



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

**CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES
TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS
RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE
BLOQUES DE VIVIENDAS**

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

AUTOR:

ÁLVAREZ FUENTE, SAÚL

TUTOR:

AGUILAR ROMERO, FERNANDO

COTUTOR:

BRIONES LLORENTE, RAÚL

JULIO DE 2021



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
GRADOS EN INGENIERÍAS INDUSTRIALES
TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORIZACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

D./D^a FERNANDO AGUILAR ROMERO.....
profesor/a del Departamento de INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
área de MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS

EXPONE:

Que el alumno D./D^a SAÚL ÁLVAREZ FUENTE
con DNI número .13173215-B..., de la titulación GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA.....
.....
ha realizado el Trabajo Fin de Grado titulado CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES
TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE
BLOQUES DE VIVIENDAS.....
.....

y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección de quien suscribe, en virtud de lo cual, SE AUTORIZA su presentación y defensa

En Burgos, a 7. de julio de 2021.

El tutor,

Fdo.: Fernando Aguilar Romero

RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Título: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de bloques de viviendas

Autor: Saúl Álvarez Fuente

Tutores: Fernando Aguilar Romero y Raúl Briones Llorente

RESUMEN

El presente TFG tiene como objeto el estudio de viabilidad y el proyecto de sustitución de una instalación de calefacción y Agua Corriente Sanitaria (ACS) mediante calderas individuales en 217 viviendas de un bloque de edificios de siete plantas, por una instalación de calefacción centralizada alimentada con biomasa y apoyada con captación solar para satisfacer las demandas de calefacción y ACS de todo el año.

ABSTRACT

The purpose of this Final Degree Project (FDP) is the viability study and the replacement project of a heating installation and Domestic Hot Water (DHW) using individual boilers in 217 homes of a seven-storey block of buildings, by a centralized heating installation fed with biomass and supported by solar capture to cover the demands of heating and DHW throughout the year.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	0
2	MEMORIA DESCRIPTIVA	3
2.1	Objeto del proyecto	3
2.2	Antecedentes	3
2.3	Elección del bloque de viviendas objeto de estudio	4
2.4	Descripción y justificación de la solución adoptada.	10
2.5	Combustible.....	11
2.5.1	Suministro de biomasa	13
2.5.2	Almacenamiento de biomasa	14
2.6	Calderas	15
2.6.1	Sala de calderas	16
2.6.2	Chimeneas y evacuación de humos.....	18
2.7	Circuitos hidráulicos.....	19
2.7.1	Fluido de trabajo	19
2.7.2	Bombas.....	19
2.7.3	Vaso de Expansión.....	20
2.7.4	Depósitos de almacenamiento.....	20
2.7.5	Válvulas.....	21
2.7.6	Tuberías.....	21
2.8	Normativa aplicable	22
2.9	Anejos de la memoria.....	23
2.9.1	Anejo de datos de partida.....	23
2.9.2	Anejo de cálculos de demanda de ACS	31
2.9.3	Anejo de cálculos CE3X.	32
2.9.3.1	Anejo de cálculos de superficie útil habitable.	33



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

2.9.3.2	Anejo de cálculos de superficie de fachada.	35
2.9.3.3	Anejo de cálculos de cubiertas.....	48
2.9.3.4	Anejo de cálculos de particiones interiores.	55
2.9.3.5	Anejo de cálculos de suelos en voladizo	63
2.9.3.6	Anejo de cálculos de patrones de sombra	67
2.9.3.7	Anejo de cálculos de puentes térmicos	73
2.9.3.8	Anejo de cálculos de ventanas	74
2.9.4	Anejo de cálculo de pérdidas por transmisión de calor.....	77
2.9.5	Anejo de cálculo de pérdidas por ventilación	80
2.9.6	Anejo de cálculo de demanda térmica debido a ACS	82
2.9.7	Anejo de calculos de instalación solar	84
2.9.8	Anejo de cálculos de ventilación de sala de calderas.....	90
2.9.9	Anejo de cálculos de almacenamiento de biomasa	91
2.9.10	Anejo de cálculos de tuberías de ACS	93
2.9.11	Anejo de cálculos de tuberías de recirculación	98
2.9.12	Anejo de cálculos de tuberías de calefacción.....	102
2.9.13	Anejo de cálculo de vasos de expansión	107
2.9.14	Anejo de explicación de del esquema de principio de la instalación	111
3	PLANOS	115
3.1	Plano de Situación	115
3.2	Plano de Esquema de principio de las instalaciones térmicas de calefacción, ACS y captación solar	115
3.3	Plano de Leyenda del esquema de principio de la instalación térmica	115
3.4	Plano de Distribución de tuberías en la planta de garajes	115
3.5	Plano de Distribución de la sala de calderas	115
3.6	Plano de Distribución de tuberías en cada portal	115
3.7	Plano de Esquema de principio de contadores en vivienda.....	115
4	PLIEGO DE CONDICIONES	116



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

4.1	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.....	116
4.1.1	Documentos	116
4.1.2	Incoherencia entre documentos.....	116
4.1.3	Reglamentación.....	116
4.1.4	Responsabilidad civil	117
4.1.5	Desperfectos.....	117
4.1.6	Abono del proyecto	117
4.1.7	Control de materiales	117
4.2	Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.....	118
4.2.1	Pliego de condiciones de Instalaciones Térmicas	118
4.2.1.1	Introducción	118
4.2.1.2	Campo de aplicación.....	118
4.2.1.3	Condiciones de seguridad e higiene.....	119
4.2.1.4	Eficiencia energética.....	119
4.2.1.5	Protección frente a heladas	120
4.2.1.6	Protección frente a sobrecalentamientos.....	120
4.2.1.7	Aislamiento de los conductos	120
4.2.1.8	Sala de calderas.....	121
4.2.2	Pliego de condiciones de Protección conta Incendios.....	122
4.2.2.1	Introducción	122
4.2.2.2	Campo de aplicación.....	122
4.2.2.3	Materiales.....	122
4.2.2.4	Sistemas de protección activa	123
5	PRESUPUESTOS	124
5.1	Introducción.....	124
5.2	Mediciones	124
5.3	Cuadro de precios	126



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

5.3.1	Cuadro de precios N.º 1	126
5.3.2	Cuadro de precios N.º 2	128
5.3.2.1	Unidad de obra N.º 1 Caldera de combustión de pellets.....	128
5.3.2.2	Unidad de obra N.º 2 Sistema de alimentación de caldera	130
5.3.2.3	Unidad de obra N.º 3 Deposito acumulador de ACS.....	132
5.3.2.4	Unidad de obra N.º 4 Deposito interacumulador de ACS	133
5.3.2.5	Unidad de obra N.º 5 Captador solar	135
5.3.2.6	Unidad de obra N.º 6 Estación de bombeo ACS y captación solar.....	137
5.3.2.7	Unidad de obra N.º 7 Vaso de expansión captación solar	139
5.3.2.8	Unidad de obra N.º 8 Vaso de expansión de ACS.....	140
5.3.2.9	Unidad de obra N.º 9 Estación de bombeo recirculación ACS	141
5.3.2.10	Unidad de obra N.º 10 Estación de bombeo calefacción	143
5.3.2.11	Unidad de obra N.º 11 Tubería de cobre 18x1.....	145
5.3.2.12	Unidad de obra N.º 11 Tubería de PE-X P25	147
5.3.2.13	Unidad de obra N.º 13 Tubería de acero negro soldado 25 [mm] ..	148
5.3.2.14	Unidad de obra N.º 14 Tubería de acero negro soldado 65 [mm] ..	150
5.4	Presupuestos	152
5.4.1	Presupuesto de Ejecución de Material	152
5.4.2	Presupuesto de Ejecución por Contrata	154
5.4.3	Presupuesto Total	155
6	Referencias.....	156
7	Bibliografía	156
8	ANEXOS	157
8.1	Estudio de certificación energética.....	157
8.2	Solicitud Archivo Municipal Burgos	157
8.3	Documentos del Archivo Municipal	157



1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concepto de eficiencia energética está adquiriendo una importancia sin precedentes en la historia, las naciones de todo el mundo atisban en el horizonte como se aproxima el día en el que los recursos naturales se agoten. Un objetivo común por alcanzar es la optimización de la energía y de las emisiones, usándola de manera responsable e inteligente, alargando de esta manera el plazo de tiempo hasta el día en el que los combustibles fósiles sean historia. Este tiempo extra es una carrera contrarreloj en la que investigar y descubrir nuevas formas de energía que puedan cubrir las necesidades del planeta tierra.

El primer paso hacia un cambio de mentalidad se da 11 de diciembre de 1997, fecha en la que se aprobó el protocolo de Kyoto, con su posterior entrada en vigor el 16 de febrero de 2005, supuso un acuerdo internacional en el que 192 países se comprometieron a reducir las emisiones de gases a la atmosfera causantes del efecto invernadero y calentamiento global del planeta. Tras esta iniciativa, los gobiernos de cada país han ido implementando de forma progresiva normativas cada vez más restrictivas, con el objetivo de reducir el impacto de las emisiones generadas por el ser humano en el medio ambiente.

En la unión europea el sector de la edificación representa el 40% del consumo energético y el 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas durante la utilización y construcción principalmente. Por este motivo en España, el 17 de marzo de 2006 se publica el real decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y posteriormente mediante el real decreto 1027/2007 entra en vigor el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). Buscando con estos documentos un uso racional de la energía, reducción de emisiones, consumos e implementación de energías renovables en los edificios de nueva construcción. Sin embargo, este tipo de edificios solo representan un porcentaje del total de consumos de energía y emisiones de gases a la atmosfera. El grueso de estos porcentajes se produce en edificios ya existentes, algunos de los cuales con más de 60 años de antigüedad.

En consecuencia, el gobierno de España, apoyado con ayudas económicas europeas crea el Programa de Rehabilitación Energética de Edificios (PREE), aprobado por el real



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

decreto 737/2020 del 4 de agosto. Plan con el que se destinan un total de 300 millones de euros para la rehabilitación energética de edificios ya existentes, mediante actuaciones que van desde cambios en la envolvente térmica, eficiencia energética en la iluminación y sustitución de instalaciones de generación térmica mediante combustibles fósiles por instalaciones que usen energías renovables como biomasa, energía solar, generación de electricidad para autoconsumo etc.

Que la eficiencia energética sea un tema de actualidad, apoyado económicamente por los países y con un futuro próximo muy prometedor ha sido la principal motivación para la realización de este proyecto, con el que se busca que sea didáctico para el autor y desarrolle sus conocimientos relativos a esta temática para una posible implementación en su futuro desarrollo profesional.

A lo largo del proyecto se realiza una certificación energética previa y necesaria, para realizar posteriormente el cálculo y dimensionado de las nuevas instalaciones de generación de calor basadas en energías renovables.

Dentro de los procedimientos para la certificación energética de edificios reconocidos por el ministerio para la transición ecológica y reto demográfico existen dos métodos generales que se comentan a continuación. Cabe destacar que ninguno de ellos se imparte en el grado de ingeniería mecánica, el autor ha tenido el privilegio de recibir formación a medida vinculada al edificio de estudio por parte del cotutor del proyecto.

Programas de simulación energética, son programas que además de servir para justificar el DB-HE y hacer la certificación energética, permiten un estudio detallado de distintas variables del comportamiento térmico de los edificios. Requieren un complejo aprendizaje, y una definición muy detallada de los edificios. Son programas que no se imparten ni en los grados de arquitectura técnica, además cuentan con limitaciones al tamaño de los edificios a definir, por ejemplo, el HULC solo permite 100 espacios, cosa que en este proyecto se dobla. Todo ello sumado a la limitación de tiempo en la realización del proyecto de fin de grado se han descartado su uso.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Por otra parte, están los programas de simulación, son comparadores de edificios y resultados previamente ensayados con programas de simulación energética, que guardan en su programación. La introducción de datos es más sencilla al no tener que generar un modelo en 3D, no tienen limitaciones de tamaño para los edificios, y permiten obtener con solvencia los resultados de demandas energéticas, consumos de energía primaria no renovable y emisiones de CO₂, necesarios para el objeto de este proyecto. De las tres herramientas de simulación que propone el ministerio se ha elegido CE3X por ser el más implantado a nivel profesional, con continuas actualizaciones y complementos desarrollados por empresas de materiales de construcción y de equipos de climatización. Por otra parte, CE3 no está actualizado a los últimos cambios normativos del DB-HE. Y CERMA, sí que podría haber servido, pero se ha preferido aprender a manejar y utilizar el CE3X, pensando también en el futuro desarrollo profesional, ya que este programa permite actuar sobre edificios nuevos y existentes, ya sean residenciales o terciarios. Sin embargo, CERMA, sólo sirve para edificios residenciales.



