance energético en el balance neto. Elaboración propia

En la figura 5 está representado el gráfico de consumo y generación del consumidor. En verde la energía excedente que se inyecta en la red para su posterior consumo, en rojo la energía consumida en diferido y en azul la energía consumida de modo instantáneo. En este caso la instalación está dimensionada para que la generación anual de energía sea del

mismo valor que la demanda anual, siendo el autoconsumo del 100% e innecesaria la compra de energía.

La anterior figura representa los balances mensuales, y muestra cómo la energía excedente en el verano se puede consumir en diferido en invierno, sin producirse compra o venta alguna de energía en la red. Este mismo balance se puede hacer en un día completo, figura 6, donde la generación de energía solo se produce por el día, pero en este caso los términos de energía excedente y consumida en diferido no tienen por qué ser iguales.

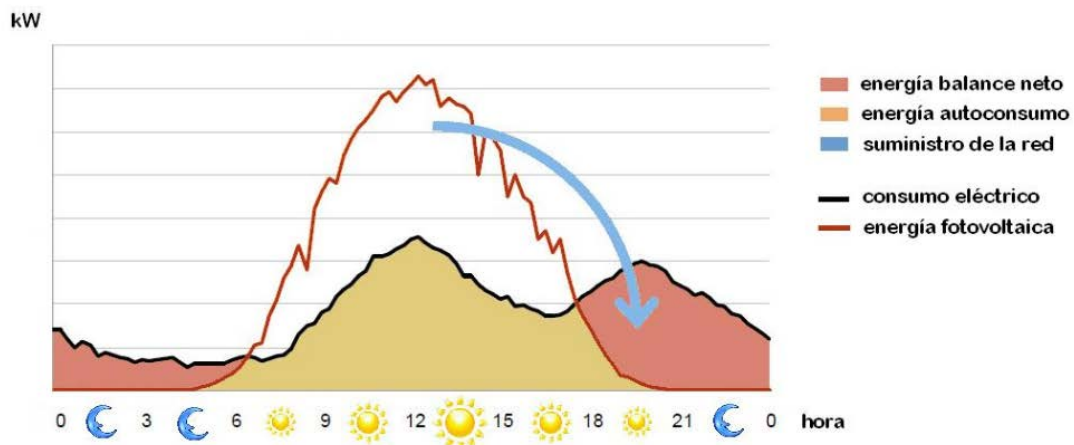


Fig 6. Balance neto durante un día completo. Fuente: Wikipedia

En los países en que este sistema está ya implementado establecen un periodo para el consumo en diferido de la energía nunca inferior a 12 meses, siendo en algún caso el tiempo ilimitado.

Puesto que el consumidor está haciendo uso de sistema eléctrico, aunque en balance neto no consuma energía, se le exige el pago de un coste de servicio. El balance neto energético puro suele suponer los siguientes costes para el usuario.



Fig 7. Esquema de los costes de energía en el balance neto. Elaboración propia

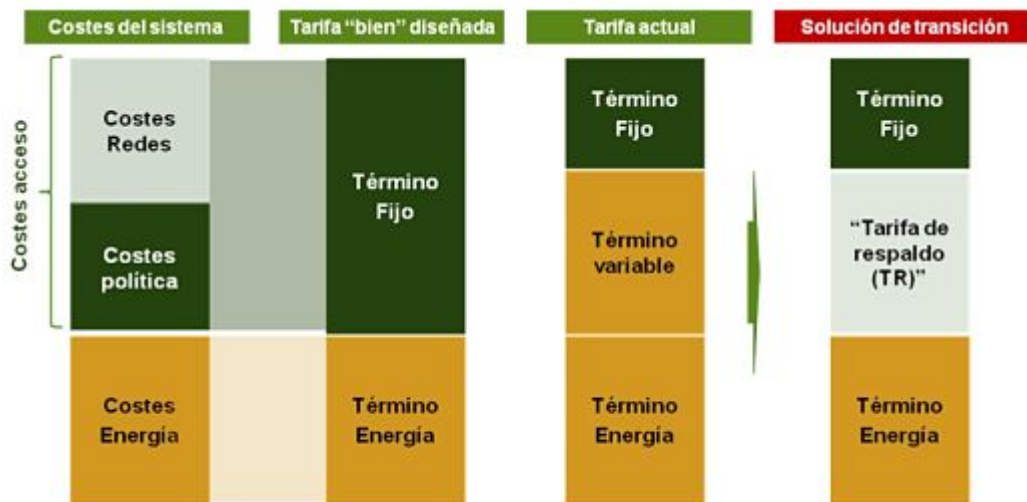


Fig 8. Esquema de la no correspondencia entre la estructura de costes y tarifas actuales. Fuente: Iberdrola

Actualmente las grandes distribuidoras explican que las tarifas y peajes actuales no están en concordancia con los costes del sistema. Es la razón por la que el término variable no puede ser completamente evitado por los autoconsumidores, pero esto no significa que el 100% de este término sea de completa aplicación para estos usuarios.

La energía consumida en el autoconsumo instantáneo no hace uso de la red, por lo tanto, no paga la parte variable del peaje. En el caso del autoconsumo diferido, aunque no se paga un cargo por la energía suministrada, sí utiliza la red, luego abonará tanto un término fijo como otro variable, éste pendiente de definición.

Respecto al balance neto, hay costes que le afectan por completo y otros que deben ser estudiados. Estos términos están a debate. La normativa debe establecer peajes que contribuyan a los costes del sistema eléctrico como cualquier consumidor, pero no penalicen al autoconsumidor añadiendo peajes de generación o respaldo abusivos, debiendo conjugar la rentabilidad de este modelo con el correcto funcionamiento del sistema.

A fecha de hoy todavía no se ha aprobado ningún decreto para autoconsumidores fotovoltaicos con conexión a red.

3. LEGIONELOSIS

Legionella es una bacteria ambiental cuyo nicho natural es las aguas superficiales como lagos, ríos, o estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente) u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento.

Una de las características de *Legionella* es que es una bacteria capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 y 45 °C, destruyéndose a 70 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento de 35 a 42 °C.

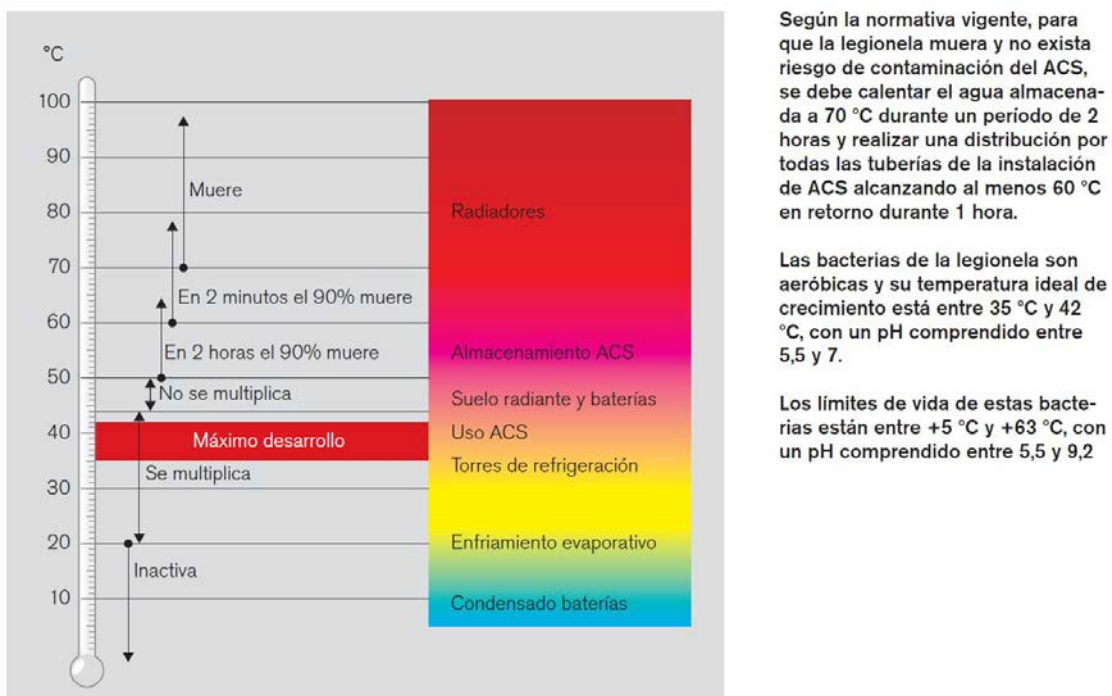


Fig 9. Desarrollo de la *Legionella* en función de la temperatura. Fuente: Sedical

La legionelosis es la enfermedad causada por las bacterias del género *Legionella*. La transmisión de la infección se realiza por vía aérea mediante la inhalación de aerosoles o gotitas respirables que contienen *Legionella* y también por microaspiración de agua contaminada, pero no al beber agua, ingerir alimentos o de personas o animales a personas.

La letalidad oscila entre el 15 y el 30%, aunque esta disminuye si se instaura un tratamiento precoz con antibióticos.

Las instalaciones de ACS, si no son convenientemente diseñadas y mantenidas, pueden convertirse en focos amplificadores de la bacteria *Legionella*, siendo el RD 865/2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis, incluyendo las instalaciones de ACS en su ámbito de aplicación.

Las instalaciones más sencillas han sido clasificadas como “instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”, pero las instalaciones con acumulador y circuito de retorno están clasificadas como “instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

Las instalaciones de ACS centralizadas en viviendas particulares, no están recogidas en el ámbito de aplicación del RD 865/2003. No obstante, dado que se trata de una instalación de mayor riesgo, deberían disponer de un programa de mantenimiento acorde a los requisitos del citado Real Decreto. De cualquier modo, estas instalaciones sí que deben cumplir las condiciones indicadas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) así como del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Los criterios de diseño según el RD 865/2003 son:

- Se debe garantizar la estanqueidad de las instalaciones, evitando los estancamientos y previendo los suficientes puntos de purga que permitan vaciar totalmente las instalaciones.
- En el aporte de agua al sistema se dispondrán filtros según la norma UNE-EN 13.443-1, para partículas comprendidas entre 80 y 150 μm .
- Todos los equipos serán fácilmente accesibles.
- Se utilizarán materiales capaces de resistir las desinfecciones, evitando utilizar aquellos que favorezcan la biocapa.
- La temperatura del agua fría se mantendrá por debajo de los 20 °C, si lo permiten las condiciones climáticas, por lo que las tuberías dispondrán del correspondiente aislamiento térmico y se separaran los de los focos y tuberías calientes.
- Cuando se utilicen depósitos de agua fría los mismos dispondrán de una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y permita el acceso al interior.
- El agua de los acumuladores de ACS anteriores al consumo tendrá una temperatura homogénea, se evitará su enfriamiento en zonas interiores.

- Se dispondrán sistemas de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que eviten las mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.
- La temperatura del ACS se mantendrá por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito, o en la tubería de retorno.
- La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.
- Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico, que disponga de acumulación y en el cual no se pueda garantizar de forma continua una temperatura de 60 °C, se instalará otro acumulador final, antes de distribución a consumo, en el que se garantice dicha temperatura.

La norma UNE 100030 IN:2005 es una guía para la prevención de *legionella* en instalaciones y recomienda la instalación de un sistema permanente de tratamiento por métodos químicos en el caso de que no se puedan garantizar las temperaturas anteriormente citadas, siempre que no se esté obligado ello por la legislación vigente.

DIMENSIONAMIENTO

1. ESTUDIO DETALLADO DE LA VIVIENDA Y LA DEMANDA

Localización

En este trabajo se va diseñar un sistema para suministrar ACS a un edificio de viviendas situado en Calamocha, en la provincia de Teruel. La principal premisa es que el sistema sea autosuficiente y haga uso de energías renovables. La localización geográfica del edificio de estudio, así como las condiciones climatológicas propias del emplazamiento son condicionantes del diseño de las instalaciones.

	Longitud	Latitud	Altitud
Calamocha	40,91° N	1,30° W	900 msnm

Tabla 1. *Coordenadas geográficas del emplazamiento*

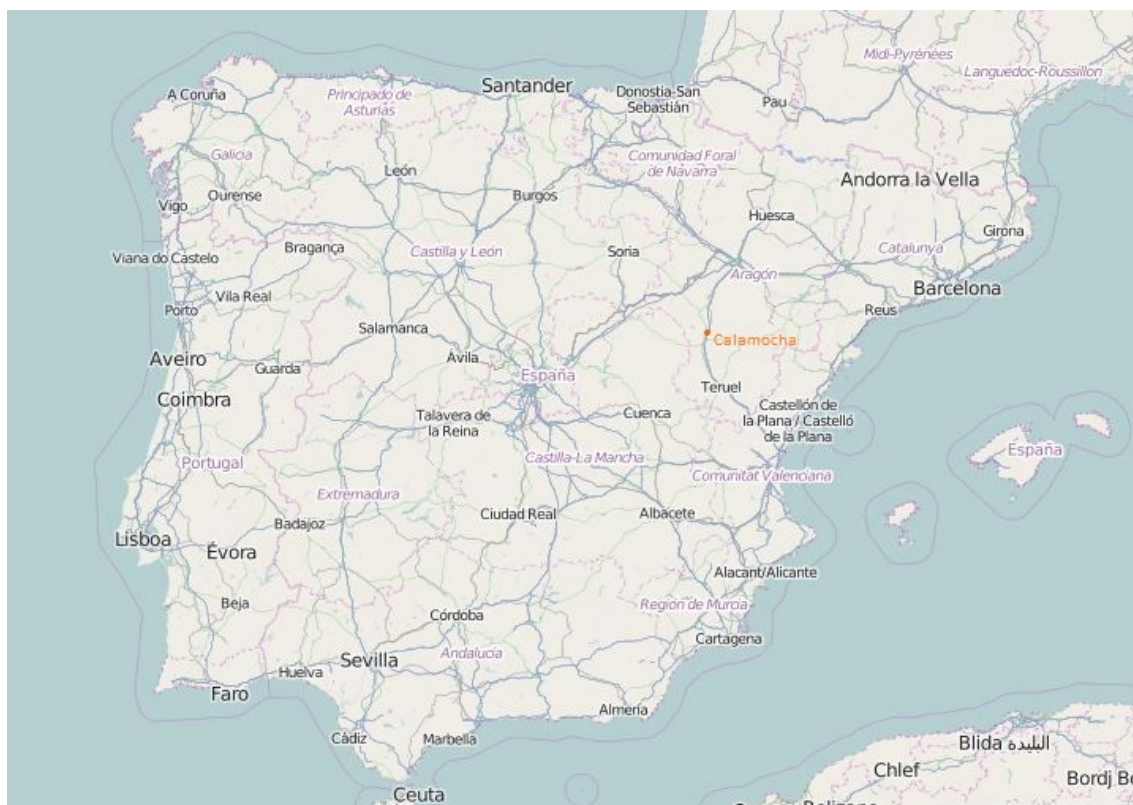


Fig 10. *Situación geográfica de Calamocha en España. Fuente: OpenStreetMap (modificado)*

El mapa de España se ha dividido en diferentes zonas climáticas según el Código Técnico de la Edificación (CTE), en función de la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal. Estas zonas climáticas se denominan desde zona I a V como se muestra en la figura 11.



Fig 11. Zonas climáticas. Fuente: DB-HE, CTE

Calamocha se encuentra en zona climática III, suponiendo un valor medio-bajo en comparación con el resto de la península.

Existe otra clasificación también en el CTE, que establece otras zonas climáticas en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar. En esta clasificación Calamocha está en zona climática D2, clima frío.

Demanda de ACS

El inmueble es una parcela mixta de uso residencial, almacenamiento y comercial. Contiene 40 casas de tipo colectiva cerrada y 32 inmuebles más. Se han construido 6 plantas y la superficie edificada en la parcela es del 78,1%. Estas casas fueron construidas en el 2009 y no se han acometido modificaciones estructurales desde entonces.

El consumo de ACS no tiene por qué estar directamente relacionado con el caudal instantáneo, el cual se dará durante periodos muy cortos. Para determinarlo se aplica el documento HE 4 del CTE, en el que se dan los consumos diarios de ACS a 60 °C, en función del tipo de edificio, tabla 2.

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

Tabla 2. *Demanda de Referencia a 60°C. Fuente: DB-HE, CTE*

La temperatura de referencia de 60 °C se corresponde con la de acumulación del ACS para prevención de la legionelosis y será la mínima habitual en los sistemas centralizados.

En el caso de viviendas, para determinar el número de ocupantes también en el documento HE 4 se incluye la tabla 3, que fija la ocupación en función del número de dormitorios.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 3. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado. Fuente: DB-HE, CTE

Dormitorios	Usuarios	Viviendas	Usuarios
3	4	21	84
2	3	7	21
1	1,5	12	18
TOTAL			123

Tabla 4. Personas por tipo de vivienda

- Usuarios total edificio: 123 personas.
- Consumo diario: $123 \times 28 = 3.444$ l/día a 60 °C.

La demanda de ACS no es constante a lo largo del año, debido a las variaciones de temperatura exterior y de suministro. En el documento DTIE 1.01 (Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación), relativo a la preparación de agua caliente para usos sanitarios, se muestra la desviación media del consumo mensual.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Var	1,12	1,08	1,03	1,09	1,04	1,01	0,90	0,79	0,92	0,94	1,02	1,08

Tabla 5. Factores de desviación de ACS mensual. Fuente: DTIE 1.01

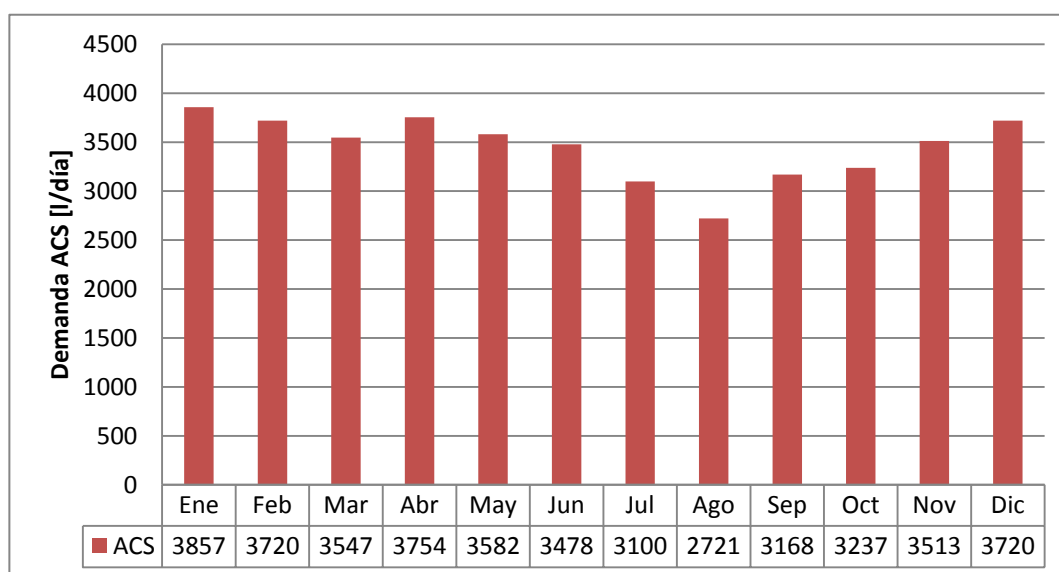


Fig 12. Gráfico del consumo medio mensual de ACS. Elaboración propia

Por tanto, el consumo medio mensual, figura 12, puede calcularse a partir del consumo total de agua y la variación de ésta para cada mes.

Las necesidades de producción de ACS vienen determinadas por:

- La demanda anual
- La demanda del día de máximo consumo

Una buena regla para la dimensionar la capacidad de producción es que debe cubrir la demanda diaria con una probabilidad del 99,97 % (fallo un día cada diez años, $1-1/3650 = 99,97\%$). Estos cálculos estadísticos se muestran en la figura 13.

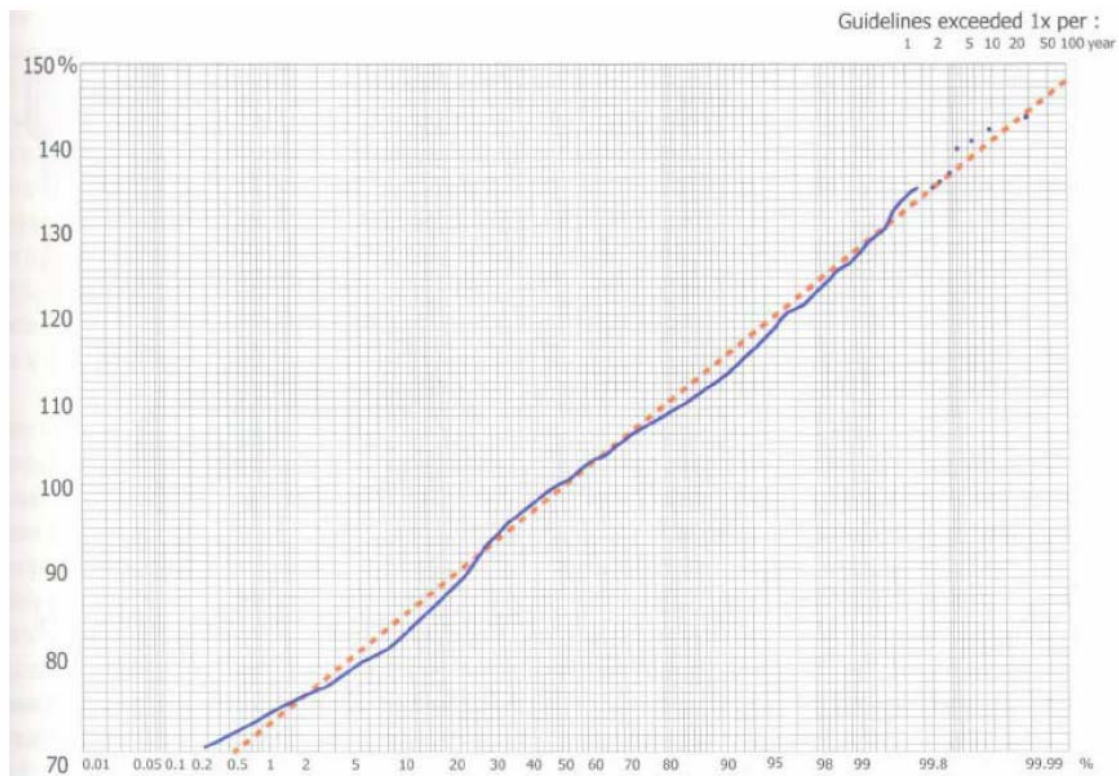


Fig 13. *Determination of decisive peak factor based on occurrence probability.*

Fuente: de Moel et al. 2006

En este gráfico está representado el consumo diario de agua durante varios años. Es necesario al menos un periodo de 5 años para obtener un resultado fiable, apropiado para realizar una interpolación. Para cada año, el consumo diario es representado como la fracción del consumo medio diario en ese año, obteniendo valores entre el 70 y el 140%. Estos valores son representados en un gráfico acumulativo de ocurrencia (probabilidad

logarítmica). Los valores observados (línea continua) son aproximados por una relación lineal (línea discontinua) usada para los cálculos de diseño y extrapolación.

El gráfico muestra que, para garantizar el consumo en el 98% de los días, hay un factor de consumo del 1,25 (125%). Para garantizar el 99,97% deseado se debe usar un factor pico de 1,41 (141%).

La demanda de agua para el día de máxima demanda conforme a los resultados obtenidos debe ser: Uso máximo diario = consumo medio diario · 1.41

Resultando el consumo de diseño = $3.444 \cdot 1,41 = 4.856 \text{ l/día a } 60^\circ\text{C}$

Este mismo consumo expresado a 45° , tal y como indica el documento HE4 (CTE), se convierte mediante la siguiente expresión.

$$D_{ACS} = D_{60^\circ\text{C}} \cdot \frac{60 - T_{AFCH}}{T_{ACS} - T_{AFCH}}$$

Siendo T_{AFCH} la temperatura del agua de la red en el mes más frío (6°C en Teruel)

$$D_{ACS} = 4.856 \cdot \frac{60 - 6}{45 - 6} = 6.724 \text{ l/día a } 45^\circ\text{C}$$

Utilizando el software de cálculo de Sedical con acumulación a 60°C se obtienen 7.320 l/día, resultados similares a los calculados anteriormente, que serán los escogidos para este trabajo.

		Preparación de la acumulación en			Sistema instantáneo
		20 minutos	60 minutos	120 minutos	
Consumo diario a 45.0°C	l	7320.1	7320.1	7320.1	7320.1
Volumen de acumulación	l	323.6	699.5	1077.6	0.0
Potencia neta caldera	kW	53.1	38.2	29.4	68.1

Fig 14. Estimación de la demanda de diseño. Fuente: Sedical

Demanda energética

Se escoge el binomio potencia-acumulación aproximado de 30 kW y 1000 l, considerando 2 h como un tiempo aceptable de calentamiento puesto que, para reducir la inversión, es interesante una potencia baja de producción y que, adicionalmente, es la solución que menos potencia total bruta requiere, $\eta_{ACS} = 78,1 \%$.