2 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Objeto del proyecto

El presente TFG tiene como objeto el estudio de viabilidad y el proyecto de sustitución de una instalación de calefacción y Agua Corriente Sanitaria (ACS) mediante calderas individuales en 217 viviendas de un bloque de edificios de siete plantas, por una instalación de calefacción centralizada alimentada con biomasa y apoyada con captación solar para satisfacer las demandas de calefacción y ACS de todo el año. Aprovechando, el uso de energías 100% renovables, la captación de energía solar gratuita, la mejora de rendimiento basada en el factor de escala en la generación y la previsible mejora de la eficiencia conseguida con una instalación centralizada mejor controlada y mantenida.

Para ello se va a evaluar la eficiencia energética del edificio mediante la herramienta de certificación validada por el ministerio CE3X, la cual proporcionará los resultados de demandas, coeficientes globales de transmisión de calor, emisiones de CO₂, consumos y clasificación energética del bloque de viviendas.

Con todos los datos calculados se definirán las características de las instalaciones de generación térmica e instalaciones hidráulicas de distribución teniendo muy en cuenta los procedimientos y exigencias que figuran en el Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) y el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE).

2.2 Antecedentes

El bloque de viviendas, correspondiente a diez portales, dispone actualmente de instalación de calefacción y ACS individual para cada una de las 217 viviendas. Las calderas son de la marca Vaillant con una potencia útil nominal de 24 [KW] alimentada con gas natural como único combustible.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Transmite el calor a través de un sistema de distribución bitubular en forma de anillo que recorre la vivienda y del cual se alimentan los dispositivos emisores, radiadores de aluminio lacado. Al tratarse de un sistema de distribución medianamente moderno se decide mantenerlo y realizar las nuevas conexiones de las calderas directamente a este circuito. Esta medida también supone un menor coste de la obra, factor importante y decisivo en la decisión final de los propietarios.

2.3 Elección del bloque de viviendas objeto de estudio

Para la realización de la evaluación energética y mejora en la instalación de calefacción y ACS mediante centralización, se ha propuesto buscar un edificio o conjunto de edificios que cumplan ciertos criterios a la hora de realizar la selección del bloque de viviendas para su posterior estudio, que se explican y muestran a continuación:

Cubierta.

Se buscan bloques de edificios que no cuenten con cubiertas inclinadas, siendo preferible las cubiertas planas para la adaptación de estas con los captadores solares. Los cuales necesitan ciertos grados de inclinación dependiendo de la localidad del emplazamiento, para funcionar de la manera más eficiente posible. Finalmente, no se ha cumplido esta condición y más adelante en el anejo de cálculos se explica el procedimiento a seguir.

Emplazamiento.

Se ha tenido en cuenta la posibilidad de disponer de terreno no construido y con posibilidad de edificación en los alrededores del bloque de viviendas, por si fuera necesario su uso para la construcción de instalaciones auxiliares.

Año de ejecución del proyecto.

Dependiendo del año en el que se apruebe el proyecto de ejecución el bloque de viviendas deberá cumplir una determinada normativa de edificación.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Desde del año 1979 las edificaciones destinadas a viviendas estaban sujetas a las Normas Básicas de Edificación y Condiciones Térmicas (NBE-CT-79), las cuales fijaban exigencias en cuanto aislamiento y resistencias térmicas de los materiales del cerramiento exterior. Pero en el año 2006 entra en vigor el Código Técnico de Edificación (CTE), mucho más exigente y concreto que su predecesor, haciendo hincapié en el ahorro energético y rendimiento de las instalaciones térmicas. Actualmente todos los edificios posteriores al 2014, deben cumplir el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del CTE de 2006.

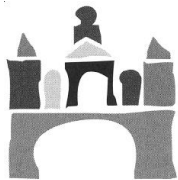
Es por ello por lo que se aconseja seleccionar un bloque de viviendas cuyo año de visado del proyecto sea anterior al 2006, para que las posibles mejoras que se implementen sean más efectivas y rentabilizadas en el menor tiempo posible por parte de los propietarios.

En base a estos criterios que se han comentado previamente, se proponen dos posibles alternativas, que se han estudiado de manera minuciosa con la finalidad de elegir más conveniente. La manera de proceder del autor es personarse en el archivo municipal de Burgos, lugar en el cual se alojan los proyectos de ejecución de las alternativas que se comentaran seguidamente.

Este paso es de vital importancia, pues en el supuesto de tener dificultadas a la hora de interpretar los planos o cualquier otro documento del proyecto que escoja, no habrá vuelta atrás, y marcará el devenir del trabajo de fin de grado. Las alternativas propuestas son las siguientes.

La primera, se muestra en la **Figura 1**, se trata de un bloque de viviendas delimitado por las calles Lazarillo de Tormes, Esteban Granado y Luis Labín.

Esta opción cumple con algunos de los requisitos antes mencionados como ser un proyecto aprobado en el año 2005, disponer de un solar enfrente del edificio con una



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

superficie de 8.361 m², como se indica en la **Figura 2**, pero tiene una disposición asimétrica y cubiertas inclinadas e irregulares que no siguen un mismo patrón a lo largo del bloque, observar **Figura 3**.

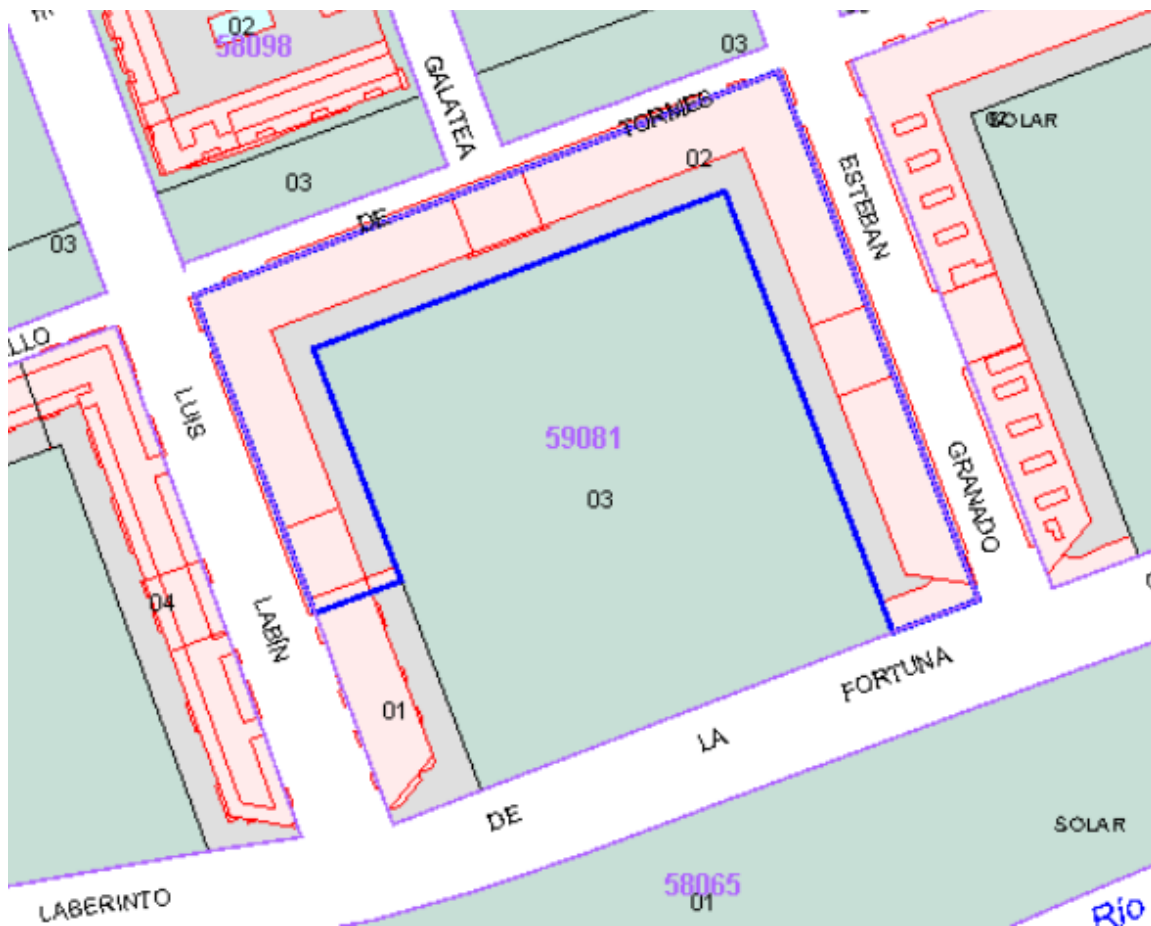


Figura 1. Bloque de viviendas Calle Lazarillo de Tormes, imagen de la sede electrónica del catastro.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**



Figura 2. Parcela 59081, información de la sede electrónica del catastro.



Figura 3. Vista 3D bloque de viviendas Calle Lazarillo de Tormes, imagen de Google maps.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

La segunda opción propuesta, es el bloque de viviendas mostrado en la **Figura 4**, delimitado por las calles Hermanas Mirabal, Manuel Muñoz Guillen y José María Codón. Que será la opción elegida, mas adelante se comentará en detalle las causas que han llevado al autor a decantarse por esta opción.



Figura 4. Bloque de viviendas Calle Manuel Muñoz Guillen, imagen de la sede electrónica del catastro.

Es un proyecto visado en el 2005, es un edificio aparentemente simétrico que cuenta con una parcela de 6.383 m² en la cara sureste del bloque que puede ser utilizada para construir, sin embargo, las cubiertas no son planas en su totalidad, cuenta con tramos



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

inclinados a dos aguas tal y como se aprecia en la **Figura 5**. La principal ventaja de esta opción frente a la anterior es la posibilidad por parte del autor, de acceder a información relevante como puede inspecciones de la caldera y detalles constructivos que no se aprecien en la memoria del proyecto.

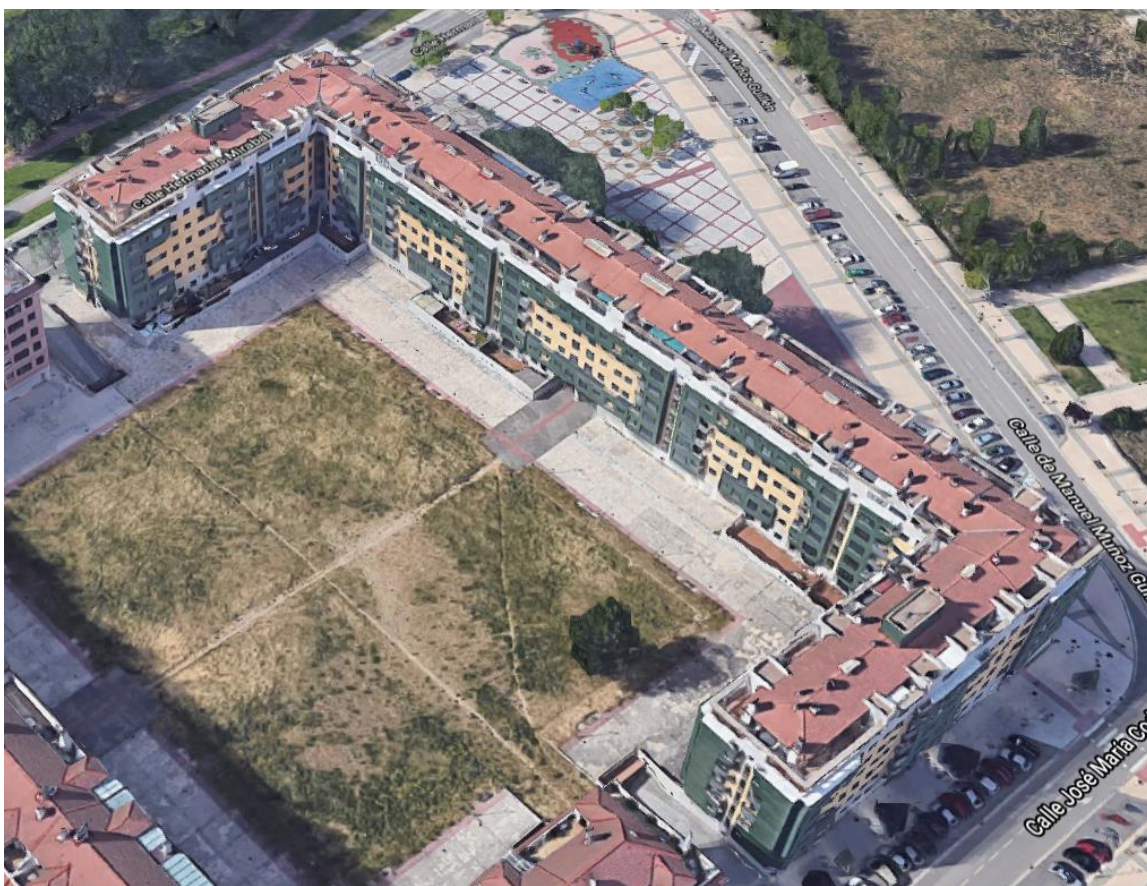


Figura 5. Vista 3D bloque de viviendas Calle Manuel Muñoz Guillen, imagen de Google maps.