		Preparación de la acumulación en			Sistema instantáneo
		20 minutos	60 minutos	120 minutos	
Total neta	kW.h	272.4	272.4	272.4	272.4
Porcentaje sobre la potencia total bruta	%	73.8	76.3	78.1	62.2
Perdida por acumulación	kW.h	8.3	12.3	16.0	0.0
Porcentaje sobre la potencia total bruta	%	2.3	3.4	4.6	0.0
Perdida por distribución	kW.h	33.6	33.6	33.6	33.6
Porcentaje sobre la potencia total bruta	%	9.1	9.4	9.6	7.7
Perdida por generación e intermitencias	kW.h	54.7	38.8	26.9	132.0
Porcentaje sobre la potencia total bruta	%	14.8	10.9	7.7	30.1
Total bruta	kW.h	369.0	357.0	348.9	438.0

Fig 15. Datos energéticos a partir de la demanda de diseño. Fuente: Sedical

La demanda energética de ACS es la energía consumida por el equipo calefactor para elevar la temperatura de agua de la red hasta la de consumo, y es variable cada mes.

$$\dot{E}_{bruta} = D_{60^{\circ}C} \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) \cdot \frac{1,16}{\eta_{ACS}}$$

Donde:

$D_{60^{\circ}C}$: Demanda de ACS a 60 °C

T_{ACS} : Temperatura de suministro de ACS

T_{AFCH} : Temperatura de agua de red

1,16: Potencia específica en Wh para calentar un grado un litro de agua

η_{ACS} : Rendimiento global de la instalación

Asumiendo la temperatura de agua de red y de aire como la de Teruel (capital de provincia), se obtiene la siguiente gráfica representada en la figura 16.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$T_{AFCH} [^{\circ}C]$	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
$T_{aire} [^{\circ}C]$	3,7	5,3	8,2	9,9	14,3	18,7	22,2	22	17,6	12,7	7,2	4,2

Tabla 6. Temperaturas del agua de la red. Fuente: UNE 97.002/95

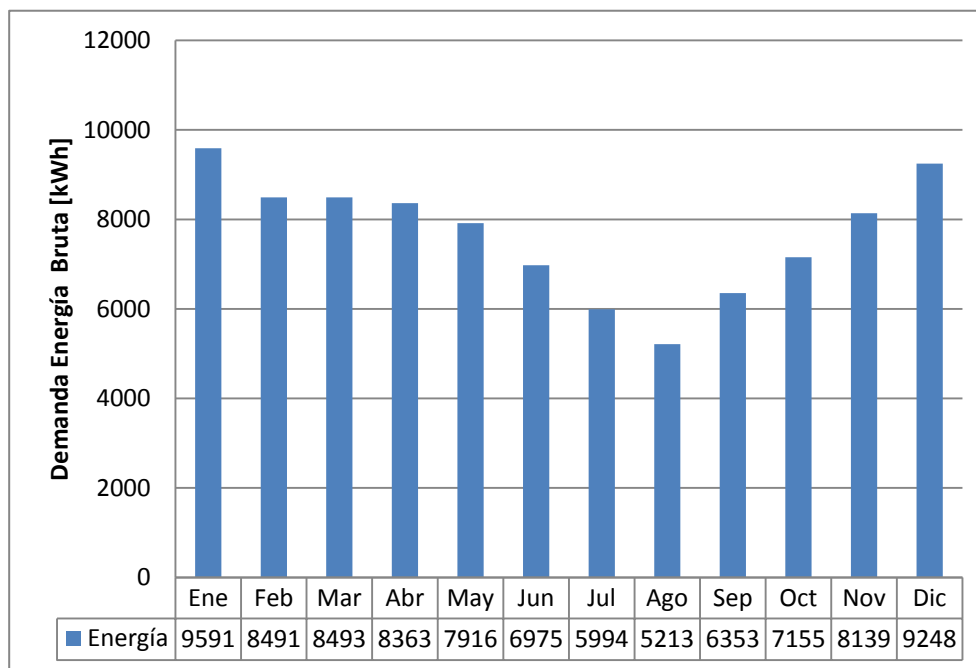


Fig 16. Demanda de energía térmica. Elaboración propia

Debido a las variaciones mensuales en la demanda y al aumento de la temperatura del agua de red la demanda de energía es aproximadamente la mitad en agosto respecto a enero, figura 17, resultando el consumo anual térmico **91.932 kWh**.

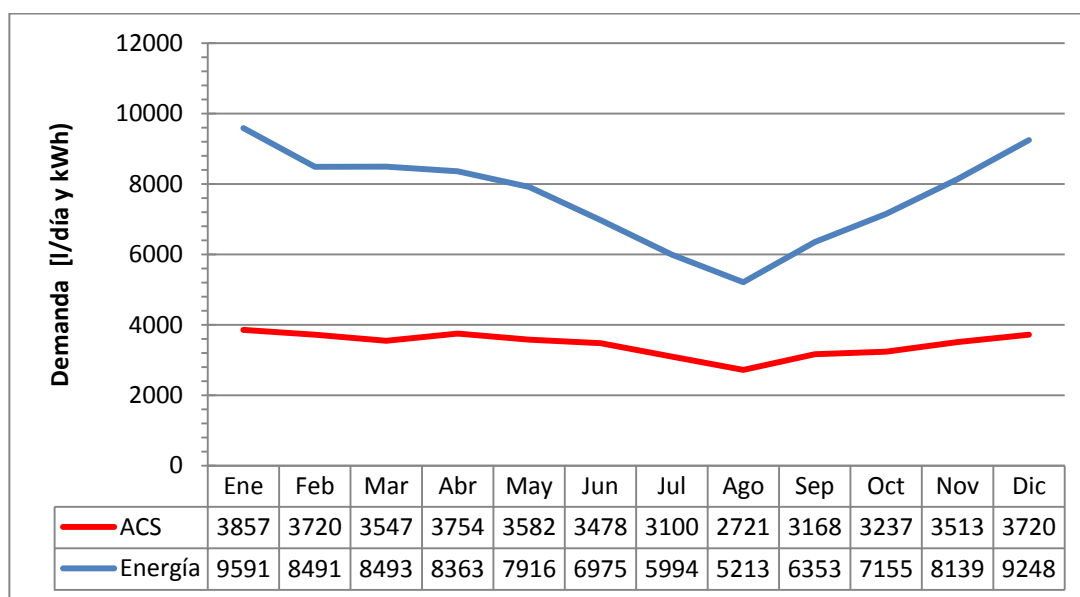


Fig 17. Demanda mensual de ACS y energía térmica. Elaboración propia

2. SELECCIÓN DEL EQUIPO PRODUCTIVO

En los últimos años se ha realizado la aportación de energía de origen renovable que especifica el CTE mediante colectores solares térmicos que aportan energía para precalentar el agua en la medida que esté disponible. El inconveniente de este sistema es que la máxima cobertura que pueden dar es cuando cubren el 100% de la demanda en verano, coincidiendo esta demanda con la menor del año, y resultando una cobertura anual de entre el 30 y el 50%.

El uso de paneles fotovoltaicos que almacenen virtualmente la energía producida en la red eléctrica (balance neto), permite dimensionar la cobertura de energía renovable al 100% de la demanda anual.

Por tanto, para obtener el consumo eléctrico de nuestra instalación, y por tanto poder dimensionar la potencia pico de los módulos solares fotovoltaicos, se debe diseñar el sistema de producción de ACS.

Existen diferentes opciones:

- Bomba de calor (Principal) + Resistencia eléctrica (Apoyo)
- Caldera eléctrica (Principal)

Teniendo en cuenta que el dispositivo principal debe ser eléctrico y que es más eficiente una bomba de calor, COP en condiciones normales ≥ 3 , que una caldera eléctrica, parece la elección de esta última la opción más adecuada para disminuir la potencia solar instalada. Otro factor que decanta la elección es la consideración de estos dispositivos por el CTE puesto que, si cumplen unos mínimos, se estima que utilizan energía renovable (calor del aire ambiente) aun consumiendo energía eléctrica de la red de distribución.

En el catálogo de Sedical existen bombas de calor que garantizan una eficiencia nominal de clase A, en el ámbito del programa de certificación Eurovent (SCOP, Seasonal Coefficient of Performance $\geq 3,2$), con una temperatura de diseño de -10°C , tanto a plena como con cargas parciales.

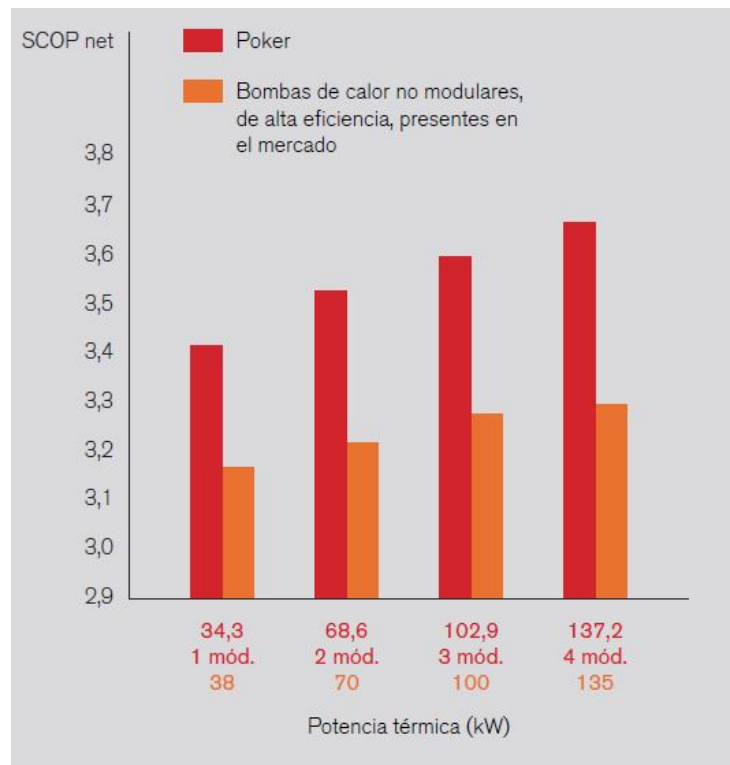


Fig 18. SCOP de bombas de calor Poker en invierno ($T_{bivalente} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Catálogo Sedical

Debido a que el sistema elegido corresponde a una bomba de calor tal que, en función de la temperatura exterior, la temperatura de ACS será distinta, figura 19, hay que estudiar cual debe ser la temperatura de acumulación.

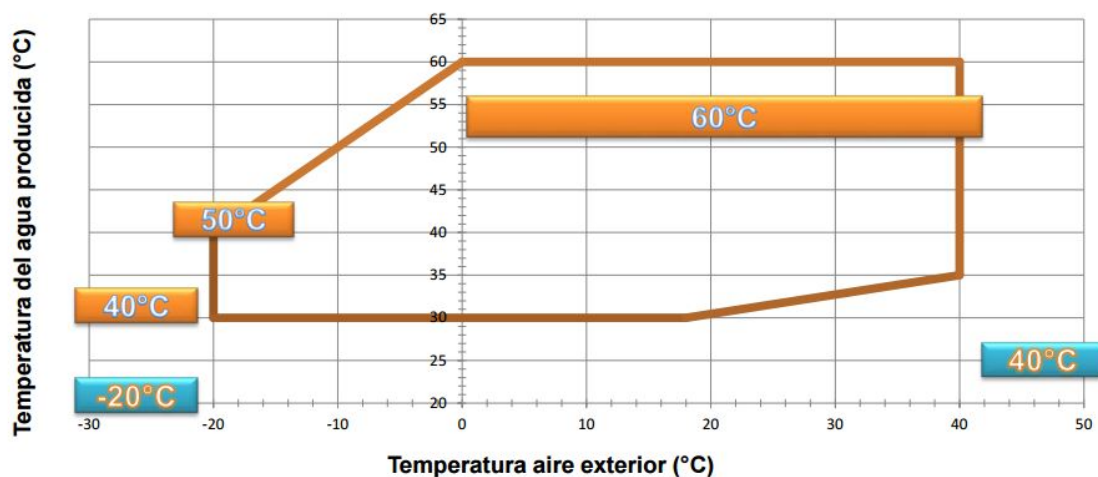


Fig 19. Campo de trabajo de la bomba Poker. Fuente: Rhoss

Las instalaciones de ACS centralizada en viviendas de uso residencial no están reguladas por la normativa de *Legionella*, pero al resto de circuitos de ACS con retorno se les

aplica el RD 865/2003. En él se indica que la temperatura mínima de acumulación será de 60° C (y debe ser revisada a diario), que la temperatura mínima en el punto más desfavorable de la instalación debe ser 50° C y que además se debe permitir (para hacer la desinfección térmica) que la acumulación pueda alcanzar 70° C durante 2 horas y 60° C en todos los puntos terminales de la instalación.

La temperatura de acumulación debe ser 60 °C para evitar la presencia de *Legionella* en el ACS. La desventaja de las bombas de calor es que el nivel de rendimiento en lugares con clima frío es dependiente de la temperatura del aire externo. Por tanto en los días más fríos producen una menor cantidad de calor, siendo los momentos de mayor necesidad.

Para ello, es necesario instalar un sistema de apoyo. Por su simplicidad, se elige un sistema calefactor resistivo incorporado en el acumulador que permita alcanzar la temperatura adecuada de ACS para las situaciones en las que la bomba de calor no sea capaz.

En el peor de los casos, en el que se mantuviera una temperatura exterior continuada de hasta -20°C, la bomba de calor sería capaz de general ACS a 40°C de modo que, debido al salto térmico que se produce en el intercambiador la temperatura final de acumulación resultaría 35°C. Como consecuencia de la estratificación térmica que se produce en los depósitos de acumulación, la temperatura no es homogénea dentro del mismo. Sin embargo para fines de dimensionamiento de la potencia de la resistencia eléctrica, se considera que la temperatura de todo el volumen de acumulación debe de ser aumentada de 35 a 60°C en menos de 2 h.

Energía necesaria:

$$E = V_{acum} \cdot c_{p_{agua}} \cdot \Delta T = 1.000 \cdot 4,19 \cdot (60 - 35) = 104.750 \text{ kJ}$$

Potencia mínima:

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{66.185}{2 \cdot 60 \cdot 60} = 14,54 \text{ kW}$$

Para poder calcular la energía eléctrica que se consumirá anualmente es necesario hacer uso del SCOP, y de las variaciones de temperatura exteriores, figura 20, para obtener los consumos de energía por los diferentes equipos.

Disponemos de una bomba de calor aerotérmica centralizada para la producción de ACS cuyo COP nominal es 3,43 para la producción de ACS a 45 °C.

Para determinar el SCOP precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y el factor de corrección (FC) correspondientes para la producción a 60 °C.

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

La obtención de los factores está desarrollada en el documento del IDAE, Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios, y son función de la zona climática del emplazamiento y los datos técnicos disponibles del fabricante.

$$SCOP = 3,43 \cdot 0,75 \cdot 0,71 = 1,83$$

Este resultado no es interesante para el propósito de esta instalación, ya que se trata de un SCOP muy reducido. Las posibilidades en este punto de diseño son reducir la acumulación hasta 45°C y emplear tratamientos químicos para la prevención de legionelosis, o considerar la utilización de otra bomba de calor de alto rendimiento, pero de coste mucho más elevado. Valoraremos ambas opciones.

BOMBA DE CALOR POKER Y TRATAMIENTO QUÍMICO

Siendo conservadores y utilizando los datos técnicos del compresor de la bomba de calor POKER nos encontramos con un $COP \geq 3,43$ si la T_{ext} es 7° y $COP \geq 2,39$ si la T_{ext} es -7°. Al no disponer de más datos del fabricante, y asumiendo que los resultados en cualquier caso serán superiores a los reales, vamos a utilizar estos datos en función de la temperatura media del mes, figura 20, y el campo de trabajo de la bomba, figura 17.

Se plantean los siguientes escenarios dependientes de la temperatura exterior, T:

- $T > 7^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $COP \geq 3,43$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 45°C con un $COP \geq 3,43$

- $-7^{\circ} < T < 7^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $COP \geq 2,39$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 45°C con un $COP \geq 2,39$

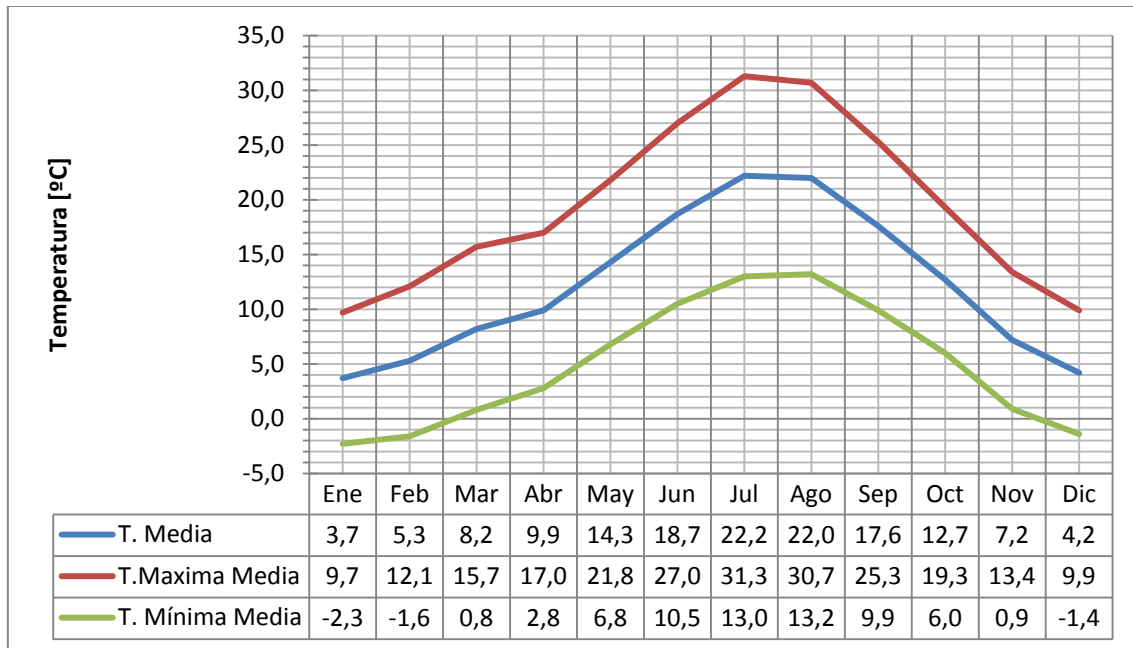


Fig 20. Gráfico con valores climatológicos normales de Teruel. Fuente: AEMET

- $-10^{\circ} < T < -7^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $\text{COP} \leq 2,39$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 45°C con un $\text{COP} \leq 2,39$, esto significa que la potencia térmica disponible se ha reducido en 10 kW, y es posible que el sistema de control active la resistencia eléctrica

- $-20^{\circ} < T < -10^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor hasta 35°C + Resistencia hasta 45°C

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 40°C con un $\text{COP} \leq 2,39$, En esta situación el ACS entrará en el depósito a 35°C y la resistencia eléctrica incrementará la temperatura hasta los 45°C .

Con estas consideraciones se calcula mensualmente la energía eléctrica que es consumida, quedando reflejada su comparación con la energía térmica en la figura 21.

Resulta el consumo anual eléctrico la suma del mensual, **30.269 kWh** y el COP estacional **3,04**. Esta disminución del consumo eléctrico es muy importante en este proyecto debido a que es el componente de coste que mayor repercusión tiene son los paneles fotovoltaicos.

Si la acumulación se hubiera establecido a 60°C el consumo hubiera sido 50.236 kWh, un 66% mayor.

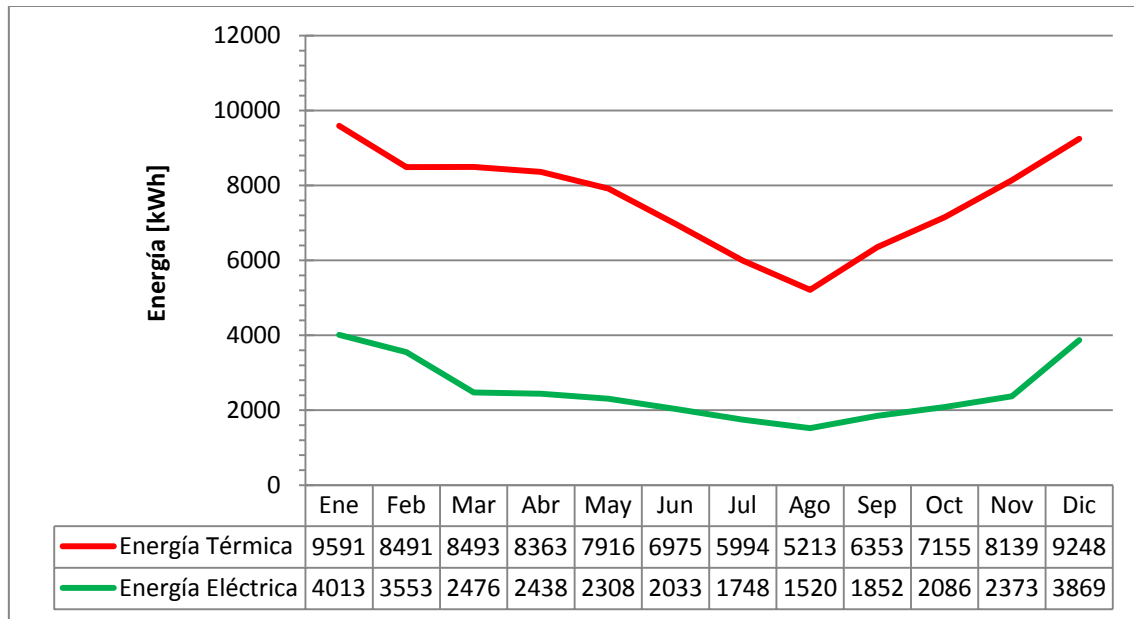


Fig 21. Gráfico demanda energética térmica y eléctrica. BC Poker. Elaboración propia

BOMBA DE CALOR Q-TON

Esta bomba de calor es de última generación y emplea un compresor Scroll + Rotativo refrigerado con CO_2 , de alta eficiencia en todas las condiciones de funcionamiento gracias a la combinación de ambos sistemas.

Incluso en zonas extremadamente frías con temperaturas exteriores inferiores a -25°C , consigue una temperatura de suministro de agua de hasta 90°C . Mantiene un rendimiento del 100% hasta los -7°C de temperatura exterior con un SCOP de 2,8 y sin reducción de la capacidad calorífica.

Siendo conservadores y utilizando los datos técnicos del compresor de la bomba de calor Q-TON nos encontramos con un $\text{COP} \geq 4,3$ si la T_{ext} es 16° y $\text{COP} \geq 2,8$ si la T_{ext} es -7° . Cabe destacar el valor del COP con temperaturas invernales es para la producción de agua a 90° , resultando un COP naturalmente mayor en las condiciones habituales de funcionamiento, que serán entorno a los 65°C . Al no disponer de más datos del fabricante, y asumiendo que los resultados en cualquier caso serán más conservadores que los reales, vamos a utilizar estos datos en función de la temperatura media del mes.

Por tanto se plantean los siguientes escenarios dependientes de la temperatura exterior, T :

- $T > 16^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $\text{COP} \geq 4,3$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 65°C con un $\text{COP} \geq 4,3$

- $-7^{\circ} < T < 16^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $\text{COP} \geq 2,8$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 90°C con un $\text{COP} \geq 2,8$

- $T < -7^{\circ}\text{C}$. Bomba de Calor con $\text{COP} \leq 2,8$

La bomba de calor en estas circunstancias produce ACS a 90°C con un $\text{COP} \leq 2,8$

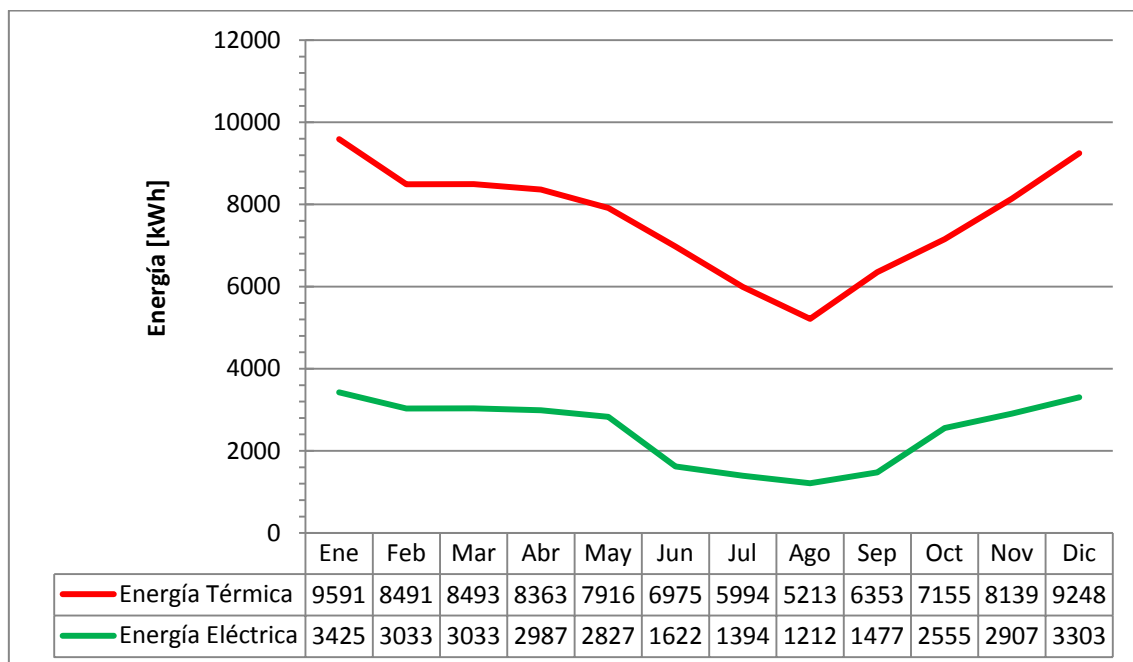


Fig 22. Gráfico demanda energética térmica y eléctrica. BC Q-TON. Elaboración propia

Resultando el consumo anual eléctrico **29.776 kWh** y un COP estacional de **3,09**. Los resultados finales son muy similares con ambas bombas de calor, debido a que como se ha comentado anteriormente, una gran diferencia de temperatura entre el foco caliente y frío reduce enormemente la eficiencia, y pese a ello la bomba Q-TON obtiene unos resultados ligeramente superiores que en el anterior escenario.

CALDERA ELÉCTRICA

La utilización de una caldera eléctrica como habíamos planteado inicialmente supondría un consumo de 91.932 kWh e implicaría la multiplicar el número de paneles fotovoltaicos, la superficie necesaria y prácticamente la inversión inicial exactamente por el COP, hecho que analizaremos posteriormente.

CALDERA DE GAS NATURAL

No se trata de una solución a la problemática de este trabajo, pero corresponde al equivalente actual de una instalación de ACS centralizada. Supone el consumo de toda la energía térmica, es decir, 91.932 kWh al año. Será utilizada en la comparación de las soluciones propuestas.

3. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA DE PRINCIPIO

La solución técnica desarrollada en los apartados anteriores resulta en un sistema de producción de ACS utilizando como fuente térmica el aire exterior a través de una bomba de calor eléctrica, y como sistema de apoyo resistencias eléctricas incorporadas en los depósitos de acumulación. Si bien el esquema variará para ambas bombas, solo se detalla el de la bomba POKER, ya que los demás utilizan éste como base, pero con menos componentes y complejidad. Todos los esquemas de principio están en el Anexo 1. Planos.

La definición del propio esquema y la selección de los equipos involucrados han sido realizadas siguiendo las directrices de la guía técnica de agua caliente sanitaria central del IDAE y haciendo uso del catálogo de productos de Sedical de 2015 así como del software de cálculo de la misma empresa, siempre dentro del cumplimiento del RITE.

El esquema de principio resultante es el siguiente:

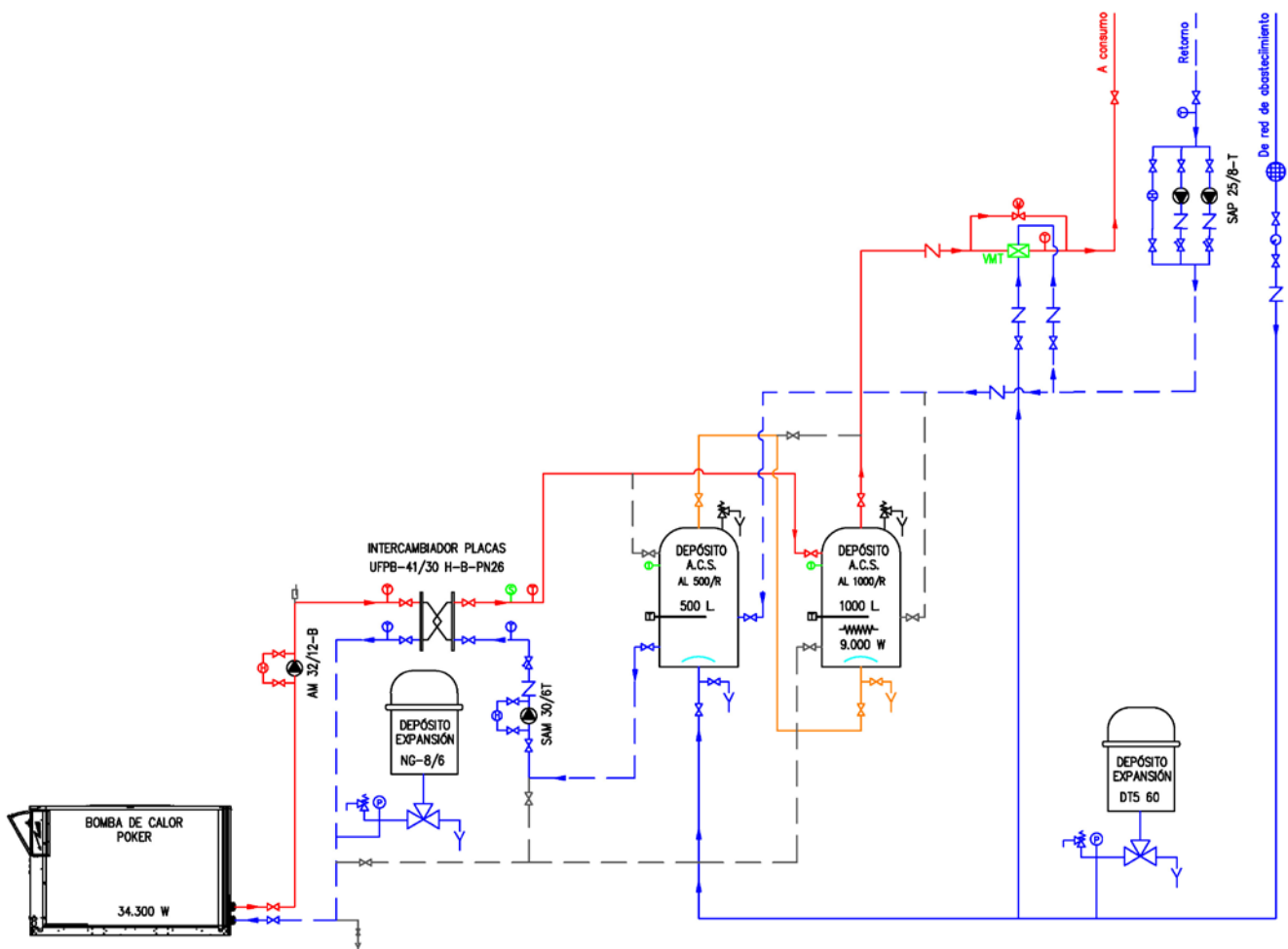


Fig 23. Esquema de principio de la instalación. BC Poker. Elaboración propia

4. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS

Los parámetros finales de dimensionamiento de la bomba de calor son los que se reflejan en la figura 24, y para ello se empleará el software de cálculo de Sedical. La temperatura de acumulación se fija en 45°C, y debido al salto térmico en el intercambiador la temperatura de entrada del primario se estima en 50°C.

Tipo de edificio

☒ Viviendas ☐ Cuartel ☐ Polideportivo
☐ Cárcel ☐ Fábrica ☐ Residencia de ancianos
☐ Chalets ☐ Hospital ☐ Residencia de estudiantes
☐ Colegio ☐ Hotel

Temperaturas de cálculo del primario

Temperatura de entrada: 50 °C ?
 Temperatura de salida: 45 °C

Temperaturas de cálculo del ACS

Temperatura de entrada: 13 °C ?
 Temperatura de utilización: 45 °C ?
 Temperatura de preparación: 45 °C ?

Viviendas

Número de viviendas: 40
 Número total de cuartos de baño con ducha: 45
 Número total de cuartos de baño con bañera: 31
 Número total de cuartos de baño con jacuzzi: 0
 ¿Tienen contadores de ACS? ☐ No ☒ Si

Fig 24. Parámetros de dimensionamiento. Fuente: Sedical

		Preparación de la acumulación en			Sistema instantáneo
		20 minutos	60 minutos	120 minutos	
Consumo diario a 45.0 °C	l	7320.1	7320.1	7320.1	7320.1
Volumen de acumulación	l	475.3	1027.4	1582.7	0.0
Potencia neta caldera	kW	53.1	38.2	29.4	68.1
Nº horas de funci. del quemador	h	6.7	9.0	11.5	6.3
Producción intercambiador	l/h	1426.0	1027.4	791.4	1830.0
Caudal de la bomba de primario	m3/h	9.13	6.58	5.06	11.71
Caudal de la bomba de recirculación	m3/h	0.27	0.27	0.27	----
Caudal de la bomba de carga de ACS	m3/h	1.43	1.03	0.79	1.83
Caudal válvula mezcladora termostática	m3/h	1.83	1.83	1.83	1.83

Fig 25. Datos de dimensionamiento. Fuente: Sedical

Bomba de calor

Potencia objetivo: 29,4 kW

Para el cálculo de la demanda de energía eléctrica ya se ha realizado la selección de la bomba de calor Poker, con compresor Thaety H.T. con una potencia térmica nominal de 34.300 W.

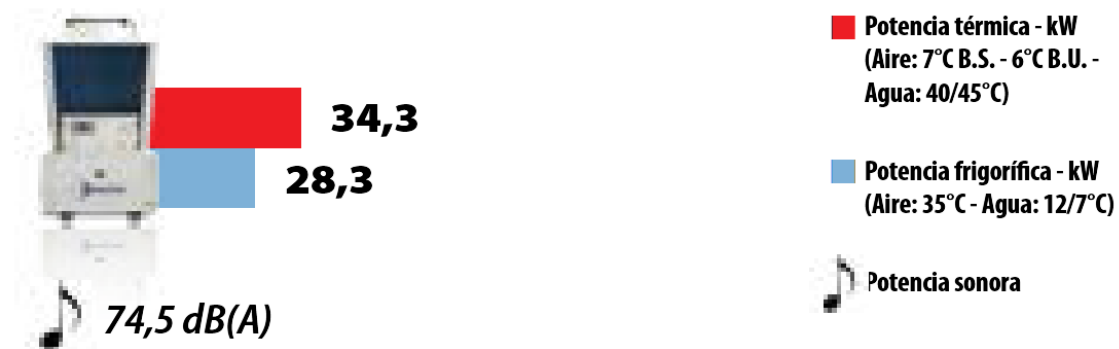


Fig 26. Bomba de Calor Poker. Fuente: Rhoss

Depósitos de acumulación

Volumen objetivo: 1.582 l

Para este volumen de acumulación se seleccionan dos depósitos de acumulación AL 1000/R y AL 500/R, de 1000 y 500 l.

La conexión de los depósitos se realizará en serie, ya que reduce la zona de mezcla, figura 27, consecuentemente mejor estratificación, mayor aprovechamiento del volumen acumulado y menor riesgo de desarrollo de la *Legionella*. Como contrapartida, las conexiones hidráulicas son más complejas que la conexión en paralelo y las pérdidas de carga son mayores.

El volumen útil de la instalación es

$$V_{acum} = V_{D1} \cdot F_{uso acum} + V_{D2} = 500 \cdot 0,99 + 1000 = 1.495 \text{ l}$$

con

$$F_{uso\ acum} = 0,63 + 0,14 \cdot \frac{H}{D} = 0,63 + 0,14 \cdot \frac{1800}{700} = 0,99$$

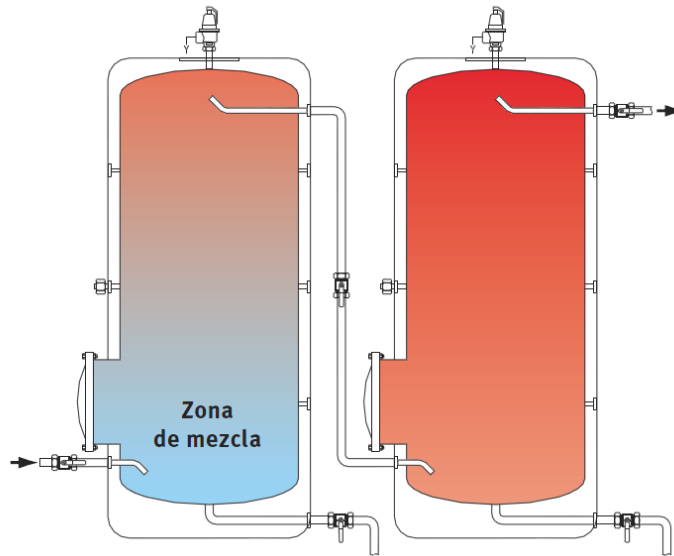


Fig 27. Conexión de depósitos verticales esbeltos en serie. Fuente: IDAE

En el segundo depósito se incluye una resistencia eléctrica que proporciona 9 kW a 400 V.

Intercambiador

Con los anteriores datos de dimensionamiento, se escoge la peor condición posible para que el funcionamiento sea el adecuado en todas las circunstancias.

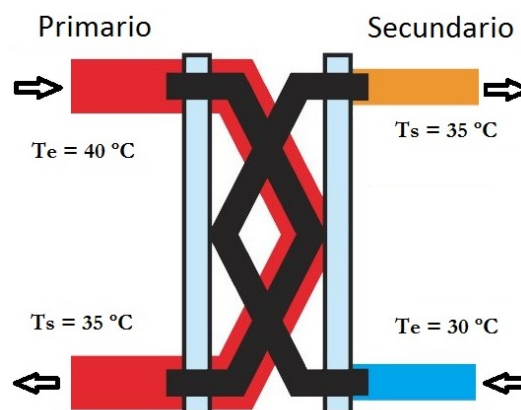


Fig 28. Condiciones más desfavorables. Fuente: IDAE (modificado)

La peor condición se da cuando la temperatura exterior es -20°C y la temperatura de ACS de la bomba de calor es 40°C . Es recomendable que el salto térmico en primario y secundario sean iguales, siendo el elegido 5°C . Establecer separaciones pequeñas entre las temperaturas de primario y secundario incrementa la superficie de intercambio, y el intervalo de 5°C proporciona una superficie razonable. En la figura 28 se representan estas condiciones con los criterios explicados.

Dentro de toda la variedad de intercambiadores se ha seleccionado la familia de placas electrosoldadas al presentar mejores características de funcionamiento y mejor precio. Como contrapartida no son desmontables.

Mediante el uso del software de cálculo de Sedical para intercambiadores se presenta el modelo UFPB-41/30 H-B-PN26 como idóneo.

Modelo				
UFPB-41 / 30 H - B - PN26				
Datos generales	Datos técnicos	Materiales y dimensiones	Datos de diseño	Normativa PED
Circuito			Primario	Secundario
Fluido			Agua	Agua
Potencia de intercambio	kW	34.0		
	kcal/h	29240.0		
Caudal	l/h	5923.6	5911.6	
Temperatura entrada	°C	50.0	40	
Temperatura salida	°C	45.0	45	
Perdida de carga maxima	kPa	50.0	50.0	
Densidad	kg/m³	989.14	991.11	
Calor especifico	kJ/kg×°K	4.18	4.18	
Conductividad termica	W/m×°K	0.64	0.63	
Viscosidad media	mPa×s	0.59	0.63	
Viscosidad pared	mPa×s	0.63	0.59	

Fig 29. Datos del intercambiador. Fuente: Sedical

En cualquier otra circunstancia el intercambiador queda sobredimensionado, por tanto cumple siempre con su función.

Bombas de agua

Bomba de primario

Caudal objetivo = 5,9 m³/h

Pérdida carga = 10 mca

Esta bomba trabaja en primario, en circuito cerrado a temperaturas medias. Se selecciona una bomba de rotor húmedo, tipo simple, sin variador de velocidad.

Bomba seleccionada: AM 32/12-B

Caudal = 6 m³/h

Pérdida carga = 10 mca

Bomba de ACS

Caudal objetivo = 5,9 m³/h

Pérdida carga = 6 mca

Esta bomba trabaja en secundario, en circuito abierto, a temperaturas medias. Al trabajar con agua de red en constante renovación y para prevenir los depósitos de cal la refrigeración será por aire forzado, por tanto de tipo rotor seco. Sólo tiene que superar las pérdidas por circulación entre los depósitos. Se selecciona una bomba de rotor seco, simple.

Bomba seleccionada: SAM 30/6T

Caudal = 4,5 m³/h

Pérdida carga = 5 mca

Bomba de recirculación

La recirculación de ACS se debe dimensionar según lo indicado en el apartado 4.4 del HS4. Así mismo, se colocarán dos en paralelo conforme a lo establecido en el RITE. El caudal de recirculación se calculará de manera que en el grifo más alejado la diferencia de temperatura no supere los 3°C desde la salida del intercambiador.

$$\text{Caudal recirculación} = \frac{\text{Pérdida de calor en tuberías}}{3 \cdot 1,16} [\text{l/h}]$$

El caudal mínimo a recircular por cada columna en el documento HS4 es de 250 l/h.

Se estiman pérdidas cuyo caudal por columna es de 130 l/h, siendo el caudal mínimo de recirculación $250 \cdot 4 = 1.000 \text{ l/h}$

Asimismo, en el mismo documento, se indica que el caudal de recirculación total será como mínimo el 10% del caudal de diseño, que en este caso es de 2,86 l/s.

$$\text{Caudal mínimo de recirculación} = 0,1 \cdot 2,86 \cdot 3.600 = 1030 \text{ l/h}$$

El más restrictivo de los tres es 1030 l/h, siendo para el cual deben dimensionarse las tuberías de recirculación y la bomba, resultando 256 l/h por montante y 5 mca de pérdidas totales.

$$\begin{aligned} \text{Caudal objetivo} &= 1,1 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{Pérdida carga} &= 5 \text{ mca} \end{aligned}$$

Esta bomba trabaja, en circuito abierto, a temperaturas medias. Sólo tiene que superar las pérdidas por circulación de los montantes. Seleccionamos bomba de rotor seco.

Bomba seleccionada: SAP 25/8 T

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= 1.7 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{Pérdida carga} &= 6.7 \text{ mca} \end{aligned}$$

Sistemas de equilibrado automático K-Flow®

Son reguladores automáticos que modifican la sección cuando se modifica la presión diferencial para mantener el caudal de proyecto.

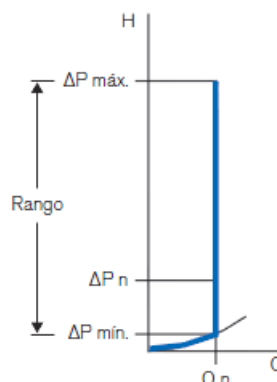


Fig 30. Gráfica válvula K-Flow®. Fuente: Sedical

Se selecciona un regulador automático de caudal K-Flow® para cada montante de recirculación. Se selecciona un regulador sin válvula motorizada que se autoajusta a las fluctuaciones del caudal de presión y no necesita realizar mediciones para el ajuste. El cartucho es de caudal prefijado y el cuerpo sin tomas de presión.

Modelo: K1 S 15

El caudal prefijado por el cartucho es $0,34 \text{ m}^3/\text{h}$

Vasos de expansión

Vaso de expansión del primario

Se trata de un circuito cerrado de ACS en el que se emplean en torno a 4 m de tubería de 2", y se estiman en 20 l el volumen de agua de los intercambiadores de la bomba de calor e intercambiador.

Volumen de la instalación: 28,60 l

Expansión total de la instalación: 0,6 l

Capacidad de acumulación necesaria: 1,0 l

Vaso de expansión seleccionado: NG – 8/6

Volumen total: 8 l

Vaso de expansión de ACS

Se emplearán en torno a 60 m de tubería de 2", y se estiman en 1.700 l en depósitos, intercambiador y tuberías auxiliares.

Volumen de la instalación: 1.830 l

Expansión total de la instalación: 41,5 l

Capacidad de acumulación necesaria: 56,4 l

Vaso de expansión seleccionado: DT5 60 – R 1 1/4"

Volumen total: 60 l

Purgador de aire

La presencia de aire en las instalaciones provoca ruidos, corrosión, desgaste y cavitación en bombas, por tanto, disponer de purgadores automáticos en los puntos más altos de circuitos cerrados elimina eficientemente las bolsas de aire durante los llenados.

Instalaremos para este propósito un purgador automático Spiro Top en el circuito primario.

Válvula mezcladora termostática

Esta válvula contiene una cápsula termostática permanentemente sumergida en el caudal del ACS que se dilata o contrae, regulando el paso de la mezcla.

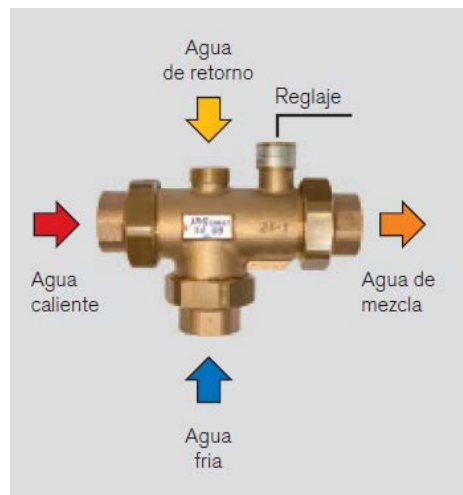


Fig 31. Funcionamiento VMT. Fuente: Sedical

Se selecciona el modelo VMT 1" - C

Sistema de regulación y control

Este sistema es el encargado de las conexiones y desconexiones de la bomba de calor, bombas de primario, secundario y recirculación así como de la resistencia eléctrica.

El dimensionamiento del mismo se ha realizado por profesionales de Sedical y su descripción es la siguiente:

Cuadro eléctrico de control donde se ubiquen la centralita, convertidores y protecciones eléctricas necesarias. Ese cuadro tendrá las bornas necesarias para conectar los cables exteriores.

1 x Centralita Sedical	Centra50
1 x Convertidor	Centra50-SD6
1 x Transformador	CRT6
1 x Sonda exterior	SCLSTE20LC
1 x Sonda de temperatura de inmersión	SCLSTI20
2 x Sonda de temperatura de depósito	SCLSTI20-300
Partida de programación de la centralita y puesta en marcha en la obra	

Tabla 7. Componentes del sistema de regulación y control. Fuente: Sedical

5. ESTUDIO ENERGÉTICO

En los módulos fotovoltaicos se transforma la energía solar incidente en energía eléctrica. Es determinante conocer la energía disponible para analizar el comportamiento de los componentes del sistema.

Con el fin de determinar la energía que puede producir la instalación en cada mes del año, se hace uso del concepto de horas de sol pico sobre horizontal (HSP) en el lugar en cuestión, siendo esto las horas de sol a una intensidad de 1.000 W/m^2 .

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Irradiancia [kWh/m ² día]	2,31	3,27	4,56	5,67	6,39	7,27	7,59	6,54	5,22	3,57	2,44	1,93

Tabla 8. Irradiancia en Teruel. Fuente: AEMET

El cálculo de la energía entregada a la red eléctrica se realiza a través del PR (Performance Ratio) de la instalación FV, que cuantifica todas las pérdidas de origen eléctrico:

$$PR = F_{CC} \cdot F_{CA} \cdot F_D \cdot F_{INV} \cdot F_T$$

Dónde:

F_{CC} : Pérdidas por caída óhmicas en el cableado CC

F_{CA} : Pérdidas por caída óhmicas en el cableado CA

F_D : Pérdidas por dispersión de parámetros

F_{INV} : Pérdidas por rendimiento del inversor

F_T : Pérdidas por temperatura

Así mismo, existen también pérdidas que no tienen origen eléctrico, que si están cuantificadas en el PRG (Performance Ratio Global).

Se denomina ratio de producción global PRG, al cociente entre la energía realmente producida por la instalación y la teórica máxima que puede generar.

$$PRG = PR \cdot F_{SOM} \cdot F_{POL}$$

Dónde:

F_{SOM} : Pérdidas por sombreado del generador FV

F_{POL} : Pérdidas por polución.

El PRG se encuentra entre 0,7 y 0,8 para instalaciones FV sin sombrear

Todos estos factores no son sencillos de determinar, pero son fundamentales para calcular la generación de energía. Para este estudio se utilizan valores promedio cuando no se disponga de datos del fabricante.

	F_{CC}	F_{CA}	F_D	F_{INV}	F_T	PR	F_{POL}	F_{SOM}	PRG
Enero	0,99	0,985	0,97	0,981	94%	0,872	0,96	0,975	0,8164
Febrero	0,99	0,985	0,97	0,981	94%	0,872	0,96	0,975	0,8164
Marzo	0,99	0,985	0,97	0,981	93%	0,863	0,96	0,975	0,8077
Abril	0,99	0,985	0,97	0,981	93%	0,863	0,96	0,975	0,8077
Mayo	0,99	0,985	0,97	0,981	92%	0,854	0,96	0,975	0,7991
Junio	0,99	0,985	0,97	0,981	91%	0,844	0,96	0,975	0,7904
Julio	0,99	0,985	0,97	0,981	91%	0,844	0,96	0,975	0,7904
Agosto	0,99	0,985	0,97	0,981	90%	0,835	0,96	0,975	0,7817
Septiembre	0,99	0,985	0,97	0,981	91%	0,844	0,96	0,975	0,7904
Octubre	0,99	0,985	0,97	0,981	92%	0,854	0,96	0,975	0,7991
Noviembre	0,99	0,985	0,97	0,981	94%	0,872	0,96	0,975	0,8164
Diciembre	0,99	0,985	0,97	0,981	94%	0,872	0,96	0,975	0,8164
Media	0,99	0,985	0,97	0,981	92%	0,858	0,96	0,975	0,8027

Tabla 9. Estimación de valores mensuales de PRG. Fuentes: CENSOLAR, IDAE. Elaboración propia

Ahora se puede calcular la energía producida por la instalación mensualmente

$$E = P \cdot HSP \cdot D \cdot PRG$$

con $HSP = H \cdot k$

siendo:

E : Energía total generada por la instalación

P : Potencia pico instalada

D : Días de cada mes

HSP : Horas de sol pico

H : Energía incidente sobre metro cuadrado de superficie horizontal en día medio de cada mes

k : Factor de corrección por inclinación de los paneles

	H [kWh/m ² día]	k	PRG	Días	P instalada [kW]	Energía [kWh]
Enero	2,31	1,3	0,8164	31	21	1.596
Febrero	3,27	1,23	0,8164	28	21	1.931
Marzo	4,56	1,14	0,8077	31	21	2.734
Abril	5,67	1,05	0,8077	30	21	3.030
Mayo	6,39	0,98	0,7991	31	21	3.257
Junio	7,27	0,96	0,7904	30	21	3.475
Julio	7,59	0,98	0,7904	31	21	3.827
Agosto	6,54	1,06	0,7817	31	21	3.528
Septiembre	5,22	1,17	0,7904	30	21	3.041
Octubre	3,57	1,3	0,7991	31	21	2.414
Noviembre	2,44	1,38	0,8164	30	21	1.732
Diciembre	1,93	1,37	0,8164	31	21	1.405
Media	4,73	1,16	0,8027	30	TOTAL	31.970

Tabla 10. *Energía generada mensualmente. Elaboración propia*

La potencia pico instalada que cubre las necesidades energéticas de nuestra instalación es 21 kW.

Como era previsible, los picos de producción y consumo están completamente desfasados, y gracias a la aplicación de la tarificación de balance neto se permite, sin un almacenamiento real de la energía, que a lo largo del año se consuma la energía producida.

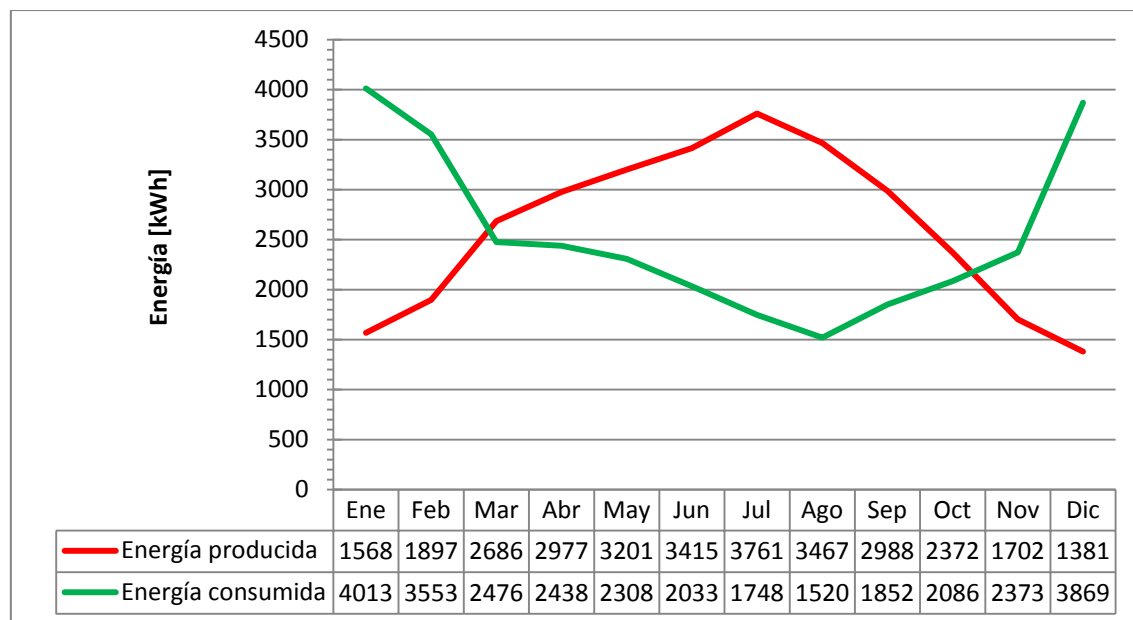


Fig 32. *Gráfica del consumo y producción de energía mensual. BC Poker. Elaboración propia*

6. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS

Una instalación fotovoltaica consiste en un conjunto de elementos capaces de transformar directamente la radiación solar en energía eléctrica.

Los dos componentes principales son las células fotovoltaicas, que proporcionarán corriente continua a un determinado voltaje, y el inversor, que convertirá esta corriente en alterna a los valores que permiten su vertido en la red eléctrica. Todos estos componentes serán seleccionados del catálogo de TECHNO-SUN.