Dado que ambos bloques de viviendas cuentan con ventajas e inconvenientes en lo relativo al modelizado en CE3X, la decisión final se toma revisando de manera cuidadosa los proyectos técnicos que se encuentran guardados en el archivo municipal de Burgos.



Finalmente, el autor se decanta por la segunda opción correspondiente al edificio de la calle Manuel Muñoz Guillen. Se les ha dado un especial interés a los apartados de planos y memoria descriptiva, siendo en esta segunda opción mucho más extensos, claros y didácticos que los encontrados en el proyecto de la calle Lazarillo de Tormes.

2.4 Descripción y justificación de la solución adoptada.

La solución adoptada consiste en la instalación de tres calderas de biomasa con apoyo solar con las especificaciones que aparecen en este proyecto, que cubra las demandas de calefacción y ACS del bloque de 217 viviendas situado en la calle Manuel Muñoz Guillen.

Se mantendrá el sistema de calefacción bitubular de cada vivienda, así como los emisores de calor existentes, y se realizará una nueva conexión entre este circuito y la distribución de calderas nueva.

Las tres calderas de biomasa y el depósito de almacenamiento de biocombustible, pellets, que se ubicará en la sala de calderas situada en la planta de garajes. Será un sala de calderas de nueva construcción que cumpla con todas las normativas actuales de seguridad y que se detalla a lo largo de este proyecto.

Existirán diez subestaciones de bombeo, una por cada portal, en la que se ubicarán los depósitos acumuladores de ACS y captación solar. A estas subestaciones se las proporcionará el agua caliente necesaria desde las calderas mediante una distribución en dos anillos situada en la planta de garajes, tal como se muestra en los planos del proyecto. Desde las subestaciones se realizará una distribución por montantes, donde calefacción y ACS ascenderán de manera paralela por los cuartos de instalaciones que alojaban las antiguas instalaciones de fontanería de abastecimiento de agua de red.

El beneficio de la utilización de biomasa como combustible de las calderas tendrá dos ventajas fundamentales, primeramente, un ahorro en económico por ser una instalación



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

centralizada y usar un combustible con un coste menor a las fuentes convencionales de energía. Además, se reducen de manera considerable las emisiones de CO₂ a la atmosfera, ya que la biomasa a la largo de su ciclo de vida ha absorbido ese CO₂ que genera en la combustión, es decir, es un combustible con emisiones de CO₂ neutras.

2.5 Combustible

La evolución del mercado de biomasa durante los últimos años ha permitido que exista numerosas opciones validas de biocombustibles solidos que pueden ser utilizados en sistemas de generación de calor en edificios. Los más comercializados son los siguientes:

- Pellets.
- Astillas, originadas en las industrias y leña.
- Residuos agrícolas, como huesos de aceitunas, cascara de frutos secos, podas de ciertos cultivos, etc.

A continuación, se muestran las características comunes de los biocombustibles mencionados

Tabla 1. Características típicas de los biocombustibles más comunes.

	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

En este proyecto el autor se ha decantado por utilizar pellets como combustible, por ser el más comercializado y además contar con una empresa llamada Pellet Cantabria situada en Cantabria dedicada exclusivamente a la venta de pellets en grandes cantidades, que cuenta con certificados de calidad y analíticas con valores dentro de los parámetros establecidos por las UNE-CEN 15150 EX, que es la norma que regula las exigencias de biocombustibles sólidos.

Los pellets son un tipo de biocombustible vendido y conocido internacionalmente que tiene forma cilíndrica de una longitud de aproximadamente 4 [cm]. Su fabricación se conoce como peletización y no se utiliza ningún tipo de componente químico, únicamente presión de vapor para compactar serrines provenientes de astillas y otros tipos de biomasa. En la **Tabla 2**, se muestran las propiedades características de los pellets dependiendo de su calidad.

Tabla 2. Características de los pellets en función de su calidad.

	Pélet baja calidad	Pélet estándar	Pélet alta calidad
Poder Calorífico Inferior			
(kcal/kg)	> 3.000	> 4.000	> 4.300
(kJ/kg)	> 12.500	> 16.700	> 18.000
Humedad b.h. (% en masa)	< 12	< 12	< 10
Densidad (kg/m ³)	> 1.000	1.000-1.400	> 1.120
Contenido en cenizas (% en peso)	< 6	< 1,5	< 0,5
Longitud (mm)	< 7 x diámetro	< 50	< 5 x diámetro
Diámetro (mm)	< 12	4-10	< 8

Una de las variables más importantes que se debe de tener bajo control es la humedad, la cual puede afectar degradando el pellet lo que implica polvo, daños en las calderas, mayor número de cenizas y menor eficiencia en la combustión. La solución es almacenarlos en recintos impermeabilizados tanto en la empresa suministradora como en el bloque de viviendas.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

2.5.1 Suministro de biomasa

Hasta llegar al punto de consumo, en este caso el bloque de viviendas se debe de realizar una serie de procesos de logística en el que se manipula el biocombustible y se pueden alterar las características de este, a continuación, en la **Tabla 3**, se muestran las acciones más comunes y sus consecuencias.

Tabla 3. Acciones de manipulación de biocombustibles y sus consecuencias.

Circunstancia previa a la combustión	Consecuencias
Humidificación del biocombustible	Disminución de su poder calorífico y aumento del consumo
Altas temperaturas	Modificación de la forma, consistencia y durabilidad
Presiones variables	Aumento de la cantidad de finos, reduciendo la masa útil de combustible
Contaminación metálica debido a la maquinaria y herramientas utilizadas	Aumento del contenido en cenizas, lo que hace aumentar las operaciones de mantenimiento y limpieza
Contaminación atmosférica debida al tráfico	Aumento del contenido en metales pesados (plomo, cinc), conllevando el correspondiente aumento del contenido en cenizas
Contaminación por contacto con el suelo o tierra	Aumento del contenido en silicio, lo que reduce el poder calorífico
Contaminación con cortezas	Aumento del contenido en nitrógeno, azufre y cloro, dando lugar a mayores emisiones. Aumento del contenido en cenizas, aumentando las operaciones de mantenimiento y limpieza
Tratamientos químicos (pintura, conservantes, adhesivos, ...)	Aumento del contenido en metales y elementos inorgánicos, lo que implica una reducción del poder calorífico y aumento del contenido en cenizas

Para el transporte y distribución existen diferentes opciones, en este proyecto al tratarse de varias calderas en un bloque de viviendas con 217 viviendas no es práctico usar, por ejemplo, bolsas, aunque sean de 1 [tn], la opción más recomendable y elegida por el autor es usar un camión cisterna.

La idea es la misma que con camiones cisterna que transportan fluidos, cuentan con sistemas mecánicos y neumáticos que permiten la descarga de pellets a distancia. Para este caso concreto se ha decidido usar mangueras que pueden llegar hasta los 40 [m] de distancia, de esta manera el camión puede realizar la operación en la calle Manuel Muñoz



Guillen sin tener que realizar ningún tipo de operación extra. Estas mangueras de diámetros de alrededor de 11 [cm], hechas de materiales antiestáticos para evitar problemas de carga electrostática pueden cargar y descargar un total de 15 [tn] en alrededor de 30 [min], lo cual lo convierte en un sistema de aprovisionamiento ideal.

2.5.2 Almacenamiento de biomasa

Las especificaciones de obligatorio cumplimiento para el almacenamiento de biomasa las estipula el RITE, debe ser un lugar cuya única función sea el almacenamiento el biocombustible y puede situarse dentro o fuera del edificio.

La elección del tipo de almacenamiento se basa en diferentes variables como son el espacio disponible, el sistema de suministro de biomasa, la cantidad necesaria de biocombustible que va acorde con la potencia de las calderas, etc. Como norma general se aconseja que se dimensione el depósito para cubrir la demanda de dos semanas en las condiciones de máximo consumo.

Para este proyecto se decide usar almacenamiento de obra en lugar de almacenamiento flexible, ya que estos últimos son más recomendables para instalaciones de menor potencia. Los almacenamientos de obra son salas que se construyen nuevas o adaptaciones se alguna existente, deben de cumplir las siguientes características relacionadas con la seguridad y un óptimo funcionamiento:

- Estanqueidad para evitar filtraciones de polvo.
- Si el suministro es neumático, las conexiones de las manqueras deben situarse por encima del nivel de las puetas de la sala.
- Dispositivos de contención en la parte interior de la puerta que evite la salida del biocombustible.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Se ha optado por una sala con suelo inclinado a ambos lados, que es una opción muy recomendable en el que obliga a los pellets a deslizarse por gravedad hacia un tonillo sinfín que conecta con la caldera y la alimenta sin necesidad de presencia humana, es decir, un proceso completamente automatizado.

2.6 Calderas

Tanto el calor de calefacción como el de ACS necesario para cubrir las necesidades de los edificios son producidos en las calderas, en este caso calderas de biomasa, cuyo número viene determinado por el valor de potencia térmica total.

El RITE, que es la reglamentación actual que regula las instalaciones generación de calor, exige que para potencias superiores a 400 [KW] se utilicen como mínimo dos calderas y que sean modulantes, tal como se muestra en la **Tabla 4**. Este sería el panorama del bloque de viviendas de este proyecto, en que se ha obtenido una potencia térmica instantánea total dimensionada para los días más fríos de 755 [KW].

Tabla 4. *Fraccionamiento de potencia en la generación de calor.*

Número mínimo de generadores	Potencia total
Uno	Hasta 400 kW
Dos	Mas de 400 kW
Tipo de regulación del quemador	
$P \leq 70 \text{ kW}$	Una marcha (todo/nada)
$70 \text{ kW} < P \leq 400 \text{ kW}$	Dos marchas (todo/poco/nada)
$P > 400 \text{ kW}$	Modulante



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

El autor ha decidido escoger 3 calderas estándar de una potencia de 256 [KW] con rendimientos del 92%, que serán modulantes, es decir, capaces de variar la potencia real que están ofreciendo en función de las necesidades de calor necesario. Además, entrarán en funcionamiento de manera escalonada a medida que la demanda térmica crezca se encenderán una, dos o las tres calderas de biomasa. A continuación, se muestran las características principales de la caldera:

- Cuenta con unas dimensiones de 1911 x 1116 x 1906 [mm], está construida en construida en acero soldado y cuenta con una base antivibraciones.
- Parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, el intercambio de calor se realiza mediante tubos verticales que cuentan con sistema de autolimpieza.
- Depósito de acero galvanizado de 240 [Kg] para las cenizas con posibilidad de conectar un tornillo sinfín para la extracción de estas.
- Sistema para elevar la temperatura en el retorno de agua por encima de los 55 [°C], mediante una válvula motorizada de tres vías de 65 [mm] de diámetro.
- Cuenta con un mando con pantalla táctil para controlar la combustión, el acumulador de ACS y válvula mezcladora.

2.6.1 Sala de calderas

Como regla general las calderas y equipos auxiliares deben ser perfectamente accesibles a cada una de sus partes para que puedan realizarse sin percances las labores de mantenimiento y vigilancia. Se tendrá como mínimo una altura de 2,5 [m] y 0,5 [m] libre sobre la caldera. Además de esto la sala de calderas cumple ciertos requisitos estipulados en la ITC-EP-1 del reglamento de aparatos a presión que se comentan seguidamente:



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

- Debe de disponerse de al menos 1 [m] de distancia a las paredes o cerca desde los elementos que integran las instalaciones.
- Deberá estar continuamente ventilada con llegada de aire de forma constante para la renovación y la combustión correcta. Las dimensiones de las rejillas siguiendo la regulación actual se muestra en el apartado de los anejos de cálculo.
- Todo el recinto deberá de estar completamente limpio y ausente de polvo o gases inflamables.
- En todas las entradas figuraran carteles de prohibición de entrada de personal no autorizado ajeno al servicio de las calderas.
- Deberá de disponerse de los manuales de utilización y procedimientos de actuación en caso de actividad irregular.