Paneles fotovoltaicos

La función de estos paneles es suministrar la energía obtenida en el estudio energético, por tanto la potencia pico de los mismo debe ser la obtenida en el estudio.

Los paneles seleccionados son de tipo de célula policristalina y de 250 W de potencia pico, de la marca JINKO.

Son necesarios 21 kW de potencia pico instalada. Por tanto serán necesarios 84 paneles de estas características instalados en la azotea del edificio. Para planificar la situación en planta de los paneles es necesario calcular la extensión que estos ocuparán, así como la separación mínima entre filas, para lo que utilizaremos los documentos de CENSOLAR.

Distancia mínima entre filas de módulos:

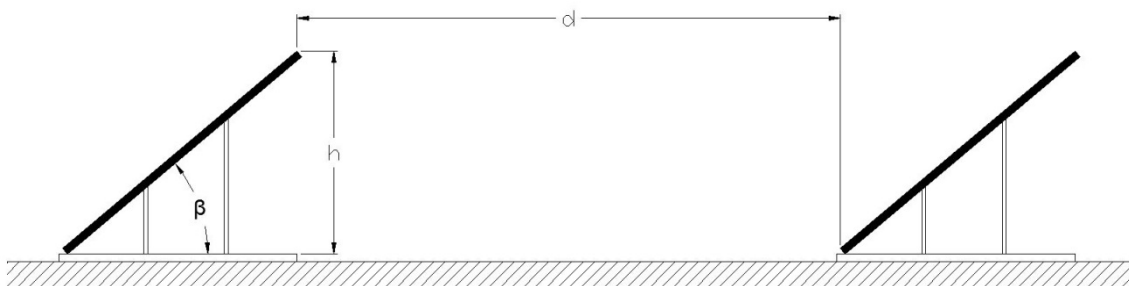


Fig 33. Distancia mínima entre módulos. Elaboración propia

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4

horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Con los datos del panel se obtiene:

Longitud panel = 1,650 m
Ancho panel = 0,992 m
Orientación: $\beta = 40^\circ$
Altura paneles: $h = 1,06$ m
Separación entre paneles: $d = 2,76$ m

Al ser elevada la superficie necesaria se hace uso de las dos azoteas disponibles en el edificio. La orientación de los paneles es 8° oeste, dentro de los valores óptimos recomendados en la península ibérica. La situación de los mismos está representada en las figuras 34 y 35.

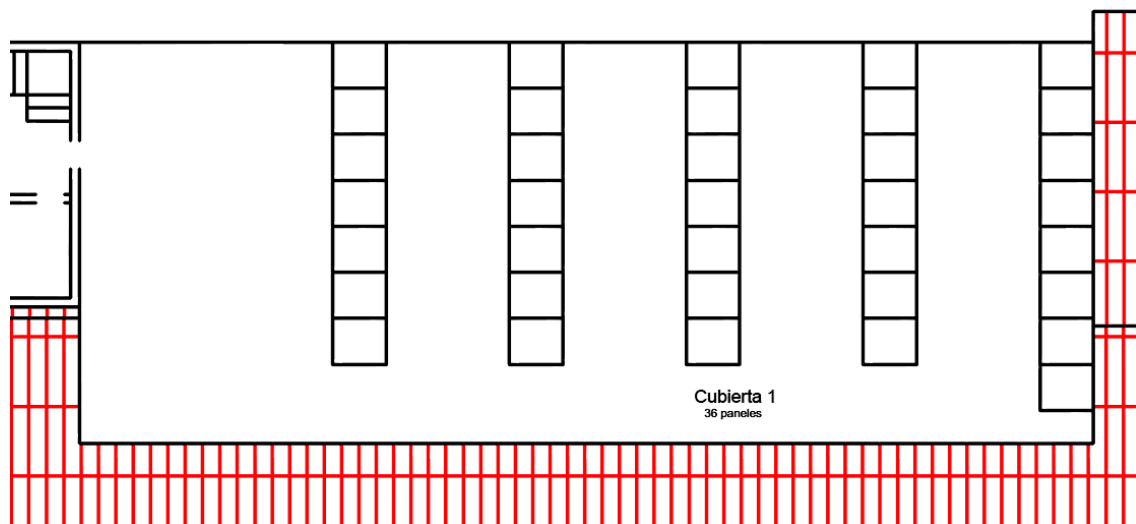


Fig 34. Situación en cubierta 1 de paneles fotovoltaicos. Elaboración propia

Serán necesarias para las dos cubiertas 11 estructuras de 7 módulos cada una, así como 3 estructuras de 2 módulos para posicionar en cubierta todos los módulos conforme a estos planos de situación.

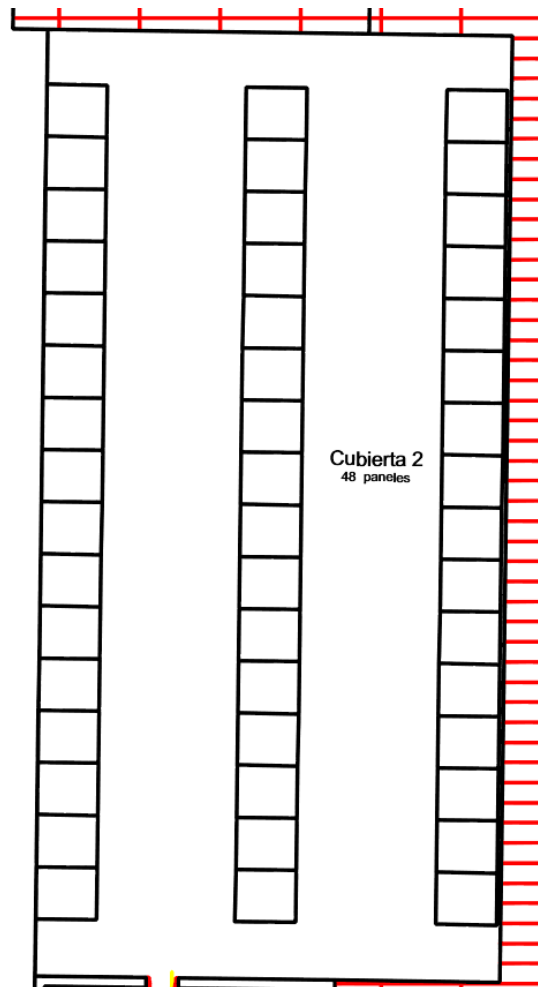


Fig 35. Situación en cubierta 2 de paneles fotovoltaicos. Elaboración propia.

Inversor

La función del inversor es adecuar la energía producida por los paneles fotovoltaicos a las características de la red eléctrica, con alta eficiencia, en cualquier circunstancia y para cualquier potencia de generación.

Se selecciona el modelo REFUsol 023K – 460 VAC cuya potencia máxima es 25,8 kW y el rendimiento 98,1%.

7. SALA DE MÁQUINAS

Según el RITE no son consideradas Salas de Máquinas las instalaciones de producción de energía térmica con una potencia inferior a 70 kW. Al no existir la combustión de ningún tipo de combustible tampoco se aplican las normativas de salas de calderas.

Pese a ello se han aplicado como directrices, considerando la colocación de una puerta cortafuegos RF-60 con apertura hacia el exterior, la colocación de un interruptor general en el exterior para la desactivación de emergencia del sistema, así como la instalación de extintores.

Respecto a la ventilación, la extracción del aire de salida de la bomba de calor se realizará hacia el exterior del edificio, mientras que la captación será del aire proveniente de la escalera. Esta recomendación tiene como objeto que la temperatura de entrada del aire sea algo superior a la ambiente exterior.

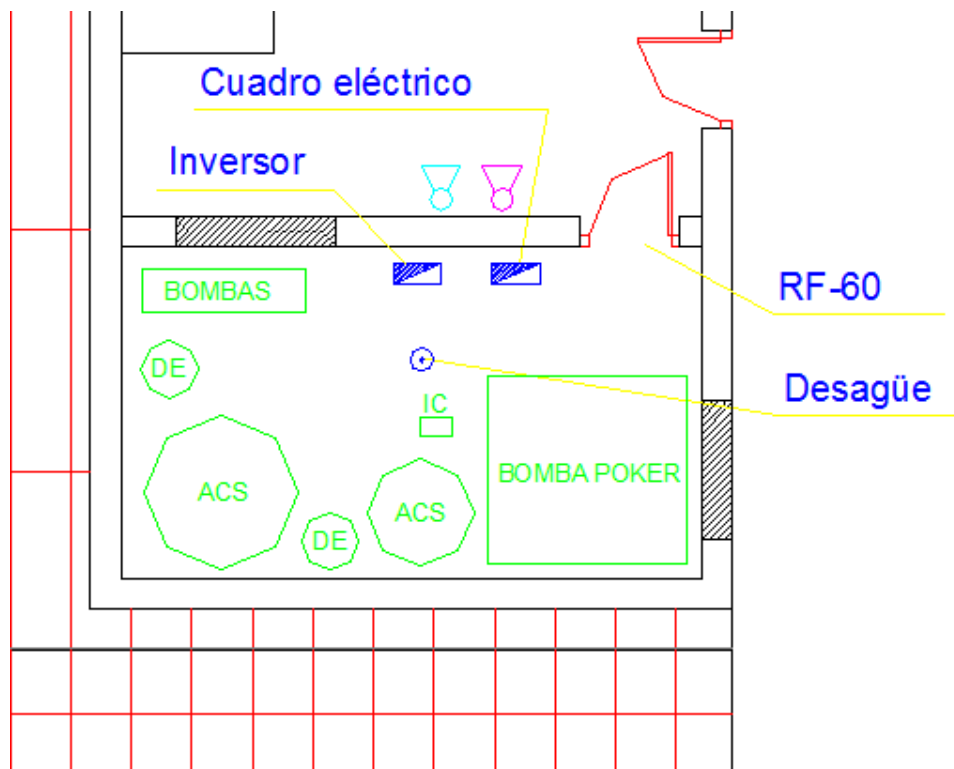


Fig 36. Plano de la sala de máquinas. BC Poker. Elaboración propia

ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado se va a valorar económicamente el impacto de esta instalación con la modalidad de balance neto. Utilizaremos como indicadores de decisión y rentabilidad el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto así como el periodo de retorno de la inversión o *payback*.

Una variable muy importante en este estudio es la evolución del precio de la electricidad, ya que marca la paridad con la red, es decir, el punto en el que la generación y la compra de la energía tienen el mismo coste.

Como se ha explicado en la parte introductoria, el porcentaje de la tarifa de acceso variable que debe asumir el usuario de balance neto está por definir al no haber ningún RD que regule actualmente esta situación. Este valor afecta en el caso de la energía autoconsumida de forma diferida, ya que en el consumo instantáneo se abona solo la parte fija y cuando se compra electricidad de la red se abona el peaje completo.

En este caso, el consumo no será exclusivamente el de bomba de calor y los equipos auxiliares, sino que incluirá los consumos de la comunidad de vecinos (ascensores, iluminación...). Esto justifica que la energía producida es ligeramente superior a la calculada anteriormente, ya que el excedente es consumido también dentro de la instalación.

La potencia eléctrica contratada normalizada es 19,745 kW, con consumos anuales variables en cada proyecto entre 29.000 y 31.000 kWh y generación anual de 32.000 kWh, a excepción de los proyectos de la caldera eléctrica de gas natural cuyo consumo anual es 93.000 kWh y la potencia contratada 60 kW en el primer caso.

1. INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial refleja el coste de todos los componentes de la instalación. Se denomina Proyecto 1 al que emplea la bomba de calor POKER y Proyecto 2 al de la bomba de calor Q-TON.

Proveedor	Proy	Pos	Descripción	Ud	P. unitario	P. Total
SEDICAL	1	10	Bomba de calor THAETY 234 H. T.	1	17.250,00 €	17.250,00 €
SEDICAL	1	20	Depósito AL 1000/R	1	3.629,00 €	3.629,00 €
SEDICAL	1	30	Depósito AL 500/R	1	2.151,00 €	2.151,00 €
SEDICAL	1	40	Resistencia 9,0 kW-400V	1	373,00 €	373,00 €
SEDICAL	1	50	Intercambiador UFPB-41/H-B-PN26	1	413,00 €	413,00 €
SEDICAL	1	60	Vaso de expansión NG-8/6	1	47,00 €	47,00 €
SEDICAL	1	70	Vaso de expansión DT5 60 - R 1 1/4"	1	535,00 €	535,00 €
SEDICAL	1	80	Bomba Primario AM 32/12-B	1	1.721,00 €	1.721,00 €
SEDICAL	1	90	Bomba ACS SAM 30/6T	1	622,00 €	622,00 €
SEDICAL	1	100	Bomba recirculación SAP 25/8T	2	505,00 €	1.010,00 €
SEDICAL	1	110	Sistema K-Flow®	4	74,40 €	297,60 €
SEDICAL	1	120	Purgador SpiroTop	1	57,00 €	57,00 €
SEDICAL	1	130	Válvula MT 1" - C	1	569,00 €	569,00 €
SEDICAL	1	140	S. Regulación y Control	1	3.512,39 €	3.512,39 €
SEDICAL	1	150	Descuento Comercial 25%	-0,25	32.186,99 €	- 8.046,75 €
GRUPO OX	1	10	Equipo Antilegionella Químico	1	2.000,00 €	2.000,00 €
TECHNO-SUN	1	10	Panel Solar Jinko 250 Wp	84	239,17 €	20.090,28 €
TECHNO-SUN	1	20	Inversor REFUsol 023K-460VAC	1	2.496,72 €	2.496,72 €
TECHNO-SUN	1	30	Estructura Alum 7 mod V suelo	11	444,23 €	4.886,53 €
TECHNO-SUN	1	40	Estructura Alum 2 mod V suelo	3	142,66 €	427,98 €
SUBTOTAL						54.041,75 €
IVA (21%)						11.348,77 €
TOTAL						65.390,52 €

Proveedor	Proy	Pos	Descripción	Ud	P. unitario	P. Total
MITSUBISHI	2	10	Bomba de calor THAETY 234 H. T.	1	42.900,00 €	42.900,00 €
MITSUBISHI	2	20	Válvula de 3 vías	1	1.250,00 €	1.250,00 €
SEDICAL	2	10	Depósito AL 1000/R	1	3.629,00 €	3.629,00 €
SEDICAL	2	20	Vaso de expansión NG-8/6	1	47,00 €	47,00 €
SEDICAL	2	30	Vaso de expansión DT5 60 - R 1 1/4"	1	535,00 €	535,00 €
SEDICAL	2	40	Bomba recirculación SAP 25/8T	2	505,00 €	1.010,00 €
SEDICAL	2	50	Sistema K-Flow®	4	74,40 €	297,60 €
SEDICAL	2	60	Purgador SpiroTop	1	57,00 €	57,00 €
SEDICAL	2	70	Válvula MT 1" - C	1	569,00 €	569,00 €
SEDICAL	2	80	S. Regulación y Control	1	3.512,39 €	3.512,39 €
SEDICAL	2	90	Descuento Comercial 25%	-0,25	53.806,99 €	- 13.451,75 €
TECHNO-SUN	2	10	Panel Solar Jinko 250 Wp	84	239,17 €	20.090,28 €
TECHNO-SUN	2	20	Inversor REFUsol 023K-460VAC	1	2.496,72 €	2.496,72 €
TECHNO-SUN	2	30	Estructura Alum 7 mod V suelo	11	444,23 €	4.886,53 €
TECHNO-SUN	2	40	Estructura Alum 2 mod V suelo	3	142,66 €	427,98 €
SUBTOTAL						68.256,75 €
IVA (21%)						14.333,92 €
TOTAL						82.590,67 €

Tabla 11. Inversiones iniciales de los proyectos 1 y 2. Elaboración propia

Para valorar la opción de la caldera eléctrica, se plantea el Proyecto 3, en el que se sitúa la potencia eléctrica en forma de resistencias dentro del depósito de acumulación. En este caso es necesario instalar una potencia pico de 61 kW, lo que supone casi triplicar el número de paneles solares, para producir los 91.000 kWh anuales.

Del mismo modo, se realiza el proyecto 4 que emplea una caldera de gas natural para posteriores comparativas.

Proveedor	Proy	Pos	Descripción	Ud	P. unitario	P. Total
SEDICAL	3	10	Depósito AL 1000/R	1	3.629,00 €	3.629,00 €
SEDICAL	3	20	Resistencia 9,0 kW-400V	4	373,00 €	1.492,00 €
SEDICAL	3	30	Vaso de expansión DT5 60 - R 1 1/4"	1	535,00 €	535,00 €
SEDICAL	3	40	Bomba recirculación SAP 25/8T	2	505,00 €	1.010,00 €
SEDICAL	3	50	Sistema K-Flow®	4	74,40 €	297,60 €
SEDICAL	3	60	Purgador SpiroTop	1	57,00 €	57,00 €
SEDICAL	3	70	Válvula MT 1" - C	1	569,00 €	569,00 €
SEDICAL	3	80	S. Regulación y Control	1	3.512,39 €	3.512,39 €
SEDICAL	3	90	Descuento Comercial 25%	-0,25	11.101,99 €	- 2.775,50 €
TECHNO-SUN	3	10	Panel Solar Jinko 250 Wp	244	239,17 €	58.357,48 €
TECHNO-SUN	3	20	Inversor REFUsol 023K-460VAC	3	2.496,72 €	7.490,16 €
TECHNO-SUN	3	30	Estructura Alum 7 mod V suelo	34	444,23 €	15.103,82 €
TECHNO-SUN	3	40	Estructura Alum 2 mod V suelo	3	142,66 €	427,98 €
SUBTOTAL						89.705,93 €
IVA (21%)						18.838,25 €
TOTAL						108.544,18 €

Proveedor	Proy	Pos	Descripción	Ud	P. unitario	P. Total
SEDICAL	4	10	Caldera Mural WTC 45-A H-O	1	4.186,00 €	4.186,00 €
SEDICAL	4	20	Accesorios	1	197,00 €	197,00 €
SEDICAL	4	30	Puesta en marcha	1	299,00 €	299,00 €
SEDICAL	4	40	Depósito AL 1000/R	1	2.409,00 €	2.409,00 €
SEDICAL	4	50	Vaso de expansión DT5 60 - R 1 1/4"	1	535,00 €	535,00 €
SEDICAL	4	60	Bomba recirculación SAP 25/8T	2	505,00 €	1.010,00 €
SEDICAL	4	70	Sistema K-Flow®	4	74,40 €	297,60 €
SEDICAL	4	80	Purgador SpiroTop	1	57,00 €	57,00 €
SEDICAL	4	90	Válvula MT 1" - C	1	569,00 €	569,00 €
SEDICAL	4	100	S. Regulación y Control	1	3.512,39 €	3.512,39 €
SEDICAL	4	110	Descuento Comercial 25%	-0,25	13.071,99 €	- 3.268,00 €
SUBTOTAL						9.803,99 €
IVA (21%)						2.058,84 €
TOTAL						11.862,83 €

Tabla 12. Inversiones iniciales de los proyectos 3 y 4. Elaboración Propia

2. PRECIOS, IMPUESTOS Y PEAJES A LA ELECTRICIDAD

En el estudio es influyente la estimación de la subida anual del precio de la electricidad así como de las estimaciones del coste por consumir la energía en diferido.

En el proyecto 1 de la Bomba Poker se producen los siguientes saldos mensuales:

	Energía producida [kWh]	Energía consumida [kWh]	Energía consumida instantánea [kWh]	Energía consumida en diferido [kWh]	Energía Inyectada [kWh]
Enero	1.568	4.013	1.568	2.444	0
Febrero	1.897	3.553	1.897	1.655	0
Marzo	2.686	2.476	2.476	0	210
Abril	2.977	2.438	2.438	0	539
Mayo	3.201	2.308	2.308	0	893
Junio	3.415	2.033	2.033	0	1.382
Julio	3.761	1.748	1.748	0	2.013
Agosto	3.467	1.520	1.520	0	1.947
Septiembre	2.988	1.852	1.852	0	1.136
Octubre	2.372	2.086	2.086	0	286
Noviembre	1.702	2.373	1.702	671	0
Diciembre	1.381	3.869	1.381	2.489	0
Anual	31.416	30.269	76%	24%	1.147

Tabla 13. *Consumos mensuales. Proyecto 1. Elaboración propia*

En el proyecto 2 de la Bomba Q-TON se producen los siguientes saldos mensuales:

	Energía producida [kWh]	Energía consumida [kWh]	Energía consumida instantánea [kWh]	Energía consumida en diferido [kWh]	Energía Inyectada [kWh]
Enero	1.568	3.425	1.568	1.857	0
Febrero	1.897	3.033	1.897	1.135	0
Marzo	2.686	3.033	2.686	347	0
Abril	2.977	2.987	2.977	10	0
Mayo	3.201	2.827	2.827	0	374
Junio	3.415	1.622	1.622	0	1.793
Julio	3.761	1.394	1.394	0	2.367
Agosto	3.467	1.212	1.212	0	2.254
Septiembre	2.988	1.477	1.477	0	1.511
Octubre	2.372	2.555	2.372	183	0
Noviembre	1.702	2.907	1.702	1.205	0
Diciembre	1.381	3.303	1.381	1.922	0
Anual	31.416	29.776	78%	22%	1.640

Tabla 14. *Consumos mensuales. Proyecto 2. Elaboración propia*

Y del mismo modo en el proyecto 3 de la caldera eléctrica:

	Energía producida [kWh]	Energía consumida [kWh]	Energía consumida instantánea [kWh]	Energía consumida en diferido [kWh]	Energía Inyectada [kWh]
Enero	4.636	9.591	4.636	4.954	0
Febrero	5.609	8.491	5.609	2.883	0
Marzo	7.940	8.493	7.940	553	0
Abril	8.800	8.363	8.363	0	437
Mayo	9.462	7.916	7.916	0	1.546
Junio	10.095	6.975	6.975	0	3.120
Julio	11.117	5.994	5.994	0	5.123
Agosto	10.247	5.213	5.213	0	5.034
Septiembre	8.834	6.353	6.353	0	2.480
Octubre	7.013	7.155	7.013	142	0
Noviembre	5.031	8.139	5.031	3.109	0
Diciembre	4.082	9.248	4.082	5.166	0
Anual	92.865	91.932	82%	18%	934

Tabla 15. *Consumos mensuales. Proyecto 3. Elaboración propia*

A modo de resumen las principales características de la modalidad de balance neto según el primer borrador sobre el RD de balance neto presentado a la CNE son:

- El consumidor inyectará en la red eléctrica la energía generada y no consumida.
- Esta cesión no llevará aparejada ninguna contraprestación económica.
- La cesión generará unos derechos de consumo futuro, que podrán ser utilizados durante los siguientes 12 meses.
- La energía adquirida por el consumidor a la empresa suministradora se compensará hasta que se iguale a los derechos de consumo acumulados, en el mismo periodo tarifario.
- La energía consumida hasta igualar los derechos adquiridos no tendrá coste para el consumidor.
- El consumidor sólo deberá pagar el peaje de acceso y el coste del servicio de balance neto cuyo máximo será establecido por el Ministerio.
- El precio del resto de la energía será establecido por las empresas suministradoras/comercializadoras.
- Las empresas comercializadoras están obligadas a llevar una contabilidad de la energía exportada a la red y consumida.
- La facturación se realizará mensualmente y en base a lecturas reales.
- La compensación entre la energía vertida a la red y la consumida se realizará mensualmente.

La valoración del Borrador de Real Decreto sobre Balance Neto o Net Metering es positiva pero depende fundamentalmente de la implementación final de la norma que todavía se tiene que producir.

Por tanto, para realizar el estudio económico calcularemos anualmente los costes generados con el sistema actual y los costes utilizando autoconsumo, cuya diferencia será el ahorro. La potencia eléctrica contratada normalizada es 19,745 kW

Al adquirir la energía en el mercado se realiza el pago por dos conceptos:

1. Los peajes: es el pago por el uso de las redes del distribuidor, mediante un precio aprobado por el Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Se denomina tarifa de acceso y consta de dos términos (potencia y energía) el primero es fijo y pagamos la potencia que tenemos contratada y en el segundo, que es variable, pagamos por la energía que ha circulado por la red del distribuidor para nuestro consumo.

2. La energía: es el pago por la energía consumida medida por el contador. Es el resultado de multiplicar el precio libremente pactado con el comercializador, que figura en el contrato, por los kWh medidos por el contador.

Debido a las características de nuestra instalación (potencia contratada > 15 kW) la tarifa de acceso debe ser la 3.0 A, tarifa general de baja tensión. Utilizando los precios regulados para la electricidad en 2015:

3.0 A	Punta	Llano	Valle
Término de potencia [€/kw año]	40,728885	24,437330	16,291555
Término de energía [€/kWh]	0,018762	0,012575	0,004670
Precio energía [€/kWh]	0,167838	0,096681	0,066756

Tabla 16. Tarifas de acceso 2015. Fuente: IDAE

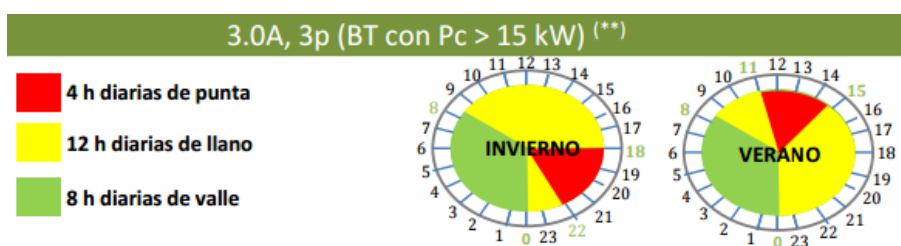


Fig 37. Periodos de discriminación horaria. Fuente: Iberdrola

Debido a la demanda horaria en ACS, los consumos se dan a lo largo de las horas diurnas del día y se consideran las tarifas del tramo horario llano en el estudio.

A estos precios hay que sumarle el Impuesto Eléctrico del 5,11269632% así como el IVA vigente del 21%, resultado los impuestos totales sobre el coste de la electricidad del 27,1863625%.

Con el modelo actual, toda la energía se compra a la empresa a la comercializadora, abonando en su totalidad la tarifa de acceso, pero en el balance neto, en función de que el consumo sea procedente de la generación local (instantánea o diferida) o de la comercializadora, se producen distintos costes.

En el autoconsumo instantáneo no se paga la parte variable del peaje, al no utilizar la red, pero en el autoconsumo diferido, aunque no se paga un cargo por la energía suministrada, sí se utiliza la red, luego se abona tanto un término fijo como uno variable, este último por definir.

En el caso de que sea necesaria energía extra de la comercializadora se comprará al precio establecido de igual modo que en el sistema actual. Por tanto el usuario buscará maximizar la energía autoconsumida y minimizar la compra de energía extra.