También se cumplen las siguientes condiciones de construcción y seguridad que figuran en el documento básico de seguridad contra incendios de Código Técnico de la Edificación (CTE):

- Los muros de la sala de calderas deben ser como mínimo un metro más altos que la parte más elevada de la caldera sometida a presión. Además, se construirán con hormigón armado con un espesor mínimo de 0,2 [m] y al menos 60 [Kg] de acero y 300 [Kg] de cemento por metro cubico.
- Las puertas serán metálicas, con dimensiones máximas de 1,6 [m] de ancho y 2,5 [m] de alto y mínimas de 0,8 [m] y 2 [m], para permitir el paso de distintos elementos de la instalación.
- Las puertas deberán poder abrirse en el sentido de salida de la sala y estar en posesión se sistemas de fácil apertura desde el interior. Deberán tener una permeabilidad no mayor a 1 [l/s*m²].



- En caso de tener puertas en el mismo eje que quemadores deberán tener un módulo resistente de 250 [cm³], para poder resistir el posible impacto en caso de accidente.
- Los cuadros eléctricos de protección y mando de la instalación se situarán en las proximidades de la puerta principal de acceso.

2.6.2 Chimeneas y evacuación de humos

La evacuación de los gases en calderas de biomasa no se diferencia en prácticamente nada de la evacuación en calderas que utilicen otro tipo de combustibles. En todo caso, los gases se deben de expulsar a la atmosfera por encima de la cubierta del edificio de manera obligatoria y se cumplen las siguiente exigencias que dicta el RITE:

- No se permitirá la unificación de los sistemas evacuación de gases de las calderas con los de cualquier otra instalación, deben ser independientes.
- Si la caldera cuenta con una potencia superior a 400 [KW] deberá contar con su propio sistema de evacuación.
- Calderas con potencias nominales menores de 400 [KW] que tengan las misma configuración para la evacuación podrán compartir el conducto y de esta manera ser común para todas ellas.
- Si las calderas utilizan diferentes combustibles no se permitirá usar el mismo sistema de evacuación.
- El dimensionado de las chimeneas se realizará de acuerdo a la norma UNE-EN13384-1.
- Se utilizarán materiales para las chimeneas que soporten la acción agresiva de los productos de las calderas y que tengan una estanquidad adecuada. En cualquier caso, se deberá de cumplir lo establecido en la UNE 123001.



- En ninguna circunstancia se obstaculizará las chimenea impidiendo la libre expulsión de los productos de la combustión a la atmosfera.

Se propone como material para la chimenea de evacuación de humos acero inoxidable de doble pared con ANSI 316 en el interior y ANSI 304 en el exterior. Además de un aislamiento que reduzca las pérdidas de calor y mejore la estanqueidad evitando escapes.

2.7 Circuitos hidráulicos

En el apartado de planos se pueden visualizar los esquemas de principio de la instalación, mediante esta configuración se dotará a las viviendas de calefacción y ACS necesaria para mantener las condiciones de confort.

2.7.1 Fluido de trabajo

El fluido de trabajo utilizado tanto en el circuito primario de calefacción con el en secundario es agua, que se aportara al sistema en las condiciones y presión adecuada para el correcto funcionamiento de las instalaciones de generación de calor.

2.7.2 Bombas

Las bombas circuladoras del circuito serán diferentes dependiendo del circuito en el que estén ubicadas, deberán vencer las pérdidas de carga calculadas en el anejo de cálculos del proyecto. Existirán de manera independiente o como grupo de dos bombas que en caso de fallo se activará la bomba de reserva y se podrá trabajar de manera normal sin perjudicar al bloque de viviendas. Existirá la posibilidad de que trabajen con caudales variables en función de las temperaturas y demandas en ese instante, para ello contarán con variador de frecuencia controlado por las sondas ubicadas a lo largo del circuito y de la central electrónica.



2.7.3 Vaso de Expansión

Para la protecciones la instalación frente a variaciones de presión debidas a las fluctuaciones de temperatura se instalarán vasos de expansión en cada circuito cerrado que dispondrán de válvulas de seguridad y manómetro tal como se especifica en el Rite. La tubería de la válvula de seguridad no tendrá ningún tipo de estrechamiento que impida la correcta circulación al vaso de expansión. Las capacidades de los vasos de expansión serán las calculadas en apartado del anejo de cálculos 2.9.13.

2.7.4 Depósitos de almacenamiento

Las calderas de biomasa tienen una inercia térmica elevada, aunque se deje de alimentar el biocombustible introducido se sigue quemando y en consecuencia generando calor. La instalación cuenta con diez subestaciones, en las que se ubican un acumulador principal de ACS y un interacumulador que recoge el calor de los capadores solares para después mandarlo a este primero. El volumen de estos depósitos se ha calculado para tener la capacidad de abastecer de ACS a todo el bloque de viviendas en condiciones de máximo demanda, es decir, cubrir la demanda total del día en una hora. Teniendo en cuenta esto los depósitos elegidos son los siguientes:

Acumulador

- Acumulador de acero vitrificado, de suelo, de 1650 l de capacidad con unas dimensiones de 1,4 [m] diámetro y 2,2 [m] de altura. Con forro acolchado con cubierta posterior y aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC. Cuenta también con protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.



Interacumulador

- Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, de capacidad de 1500 l con dimensiones de altura 2,280 [m] y diámetro de 1,2 [m]. Con aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC y con protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.

Para evitar la legionela en los depósitos se realizará un tratamiento antilegionela siguiendo el real decreto 865/2003, en el que se especifica que el agua caliente deberá enviarse a una temperatura mínima de 60 [°C] y de manera periódica los depósitos se elevaran a una temperatura de 70 [°C] durante un tiempo determinado.

2.7.5 Válvulas

Los diferentes circuitos hidráulicos de la instalación cuentan con válvulas de corte, filtros, válvulas de retención, válvulas motorizadas de 3 y 4 vías y válvulas de seguridad. Todos los elementos mencionados figuran en el plano de esquema de principio del proyecto y para su correcto posicionamiento y funcionamiento se han colocado en el circuito de manera que se cumplan rigurosamente las condiciones de seguridad especificadas en RITE.

2.7.6 Tuberías

Las tuberías se situarán en la medida de lo posible en emplazamientos que permitan la accesibilidad a lo largo de toda su longitud para de esta manera facilitar la inspección, especialmente en los tramos con válvulas e instrumentos de regulación y medida. Todas estarán aisladas con los espesores mínimos que marca el RITE, más concretamente en la IT 1.2.4.2.1, donde se especifica que en tuberías por donde circulen fluidos a más de 40 [°C] deberá ser obligatorio su aislamiento. Las tuberías utilizadas en la distribución de calor se indican a continuación y ellas y el proceso de dimensionamiento aparecen en el anejos de cálculo del proyecto.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

- Tubería de PE-X de la serie 3,2 modelo P25, que cuenta con un diámetro exterior de 25 [mm] e interior de 18,2 [mm]. Se a utilizado en la distribución de ACS y el circuito de captación solar.
- Tubería de cobre 18x1 de 18 [mm] de diámetro exterior y 16 [mm] de diámetro interior, utilizada en el circuito de recirculación de ACS.
- Tubería de acero negro soldado de diámetro interior de 65 [mm], utilizada en los dos anillos de distribución situados en la planta de garajes.
- Tubería de acero negro soldado de diámetro interior de 25 [mm], utilizada en las montantes de calefacción correspondiente a cada portal.

2.8 Normativa aplicable

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión (REP) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC)
- Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del CTE.
- Orden FOM/588/2017, de 15 de junio por la que se actualiza el Documento Básico de Salubridad (DB-HS) del CTE



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

2.9 Anejos de la memoria.

2.9.1 Anejo de datos de partida.

Para la obtención de los datos de partida se ha visitado en varias ocasiones, debido a la gran complejidad del bloque de viviendas seleccionado, el archivo municipal de Burgos, lugar en cual se encuentra archivado el proyecto técnico del edificio. Mediante un escrito, que se adjunta en los anexos, se ha solicitado el permiso para poder compartir en este trabajo de fin de grado los diversos documentos necesarios para la realización de los cálculos.

Ubicación

El bloque de viviendas con referencia catastral 5304801VM4950S, se encuentra ubicado a una altitud de 870 [m] sobre el nivel del mar en la provincia de Burgos, España. Está delimitado por las calles Manuel Muñoz Guillen, José María Codón y Hermanas Mirabal. Consultar **Figura 6**.

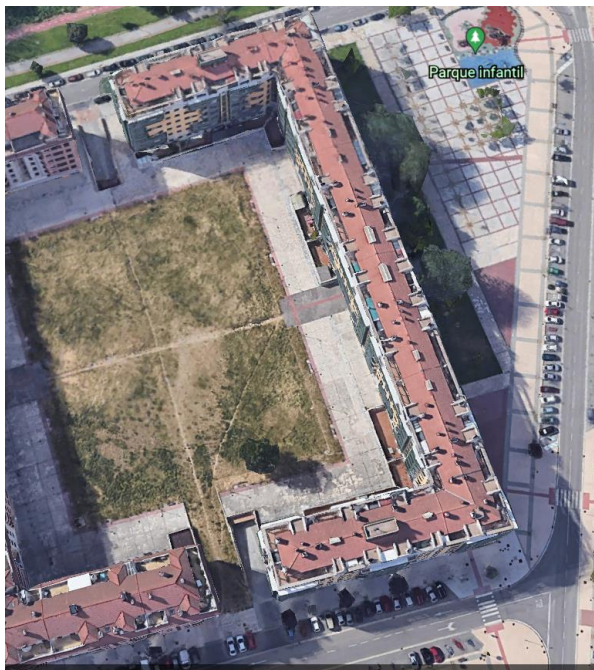


Figura 6. Ubicación bloque de viviendas Calle Manuel Muñoz Guillen, imagen de Google Earth.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Clima

Se define zona climática como “zona para la que se definen unas solicitaciones exteriores comunes. Se identifica mediante una letra, correspondiente a la zona climática de invierno, y un número, correspondiente a la zona climática de verano” (**Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 43**)

Para el edificio objeto de estudio se obtiene una calificación de E-1 tal y como se puede observar en la **Figura 7**. Esta valoración es la más desfavorable posible dentro de la escala que va desde la letra A hasta E, siendo esta primera la que marca la zona climática más cálida.

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																																		
	≤ 50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m	201-250 m	251-300 m	301-350 m	351-400 m	401-450 m	451-500 m	501-550 m	551-600 m	601-650 m	651-700 m	701-750 m	751-800 m	801-850 m	851-900 m	901-950 m	951-1000 m	1001-1050 m	1051-1100 m	1101-1150 m	1151-1200 m	1201-1250 m	1251-1300 m	≥ 1300 m								
Albacete	C3										D3										E1														
Alicante/Alacant	B4										C3										D3														
Almería	A4					B4					B3					C3										D3									
Araba/Álava	D1																				E1														
Asturias	C1					D1																				E1									
Ávila	D2										D1										E1														
Badajoz	C4										C3					D3																			
Balears, Illes	B3															C3																			
Barcelona	C2					D2					D1					E1																			
Bizkaia	C1					D1										E1																			
Burgos	D1																				E1														
Cáceres	C4										D3										E1														
Cádiz	A3					B3					C3					C2					D2														
Cantabria	C1					D1										E1																			
Castellón/Castelló	B3					C3										D3					D2					E1									
Ceuta	B3																																		
Ciudad Real	C4										C3					D3																			
Córdoba	B4					C4										D3																			
Coruña, A	C1					D1										D2										E1									
Cuenca	D3										D2										E1														
Gipuzkoa	D1										E1																								
Girona	C2					D2					E1																								
Granada	A4					B4					C4					C3					D3					E1									
Guadalajara	D3										D2										E1														
Huelva	A4					B4					B3					C3					D3														
Huesca	C3					D3					D2					E1																			
Jaén	B4										C4										D3					E1									
León	E1																																		
Lleida	C3					D3										E1																			
Lugo	D1										E1																								
Madrid	C3										D3										D2					E1									
Málaga	A3					B3					C3					D3																			
Melilla	A3																																		
Murcia	B3					C3										D3																			
Navarra	C2					D2					D1					E1																			
Ourense	C3					C2					D2					E1																			
Palencia	D1										E1																								
Palmas, Las	a3										A2										B2					C2									
Pontevedra	C1										D1										E1														
Rioja, La	C2					D2										E1																			
Salamanca	D2										E1																								
Santa Cruz de Tenerife	a3										A2										B2					C2									
Segovia	D2										E1																								
Sevilla	B4					C4										E1																			
Soria	D2										D1					E1																			
Tarragona	B3					C3										D3																			
Tenuei	C3										C2					D2										E1									
Toledo	C4										D3										E1														
Valencia/València	B3					C3										D2										E1									
Valladolid	D2										E1																								
Zamora	D2										E1																								
Zaragoza	C3					D3										E1																			

Figura 7. Zonas climáticas, obtenido del anejo B, del Documento Básico de Ahorro de energía (DB-HE).



Orientación

Al tratarse de un bloque de viviendas de grandes dimensiones cuenta con variedad de orientaciones en las diferentes fachadas. A la hora de modelizar en CE3X estas van a ser de vital importancia, pues repercuten directamente en las demandas y transmitancias térmicas de los elementos constructivos tales como fachadas, medianerías y huecos.

En la **Figura 8** se muestran las ocho fachadas con sus respectivas orientaciones que se utilizarán más adelante en cálculos.

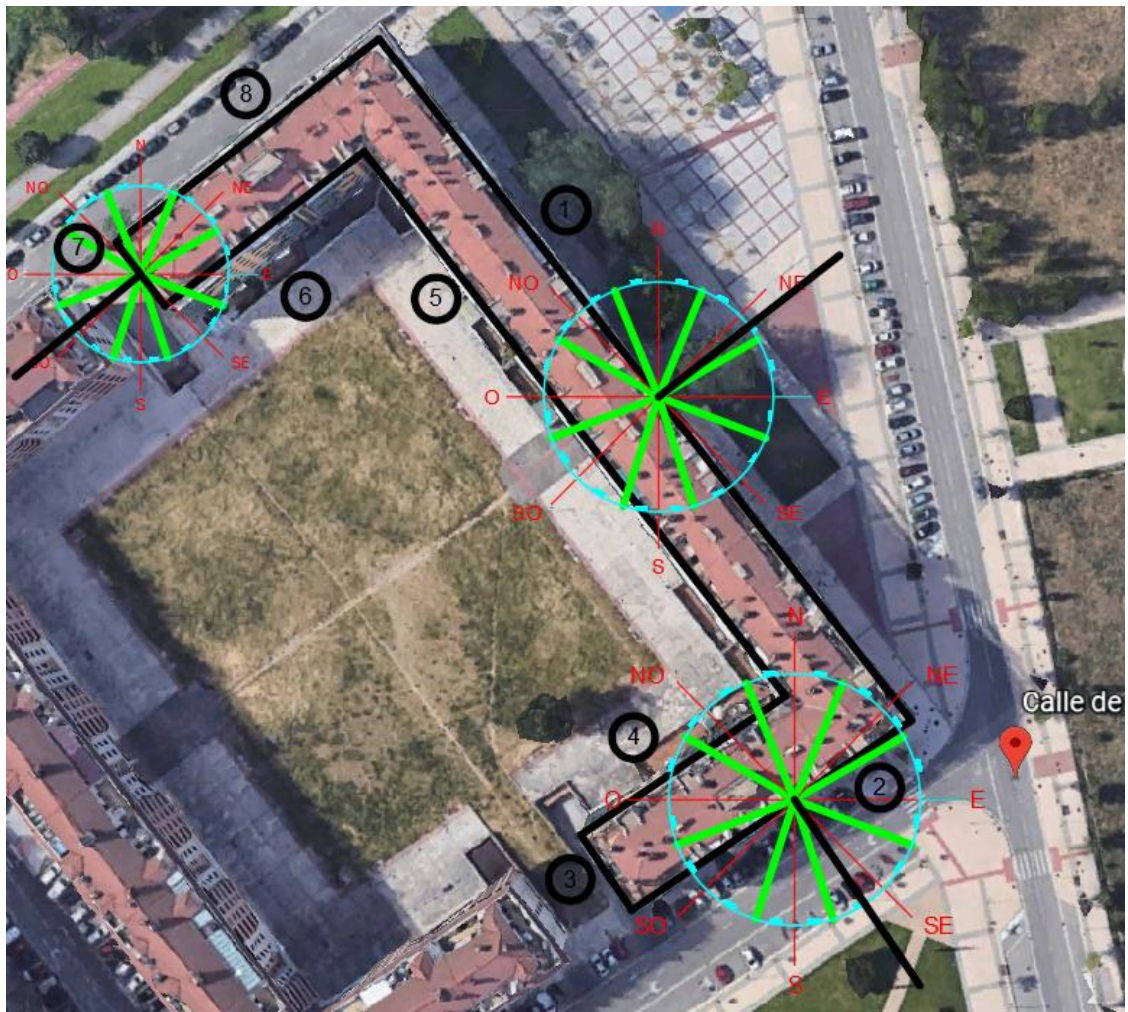


Figura 8. Imagen de las orientaciones del bloque de viviendas calle Manuel Muñoz Guillen.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

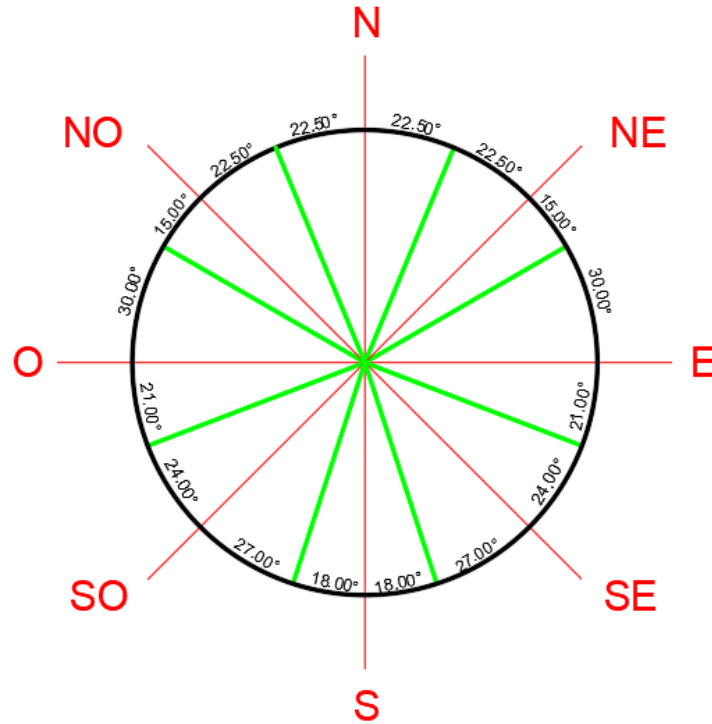


Figura 9. Detalle de la roseta de los vientos utilizada para la interpretación de orientaciones.

Composición de los elementos constructivos

• **Huecos exteriores**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m*h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Doble acristalamiento 4/6/4 sobre carpintería metálica.				
Total				3,400



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Simple acristalamiento de 4 mm sobre carpintería metálica.				
Total				5,000

- **Cerramientos verticales**

- **Fachadas**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Fábrica de ladrillo perforado ½ pie de espesor	0,12	0,650	0,185	
Mortero de cemento monocapa impermeable	0,02	1,200	0,022	
Enfoscado cara interna	0,02	1,200	0,017	
Espuma de poliuretano proyectado	0,04	0,020	2,000	
Fábrica de ladrillo h.s,	0,07	0,420	0,167	
Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,260	0,058	
Total			2.648	0.378



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

○ **Forjados sobre espacios exteriores**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Parquet de madera	0,01	0,180	0,056	
Mortero de cemento	0,03	1,200	0,025	
Arena	0,03	0,500	0,060	
Forjado de hormigón (25+5)			0,360	
Espuma de poliuretano proyectado	0,04	0,020	2,000	
Enlucido de yeso/escayola	0,02	0,260	0,077	
Total			2,837	0,352

• **Suelos de planta baja con garajes**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Parquet de madera	0,01	0,180	0,056	
Mortero de cemento	0,03	1,200	0,025	
Arena	0,03	0,500	0,060	
Forjado de hormigón (25+5)			0,360	



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Espuma de poliuretano proyectado	0,04	0,020	2,000	
Enlucido de yeso/escayola	0,02	0,260	0,077	
Total			2,837	0,352

- **Cerramientos con locales no calefactados**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Fábrica de ladrillo de hormigón	0,12	1,200	0,100	
Placas de cartón-yeso	0,01	0,260	0,038	
Aislamiento de fibra de vidrio	0,04	0,020	2,000	
Revestimiento placas cerámicas	0,02	0,900	0,022	
Total			2,421	0,413

- **Cubiertas**

- **Cubierta plana**

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m ² *h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Pavimento de baldosa de hormigón aligerado	0,04	0,280	0,143	



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Poliestireno extrusionado	0,04	0,028	1,429	
Laminas bituminosas	0,006	0,160	0,038	
Lamina geotextil	0,001	0,150	0,007	
Forjado de hormigón (25+5)			0,360	
Enlucido de yeso-escayola	0,02	0,260	0,077	
Total			2,223	0,450

○ Cubierta inclinada

Elemento constructivo	Espesor [m]	Cond. térmica λ [Kcal /m*h*°C]	Resist. Térmica r [hm ² *°C /Kcal]	Coef. Transm. [Kcal/m ² *h*°C]
Teja cerámica mixta	0,02	0,750	0,027	
Poliestireno expandido	0,02	0,032	0,625	
Placa de amianto de cemento	0,01	0,470	0,021	
Poliestireno expandido	0,02	0,032	0,625	
Forjado de hormigón (20+4)			0,300	
Enlucido de yeso-escayola	0,02	0,260	0,077	
Total			1,895	2,304



2.9.2 Anejo de cálculos de demanda de ACS

Para el cálculo de la demanda de ACS del bloque de viviendas sobre el que se centra este proyecto se procede según estipula el DB-HE, por tano, para edificios de uso residencial privado se fija un consumo de 28 [l/persona] a una temperatura de 60 [°C].

Como se tienen 217 viviendas, primero se han de clasificar según el número de dormitorios, esto se realiza contando de vivienda en vivienda en los planos que se adjuntan en los anexos, ya que no se ha encontrado documentación que lo especifique la memoria del proyecto técnico del edificio. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Diez viviendas de un solo dormitorio
- Setenta viviendas de dos dormitorios.
- Ciento dieciséis viviendas de tres dormitorios.
- Veintiuna viviendas de cuatro dormitorios.

A continuación, se calculan los valores mínimos de ocupación en uso residencial privado que estima el DB-H, utilizando la **Tabla 5**.

Tabla 5. Valores mínimos de ocupación para uso residencial privado, tabla obtenida del DB-HE.

Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

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

$$N_{personas} = \Sigma (N_{dormitorios} * C_{personas}) \quad (1)$$

Donde:



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

N <i>personas</i>	el número total de personas que se estiman para el cálculo de la demanda de ACS;
N <i>dormitorios</i>	es la cantidad de viviendas con un mismo número de dormitorio;
C <i>personas</i>	coeficiente específico que se aplica a cada vivienda de mismo número de dormitorios.

$$(10 * 1,5) + (70 * 3) + (116 * 4) + (21 * 5) = 794 \text{ personas} \quad (2)$$

$$Demanda_{total\ de\ ACS} = 794 \text{ personas} * \frac{28\ l}{persona} \quad (3)$$

$$Demanda_{total\ de\ ACS} = 22232 \text{ litros al día} \quad (4)$$

2.9.3 Anejo de cálculos CE3X.

A lo largo de este apartado se mostrarán todos los cálculos necesarios para la correcta definición del bloque de viviendas en CE3X, para posteriormente conocer las demandas térmicas de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción.

Antes de proceder con los cálculos efectuados, es necesario aclarar conceptos básicos para un buen entendimiento de la metodología seguida.

Espacio habitable, “es un espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo energético.” (**Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 37**).



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Espacio no habitable,” espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes, agrupados a efectos de cálculo de la demanda energética. En esta categoría se consideran los garajes, aparcamientos, trasteros, cuartos de basuras e instalaciones”. **(Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 38).**

Espacio habitable acondicionado, “espacio habitable que necesita mantener unas determinadas condiciones operacionales para el bienestar térmico de sus ocupantes. En uso residencial privado, todos los espacios interiores de las viviendas se consideran acondicionados y deben cumplir las condiciones operacionales de acuerdo con el Anejo D.” **(Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 37).**

2.9.3.1 Anejo de cálculos de superficie útil habitable.

En base a las definiciones del apartado anterior, a efectos de cálculo y de forma simplificada, se considerarán espacios habitables acondicionados a las viviendas y a las zonas comunes como portales, pasillos, escaleras y huecos de ascensores e instalaciones.