Se plantean tres escenarios en los que término variable del autoconsumo diferido sea: el 90%, el 50% o el 20% de los costes variables totales, incluyendo el coste de servicio por balance neto.

Se ha tenido en cuenta que la comunidad también tiene consumos (ascensores, iluminación...) y que la energía extra que se produce al año será consumida por ésta. Por esta misma razón es seguro que se consumirá más energía de forma instantánea que la planteada, pero esto no se tendrá en cuenta en el estudio.

Los costes de mantenimiento se consideran un 2% de la inversión inicial, pero en el caso del sistema de tratamiento químico antilegionella se incrementan en 500 € anuales.

3. ANÁLISIS ECONÓMICO

En este apartado se desarrolla el análisis económico durante la vida útil de la instalación, estimada en 25 años para los paneles solares.

En cada uno de los casos estudiados, se han evaluado los costes energéticos anuales para las modalidades autoconsumo por balance neto, BN, compra de la totalidad de energía eléctrica al distribuidor y compra de gas natural. A continuación se detallan estos costes:

$$\text{Coste BN} = \text{Coste Tarifa fija} + \text{Coste Tarifa Variable del Consumo Diferido}$$

$$\text{Coste BN} = P_{\text{contratada}} \cdot T_{\text{fija}} + \%_{\text{variable}} \cdot E_{\text{Autoconsumo Diferido}} \cdot T_{\text{variable}}$$

$$\text{Coste Electricidad} = \text{Coste Tarifa fija} + \text{Coste Tarifa Variable} + \text{Coste Energía}$$

$$\text{Coste Electricidad} = P_{\text{contratada}} \cdot T_{\text{fija}} + E_{\text{consumida}} \cdot T_{\text{variable}} + E_{\text{consumida}} \cdot \text{Precio}_{\text{energía}}$$

$$\text{Coste Gas Natural} = P_{\text{contratada}} \cdot T_{\text{fija}} + E_{\text{consumida}} \cdot T_{\text{variable}} + E_{\text{consumida}} \cdot \text{Precio}_{\text{energía}}$$

El ahorro es la diferencia entre los costes energéticos de una instalación equivalente de gas natural y los costes del balance neto, añadiendo el ahorro por la energía sobrante, y descontando los costes de mantenimiento.

$$\text{Ahorro} = \text{Coste Gas Natural} - \text{Coste BN} + E_{\text{sobrante}} \cdot \text{Precio}_{\text{energía}} - \text{Costes mantenimiento}$$

La anterior expresión se puede reformular para calcular el ahorro que genera la producción y consumo de energía mediante balance neto, respecto a la compra de la misma a la compañía eléctrica.

$$\text{Ahorro} = \text{Coste Electricidad} - \text{Coste BN} + E_{\text{sobrante}} \cdot \text{Precio}_{\text{energía}} - \text{Costes mantenimiento}$$

Para efectuar un análisis completo se obtienen los resultados realizando un análisis de sensibilidad en el que se varía el crecimiento interanual del precio de la electricidad así como el porcentaje de los costes variables del consumo en diferido.

Para la aclaración de estos cálculos se exponen en la tabla 17 los resultados en un escenario del proyecto 1. En este caso se contabiliza como el 90% de la tarificación variable al consumo en diferido en el balance neto, un crecimiento anual de las tarifas eléctricas del 3% y una inflación del 2%.

Proyecto 1 – Bomba Poker con tratamiento químico

Subida elect.	3%	AutoC Inst	23004,44 kWh	Costes mant	1.807,81 €	Payback	10,48
P _{contratada}	21 kW	AutoC Dif	7264,56 kWh	inflación, i	2%	VAN	33.155,67 €
Consumo	30269 kWh	% Variable Dif	50%	Impuestos	27%		
E. Sobrante	1147 kWh	Inversión	65.391 €				

Año	Precio energía	Tarifa variable	Tarifa fija	Coste energía	Coste Tar. F	Coste Tar. V	Coste Electric	Coste Gas Nat	Coste BN	Energía sobrante	Ahorro	Inversión Restante	Año
0												65.391 €	0
1	0,097 €	0,013 €	24,437 €	2.926,44 €	513,18 €	380,63 €	4.859 €	7.600 €	757 €	125 €	5.160 €	60.231 €	1
2	0,100 €	0,013 €	25,170 €	3.014,23 €	528,58 €	392,05 €	5.005 €	7.828 €	780 €	128 €	5.369 €	54.862 €	2
3	0,103 €	0,013 €	25,926 €	3.104,66 €	544,44 €	403,81 €	5.155 €	8.063 €	803 €	132 €	5.584 €	49.278 €	3
4	0,106 €	0,014 €	26,703 €	3.197,80 €	560,77 €	415,93 €	5.309 €	8.305 €	827 €	136 €	5.806 €	43.472 €	4
5	0,109 €	0,014 €	27,504 €	3.293,73 €	577,59 €	428,41 €	5.469 €	8.554 €	852 €	140 €	6.034 €	37.438 €	5
6	0,112 €	0,015 €	28,330 €	3.392,54 €	594,92 €	441,26 €	5.633 €	8.811 €	878 €	144 €	6.269 €	31.169 €	6
7	0,115 €	0,015 €	29,179 €	3.494,32 €	612,77 €	454,50 €	5.802 €	9.075 €	904 €	149 €	6.512 €	24.657 €	7
8	0,119 €	0,015 €	30,055 €	3.599,15 €	631,15 €	468,13 €	5.976 €	9.347 €	931 €	153 €	6.761 €	17.896 €	8
9	0,122 €	0,016 €	30,956 €	3.707,12 €	650,09 €	482,17 €	6.155 €	9.628 €	959 €	158 €	7.018 €	10.877 €	9
10	0,126 €	0,016 €	31,885 €	3.818,34 €	669,59 €	496,64 €	6.340 €	9.917 €	988 €	162 €	7.283 €	3.594 €	10
11	0,130 €	0,017 €	32,842 €	3.932,89 €	689,68 €	511,54 €	6.530 €	10.214 €	1.018 €	167 €	7.556 €	- 3.962 €	11
12	0,134 €	0,017 €	33,827 €	4.050,87 €	710,37 €	526,88 €	6.726 €	10.521 €	1.048 €	172 €	7.837 €	- 11.799 €	12
13	0,138 €	0,018 €	34,842 €	4.172,40 €	731,68 €	542,69 €	6.928 €	10.836 €	1.080 €	178 €	8.126 €	- 19.925 €	13
14	0,142 €	0,018 €	35,887 €	4.297,57 €	753,63 €	558,97 €	7.135 €	11.161 €	1.112 €	183 €	8.424 €	- 28.349 €	14
15	0,146 €	0,019 €	36,964 €	4.426,50 €	776,24 €	575,74 €	7.349 €	11.496 €	1.145 €	188 €	8.731 €	- 37.081 €	15
16	0,151 €	0,020 €	38,073 €	4.559,29 €	799,52 €	593,01 €	7.570 €	11.841 €	1.180 €	194 €	9.047 €	- 46.128 €	16
17	0,155 €	0,020 €	39,215 €	4.696,07 €	823,51 €	610,80 €	7.797 €	12.196 €	1.215 €	200 €	9.373 €	- 55.501 €	17
18	0,160 €	0,021 €	40,391 €	4.836,95 €	848,21 €	629,13 €	8.031 €	12.562 €	1.252 €	206 €	9.708 €	- 65.209 €	18
19	0,165 €	0,021 €	41,603 €	4.982,06 €	873,66 €	648,00 €	8.272 €	12.939 €	1.289 €	212 €	10.054 €	- 75.263 €	19
20	0,170 €	0,022 €	42,851 €	5.131,53 €	899,87 €	667,44 €	8.520 €	13.327 €	1.328 €	218 €	10.410 €	- 85.673 €	20
21	0,175 €	0,023 €	44,137 €	5.285,47 €	926,87 €	687,46 €	8.776 €	13.727 €	1.368 €	225 €	10.776 €	- 96.449 €	21
22	0,180 €	0,023 €	45,461 €	5.444,04 €	954,67 €	708,09 €	9.039 €	14.139 €	1.409 €	232 €	11.154 €	- 107.603 €	22
23	0,185 €	0,024 €	46,824 €	5.607,36 €	983,31 €	729,33 €	9.310 €	14.563 €	1.451 €	239 €	11.543 €	- 119.146 €	23
24	0,191 €	0,025 €	48,229 €	5.775,58 €	1.012,81 €	751,21 €	9.589 €	15.000 €	1.495 €	246 €	11.943 €	- 131.089 €	24
25	0,197 €	0,026 €	49,676 €	5.948,84 €	1.043,20 €	773,75 €	9.877 €	15.450 €	1.539 €	253 €	12.356 €	- 143.445 €	25

Tabla 17. Estudio económico del proyecto 1. Elaboración Propia

Mediante el método ya expuesto se evalúan los proyectos en todos los posibles escenarios propuestos. Los resultados de este análisis de sensibilidad se exponen en el siguiente apartado.

4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El coste del proyecto no es solo el coste de la inversión inicial, sino que deben ser considerados los costes de mantenimiento así como los energéticos durante la vida útil de la instalación.

En este apartado se comparan los costes de las diferentes instalaciones con distintos escenarios durante la vida útil de funcionamiento. En primer lugar, se compara el tiempo de retorno de la inversión considerando el ahorro a la diferencia de costes con una instalación centralizada de gas natural. En segundo lugar la comparación es entre autoproducir energía mediante balance neto y comprar esta energía a la red eléctrica. Por último se comparan los costes actualizados totales de las instalaciones para valorar la opción más económica para el consumidor a día de hoy.

Este criterio compara los costes del sistema mediante la modalidad de balance neto con los costes que se producirían ahora mismo si toda la energía necesaria fuera suministrada por una caldera de gas natural centralizada.

		Proyecto 1			Proyecto 2			Proyecto 3		
		Crecimiento interanual del precio de la electricidad								
		3%	6%	9%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
% Costes Variables Autoconsumo Diferido	20%	10,33	9,05	8,16	12,16	10,47	9,34	19,57	15,56	13,26
	50%	10,39	9,10	8,20	12,22	10,52	9,38	19,91	15,78	13,42
	90%	10,48	9,16	8,25	12,31	10,59	9,43	20,38	16,08	13,64

Tabla 18. *Cashback de la inversión inicial en años. Gas Natural vs Bal. Neto. Elaboración propia*

Este criterio compara los costes del sistema mediante la modalidad de balance neto y con los costes que se producirían ahora mismo si toda la energía necesaria fuera comprada a la red eléctrica.

		Proyecto 1			Proyecto 2			Proyecto 3		
		Crecimiento interanual del precio de la electricidad								
		3%	6%	9%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
% Costes Variables Autoconsumo Diferido	20%	17,12	13,80	11,86	19,69	15,64	13,32	8,75	7,87	7,21
	50%	17,28	13,91	11,95	19,87	15,75	13,40	8,82	7,93	7,26
	90%	17,51	14,06	12,06	20,11	15,90	13,51	8,92	8,00	7,32

Tabla 19. *Cashback de la inversión inicial en años. Energía red vs Bal. Neto. Elaboración propia*

El factor más influyente en todos los casos es la tasa de crecimiento del precio de la electricidad, dado que cuanto mayor sea, mayores son los ahorros obtenidos, resultando muy poco influyentes los costes variables de la energía.

Cabe destacar que en la segunda comparativa, el proyecto 3 de la caldera eléctrica, es el que más rápidamente devuelve la inversión, pero esta comparativa no es de interés para el consumidor, puesto que no valora los costes de energía respecto a las otras instalaciones como ya veremos a continuación, sino que solo valora que el autoconsumo de energía ofrece grandes ahorros respecto a la compra de la energía de la red.

Al consumidor le interesa que la inversión inicial y los costes anuales de mantenimiento y energía sean lo menores posibles. Para ello se calcula el coste total actualizado de los tres proyectos considerando una inflación anual del 2%, en el que se aplica una tarifa a la energía consumida en diferido del 50% de los costes variables y la consideración de los tres escenarios del crecimiento del precio de la electricidad. Se ha añadido un cuarto proyecto para completar la comparativa, el cual corresponde a una instalación de ACS tradicional cuya fuente energética es una caldera de gas natural.

$i = 2\%$ $TV = 50\%$		Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4
Crecimiento interanual de la energía	Inversión inicial	65.391 €	82.591 €	108.544 €	11.863 €
	Mantenimiento	1.808 €	1.652 €	2.171 €	237 €
	Coste Energía	711 €	705 €	2.027 €	7.600 €
	3%	120.319 €	134.316 €	206.906 €	226.431 €
	6%	129.402 €	143.326 €	232.803 €	323.550 €
	9%	143.902 €	157.709 €	274.145 €	478.594 €

Tabla 20. *Coste total actualizado de los proyectos. Elaboración propia*

Finalmente, se compara la huella de carbono de los diferentes proyectos, así como las emisiones de CO₂ evitadas si el sistema no fuera autosuficiente. Naturalmente, como era premisa inicial del proyecto, las tres opciones desarrolladas no generan en su funcionamiento ninguna emisión contaminante a la atmósfera.

	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4
Consumo [kWh/año]	30.269	29.776	91.932	91.932
Huella CO ₂ [T/año]	0,00	0,00	0,00	17,01
CO2 evitado [T/año]	9,79	9,63	29,74	0,00

Tabla 21. *Huella de carbono de cada proyecto. Elaboración propia*

A la luz de estos resultados finales, el proyecto 1 es el que menores costes supone al consumidor, seguido muy de cerca del proyecto 2, que evitaría el tratamiento adicional anti-legionella. Finalmente, el proyecto 3, pese a que la instalación térmica sea muy sencilla y de bajo coste, exige una fuerte inversión en módulos fotovoltaicos y genera el mayor coste en energía.

El proyecto 4 hace referencia a la instalación estándar actual, y pese a que la inversión inicial es muy reducida, son los costes de la energía los que aproximan sus costes totales al proyecto 3, incrementándolo más de tres veces respecto a la mejor opción en los escenarios de mayor crecimiento del precio de la energía.

Es importante valorar que no se ha incluido ningún tipo de ayuda ni incentivo en el estudio económico, conforme a la situación actual en España. Del mismo modo, las estimaciones imprecisas siempre han sido a la baja, obteniendo resultados conservadores, por lo que cualquier mejora de las condiciones reales propiciará una mejora de los resultados expuestos en este estudio.

CONCLUSIONES

La península ibérica tiene el privilegio de disponer de una gran aportación de radiación solar frente a otras ubicaciones geográficas europeas y, por disponer de ello, se debe hacer un uso responsable e inteligente de este tipo de energía.

En el ámbito que compete a este trabajo, se ha buscado una mejora de los sistemas que actualmente utilizan la energía solar para alcanzar una cobertura en la producción de ACS del 100%. Ciertamente es, que para que el comportamiento de la instalación sea el deseado, debe de ser accesible la modalidad de balance neto energético, restricción de partida de este trabajo.

Tras el dimensionamiento de las instalaciones, queda patente que tecnológicamente no existen trabas en ninguno de los tres pilares básicos del proyecto: calentamiento de agua, producción de energía y red eléctrica.

La instalación desarrollada para la producción de ACS se encuentra en términos económicos en situación competitiva con las instalaciones actuales, aportando el plus de autosuficiencia energética y cero emisiones a la atmósfera, contribuyendo en igual medida a los planes de fomento del uso de energías renovables como a los de reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

El periodo de retorno de la inversión se sitúa entre 8 y 12 años y supone entre 1.500 y 2.000 € por vivienda, así como un ahorro en los gastos anuales de hasta el 70%. El sobre coste de incluir este tipo de sistemas en viviendas de obra nueva es mínimo, junto a otras instalaciones que cumplan el estándar de *“Edificio de consumo de energía casi nulo”*, se estima entre un 2 y 5%. Queda patente que la tarificación de balance neto abre una serie de interesantes expectativas alineadas con este tipo de edificios.

Incluso si este proyecto no fuera competitivo, ya que es una alternativa a los sistemas actuales, al no producir efectos que aceleren el calentamiento global, es importante tener presente que las acciones tomadas hoy ya solo pueden repercutir en que las consecuencias sean menos severas en el futuro, puesto que la lenta maquinaria del cambio climático ya está en movimiento.

Las líneas futuras de este trabajo estarían dirigidas a ampliar la capacidad del sistema a la calefacción central, aire acondicionado y sobredimensionar la generación de energía, ya sea tanto con módulos fotovoltaicos como con pequeños generadores eólicos, para cubrir también la demanda de energía eléctrica del edificio, siguiendo las líneas que impone la Directiva 2010/31/UE para antes de 2020.

Esta misma directiva establece que los Estados miembros deberán establecer medidas que favorezcan la eficiencia energética de los edificios y la transición a edificios de consumo de energía casi nulo, garantizando en los próximos años incluso mejores resultados que los expuestos en este trabajo.

REFERENCIAS

- [1]. La energía en España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2013.
- [2]. Directiva 2010/31/UE de 19 de mayo de 2010. Parlamento Europeo.
- [3]. Perspectivas para Canarias de la nueva regulación sobre autoconsumo con EERR y balance neto. Instituto Tecnológico de Canarias. 2012
- [4]. Análisis del Balance Neto Fotovoltaico. César Arribas González. Universidad Carlos III de Madrid. 2012
- [5]. Análisis del autoconsumo en el marco del sector eléctrico español. Gonzalo Sáenz de Miera. Iberdrola. 2012
- [6]. Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones objeto del ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral.
- [7]. Norma UNE 100030 IN:2005. Guía para la prevención de *legionella* en instalaciones. 2006
- [8]. Sede Electrónica del Catastro. Secretaría de Estado de Hacienda. 2015
- [9]. Código Técnico de la Edificación (CTE). Ministerio de Fomento. 2009
- [10]. Apuntes de la asignatura Drinking Water Supply. Master Hydro Science and Engineering. TU Dresden. 2015
- [11]. Valores Climatológicos normales. Agencia Estatal de Meteorología. 2015
- [12]. Guía técnica de agua caliente sanitaria central. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 2010
- [13]. Tarifa de precios recomendados. Sedical. 2015
- [14]. Apuntes de la asignatura Ingeniería Térmica. Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Universidad de Zaragoza. 2013



- [15]. Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT. Agencia Estatal de Meteorología. 2012
- [16]. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red. IDAE. 2011
- [17]. FOTOVOLTAICA PARA PROFESIONALES. Diseño, instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas. F. Antony, C. Dürschner, K.-H. Remmers. CENSOLAR. 2006
- [18]. Apuntes de la asignatura Administración y Dirección de Empresas. Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Universidad de Zaragoza. 2009
- [19]. Apuntes de la asignatura Organización y Dirección de Empresas. Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Universidad de Zaragoza. 2014

Trabajo Fin de Grado

Diseño de un sistema de producción de agua caliente sanitaria por acumulación para un edificio de viviendas utilizando energía solar fotovoltaica

Autor

Miguel Zarzuela Cepero

Director

Pascual Sánchez González

ANEXOS



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

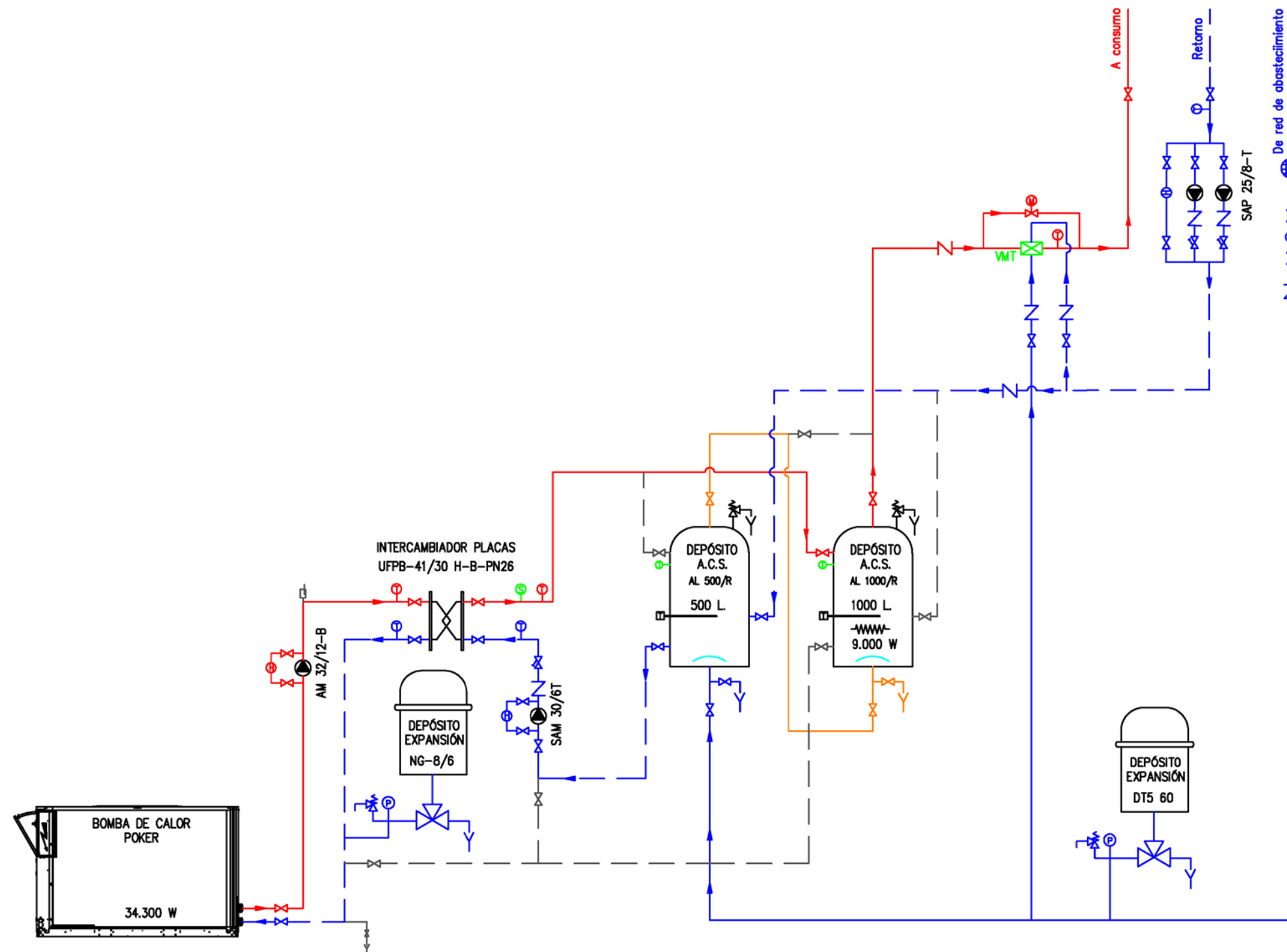
ÍNDICE

ANEXO 1. PLANOS	3
ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	13
1. Bomba de calor POKER.....	14
2. Bomba de calor Q-TON.....	15
3. Depósito de acumulación	17
4. Intercambiador de placas termosoldadas	18
5. Bomba del circuito primario.....	20
6. Bomba de ACS.....	21
7. Bomba de recirculación.....	22
8. Sistemas de equilibrado automático K-Flow®	23
9. Vaso de expansión del circuito primario	23
10. Vaso de expansión del circuito de ACS.....	24
11. Válvula mezcladora termostática	24
12. Purgador de aire	25
13. Panel solar fotovoltaico.....	26
14. Inversor	28
ANEXO 3. INFORMACIÓN CATASTRAL.....	30
Inmuebles en la Parcela.....	30
Localidades en los Inmuebles.....	30
ANEXO 4. CAUDALES INSTANTÁNEOS	31

ANEXO 1. PLANOS

1. Esquema de principio. Bomba de calor POKER
2. Esquema de principio. Bomba de calor Q-TON
3. Esquema de principio. Caldera eléctrica
4. Distribución general
5. Cubiertas
 - 5.1. Cubierta 1
 - 5.2. Cubierta 2
6. Planos del edificio
 - 6.1. Planta baja
 - 6.2. Plantas 1, 2 y 3
7. Esquema unifilar eléctrico

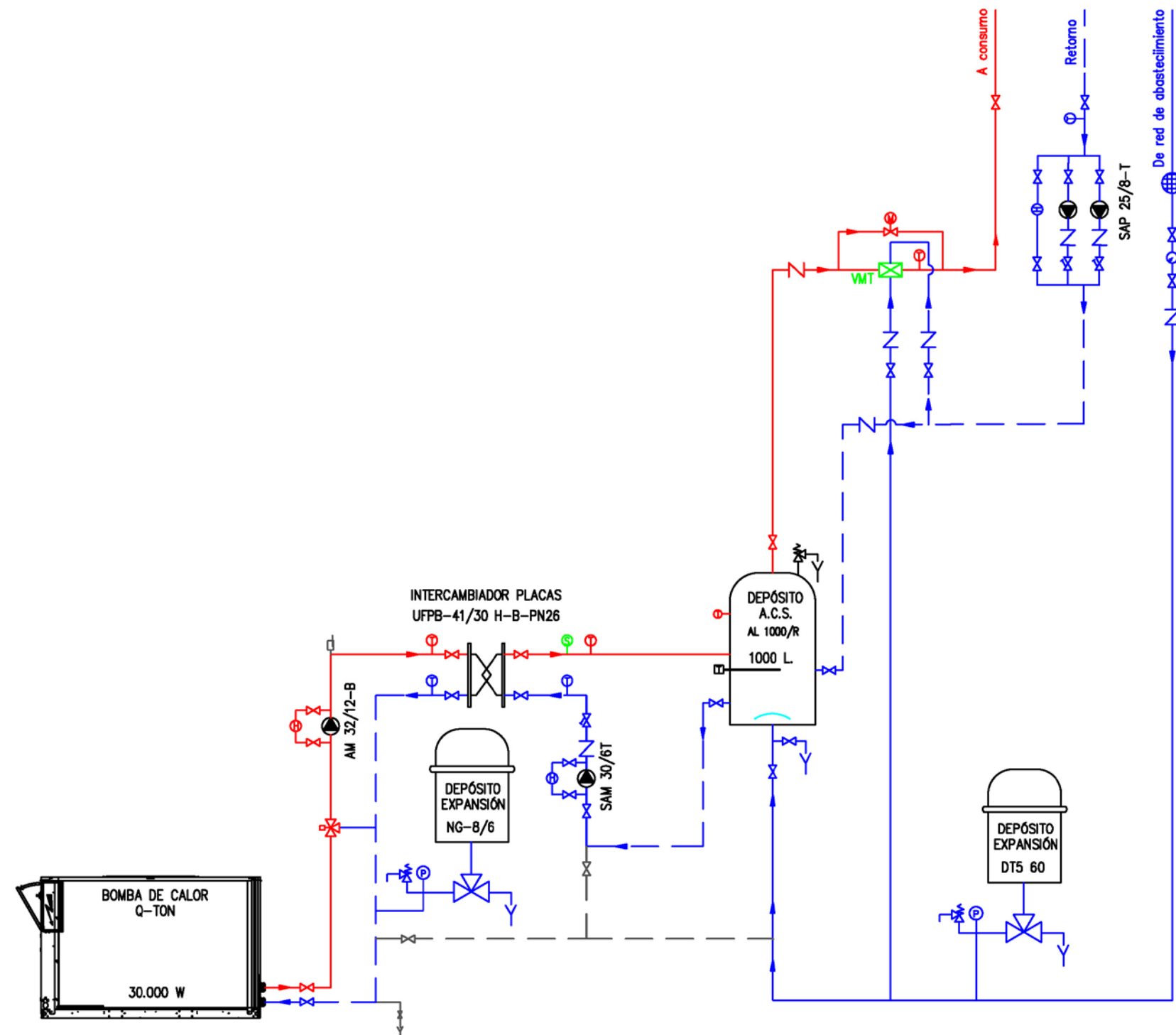
IMPULSIÓN Y RETORNO ACS




LEYENDA	
	VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA VMT-C
	TERMÓMETRO VANA
	VÁLVULAS
	VÁLVULAS DE RETENCIÓN
	CIRCULADOR
	VÁLVULA DE TRES VÍAS MOTORIZADA
	TERMOSTATO DE AMBIENTE O DE INMERSIÓN
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	MANÓMETRO
	VÁLVULA MOTORIZADA
	DESAGÜE
	REGULADOR EN SECUENCIA DE LAS CALDERAS
	VÁLVULA DE MANIPULO
	CENTRALITA DE REGULACIÓN MEDIANTE Sonda EXTERIOR
	MANÓMETRO
	SENSOR DE NIVEL NEUMÁTICO
	SETA APAGA-FUEGOS
	BOCA DE CARGA
	PURIFICADOR AUTOMÁTICO
	FILTRO
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE DA
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE RETORNO
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS APOH
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE MANTENIMIENTO

	Fecha	Nombre	Firma:	 <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div>
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
SIN ESCALA	ESQUEMA DE PRINCIPIO BOMBA DE CALOR POKER			Curso
				Plano Nº 01

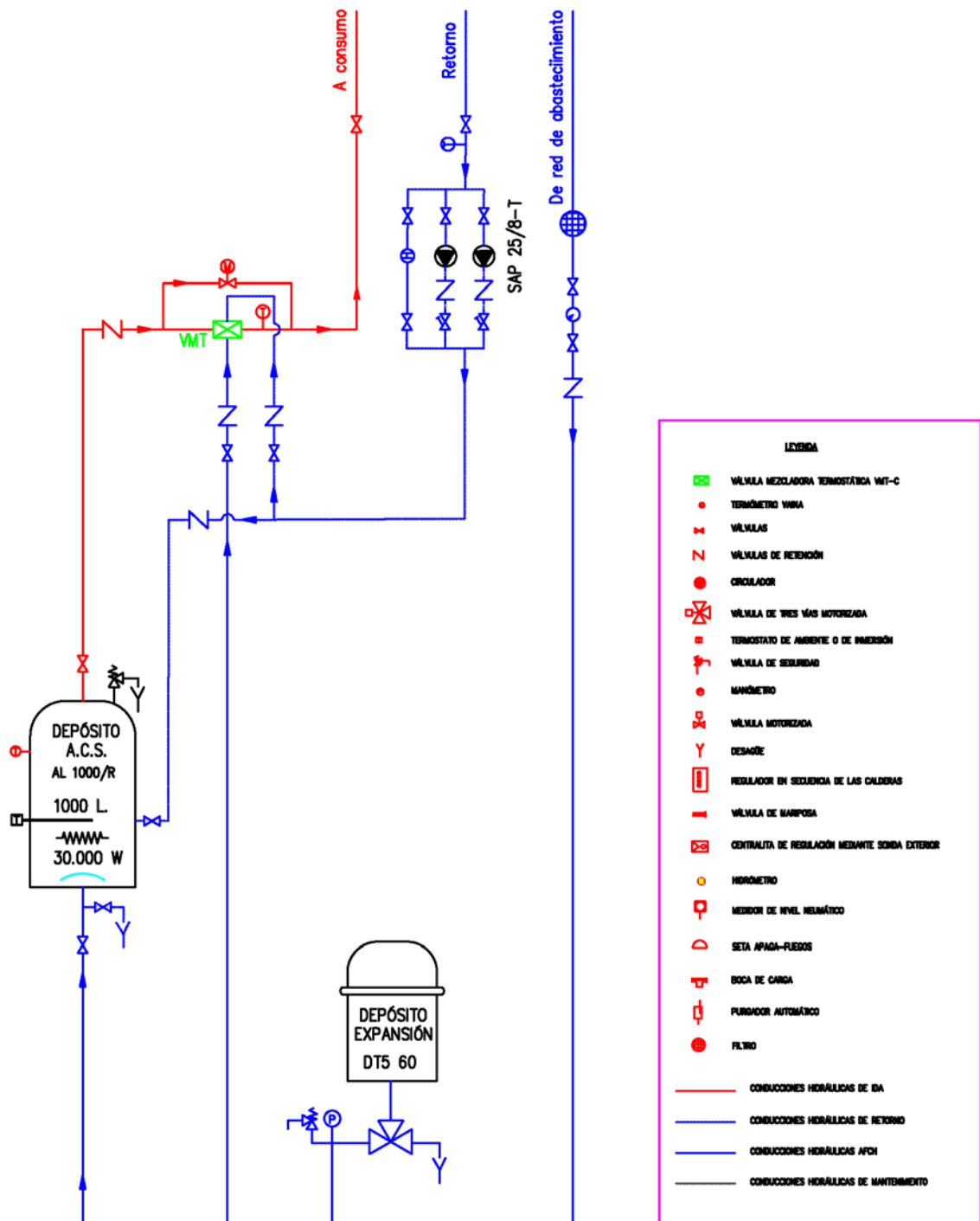
IMPULSIÓN Y RETORNO ACS



LEYENDA	
	VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA VMT-C
	TERMÓMETRO VACÍO
	VÁLVULAS
	VÁLVULAS DE RETENCIÓN
	CIRCULADOR
	VÁLVULA DE TRES VÍAS MOTORIZADA
	TERMOSTATO DE AMBIENTE O DE INMERSIÓN
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	MANÓMETRO
	VÁLVULA MOTORIZADA
	DESAGÜE
	REGULADOR EN SECUENCIA DE LAS CALDERAS
	VÁLVULA DE MANIFESTO
	CENTRALITA DE REGULACIÓN MEDIANTE SENSORES EXTERNOS
	HIJÓMETRO
	ACTUADOR DE VÁLVULA NEUMÁTICO
	SETA APAGA-FUEGOS
	BOCA DE CARGA
	PURGADOR AUTOMÁTICO
	FILTRO
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE IDA
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE RETORNO
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS AFCH
	CONDUCCIONES HIDRÁULICAS DE MANTENIMIENTO

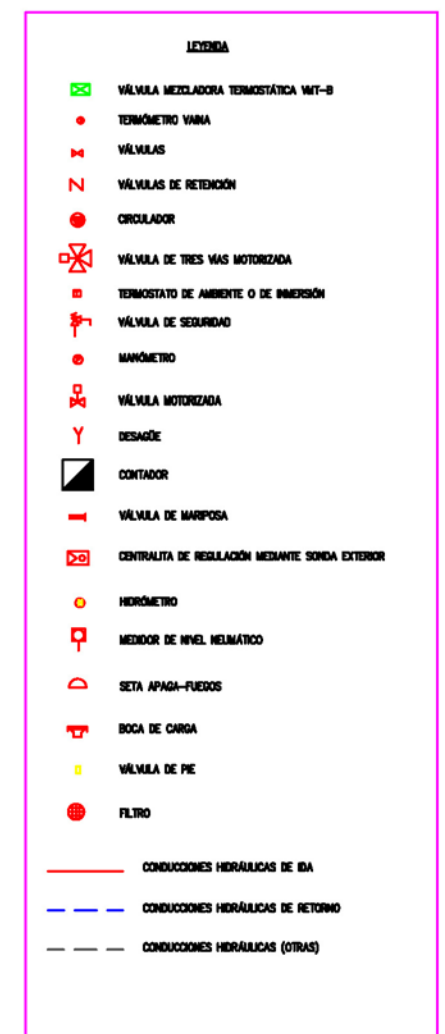
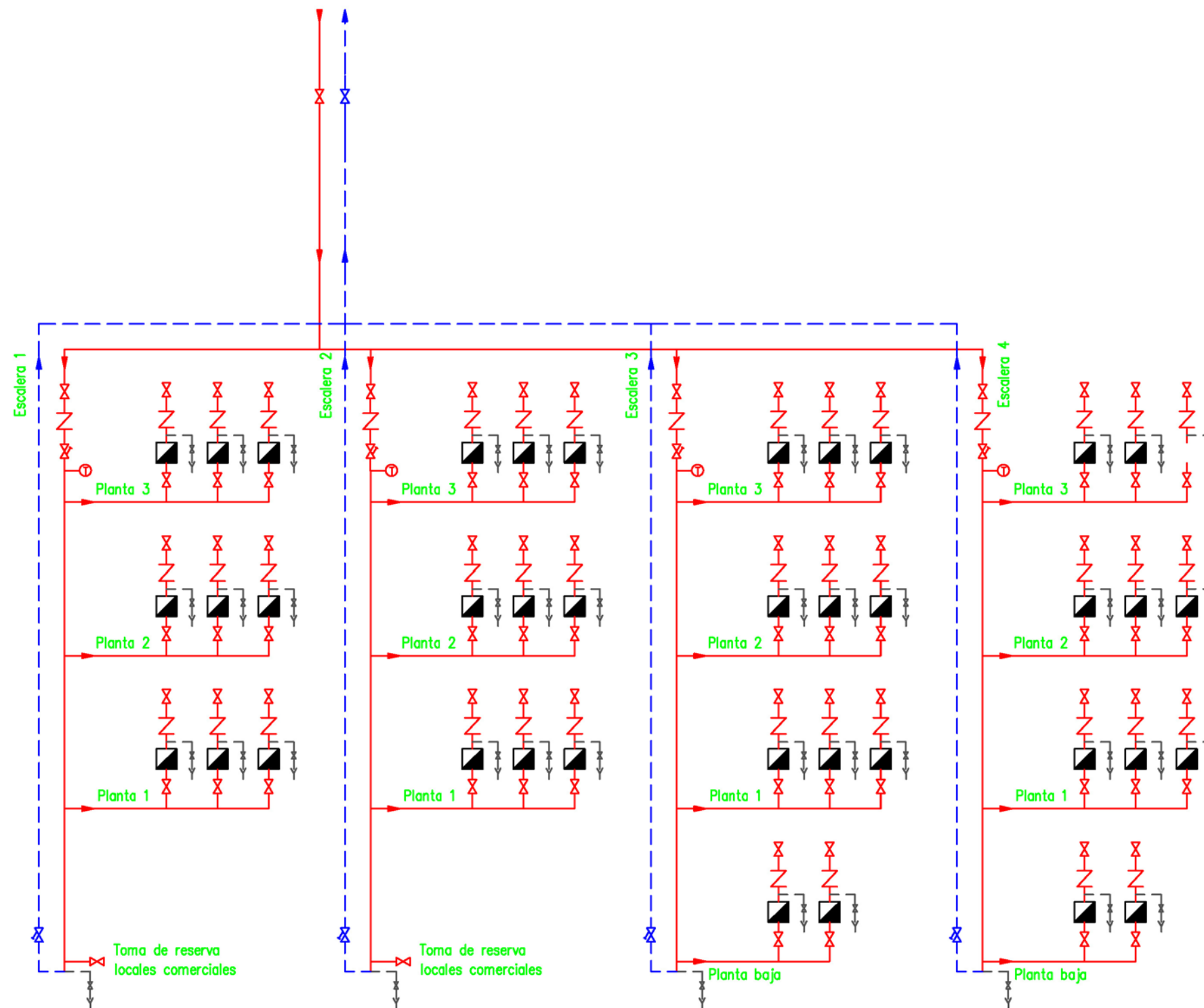
	Fecha	Nombre	Firma:	 <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div>
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
SIN ESCALA	ESQUEMA DE PRINCIPIO BOMBA DE CALOR Q-TON			Curso
				Plano Nº 02


IMPULSIÓN Y RETORNO ACS

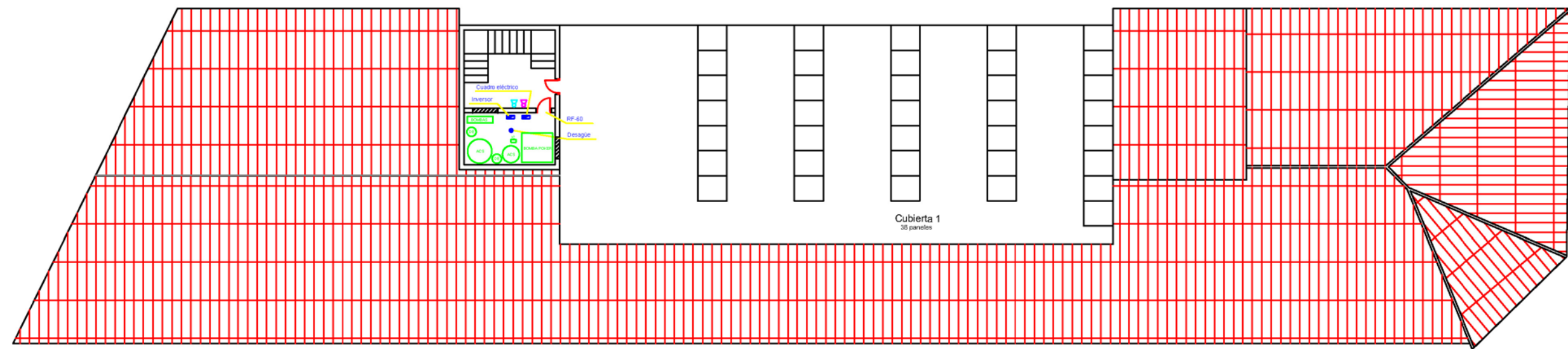


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título	ESQUEMA DE PRINCIPIO CALDERA ELÉCTRICA		Nº Alumno 626053
SIN ESCALA				Curso
				Plano Nº 03

IMPULSIÓN Y RETORNO ACS




	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título	DISTRIBUCIÓN GENERAL		Nº Alumno 626053
SIN ESCALA				Curso
				Plano Nº 04

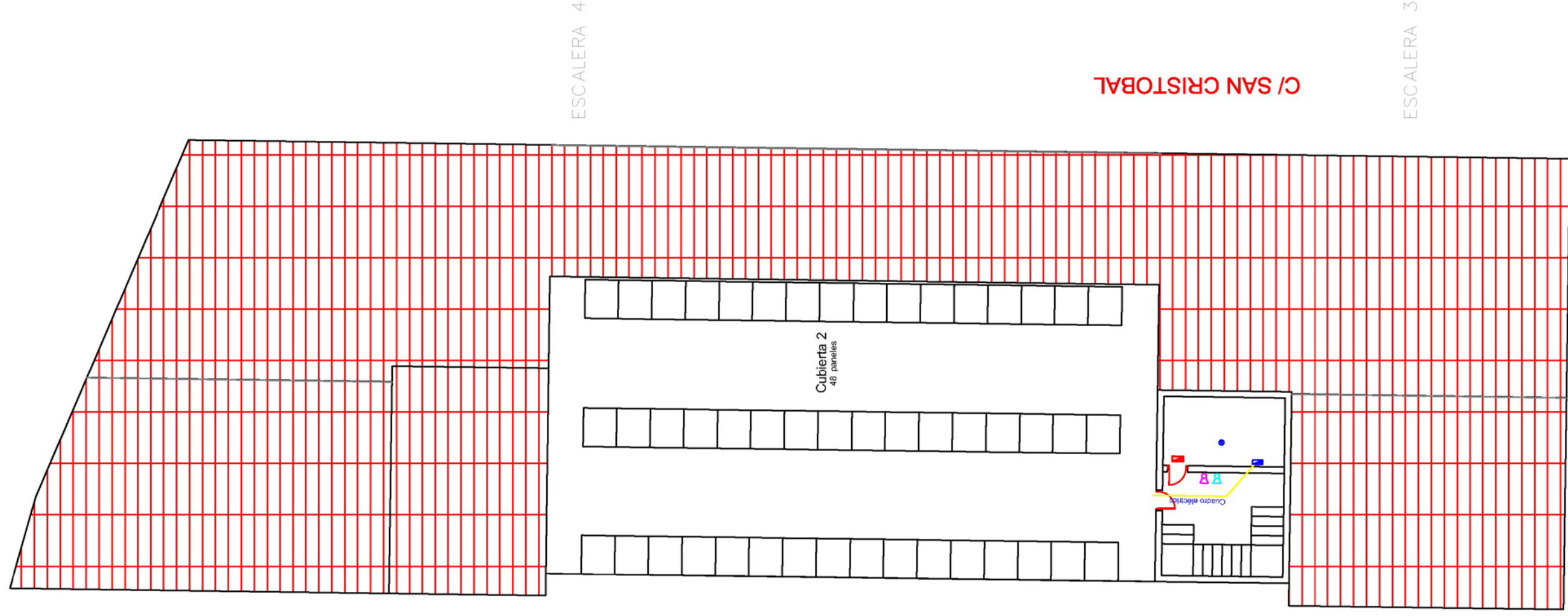


ESCALERA 1

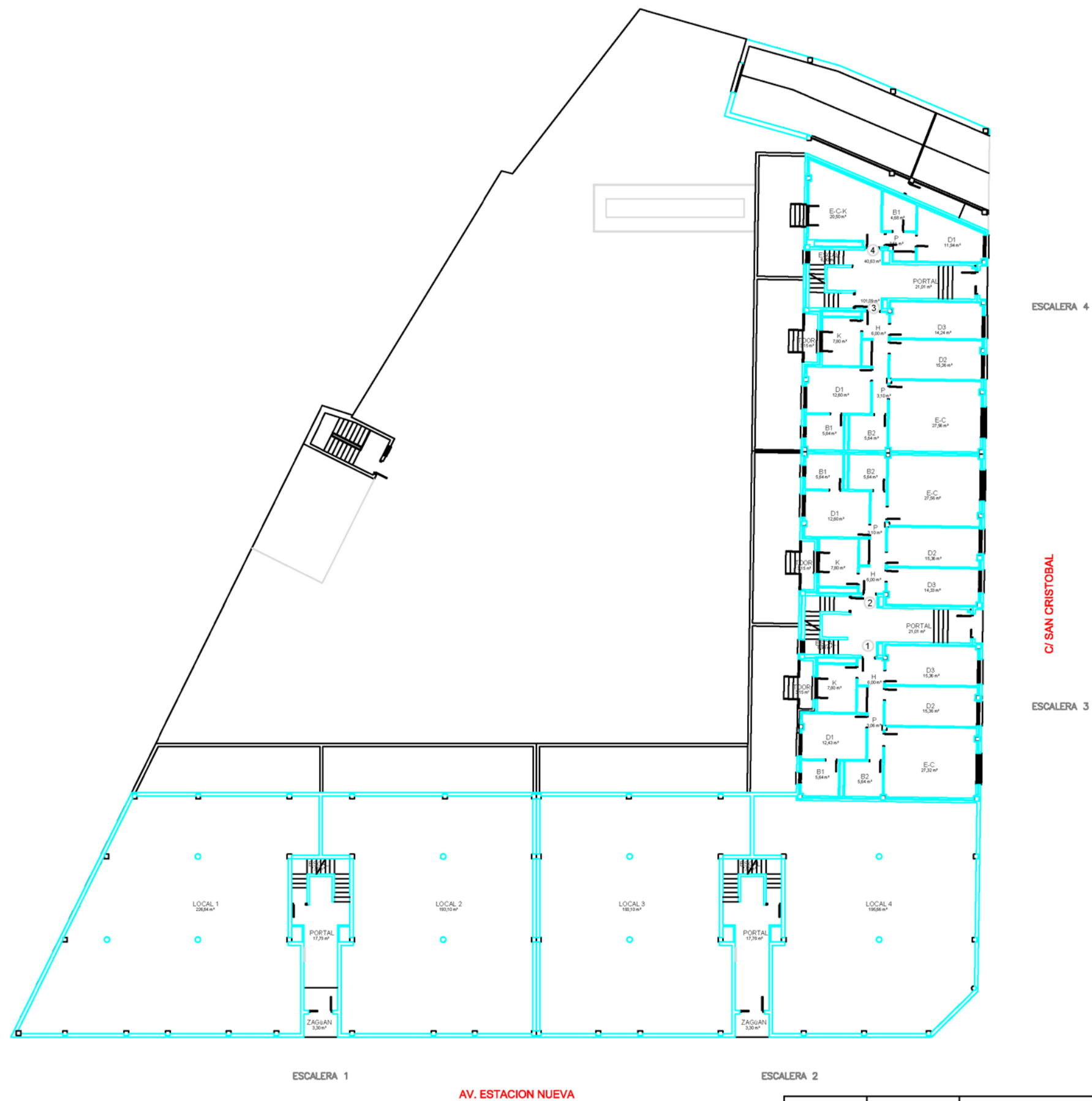
AV. ESTACION NUEVA

ESCALERA 2


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
1 : 200	CUBIERTA 1			Curso
				Plano Nº 05.01

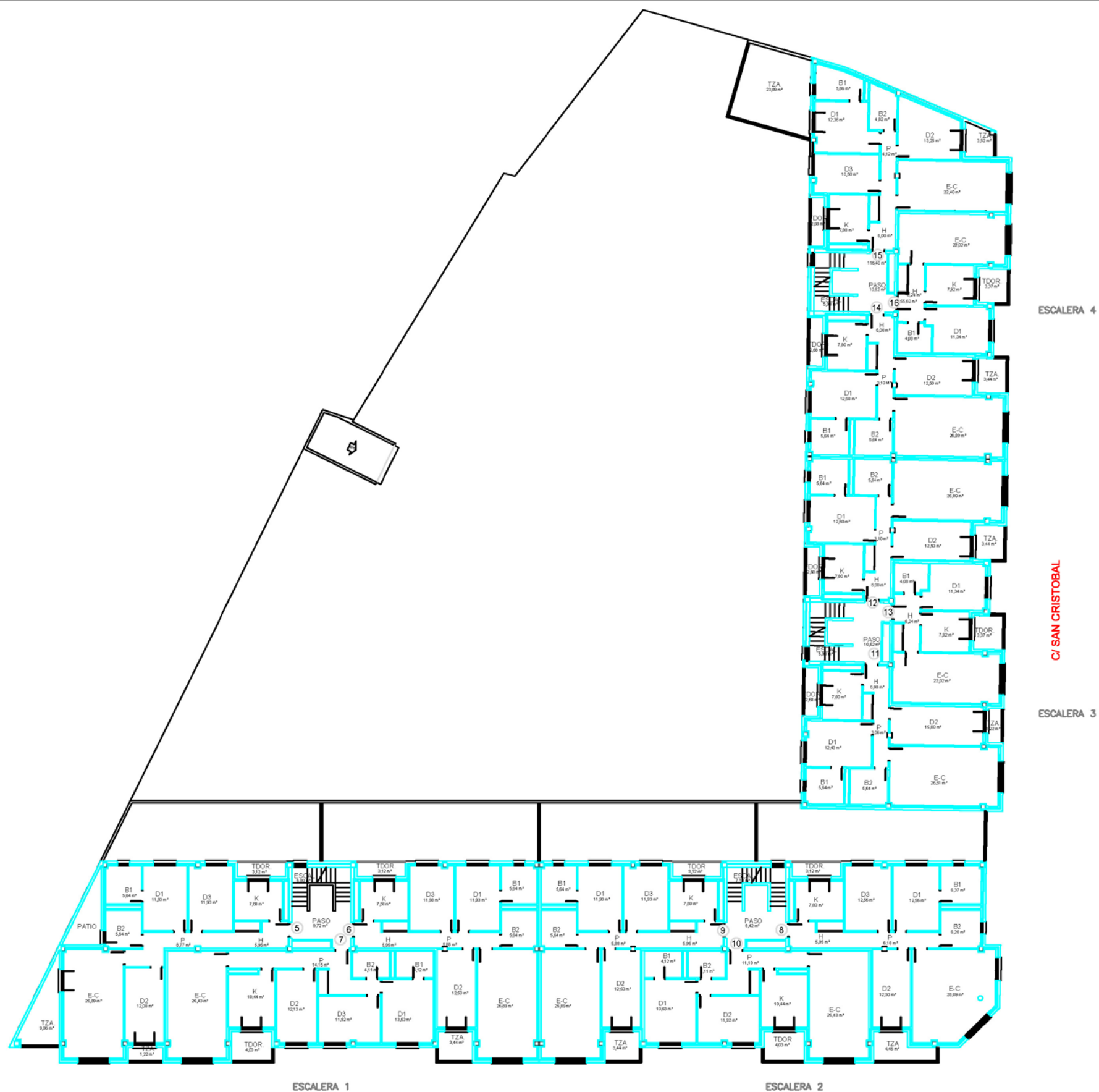


Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Firma:	
	Nombre	Miguel Zarzuela Cepero
	Fecha	24/05/2015
Dibujado	Comprobado	
Escala	Título	
1 : 150	CUBIERTA 2	
Nº Alumno		626053
Curso		
Plano Nº		05.02