En el caso de locales comerciales, ubicados en la planta baja contiguos a las viviendas, no se procede de la misma manera. El autor decide considerar estos recintos como espacios no habitables, puesto que el manual de utilización de CE3X figura que, “En aquellos casos en los que el uso del edificio anexo difiera del uso residencial el muro de separación no tiene porque considerarse adiabático ya que los horarios del uso del local anexo pueden ser diferentes de aquellos del uso residencial. En estos casos será responsabilidad del técnico certificador determinar si dicho cerramiento es considerado como un muro de medianería o como una partición interior con espacio no habitable.” **(Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X, 2016, pág. 39).**



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

La manera de proceder en la obtención de la superficie útil habitable, a falta de los datos necesarios en la memoria del proyecto, es utilizar los planos situados los anexos, y mediante el programa AutoCAD delimitar estas superficies que interesan, tal como se muestra en la **Figura 10**. Cálculo de superficie útil habitable de la planta baja mediante AutoCAD.. Las líneas que acotan estas superficies se han superpuesto por las caras interiores de las viviendas despreciando tabiquerías interiores y excluyendo balcones y terrazas sin cerramientos.

El procedimiento para ajustar el plano a escala real y así conseguir las dimensiones correctas de superficies, se realiza aproximando las cotas existentes en el plano a las más cercanas posibles en AutoCAD, proceso en el cual es inevitable cometer un cierto porcentaje de error.

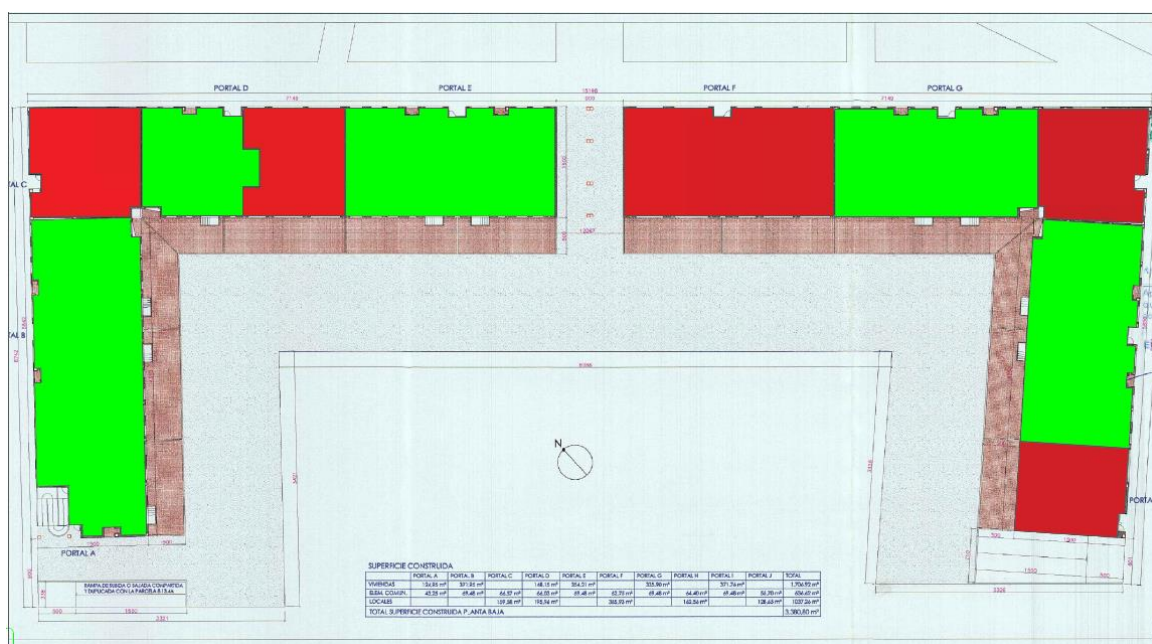


Figura 10. Cálculo de superficie útil habitable de la planta baja mediante AutoCAD.

Los valores totales obtenidos de superficie útil habitable para cada una de las plantas son los siguientes:



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

- Superficie útil habitable de planta baja es de 2018, 089 [m²]
- Superficie útil habitable de planta primera es de 3623,367 [m²]
- Superficie útil habitable de planta segunda, tercera y cuarta es de 3605,384 [m²] cada una de ellas.
- Superficie útil habitable de planta quinta es de 3660,843 [m²]
- Superficie útil habitable de planta de áticos es de 2283,629 [m²]

Esto suma un total de superficie útil habitable total de 22402,08 [m²]

2.9.3.2 Anejo de cálculos de superficie de fachada.

Como se ha comentado anteriormente, el bloque de viviendas cuenta con ocho fachadas con orientaciones diferentes. Dentro de cada una de ellas se aprecian tres tipos de cerramientos de fachada y en consecuencia características diferentes en la envolvente térmica. En la **Figura 11**, se muestran los tres tipos de fachada que se llamarán a partir de ahora verde, amarilla y blanca, con el objetivo de un mejor entendimiento en el cálculo de sus superficies.



Figura 11. Fachada 1, imagen de Google maps.



En la **Figura 11**, también se puede apreciar que la fachada verde no es como la blanca y amarilla, pues no se encuentra en el mismo plano que estas dos, sino que crea salientes a lo largo de las ocho fachadas. Es un recurso estético bonito, pero a efectos de cálculo en CE3X supone un desafío, ya que cada uno de estos salientes crea caras laterales que tienen orientaciones distintas a la propia fachada.

En este proyecto se ha realizado una simplificación, debido a la dificultad y a la limitación de tiempo, que consiste en suponer estas caras laterales como superficie de la fachada principal, es decir, desdoblarlas y calcular toda la fachada como si estuviese en dos dimensiones.

La metodología seguida ha consistido en calcular primeramente la superficie verde y amarilla, situadas entre las plantas primera y quinta, de cada una de las fachadas del edificio, agrupándolas por portales. Posteriormente se ha obtenido la superficie blanca correspondiente a los áticos y planta baja.

Para el dimensionamiento de todas las superficies de fachadas se han utilizado las cotas obtenidas en los planos del bloque de viviendas situados los anexos. De acuerdo con estos, se fija que altura de fachada correspondiente a cada planta sea de 3 [m], es decir, 2,60 [m] de altura de planta más 0,4 [m] de forjados entre plantas.

Las fórmulas utilizadas durante este apartado para el cálculo de superficies de fachada son las siguientes:

Fachada verde

$$S_{verde, portal} = \left(L_{salientes} + (A_{caras,l} * N_{caras,l}) \right) * H_{fachada} * N_{plantas} \quad (5)$$

En donde:



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

S_{verde, portal}	es la superficie de fachada verde correspondiente a cada portal del bloque de viviendas, [m ²];
L_{salientes}	es la longitud de los salientes de fachada verde, dimension medida en el plano paralelo a la fachada del edificio, [m];
A_{caras, l}	es la anchura de las caras laterales correspondientes a los salientes de fachada verde, representa cuanto sobresale del muro de fachada hacia el exterior, [m];
N_{caras, l}	Es el número de caras laterales que contiene cada saliente de fachada verde, [-];
H_{fachada}	es la altura de fachada correspondiente a cada planta, [m];
N_{plantas}	es el número de plantas que ocupa la fachada verde, [m].

$$S_{verde\ total} = \Sigma S_{verde,\ portal} \quad (6)$$

En donde:

S_{verde total} es la superficie total de fachada verde del bloque de viviendas, [m²].

$$S_{verde\ sin\ salientes} = \Sigma (L_{salientes} * H_{fachada} * N_{plantas}) \quad (7)$$

Donde:

S_{verde sin salientes} es la superficie total de fachada verde sin tener en cuenta la superficie de las caras laterales, [m²].



Fachada amarilla

$$S_{total\ fachada,i} = L_{fachada,i} * 5 * H_{fachada} \quad (8)$$

En donde:

- $S_{total\ fachada,i}$ es la superficie total de cada fachada desde la planta primera hasta la planta quinta incluidas, [m²];
- 5 representa el numero de plantas que se incluyen el calculo, [-];
- $L_{fachada,i}$ es la longitud total de cada fachada, [m].

$$S_{total\ amarilla} = \Sigma S_{total\ fachada,i} - S_{verde\ sin\ salientes} \quad (9)$$

Donde:

- $S_{total\ amarilla}$ es la superficie total amarilla monocapa que contiene el bloque de viviendas desde la planta primera hasta la planta quinta incluidas, [m²].

Fachada blanca

Este tipo de fachada se encuentra en la planta baja y en los áticos, pero en estos últimos no se puede calcular a partir de los planos por falta de datos. La manera de proceder es la misma que se ha comentado en el apartado 2.9.3.1, se ajusta el plano en AutoCAD y mediante una polilínea se delimita el perímetro de los áticos correspondiente a cada fachada. En este punto aparece la misma dificultad que en el cálculo de la fachada verde, en lo áticos existen cubiertas planas con también caras laterales, tal y como se muestra en la . Se realiza la misma simplificación p



ara no tener que crear tan elevado número de orientaciones diferentes en el programa CE3X.

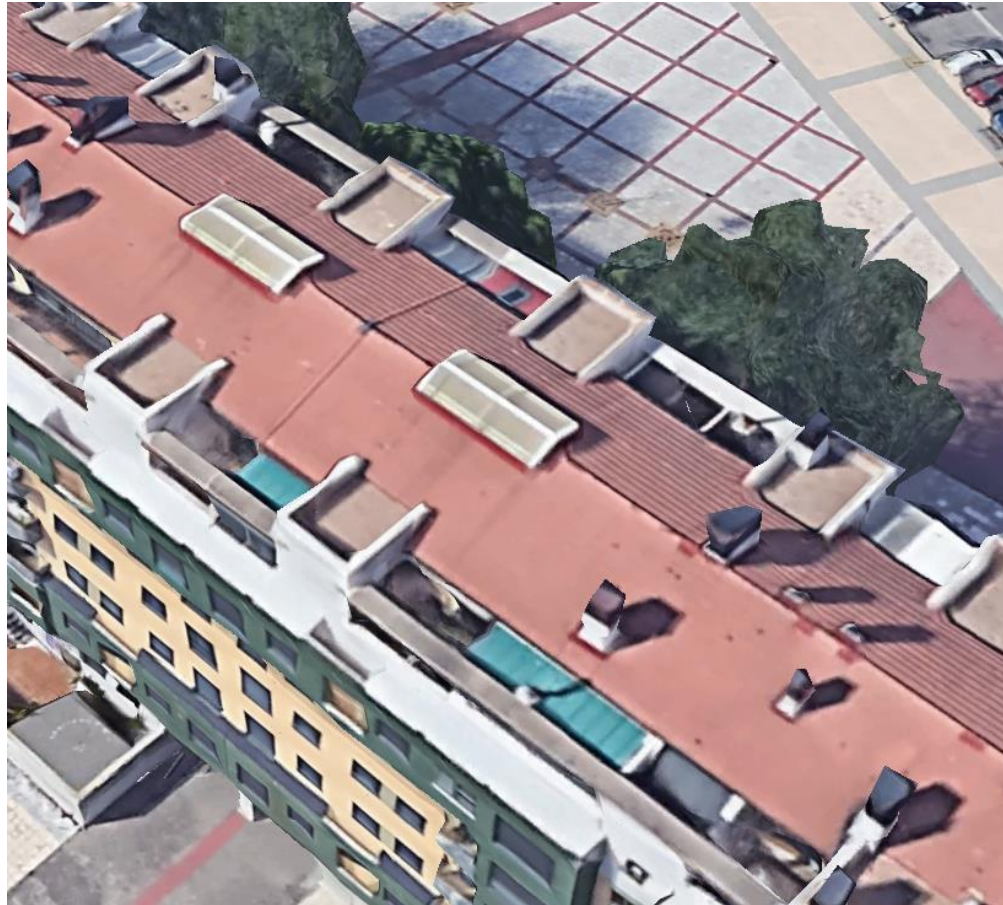


Figura 12. Cubiertas planas de los áticos, imagen de Google Earth.

$$S_{total\ blanca\ bajos} = \Sigma (P_{bajos, portal} * H_{fachada}) \quad (10)$$

En donde:

$S_{total\ blanca\ bajos}$ es la superficie total blanca de todos los bajos del bloque de viviendas, [m²];



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

$P_{\text{bajos, portal}}$ es el perímetro de los bajos correspondiente a cada portal, [m].

$$S_{\text{total blanca áticos}} = \sum (P_{\text{áticos, fachada}} * H_{\text{fachada}}) \quad (11)$$

En donde:

$S_{\text{total blanca bajos}}$ es la superficie total blanca de todos los áticos del bloque de viviendas, [m²],

$P_{\text{áticos, fachada}}$ es el perímetro de los áticos correspondiente a cada fachada, [m].

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de las fórmulas comentadas:

Tabla 6. Superficies verdes y amarilla de la fachada 1.

FACHADA 1						
Superficie Verde						
Portal C	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1264,00	120,00	1,00	5,00	207,60	189,60
Portal D	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	5,00	174,15	138,15
	842,00	60,00	1,00	1,00	27,06	25,26
Portal E	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	5,00	174,15	138,15
	842,00	60,00	1,00	1,00	27,06	25,26
	1117,50	60,00	1,00	2,00	70,65	67,05
Portal F	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	5,00	174,15	138,15
	842,00	60,00	1,00	1,00	27,06	25,26
	1117,50	60,00	1,00	2,00	70,65	67,05
Portal G	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	5,00	174,15	138,15
	842,00	60,00	1,00	1,00	27,06	25,26
Portal H	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1190,00	120,00	1,00	5,00	196,50	178,50
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					1350,24	1155,84



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 7. Superficies verdes y amarilla de las fachadas 2 y 3.

FACHADA 2						
Superficie Verde						
Portal H	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1291,00	93,00	1,00	5,00	207,60	193,65
Portal I	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	5,00	174,15	138,15
Portal J	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	970,00	120,00	2,00	2,00	72,60	58,20
	470,00	120,00	2,00	3,00	63,90	42,30
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					518,25	432,30

Superficie Monocapa Amarillo

S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]	895,50
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]	463,20

FACHADA 3						
Superficie Verde						
Portal J	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	355,00	120,00	2,00	5,00	89,25	53,25
	355,00	120,00	2,00	5,00	89,25	53,25
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					178,50	106,50

Superficie Monocapa Amarillo

S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]	225,00
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]	118,50



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 8. Superficies verdes y amarilla de la fachada 4 y 5

FACHADA 4						
Superficie Verde						
Portal J	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	970,00	100,00	2,00	2,00	70,20	58,20
	470,00	120,00	2,00	3,00	63,90	42,30
Portal I	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	868,00	100,00	2,00	2,00	64,08	52,08
	358,00	100,00	2,00	3,00	50,22	32,22
	868,00	100,00	2,00	2,00	64,08	52,08
	358,00	100,00	2,00	3,00	50,22	32,22
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					362,70	269,10
Superficie Monocapa Amarillo						
S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]					742,80	
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]					473,70	

FACHADA 5						
Superficie Verde						
Portal G	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	500,00	60,00	1,00	1,00	16,80	15,00
	500,00	100,00	1,00	1,00	18,00	15,00
Portal F	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	500,00	60,00	1,00	1,00	16,80	15,00
	500,00	100,00	1,00	1,00	18,00	15,00
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	280,00	60,00	2,00	1,00	12,00	8,40
	280,00	100,00	2,00	1,00	14,40	8,40
	498,50	60,00	1,00	1,00	16,76	14,96
	498,50	100,00	1,00	1,00	17,96	14,96
Portal E	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	498,50	60,00	1,00	1,00	16,76	14,96
	498,50	100,00	1,00	1,00	17,96	14,96
	280,00	60,00	2,00	1,00	12,00	8,40
	280,00	100,00	2,00	1,00	14,40	8,40
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	500,00	60,00	1,00	1,00	16,80	15,00
	500,00	100,00	1,00	1,00	18,00	15,00
Portal D	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	500,00	60,00	1,00	1,00	16,80	15,00
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	358,00	100,00	2,00	5,00	83,70	53,70
	500,00	100,00	1,00	1,00	18,00	15,00
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					931,02	643,02
Superficie Monocapa Amarillo						
S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]					2020,05	
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]					1377,03	



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 9. Superficies verdes y amarilla de las fachadas 6 y 7.

FACHADA 6						
Superficie Verde						
Portal B	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	358,00	100,00	2,00	3,00	50,22	32,22
	661,00	100,00	2,00	2,00	51,66	39,66
	358,00	100,00	2,00	3,00	50,22	32,22
	661,00	100,00	2,00	2,00	51,66	39,66
Portal A	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1000,00	100,00	2,00	2,00	72,00	60,00
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					275,76	203,76
Superficie Monocapa Amarillo						
S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]					751,50	
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]					547,74	

FACHADA 7						
Superficie Verde						
Portal A	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	345,00	100,00	2,00	4,00	65,40	41,40
	345,00	100,00	2,00	4,00	65,40	41,40
	350,00	100,00	2,00	1,00	16,50	10,50
	350,00	100,00	2,00	1,00	16,50	10,50
Acabado ladrillo cara vista:					Superficie Total [m ²]	S sin salientes Total [m ²]
					163,80	103,80
Superficie Monocapa Amarillo						
S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]					225,00	
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]					121,20	



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 10. Superficies verdes y amarilla de la fachada 8.

FACHADA 8						
Superficie Verde						
Portal A	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1027,00	120,00	2,00	2,00	76,02	61,62
	476,00	120,00	2,00	2,00	42,96	28,36
Portal B	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	921,00	120,00	2,00	3,00	174,15	138,15
Portal C	L salientes [cm]	A lateral [cm]	Nº caras laterales	Nº pisos	S [m ²]	S sin salientes [m ²]
	1219,00	120,00	2,00	3,00	218,85	182,85
Acabado ladrillo cara vista:					Sup. Total [m ²]:	S sin salientes Total [m ²]
					393,00	321,00
Superficie Monocapa Amarillo						
S neta de fachada sin cuantificar caras laterales [m ²]					894,30	
S total acabado de mortero monocapa amarillo [m ²]					573,30	

Tabla 11. Superficie blanca de los bajos correspondiente a las fachadas 1, y 2.

FACHADA 1			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal D	12,47	3,00	37,40
Portal E	34,16	3,00	102,47
Portal G	33,20	3,00	99,59
Superficie blanca planta baja, fachada 1 [m ²]			239,47
FACHADA 2			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal I	35,60	3,00	106,79
Superficie blanca planta baja, fachada 2 [m ²]			106,79



Tabla 12. Superficie blanca de los bajos correspondiente a las fachadas 4,5,6 y 7.

FACHADA 4			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal I	31,31	3,00	93,93

Superficie blanca planta baja, fachada 4 [m ²]	93,93
--	-------

FACHADA 5			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal G	28,47	3,00	85,42
Portal E	28,23	3,00	84,68
Portal D	14,61	3,00	43,84

Superficie blanca planta baja, fachada 5 [m ²]	213,94
--	--------

FACHADA 6			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal B	44,10	3,00	132,30
Pasadizo	15,00	3,00	45,00

Superficie blanca planta baja, fachada 6 [m ²]	177,30
--	--------

FACHADA 7			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal A	23,51	3,00	70,53

Superficie blanca planta baja, fachada 7 [m ²]	70,53
--	-------



Tabla 13. Superficie blanca de los bajos correspondiente a la fachada 8.

FACHADA 8			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Portal B	38,78	3,00	116,35
Superficie blanca planta baja, fachada 8 [m ²]			116,35

Tabla 14. Superficie blanca de los áticos correspondiente a las fachadas 1,2,y 3.

FACHADA 1			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	217,26	3,00	651,77
Superficie blanca áticos, fachada 1 [m ²]			651,77

FACHADA 2			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	83,03	3,00	249,08
Superficie blanca áticos, fachada 2 [m ²]			249,08

FACHADA 3			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	14,52	3,00	43,56
Superficie blanca áticos, fachada 3 [m ²]			43,56



Tabla 15. Superficie blanca de los áticos correspondiente a las fachadas 4,5,6,7 y8..

FACHADA 4			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	66,23	3,00	198,70
Superficie blanca áticos, fachada 4 [m ²]			198,70
FACHADA 5			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	199,32	3,00	597,97
Superficie blanca áticos, fachada 5 [m ²]			597,97
FACHADA 6			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	72,82	3,00	218,47
Superficie blanca áticos, fachada 6 [m ²]			218,47
FACHADA 7			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	14,45	3,00	43,36
Superficie blanca áticos, fachada 7 [m ²]			43,36
FACHADA 8			
	Perímetro [m]	Altura de fachada [m]	Superficie [m ²]
Total	77,72	3,00	233,16
Superficie blanca áticos, fachada 8 [m ²]			233,16



2.9.3.3 Anejo de cálculos de cubiertas.

Dentro del apartado de envolvente térmica en CE3X se deben definir las cubiertas, que pueden ser enterradas o en contacto con el aire, en el caso del bloque de viviendas que concierne este proyecto solo se tienen de las primeras. Cuenta con tres tipos, las terrazas de los áticos, que es la superficie por donde pierden calor las viviendas que están en la planta quinta, los techos en voladizo que corresponden a los salientes de las fachadas verdes y por ultimo las cubiertas planas de los áticos. La ventaja de este tipo de cerramientos al igual que ocurre con particiones interiores y suelos, que se comentan más adelante, es que las orientaciones ya no tienen importancia y lo que necesita CE3X para llevar acabo los cálculos son los valores totales de superficie.

El dimensionamiento de techos en voladizo y cubiertas planas se efectúa utilizando las cotas proporcionadas por los planos del anexo. Sin embargo, para obtener el área de las terrazas de los áticos se tiene que delimitar mediante AutoCAD la superficie total de la planta de áticos y restarle el valor de superficie construida que aparece en el plano de áticos ubicado en los anexos, es decir, dentro del valor de superficie construida solo se incluye el área desde el exterior de los muros hacia el interior y la diferencia con el total es la superficie de terrazas, que es el valor buscado.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de cubiertas son las siguientes:

Terrazas de áticos

$$S_{terrazas} = S_{total \text{ áticos}} - S_{construida \text{ áticos}} \quad (12)$$

Donde:

- | | |
|---------------------------------|--|
| $S_{terrazas}$ | es la superficie de las terrazas ubicadas en la planta de áticos, [m ²]; |
| $S_{total \text{ áticos}}$ | es la superficie total de la planta de áticos, [m ²]; |
| $S_{construida \text{ áticos}}$ | es la superficie construida de áticos correspondiente solo a la vivienda sin contar las terrazas, [m ²]. |



Cubiertas planas en la planta de áticos

$$S_{total\ cubiertas\ planas} = \Sigma (L_{cubierta, i} * A_{cubierta, i}) \quad (13)$$

En donde:

- S_{total cubiertas planas}** es la suma total de las superficies de todas las cubiertas planas situadas en la planta de áticos, [m²];
- L_{cubierta, i}** es la longitud de cada cubierta plana, dimensionada medida en el plano paralelo a la fachada del edificio, [m];
- A_{cubierta, i}** es la anchura de la cubierta plana, representa cuanto sobresale del muro de fachada hacia el exterior, [m].

Techos en voladizo

$$S_{total\ techos\ voladizo} = \Sigma (L_{voladizo} * A_{voladizo}) \quad (14)$$

Donde:

- S_{total techos voladizo}** es la suma total de las superficies de todos los techos en voladizo de cada una de las fachadas, [m²];
- L_{voladizo}** es la longitud de los voladizos, dimensión medida en el plano paralelo a la fachada del edificio, [m];
- A_{voladizo}** es la anchura de los voladizos, representa cuanto sobresalen de la fachada hacia el exterior, [m].

En base a estas ecuaciones se obtienen los siguientes valores, que se utilizarán posteriormente en CE3X para realizar los cálculos correspondientes:



Tabla 16. Superficies de las terrazas de los áticos.

Superficie de terrazas [m ²]	
Superficie total de la planta de áticos [m ²]	3493,61
Superficie construida aticos [m ²]	2472,21
Superficie total de terrazas [m ²]	1021,40

Tabla 17. Superficies de las cubiertas planas.

Superficie de cubiertas planas [m ²]			
Longitud [m]	Anchura [m]	Nº veces repite	Superficie [m ²]
3,73	3,50	4	52,22
3,73	3,30	1	12,31
3,73	3,14	4	46,85
3,73	3,12	2	23,28
3,73	3,14	4	46,85
3,73	3,30	1	12,31
3,73	3,50	1	13,06
3,73	2,07	1	7,72
3,73	3,50	2	26,11
3,73	2,06	1	7,68
3,73	3,50	6	78,33
3,73	3,12	2	23,28
3,73	3,50	3	39,17
3,73	1,89	2	14,10
3,73	3,50	2	26,11
Superficie total de cubiertas planas [m ²]			429,36



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 18. Superficies de techos en voladizo de las fachadas 1 y 2.

FACHADA 1			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL C	12,64	1,20	15,17
PORTAL D	9,21	1,20	11,05
PORTAL D-E	16,84	0,60	10,10
PORTAL E	9,21	1,20	11,05
PASADIZO	22,35	0,60	13,41
PORTAL F	9,21	1,20	11,05
PORTAL F-G	16,84	0,60	10,10
PORTAL G	9,21	1,20	11,05
PORTAL H	11,90	1,20	14,28
Superficie Total [m ²]			107,27
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PASADIZO	22,35	0,60	13,41
Superficie Total [m ²]			13,41
Superficie total de fachada 1 [m ²]			120,68
FACHADA 2			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL H	12,91	0,93	12,01
PORTAL I	9,21	1,20	11,05
PORTAL J	9,70	1,20	11,64
Superficie Total [m ²]			34,70
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	5,00	1,20	6,00
Superficie Total [m ²]			6,00
Superficie total de fachada 2 [m ²]			40,70



Tabla 19. Superficies de techos en voladizo de las fachadas 3 y 4.