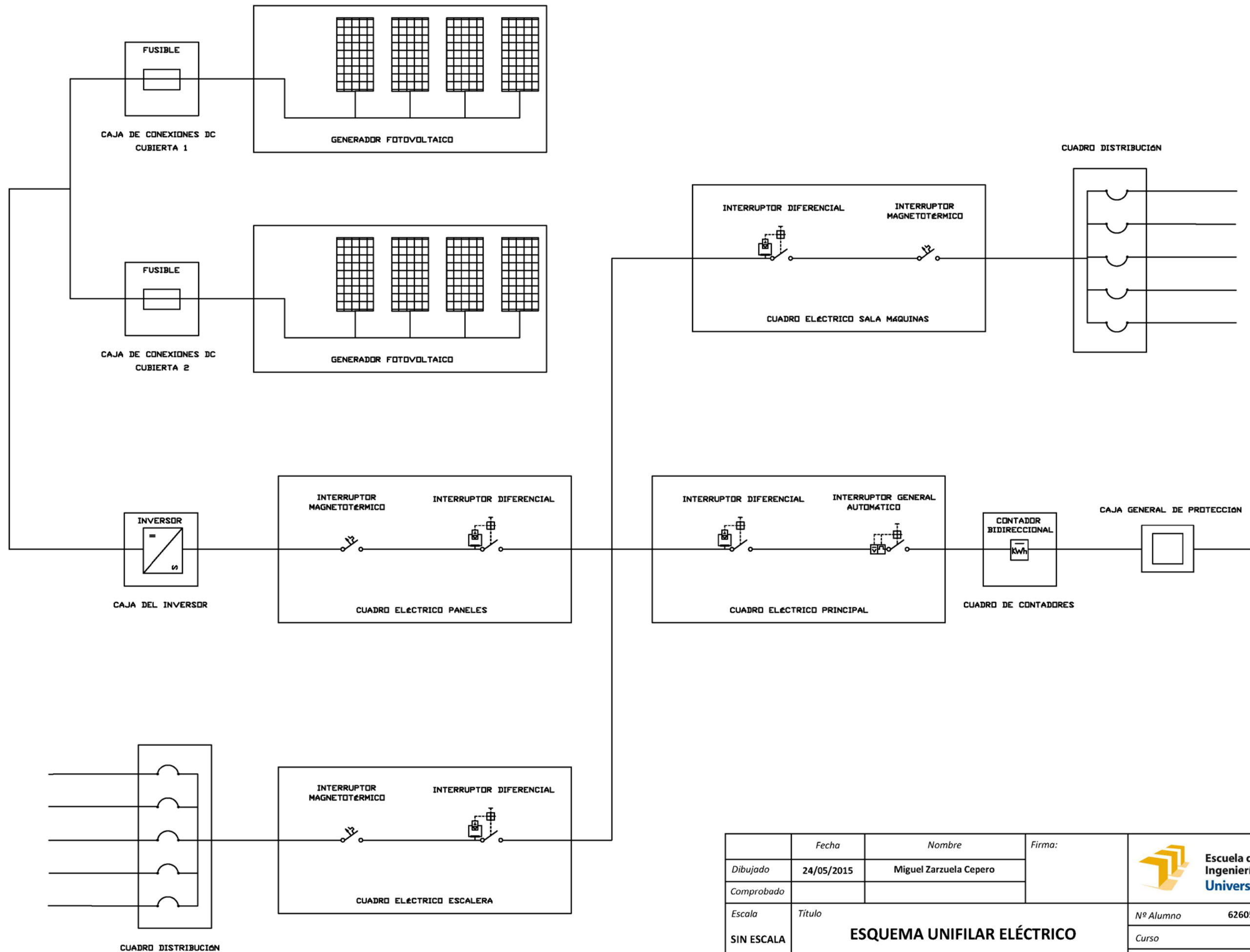
- VIVIENDA 5 = VIVIENDA 17 = VIVIENDA 29
VIVIENDA 6 = VIVIENDA 18 = VIVIENDA 30
VIVIENDA 7 = VIVIENDA 19 = VIVIENDA 31
VIVIENDA 8 = VIVIENDA 20 = VIVIENDA 32
VIVIENDA 9 = VIVIENDA 21 = VIVIENDA 33
VIVIENDA 10 = VIVIENDA 22 = VIVIENDA 34
VIVIENDA 11 = VIVIENDA 23 = VIVIENDA 35
VIVIENDA 12 = VIVIENDA 24 = VIVIENDA 36
VIVIENDA 13 = VIVIENDA 25 = VIVIENDA 37
VIVIENDA 14 = VIVIENDA 26 = VIVIENDA 38
VIVIENDA 15 = VIVIENDA 27 = VIVIENDA 39
VIVIENDA 16 = VIVIENDA 28 = VIVIENDA 40

	Fecha	Nombre	Firma:	 <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div>
Dibujado		Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
1 : 300	PLANOS DEL EDIFICIO PLANTA BAJA			Curso
				Plano Nº 06.01



- VIVIENDA 5 = VIVIENDA 17 = VIVIENDA 29
- VIVIENDA 6 = VIVIENDA 18 = VIVIENDA 30
- VIVIENDA 7 = VIVIENDA 19 = VIVIENDA 31
- VIVIENDA 8 = VIVIENDA 20 = VIVIENDA 32
- VIVIENDA 9 = VIVIENDA 21 = VIVIENDA 33
- VIVIENDA 10 = VIVIENDA 22 = VIVIENDA 34
- VIVIENDA 11 = VIVIENDA 23 = VIVIENDA 35
- VIVIENDA 12 = VIVIENDA 24 = VIVIENDA 36
- VIVIENDA 13 = VIVIENDA 25 = VIVIENDA 37
- VIVIENDA 14 = VIVIENDA 26 = VIVIENDA 38
- VIVIENDA 15 = VIVIENDA 27 = VIVIENDA 39
- VIVIENDA 16 = VIVIENDA 28 = VIVIENDA 40

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado		Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
1 : 300	PLANOS DEL EDIFICIO PLANTAS 1, 2 y 3			Curso
				Plano Nº 06.02



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	24/05/2015	Miguel Zarzuela Cepero		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 626053
SIN ESCALA	ESQUEMA UNIFILAR ELÉCTRICO			Curso
				Plano Nº 07

ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Bomba de calor POKER
2. Bomba de calor Q-TON
3. Depósito de acumulación
4. Intercambiador de placas termosoldadas
5. Bomba del circuito primario
6. Bomba de ACS
7. Bomba de recirculación
8. Sistemas de equilibrado automático K-flow®
9. Vaso de expansión del circuito primario
10. Vaso de expansión del circuito de ACS
11. Válvula mezcladora termostática
12. Purgador de aire
13. Panel solar fotovoltaico
14. Inversor

1. BOMBA DE CALOR POKER

PRESTACIONES Y APLICACIONES

El amplio campo operativo les permite a las bombas de calor Poker trabajar durante todo el año con excelentes prestaciones y continuidad de servicio asegurando la producción de agua caliente desde -20°C a 40°C de temperatura del aire exterior.

MODELO THAETY H.T.		
Instalaciones con fancoils		1 módulo
❶ Potencia térmica	kW	33,8
❶ Potencia absorbida	kW	9,85
❶ C.O.P.		3,43
❷ Potencia térmica	kW	23,49
❷ Potencia absorbida	kW	9,83
❷ C.O.P.		2,39
❸ Potencia frigorífica	kW	28,8
❸ E.E.R.		2,93
● E.S.E.E.R.		4,02
⊛ E.S.E.E.R.+		4,5

Datos en las siguientes condiciones:

- ❶ Aire: 7°C B.S. - 6°C B.U. - Agua: $40/45^{\circ}\text{C}$.
- ❷ Aire: -7°C B.S. - Agua: $40/45^{\circ}\text{C}$.
- ❸ Aire: 35°C B.S. - Agua: $12/7^{\circ}\text{C}$.
- ❹ Aire: 7°C B.S. - 6°C B.U. - Agua: $30/35^{\circ}\text{C}$.
- ❺ Aire: 35°C B.S. - Agua: $23/18^{\circ}\text{C}$.
- ❻ En campo abierto ($Q = 2$) a 10 m de la unidad.
- ❼ El peso se refiere al equipo P1 DS.
- ESEER (European Seasonal EER) - Eficiencia media estacional europea.
- ⊛ ESEER con software Adaptive Function Plus. ESEER+ no cuenta con la certificación Eurovent.

Prestaciones según EN 14511:2013

Campo de trabajo (calefacción y agua caliente sanitaria)	
Mín. temp. aire exterior / Agua caliente producida	$-20^{\circ}\text{C} / 40^{\circ}\text{C}$
Aire exterior/Agua caliente producida	$-10^{\circ}\text{C} / 50^{\circ}\text{C}$
Máx. temp. agua producida / Aire exterior	$60^{\circ}\text{C} / >0^{\circ}\text{C}$
Máx. temp. agua producida con desobrecalentador	70°C

2. BOMBA DE CALOR Q-TON



Sistema Q-TON



Q-ton Air to Water

NUEVO



Q-TON Bomba de Calor para ACS a 90°C con compresor CO₂

Ventajas de este sistema

- **Maximiza la eficiencia energética** y reduce las emisiones de CO₂, gracias al uso de una fuente de energía renovable como es el aire.
- **Alto rendimiento:** Incluso en zonas extremadamente frías con temperaturas exteriores por debajo de -25°C, consigue una temperatura de suministro de agua de hasta 90°C.
- **Rendimiento del 100%** por debajo de -7°C.
- **Ecológico:** El COP más alto del mercado 4,3 % (media estacional).
- **Compresor Scroll + Rotativo:** Alta eficiencia conseguida en todas las condiciones de funcionamiento gracias a la combinación de dos sistemas.
- **Inyección de gas a media presión:** Incrementando la circulación del refrigerante se consigue una alta eficiencia a baja temperatura.
- Incremento de la circulación del refrigerante
- El sistema Q-TON **se puede conectar a más de 16 unidades:** Obtendrá toda el agua caliente que necesite ya que Q-TON le permite obtener **una potencia de 480kW conectando 16 unidades de 30Kw.**
- En el caso en el que todas las unidades funcionen en la misma programación, podrá utilizar un **único control por cable.**

Razones de su Alta Eficiencia

● Compresor Scroll + Rotativo

Compresor de dos etapas
Alta eficiencia conseguida en todas las condiciones de funcionamiento gracias a la combinación de dos sistemas.

El n° 1 en el mundo

● Inyección de gas a media presión

Incrementando la circulación del refrigerante se consigue una alta eficiencia a baja temperatura.



Sistema Scroll
alta presión

Sistema Rotativo
a baja presión

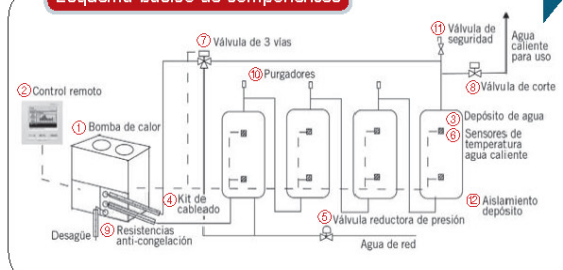
Conexión a **16** unidades controladas por un único control



Precios

Descripción	Código	P.V.R.
1 Bomba de calor Q-TON ESA30E-25	2201.202	42.900,00 €
2 Control remoto por cable	2201.270	895,00 €
3 Depósito		Consultar
4 KIT de cableado válvula y sondas 20 m de longitud (opcional)	2201.265	990,00 €
KIT de cableado válvula y sondas 10 m de longitud (opcional)	2201.266	450,00 €
5 Válvula reductora de presión. No suministrada por Lumelco	-	-
6 Sensores de temperatura	2201.267	450,00 €
7 Válvula de 3 vías	2201.268	1.250,00 €
8 Válvula de corte de suministro de agua caliente (opcional)	2201.269	2.450,00 €
9 Resistencias anti-congelación para la tubería de agua. No suministrada por Lumelco	-	-
10 Purgador de aire. No suministrada por Lumelco	-	-
11 Válvula de seguridad. No suministrada por Lumelco	-	-
12 Aislamiento de los depósitos. No suministrada por Lumelco	-	-

Esquema básico de componentes



tarifa aire acondicionado
2013

LUMELCO

Aerothermia Q-ton Air to Water

BOMBA DE CALOR PARA ACS a 90°C CON COMPRESOR CO₂

3 años
Garantía

3 años
Monitorización
Gratuita

MITSUBISHI
HEAVY INDUSTRIES, LTD.

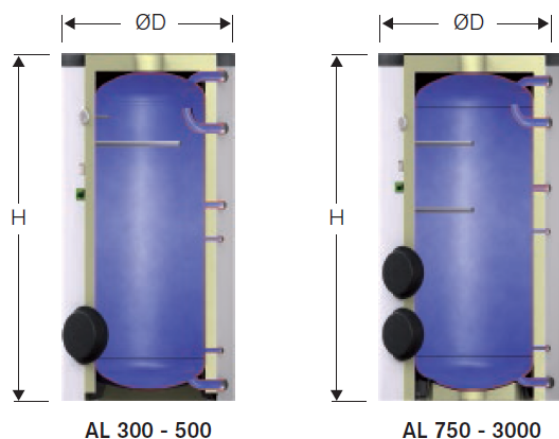
Especificaciones

			ESA30E-25
Alimentación			III-380 V ±5%, 400 V ±5%, 415 V ±5% 50 Hz
Operación en máximo rendimiento (region templada)	Capacidad calorífica	kW	30
	Caudal de agua	l/min	8,97
	consumo eléctrico	kW	6,98
	COP		4,3
Operación en máximo rendimiento (region fría)	Capacidad calorífica	kW	30
	Caudal de agua	l/min	5,06
	consumo eléctrico	kW	10,73
	COP		2,8
Nivel sonora		dB (A)	58
Dimensiones unidad exterior	Alto	mm	1690
	Ancho	mm	1350
	Fondo	mm	720 + 35 (conexión tubería agua)
Intensidad	Máximo	A	21
	Arranque	A	5
Peso		kg	375 (en operación 385)
Color			Estuco blanco(4,2Y7,5/1,1 aproximadamente)
Compresor	Tipo x Cantidad		Compresor inverter hermético x 1
	Salida nominal	kW	6,4
Refrigerante	Tipo		R744 (CO ₂)
	Cantidad	kg	8,5
Aceite	Tipo		MA68
	Volumen	cc	1200
Resistencia de carter		W	20
Desescarche	para tubería de agua	W	48 x 3
	para la bandeja del desagüe	W	40 x2
	para el tubo de desagüe	W	40 x 2 + 48
Intercambiador de calor (lado del aire)			tuberías de cobre tipo aleta
Intercambiador de calor lado del agua (gas enfriado)			Tipo coaxial
Ventilador	Tipo		Flujo axial (motor directo acoplado)
	Potencia x unidades	W	386 x 2
	Volumen de aire	m3/min	260
Bomba de agua	Tipo x Potencia		No autosucción tipo inverter
	Materiales en contacto con agua		Bronce, SCS13
	Presión disponible	m (kPa)	5 m (49 kPa) / 17 litro/min
Rango de temperatura	Aire exterior	°C	-25 a +43
	Agua de entrada	°C	5-63
	Agua caliente de salida	°C	60-90
Rango de presión del agua		kPa	500 o menos
Descongelación			Tipo gas caliente
Dispositivos de insonorización			Compresor: colocado en gomas antivibratorias y envuelto con aislamiento acústico
Dispositivos de protección			Dispositivo de alta presión, protección de sobreintensidad, transistor de potencia contra el sobrecalentamiento y protección de anomalías con alta presión
Tamaño de tubería	Entrada de agua de alimentación		Rc3/4 (Cobre 20 A)
	Salida agua caliente		Rc3/4 (Cobre 20 A)
	Salida drenaje de agua		Rc3/4 (Cobre 20 A)
Cableado eléctrico	Diferencial		30 A, 30 mA, 0,1 sec
	Tamaño cableado		Diámetro 14 x 4 (longitud 40 m)
	Interruptor - seccionador		Corriente nominal: 30 A, Capacidad de corte 30 A
	Tamaño cable conexión a tierra		M6
	Cableado controlador		0,3 mm2 x 2 hilos apantallado MMVS
Presión de diseño		Mpa	Alta presión: 14,0 - Baja presión 8,5
Protección IP			IP24

Nota:

1. Región templada, aire exterior de 16°C DB/12°C WB, la entrada de agua a 17°C y la salida de agua caliente de 65°C.
2. Región fría, temperatura del aire exterior de -7°C DB/-8°C WB, la entrada de agua a 5°C y la salida de agua caliente de 90°C, excluyendo el consumo de la resistencia para evitar la congelación del agua (345W).
3. El nivel sonoro es medido a 1 metro delante de la unidad y 1 m por encima del suelo en una sala anecoica. Consecuentemente, es normal que el sonido que aparezca en una instalación sea más alto que los valores mostrados en la tabla ya que está influenciado por el ruido y el eco de la propia sala de máquinas.
4. La temperatura de la salida de agua caliente puede variar ± 3°C de la temperatura objetivo acorde a cambios de la temperatura del aire exterior y la temperatura de agua de entrada. Si la temperatura del agua de alimentación en la entrada es 30°C o más y la temperatura del aire exterior es 25°C o mas, la temperatura del agua caliente en la salida se puede controlar para que no aumente demasiado.
5. Usar agua limpia. La calidad del agua debe cumplir la normativa JRA-GL 02:1994. Si la calidad del agua se encuentra fuera de los valores estándar puede causar problemas tales como la acumulación de cal y/o corrosión.
6. Los valores arriba mencionados pueden ser variados sin previo aviso.

3. DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN



Depósito interacumulador para ACS con energía solar AL

- Depósito de acero de calidad ST 37/2
- Doble esmaltado interior, según DIN 4753
- Garantía de esmaltado 5 años
- Ánodo de magnesio
- Recubrimiento de color
- Presión de trabajo máxima: agua de calefacción 16 bar, ACS 10 bar
- Temperatura de trabajo máxima: agua de calefacción 110 °C, ACS 95 °C

Modelo	Litros	Brida nº x mm	Dimensiones (mm)		Referencia	Precio Tarifa €
			ØD	H		
AL 300/R	300	1 x 150	600	1834	6500500	1.306,00
AL 500/R	500	1 x 150	700	1961	6500600	2.151,00
AL 750/R ①	750	1 x 225	910	2000	6500000	Consultar
AL 1000/R ①	1000	1 x 225	1010	2025	6500100	Consultar
AL 1500/R ①②	1500	2 x 225	1200	2220	6500300	Consultar
AL 2000/R ①②	2000	2 x 225	1400	2130	6500400	Consultar
AL 3000/R ①②	3000	2 x 225	1400	2876	6501200	Consultar

① AL 750 ÷ AL 3000 aislamiento no montado (empaquetado por separado) con 2 ánodos y 2 bridas.
AL 1500 ÷ 3000 con 3 bridas. **CONSULTAR.**

② Ánodo de corriente externa incorporado.
AL 3000 con 4 bridas. **CONSULTAR.**

- Resistencia 3,5 kW-400V (Referencia 473 608 18 010). **Precio: 334,00 €**
- Resistencia 6,0 kW-400V (Referencia 473 608 18 020). **Precio: 354,00 €**
- Resistencia 9,0 kW-400V (Referencia 473 608 18 030). **Precio: 373,00 €**

4. INTERCAMBIADOR DE PLACAS TERMOSOLDADAS

Modelo

UFPB-41 / 30 H - B - PN26

Datos generales

Datos técnicos

Materiales y dimensiones

Datos de diseño

Normativa PED

Circuito		Primario	Secundario
Perdida carga totales	kPa	36.9	42.4
Dif. temp. logarítmica media	°C	5.00	
Numero de placas		30	
Agrupamiento		1 x 15 / 1 x 14	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie intercambio efectiva	m²	1.00	
Valor K (servicio / limpio)	W/m²×°K	6802.72	/ 7001.52
Sobredimensionamiento	%	2.92	
Factor de ensuciamiento	m²×°K/kW	0.0041	
Presión de diseño / prueba	bar	10.0 / 14.3 Segun PED 97/23 CE	
Temper. máxima de diseño	°C	100.0	

Modelo				
UFPB-41 / 30 H - B - PN26				
Datos generales	Datos técnicos	Materiales y dimensiones	Datos de diseño	Normativa PED
Material / grosor de las placas		AISI 316 / 0.4 mm		
Material del bastidor		AISI 316		
Material de las juntas		Cobre soldado		
Material conexiones c. primario		AISI 316		
Material conexiones c. secundario		AISI 316		
Material de los tornillos		Soldado (sin tornillos)		
Situacion de las conexiones		F1 - F4 / F3 - F2		
Diametro conexiones		R 1"		
Tipo de bastidor		B - PN26		
Longitud del bastidor	mm	206		
Altura del bastidor	mm	325		
Anchura del bastidor	mm	115		
Peso vacio	kg	6		

Modelo				
UFPB-41 / 30 H - B - PN26				
Datos generales	Datos técnicos	Materiales y dimensiones	Datos de diseño	Normativa PED
Circuito		Primario	Secundario	
Perdida carga conexiones	kPa	2.02	2.01	
Velocidad en conexiones	m/s	1.92	1.91	
Velocidad en los canales	m/s	0.31	0.33	
Número de unidades térmicas	NTU	1.00	1.00	
Coefficiente Alfa	W/m ² ×°K	16594	17386	
Tensión de corte	Pa	159.13	183.01	

5. BOMBA DEL CIRCUITO PRIMARIO

3.2 Bombas Sedical de rotor húmedo de alta eficiencia

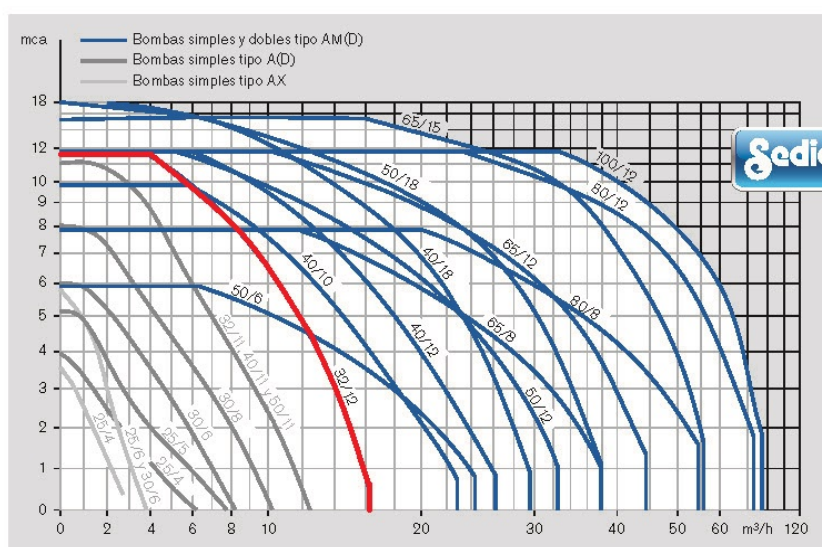


Calefacción y climatización

Modelos simples y dobles AM y AMD < 2900 rpm

	Modelo	Conexión DN: Embrida	PN	PN Conexión	Longitud mm	Peso kg	Precio Tarifa € Monofásicas
	AM 32/12-B	DN 32	16	6/16	220	16,3	1.721,00
	AM 40/10-B	DN 40	16	6/16	220	16,3	1.773,00
	AM 40/12-B	DN 40	16	6/16	250	16,3	1.839,00
	AM 40/18-B	DN 40	16	6/16	250	16,3	2.043,00
	AM 50/6-B	DN 50	16	6/16	240	17,6	1.895,00
	AM 50/12-B	DN 50	16	6/16	270	18	1.988,00
	AM 50/18-B	DN 50	16	6/16	270	19	2.251,00
	AM 65/8-B	DN 65	16	6/16	270	20,5	2.047,00
	AM 65/12-B	DN 65	16	6/16	340	21,5	2.315,00
	AM 65/15-B	DN 65	16	6/16	340	24	2.545,00
	AM 80/8-B	DN 80	6	6	360	29	2.341,00
	AM 80/12-B	DN 80	6	6	360	29	2.508,00
	AM 100/12-B	DN 100	6	6	450	34	2.968,00
	AM 80/8-B	DN 80	16	10/16	360	30	2.456,00
	AM 80/12-B	DN 80	16	10/16	360	30	2.630,00
	AM 100/12-B	DN 100	16	10/16	450	35	3.120,00
	AMD 32/12-B	DN 32	16	6/16	220	31	3.393,00
	AMD 40/12-B	DN 40	16	6/16	250	28	3.495,00
	AMD 40/18-B	DN 40	16	6/16	250	28	3.882,00
	AMD 50/6-B	DN 50	16	6/16	240	28	3.599,00
	AMD 50/12-B	DN 50	16	6/16	270	31,5	3.778,00
	AMD 50/18-B	DN 50	16	6/16	270	34	4.278,00
	AMD 65/8-B	DN 65	16	6/16	270	37	3.889,00
	AMD 65/12-B	DN 65	16	6/16	340	38,5	4.398,00
	AMD 65/15-B	DN 65	16	6/16	340	43	4.835,00
	AMD 80/8-B	DN 80	6	6	360	52	4.446,00
	AMD 80/12-B	DN 80	6	6	360	52	4.765,00
	AMD 100/12-B	DN 100	6	6	450	61	5.642,00
	AMD 80/8-B	DN 80	16	10/16	360	53	4.664,00
	AMD 80/12-B	DN 80	16	10/16	360	53	4.999,00
	AMD 100/12-B	DN 100	16	10/16	450	62	5.927,00

Nota: Las bombas dobles AMD incorporan de serie el módulo de señal BIM/A2.



Para una selección óptima, consulte nuestro software de cálculo

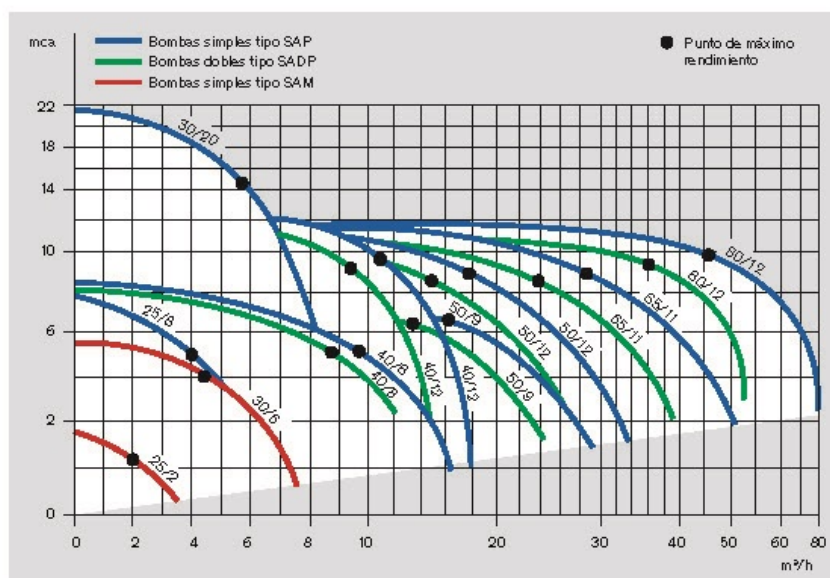
11

6. BOMBA DE ACS

3.4 Bombas Sedical de rotor seco en línea para ACS Modelos simples y dobles SAM, SAP y SADP <2900 rpm



	Modelo	Conexión R=Roscada DN=Embridada	Longitud Lo mm	Peso kg	Precio Tarifa.€	
					Monofásica	Trifásica
	SAM 25/2T	R 1"	180	7,60	---	534,00
	SAP 25/8T	R 1"	180	7,90	---	505,00
	SAM 30/6T	R 1 1/4"	250	15,40	---	622,00
	SAP 30/20T	R 1 1/4"	250	16,20	---	707,00
	SAP 40/8T	DN 40	250	21,20	---	789,00
	SAP 40/12T	DN 40	250	21,20	---	841,00
	SAP 50/9T	DN 50	280	26,00	---	1.287,00
	SAP 50/12T	DN 50	280	26,00	---	1.287,00
	SAP 65/11T	DN 65	340	35,00	---	1.353,00
	SAP 80/12T	DN 80	360	40,00	---	1.639,00
	SADP 40/8T	DN 40	250	43,20	---	1.496,00
	SADP 40/12T	DN 40	250	48,40	---	1.592,00
	SADP 50/9T	DN 50	280	57,50	---	2.440,00
	SADP 50/12T	DN 50	280	58,00	---	2.440,00
	SADP 65/11T	DN 65	340	62,00	---	2.563,00
	SADP 80/12T	DN 80	360	76,00	---	3.094,00

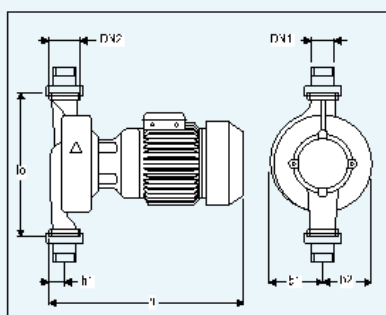


Para una selección óptima, consulte nuestro software de cálculo

31

7. BOMBA DE RECIRCULACIÓN

Dibujo



Características de la bomba

Bomba de circulación de ACS de rotor seco, con una temperatura máxima de funcionamiento de 80°C, aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación. Bomba para instalaciones de calefacción o climatización, tanto domésticas como industriales, con temperaturas entre -15 y 120°C.

Presión de trabajo : 10 bar
Temperaturas : Máx +120°C / Mín -15°C
: Máx ACS + 80°C
Motor : Protección IP 44

Datos instalación

Modelo : SAP 25/8 T
Revoluciones : 2920
Rodete : 78
Alimentación : Trifásica

Caudal deseado : 1.1 m³/h
P. carga deseada : 3.0 mca

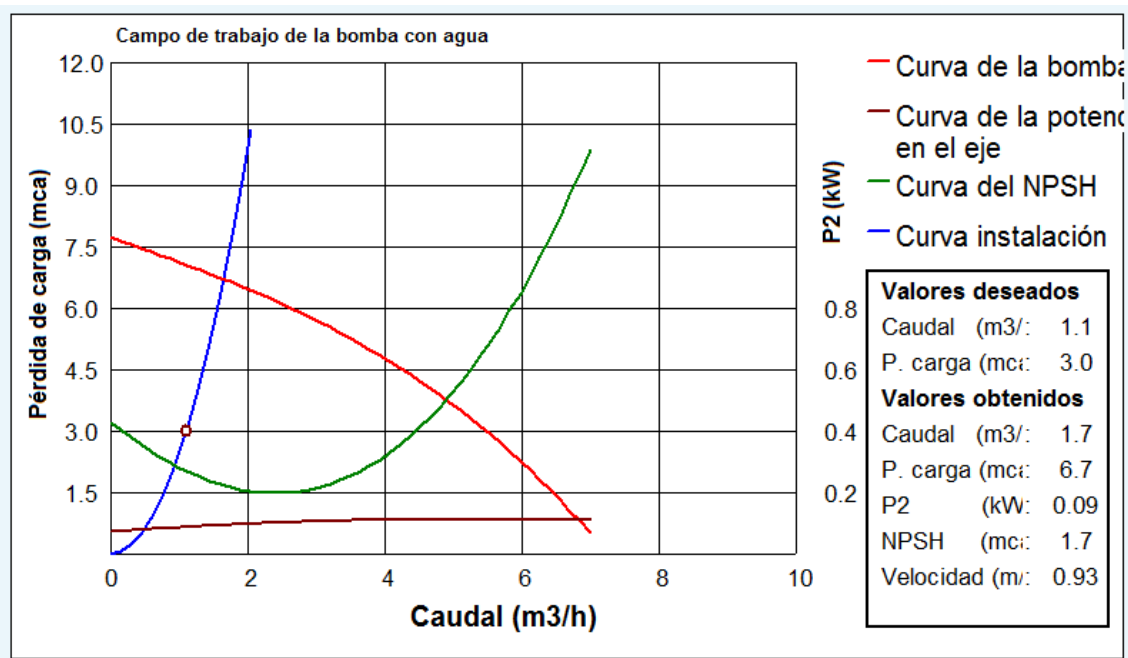
Caudal obtenido : 1.7 m³/h
P. carga Obtenido: 6.7 mca

Materiales y dimensiones

Cuerpo de la bomba : Bronce
Eje : Acero inoxidable
Rodete : Termopolímero B
Cierre mecánico : Cerámica / Carbono
Junta : EPDM

Conexiones DN1 : R 1 " M
Conexiones DN2 : R 1 1/4" M

l0 mm	l1 mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
180.0	275.0	54.0	54.0	275.0	24.0	7.9



8. SISTEMAS DE EQUILIBRADO AUTOMÁTICO K-FLOW®

Fotografía despiece



Datos de la instalación

Modelo	: K1 S 15						
Caudal deseado	l/h	l/s	m³/h	Caudal obtenido	l/h	l/s	m³/h
	350	0.10	0.35		340	0.09	0.34

Descripción

Regulador automático de caudal con cartucho interior de acero inoxidable, calibrado en fábrica para su caudal nominal.

Características técnicas

Rango seleccionado	: 22+210 kPa
Cartucho seleccionado	: F360203
Ajuste	: No necesita ajuste
Presión máxima (PN)	: 25 bar
Temperatura agua	: -0.25 °C
Presión diferencial máxima	: 22+210 bar

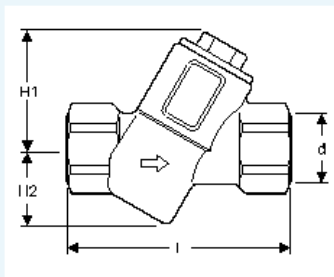
Materiales

Cuerpo de la válvula	: Latón forjado ASTM CuZn39Pb2
Cartucho	: Acero inoxidable AISI 304 (20 mm)
Juntas tóricas	: EPDM

Dimensiones

d	: ½" H Pulgadas	L	: 80 mm
H1	: 50 mm	H2	: 31 mm

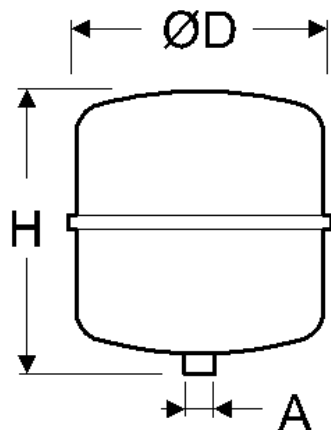
Dibujo



9. VASO DE EXPANSIÓN DEL CIRCUITO PRIMARIO

NG - 8/6

Dibujo



Vaso de expansión seleccionado

NG - 8/6

Datos técnicos

Presión del vaso sin conectar al circuito	: 0.40 bar
Capacidad de acumulación necesaria	: 1.01 l
Volumen de agua en el vaso a temperatura mínima	: 1.00 l
temperatura de llenado	: 1.01 l
Expansión total de la instalación	: 0.65 l
Presión máxima de trabajo	: 3 bar

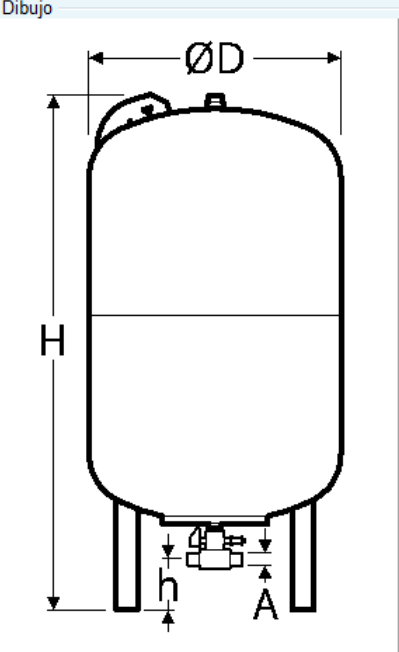
Dimensiones y peso

Anchura (D)	: 206.00 mm
Altura (H)	: 285.00 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 3/4"
Peso	: 1.70 kg

10. VASO DE EXPANSIÓN DEL CIRCUITO DE ACS

DT5 60 - R 1 1/4"

Dibujo



Vaso de expansión seleccionado
DT5 60 - R 1 1/4"

Datos técnicos

Presión del vaso sin conectar al circuito : 0.40 bar

Capacidad de acumulación necesaria : 56.43 l

Volumen de agua en el vaso a temperatura mínima : 7.50 l

temperatura de llenado : 7.94 l

Expansión total de la instalación : 41.48 l

Presión máxima de trabajo : 10 bar

Dimensiones y peso

Anchura (D) : 409.00 mm

Altura (H) : 766.00 mm




Diámetro de conexiones (A) : R 1 1/4"

Medida h (h) : 80.00 mm

Peso : 15.00 kg

11. VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA

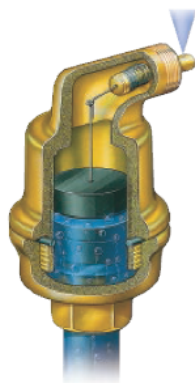
Válvulas mezcladoras termostáticas para agua caliente sanitaria, 90 °C, 10 bar

	Modelo y Ø	Caudal	Temperatura regulable		Precio Tarifa €
	VMT 1/2" - A	1200	30 a 45 °C		337,00
	VMT 1/2" - B		36 a 53 °C		
	VMT 1/2" - C		45 a 65 °C		
	VMT 3/4" - A	2160	30 a 45 °C		533,00
	VMT 3/4" - B		36 a 53 °C		
	VMT 3/4" - C		45 a 65 °C		
	VMT 1" - A	3600	30 a 45 °C		569,00
	VMT 1" - B		36 a 53 °C		
	VMT 1" - C		45 a 65 °C		
	VMT 1 1/4" - A	7900	30 a 45 °C		633,00
	VMT 1 1/4" - B		36 a 53 °C		
	VMT 1 1/4" - C		45 a 65 °C		
	VMT 1 1/2" - A	10800	30 a 45 °C		968,00
	VMT 1 1/2" - B		36 a 53 °C		
	VMT 1 1/2" - C		45 a 65 °C		
	VMT 2" - A	14400	30 a 45 °C		1.113,00
	VMT 2" - B		36 a 53 °C		
	VMT 2" - C		45 a 65 °C		
	VMT 65 - A*	25200	30 a 45 °C		3.413,00
	VMT 65 - B*		36 a 53 °C		
	VMT 65 - C*		45 a 65 °C		
	VMT 80 - A*	37800	30 a 45 °C		3.988,00
	VMT 80 - B*		36 a 53 °C		
	VMT 80 - C*		45 a 65 °C		

* Suministrado con juntas

12. PURGADOR DE AIRE

11.3 SpiroTop Purgador rápido automático



El purgador automático SpiroTop es la solución adecuada para la eliminación eficiente de bolsas de aire durante los llenados, así como para permitir la entrada de aire y compensación de presiones en los vaciados. Se debe instalar siempre en vertical en los puntos altos o en posibles ubicaciones de bolsas de aire.

Modelo	Referencia	Conexión d	Material cuerpo	Material flotador	Tª máx. °C	Presión bar	Precio Tarifa € unidad
SpiroTop	AB050	G 1/2"	Latón	PP	110	10	57,00
SpiroTop HT	AB050/002	G 1/2"	Latón	TPX	180	10	85,00
SpiroTop Solar ^①	AB050/008	G 1/2"	Latón	TPX	180	10	80,00
SpiroTop HT/HP	AB050/025	G 1/2"	Latón	TPX	150	25	157,00
SpiroTop HP	AB050/030	G 1/2"	Latón	PP	110	16	103,00
SpiroTop HT-BS	AB050/007	G 1/2"	Latón	AISI 316	180	10	209,00
SpiroTop HT-ST	AB050/R002	G 1/2"	AISI 316	TPX	180	10	305,00
SpiroTop HT/HP-ST	AB050/R004	G 1/2"	AISI 316	TPX	200	25	520,00
SpiroTop HT-SS	AB050/R007	G 1/2"	AISI 316	AISI 316	180	10	368,00
Spirotop/Autoclose	AB050FBA08	G 1/2"	Latón	Autoclose	180	10	114,00

^① Ejecución especial para instalaciones solares. En primario solares recomendamos instalar llave intermedia de independencia.
Nota: Otros materiales, presiones y temperaturas, consultar.

13. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

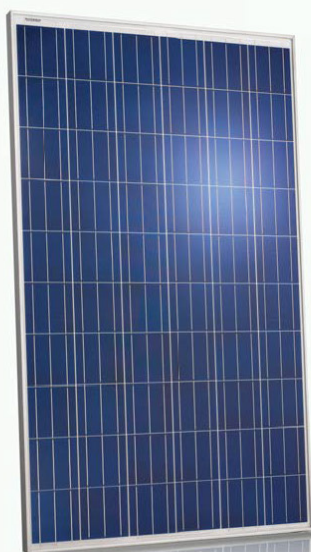
www.jinkosolar.com

Jinko Solar






JKM265P-60

MÓDULO POLICRISTALINO
245-265 Vatios

Jinko Solar introduce una nueva línea de módulos de alta eficiencia en amplia gama de aplicación.



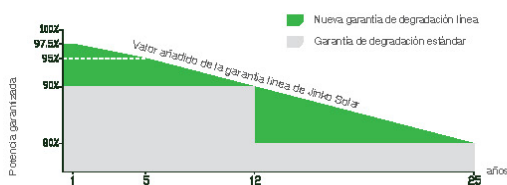
Principales características

-  Alta eficiencia (hasta un 16,19%) gracias a una tecnología de fabricación superior y un diseño optimizado
-  El recubrimiento antirreflejante optimiza la absorción de la luz y reduce el polvo superficial
-  Excelente rendimiento en un entorno de baja irradiación lumínica
-  El módulo en conjunto cuenta con una elevada resistencia certificada al viento (2400 Pa) y a la nieve (5400 Pa)
-  Alta resistencia a la niebla salina y al amoníaco

CALIDAD Y SEGURIDAD

- Tolerancia positiva 0/+3% *
- Garantía de producto de 10 años (material y mano de obra) *
- Garantía de potencia (12 años al 90%, 25 años al 80%)
- Garantía de degradación lineal *

Garantía de degradación de primera categoría



* Según las necesidades del cliente y las condiciones contractuales

Fábrica con certificación ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001
Productos con certificación IEC61215, IEC61730, IEC61701, IEC62716

Aplicaciones



Tejados residenciales
conectados a la red eléctrica



Tejados comerciales o industriales
conectados a la red eléctrica

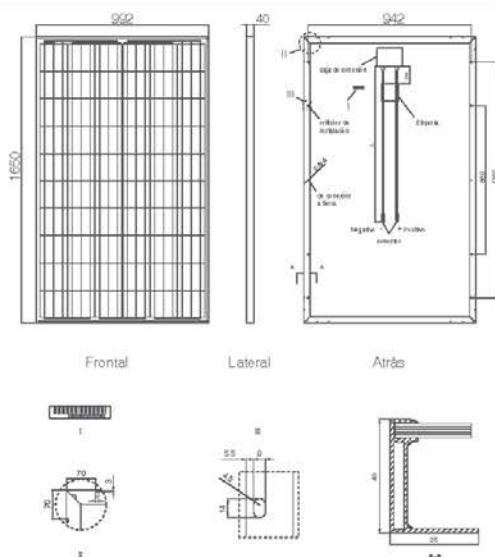


Plantas de energía solar



Sistemas no conectados
a la red eléctrica

Dibujos técnicos

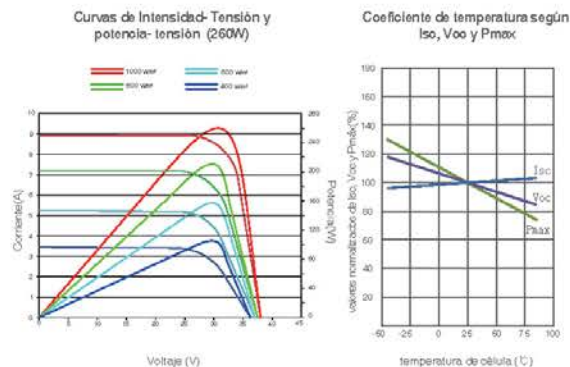


Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs/caja, 50 pzs/caja, 700 pzs/40 'HQ contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156x156mm (6 pulgadas)
Nº de células	60 (6x10)
Dimensiones	1650x992x40mm (65,00x39,05x1,57 pulgadas)
Peso	18,5kg (40,8 libras)
Vidrio frontal	3,2mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TUV 1x4,0 mm², longitud:900 mm

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM245P		JKM250P		JKM255P		JKM260P		JKM265P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmáx)	245Wp	181Wp	250Wp	184Wp	255Wp	189 Wp	260Wp	193Wp	265Wp	197Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	30.1V	27.8V	30.5V	28.0V	30.8V	28.6V	31.1V	28.7V	31.4V	29.0V
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	8.14A	6.50A	8.20A	6.56A	8.28A	6.63A	8.37A	6.71A	8.44A	6.78A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	37.5V	34.8V	37.7V	34.9V	38.0V	35.2V	38.1V	35.2V	38.6V	35.3V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.76A	7.16A	8.85A	7.21A	8.92A	7.26A	8.98A	7.31A	9.03A	7.36A
Eficiencia del módulo (%)	14.97%		15.27%		15.58%		15.89%		16.19%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A									
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%									
Coefficiente de temperatura de PMAX	-0.41%/°C									
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.31%/°C									
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C									
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C									

STC: Radiación 1000 W/m² Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m² Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

* TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

La empresa se reserva el derecho final de explicación de toda la información presentada por este medio. SP-MKT -265P_rev2014

14. INVERSOR

Hoja técnica

REFUsol
Electrifying Innovations

REFU**sol** 023K-460 VAC

Inversor de string para instalaciones de media tensión



- 460 VAC para aplicaciones de media tensión
- Altísima eficiencia (98,3%)
- Fácil instalación y puesta en marcha
- Uso en exterior con IP65
- Sin mantenimiento requerido

El inversor de string sin transformador REFU**sol** 023K con 460 VAC completa la gama de productos entre los inversores de string 008K-020K con 400 VAC y el inversor central de gran potencia REFU**sol** 333K con 690 VAC. Con una tensión de salida de 460 voltios y un intervalo de tensión de entrada de entre 575 y 850 voltios, el REFU**sol** 023K-460 VAC es el **actor ideal para aplicaciones de media tensión** en grandes instalaciones FV. Su rendimiento es superior al 98%.

Como los otros inversores de la serie REFU**sol**, el REFU**sol** 023K-460 VAC trabaja también con el mismo sistema de seguimiento del PMP rápido y exacto de REFU**sol**. El registrador de

datos, el interfaz RS485 y la conexión Ethernet hacen de él todo un gestor de redes de datos, que se configura fácilmente a través de LAN, o de modo inalámbrico con nuestra solución REFU**connect**. Usted puede analizar el balance de rendimientos de la planta operada con el aparato con ayuda de la herramienta de evaluación on-line REFU**log**. Aquí puede concentrarse solo en parámetros, curvas y valores, pues el mantenimiento del 023K-460 VAC no le exige la mínima atención. Trabaja con una refrigeración de convección que no precisa mantenimiento.

DATOS TÉCNICOS		REFUsoI 023K-460 VAC
Número de artículo		806R023
DATOS DE CC		
Potencia FV máx. recomendada, kWp		25,8
Intervalo de SPMP, V		575 ... 850
Tensión de inicio CC, V		350
Tensión de CC máx., V		1000
Corriente de CC máx., A		41
Seguidor del PMP		1
Número de conexiones de CC		6 x MC4
Seccionador de CC		sí
DATOS DE CA		
Prestaciones de cálculo de CA, kVA		23
Potencia activa de CA máx., kW		23
Conexión a red de CA		3 AC 460 V + N, 50-60 Hz
Factor de potencia nominal		1
Factor de desfase ajustable		0,9 i ... 1 ... 0,9 c
Corriente de CA máx., A		3 x 29,2
Factor de distorsión DAT, %		< 1,8
Rendimiento máximo, %		98,3
Rendimiento europeo, %		98,1
Alimentación desde, W		20
Consumo propio noche, tipo		< 0,5
REFRIGERACIÓN, CONDICIONES DEL ENTORNO, TEM		
Refrigeración		Convección natural
Temperatura del entorno, °C		-25 ... +55
Altura de montaje		Hasta 2000 m sobre el nivel del mar
Ruido, dBA		< 45
Emisión de interferencia		EN 61000-6-4: 2007
Resistencia a interferencias		EN 61000-6-2: 2005
Protección de sobretensión interna, tipo		3 (EN 61643-11)
Clase de protección		I (IEC 62103)
Categoría de sobretensión		DC: II, AC: III (IEC 60664-1)
Categorías medioambientales		4K4H según DIN IEC 721-3-4
Certificados		Consulte la lista actual de certificaciones en http://europe.refusol.com/certifications.pdf
Puesto de acoplamiento automático		Según VDE 0126-1-1
Interfaces		Ethernet & RS485
DATOS GENERALES		
Tipo de protección		IP65 según EN 60529
Dimensiones anchura / altura / profundidad, mm		535/601/277
Peso, kg		41,5

Información sin garantía. Reservado el derecho de modificaciones técnicas y errores.

REFUsoI GmbH | Uracher Straße 91 | 72555 Metzingen | Germany | Tel. +49 7123 969-0 | Fax +49 7123 969-165 | info@refusol.com

REFUsoI_023K-460 VAC_DataSheet_ES-V06-20190314

ANEXO 3. INFORMACIÓN CATASTRAL

Inmueble: Calle San Cristóbal 1 es una parcela mixta de uso residencial, almacenamiento, y comercial. Esta parcela contiene 40 casas de tipo colectiva cerrada y 32 inmuebles de más. La superficie residencial (6.470 m²) se ha construido sobre 6 plantas y equivale al 78,1% de la superficie construida en la parcela. En total, la parcela cuenta con un suelo de 2.932 m². Estas casas fueron construidas en 2009 y no han tenido arreglos desde entonces.

Dirección: Calle San Cristóbal 1, Calamocha, Teruel

Uso del inmueble: residencial, almacenamiento, comercial

Tipo de inmueble: Vivienda colectiva cerrada, garaje colectiva, locales comerciales y talleres

Año de construcción: 2009

Número de Localidades: 153

Número de Plantas: 6

Inmuebles en la Parcela

Tipo de Inmueble	Cantidad	Superficie
Almacén	28	desde 14 m ² hasta 74 m ²
Comercial	4	desde 204 m ² hasta 220 m ²
Residencial	40	desde 104 m ² hasta 188 m ²

Localidades en los Inmuebles

Tipo de Localidad	Cantidad	Superficie
Viviendas colectivas urbanas en manzana cerrada	41	desde 51 m ² hasta 678 m ²
Garajes de viviendas colectivas urbanas	108	desde 7 m ² hasta 1,354 m ²
Locales comerciales y talleres en un edificio mixto	4	desde 204 m ² hasta 220 m ²

Datos provenientes de: Dirección General del Catastro

ANEXO 4. CAUDALES INSTANTÁNEOS

Se diseñan las cocinas, baños y aseos de las diferentes viviendas para posteriormente conocer las condiciones mínimas de suministro de cada vivienda.

Estos caudales están fijados en el HS4 del CTE

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente: CTE

Zonas y locales		AFCH			ACS		
		Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total
Cocina	Fregadero	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1
	Lavadora	1	0,2	0,2	1	0,15	0,15
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,1	0,1
	Total cocina	3	-	0,55	3	-	0,35
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
	Total baño	3	-	0,6	3	-	0,33
Aseo	Ducha	1	0,2	0,1	1	0,1	0,1
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
	Total aseo	3	-	0,3	3	-	0,165

Tabla 2. Caudales instantáneos por habitáculos de las viviendas

Se catalogan las viviendas del edificio según la configuración de baños y aseos de las mismas, resultando en cinco grupos descritos en la tabla 3.

Tipo vivienda		AFCH			ACS		
		Núm	Unitario	Total	Núm	Unitario	Total
Vivienda 1	Cocina	1	0,55	0,55	1	0,35	0,35
	Baño	2	0,60	1,20	2	0,33	0,66
	Aseo	0	0,30	0,00	0	0,17	0,00
	Total Viviendas 1	21	1,75	36,75	21	1,01	21,21
Vivienda 2	Cocina	1	0,55	0,55	1	0,35	0,35
	Baño	1	0,60	0,60	1	0,33	0,33
	Aseo	1	0,30	0,30	1	0,17	0,17
	Total Viviendas 2	3	1,45	4,35	3	0,85	2,54
Vivienda 3	Cocina	1	0,55	0,55	1	0,35	0,35
	Baño	0	0,60	0,00	0	0,33	0,00
	Aseo	2	0,30	0,60	2	0,17	0,33
	Total Viviendas 3	6	1,15	6,90	6	0,68	4,08
Vivienda 4	Cocina	1	0,55	0,55	1	0,35	0,35
	Baño	0	0,60	0,00	0	0,33	0,00
	Aseo	2	0,30	0,60	2	0,17	0,33
	Total Viviendas 4	6	1,15	6,90	6	0,68	4,08
Vivienda 5	Cocina	1	0,55	0,55	1	0,35	0,35
	Baño	0	0,60	0,00	0	0,33	0,00
	Aseo	1	0,30	0,30	1	0,17	0,17
	Total Viviendas 5	4	0,85	3,40	4	0,52	2,06
TOTAL EDIFICIO		40	-	58,30	40	-	33,97

Tabla 3. Caudales instantáneos por tipo de vivienda

Los caudales instantáneos se obtienen con la suma de los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo.

Aunque no existe una norma de obligado cumplimiento en la que se indiquen los coeficientes de simultaneidad, pueden utilizarse los datos obtenidos con la aplicación de la Norma UNE 149.201/07, en la cual los caudales instantáneos se tienen con la siguiente expresión:

$$Q_c = A \cdot Q_t^B + C$$

Siendo:

Q_c : Caudal simultáneo de cálculo (l/s).

Q_t : Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio (l/s).

A, B y C: Coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos.

En la tabla 4 se dan los coeficientes (A, B y C) para cada tipo de edificio.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_t	A	B	C
Viviendas	< 0,5	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,700	0,210	-0,700
	Sin Límite	> 20	1,700	0,210	-0,700

Tabla 4. Coeficientes de simultaneidad. Fuente: IDAE

Donde:

Q_u : Caudal mayor de los aparatos unitarios (l/s).

$Q_t = 39,97 \text{ l/s} > 20 \text{ l/s}$

Coeficientes de simultaneidad: A: 1,7; B: 0,21; C: -0,7

$$Q_c = 1,7 \cdot 33,97^{0,21} + 0,7 = 2,86 \text{ l/s}$$

Este caudal será el caudal punta en los momentos de mayor demanda y también es un parámetro para el correcto dimensionamiento de tuberías.