FACHADA 3			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	3,55	1,00	3,55
	3,55	1,00	3,55
Superficie Total [m ²]			7,10
Superficie total de fachada 3 [m ²]			7,10

FACHADA 4			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	9,70	1,00	9,70
PORTAL I	8,68	1,00	8,68
	8,68	1,00	8,68
Superficie Total [m ²]			27,06

PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	5,00	1,00	5,00
PORTAL I	3,10	1,00	3,10
	3,10	1,00	3,10
Superficie Total [m ²]			11,2
Superficie total de fachada 4 [m ²]			38,26



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 20. Superficies de techos en voladizo de las fachadas 5 y 6.

FACHADA 5			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL G	11,20	1,00	11,20
PORTAL G-F	10,00	1,00	10,00
PORTAL F	5,65	1,00	5,65
	8,45	1,00	8,45
PASADIZO	9,97	1,00	9,97
PORTAL E	8,45	1,00	8,45
	5,65	1,00	5,65
PORTAL E-D	10,00	1,00	10,00
PORTAL D	11,20	1,00	11,20
Superficie Total [m ²]			80,57
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL G-F	10,00	0,60	6,00
PORTAL F	2,87	0,60	1,72
PASADIZO	9,97	0,60	5,98
PORTAL E	2,87	0,60	1,72
PORTAL E-D	10,00	0,60	6,00
Superficie Total [m ²]			21,43
Superficie total de fachada 5 [m ²]			102,00
FACHADA 6			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	10,00	1,00	10,00
PORTAL B	8,68	1,00	8,68
	8,68	1,00	8,68
Superficie Total [m ²]			27,36
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	5,24	1,00	5,24
PORTAL B	3,10	1,00	3,10
	3,10	1,00	3,10
Superficie Total [m ²]			11,44
Superficie total de fachada 6 [m ²]			38,80



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 21. Superficies de techos en voladizo de las fachadas 7, 8 y total.

FACHADA 7			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	3,45	1,00	3,45
	3,45	1,00	3,45
Superficie Total [m ²]			6,90
Superficie total de fachada 7 [m ²]			6,90

FACHADA 8			
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL C	12,91	1,20	15,49
PORTAL B	9,21	1,20	11,05
PORTAL A	10,27	1,20	12,32
Superficie Total [m ²]			38,87

PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	5,51	1,20	6,61
Superficie Total [m ²]			6,61
Superficie total de fachada 8 [m ²]			45,48
Superficie total de techos en voladizo [m ²]			399,92



2.9.3.4 Anejo de cálculos de particiones interiores.

Con el uso de particiones interiores “se busca limitar el efecto de situaciones como las pérdidas de calor producidas por el distinto nivel de acondicionamiento y horarios de uso entre viviendas, viviendas y locales comerciales, o entre viviendas y zonas comunes del edificio.” (**Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 18**). Los niveles de aislamiento requeridos son inferiores a los necesarios para cerramientos que estén en contacto directo con el exterior.

Como ya se ha comentado en el apartado **2.9.3.1**, los locales comerciales ubicados en la planta baja se han considerado como espacios no habitables, en consecuencia, se deben crear dos tipos de particiones interiores. Una partición interior vertical correspondiente a la separación entre las viviendas de planta baja y los locales, y otra partición interior horizontal que limitará la transferencia de calor entre las viviendas de la primera planta y estos locales comerciales.

Dentro de las particiones interiores se deben incluir la separación entre superficie útil habitable de planta baja y los garajes subterráneos, así como también, el techo de los áticos con la cubierta inclinada.

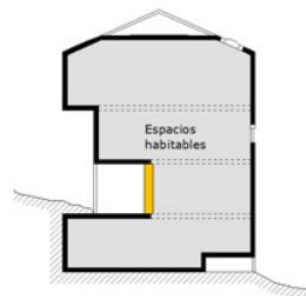
Para la definición en CE3X de particiones interiores, el programa exige además de la superficie de la partición, la composición de cerramiento, el grado de ventilación y el tipo de espacio no habitable, también la superficie del cerramiento, observar **Figura 13**. Se entiende como superficie de cerramiento al área del espacio no habitable por el cual se pierde calor, es decir, en el caso de los locales comerciales de la planta baja serían las paredes, pero también el suelo, que está en contacto con los garajes.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Envolvente térmica del edificio

- ☐ Cubierta
☐ Muro
☐ Suelo
☒ Partición interior
 ☒ Vertical
 ☐ Horizontal en contacto con espacio NH superior
☐ Hueco/Lucernario
 ☐ Horizontal en contacto con espacio NH inferior
☐ Puente térmico



Partición interior vertical

Nombre Zona

Dimensiones

Superficie de la partición m²

Longitud m

Altura m

Parámetros característicos para el cálculo de la U global

Propiedades térmicas: Uglobal Transmitancia térmica W/m²K

Grado ventilación del espacio NH

☐ Tiene aislamiento térmico Superficie del cerramiento m²

Definir la transmitancia térmica de la partición

Definir Upartición

☐ Transmitancia térmica Up W/m²K

☒ Librería de cerramientos

Figura 13. Partición interior planta baja y locales, imagen programa CE3X.

Los valores de los perímetros de las particiones interiores, superficies de los suelos de locales y superficie de planta baja se obtienen repitiendo el mismo proceso de delineado en AutoCAD usado para el cálculo de superficie útil habitable del apartado 2.9.3.1. Las alturas de las particiones verticales se fijan en 2,60 [m] para partición entre local y vivienda de planta baja y de 3,68 [m] la altura de la fachada de los locales en contacto con el exterior, ambas se obtienen de los planos del anexo.

En la partición interior horizontal correspondiente a los áticos y la cubierta inclinada se calcula de manera diferente, se utiliza la medida de superficie construida del plano de áticos, situada en el anexo, y se le resta el valor de superficie de cubiertas planas de 429,36 [m²], calculado en el apartado 2.9.3.3, de esta manera se obtiene la superficie de la partición horizontal que separa las viviendas de la cubierta inclinada.



Sin embargo, existe el problema de no poder calcular la superficie de la cubierta inclinada a partir de los planos, entonces, la manera de proceder es aplicar a esta superficie de partición horizontal un coeficiente de forma, que se calcula mediante trigonometría (22), a partir del ángulo de inclinación de la cubierta, que es de 30° indicado en el anexo de memoria. En la **Tabla 25**, se muestra visualmente la obtención del coeficiente de forma.

Una vez que se ha comentado el procedimiento de obtención de medidas necesarias para comenzar los cálculos, se aplican las siguientes formulas:

Partición interior vertical de planta baja con locales comerciales

$$S_{partición\ portal} = P_{partición} * H_{partición} \quad (15)$$

Donde:

S_{partición portal} es la superficie de la partición interior vertical correspondiente a cada portal, que separa las viviendas de planta baja de los locales comerciales, [m²];

P_{partición} es el perímetro de la particion interior vertical, [m];

H_{partición} es la altura de la partición interior vertical, [m].

$$S_{Partición\ total} = \Sigma S_{Partición\ portal} \quad (16)$$

En donde:

S_{partición total} es la superficie total de la particion interior vertical que separa las viviendas de planta baja de los locales comerciales, [m²].



$$S_{\text{contacto exterior},p} = P_{\text{contacto exterior}} * H_{\text{contacto exterior}} \quad (17)$$

Donde:

- $S_{\text{contacto exterior},p}$** es la superficie exterior de los locales comerciales que se encuentra en contacto con el ambiente, [m²];
- $P_{\text{contacto exterior}}$** es el perímetro de los locales comerciales en contacto con el ambiente, [m];
- $H_{\text{contacto exterior}}$** es la altura de las fachadas de los locales comerciales, [m].

$$S_{\text{contacto exterior total}} = \Sigma S_{\text{contacto exterior},p} \quad (18)$$

En donde:

- $S_{\text{contacto exterior total}}$** es la superficie exterior total de los locales comerciales que se encuentra en contacto con el ambiente, [m²].

$$S_{\text{total de cerramiento}} = S_{\text{contacto exterior total}} + \Sigma S_{\text{suelo},p} \quad (19)$$

Donde:

- $S_{\text{total de cerramiento}}$** es la superficie total por donde los locales comerciales pierden calor, [m²];
- $S_{\text{suelo},p}$** es la superficie del suelo de los locales comerciales correspondiente a cada uno de los portales donde se encuentran ubicados, [m²].



Partición interior horizontal de planta primera con locales comerciales

No es necesario aplicar ningún tipo de fórmula, pues los valores correspondientes a los locales son los mismos calculados anteriormente. No varían ni la superficie en contacto con el exterior ni la superficie de los suelos, siendo esta última la dimensión buscada para la superficie de las particiones horizontales que separan la primera planta y los locales, dado que, los suelos y techos son iguales.

Partición interior horizontal de planta baja y garajes

$$S_{\text{contacto}} = P_{\text{contacto}} * H_{\text{contacto}} \quad (20)$$

Donde:

S_{contacto} es la superficie del garaje que se encuentra en contacto ya sea con el exterior o con la tierra que lo rodea, [m²];

P_{contacto} es el perímetro del garaje, [m];

H_{contacto} es la altura del garaje, [m].

Partición interior horizontal de áticos con cubierta inclinada

$$S_{\text{partición cubierta}} = S_{\text{contruida áticos}} - S_{\text{total cubiertas planas}} \quad (21)$$

En donde:

S_{partición cubierta} es la superficie de la partición interior horizontal que separa las viviendas de los áticos de la cubierta inclinada, [m²].



$$F_{de\ forma} = \frac{Hipotenusa}{Base} \quad (22)$$

Donde:

F de forma es el coeficiente usado para el cálculo aproximado de la superficie de cubiertas inclinadas a partir de la dimensión de la partición interior horizontal de cubierta, [-].

$$S_{total\ cubierta\ inclinada} = S_{partición\ cubierta} * F_{de\ forma} \quad (23)$$

En donde:

F total cubieta inclinada es la superficie total de cubierta inclinada del bloque de viviendas, [m²].

Aplicando las fórmulas comentadas durante este capítulo se obtienen los siguientes resultados:



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 22. Superficie de partición interior y de cerramiento correspondiente a viviendas en planta baja y locales comerciales.

PLANTA 0 - LOCALES				
	L partición [m]	h partición [m]	S partición [m ²]	
PORTAL C	29,48	2,60	76,64	
PORTAL D	33,61	2,60	87,38	
PORTAL F	14,52	2,60	37,74	
PORTAL H	28,79	2,60	74,85	
PORTAL J	14,67	2,60	38,14	
S total de las particiones interiores [m ²]			314,75	

	L partición [m]	h partición [m]	S partición [m ²]	S suelo [m ²]
PORTAL C	32,59	3,68	119,93	213,90
PORTAL D	27,37	3,68	100,72	187,56
PORTAL F	73,47	3,68	270,38	406,90
PORTAL H	33,11	3,68	121,84	213,24
PORTAL J	38,82	3,68	142,85	174,72
S total de cerramientos [m ²]			1952,04	

Tabla 23. Superficie de partición interior y de cerramiento correspondiente a viviendas en planta primera y locales comerciales.

PLANTA 1ª - LOCALES				
	Superficie partición [m ²]			
PORTAL C	213,90			
PORTAL D	187,56			
PORTAL F	406,90			
PORTAL H	213,24			
PORTAL J	174,72			
S particiones interiores [m ²]		1196,32		

	L partición [m]	h partición [m]	S partición [m ²]	S suelo [m ²]
PORTAL C	32,59	3,68	119,93	213,90
PORTAL D	27,37	3,68	100,72	187,56
PORTAL F	73,47	3,68	270,38	406,90
PORTAL H	33,11	3,68	121,84	213,24
PORTAL J	38,82	3,68	142,85	174,72
S total [m ²]			1952,04	



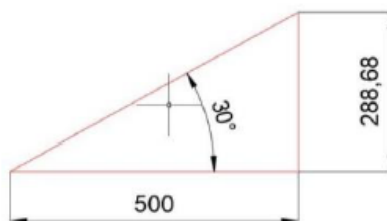
“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 24. Superficie de partición interior y de cerramiento correspondiente a viviendas en planta baja y garajes.

PLANTA 0 - GARAJE				
S partición [m ²]	L partición [m]	h partición [m]	S partición [m ²]	S suelo [m ²]
2018,09	496,03	3,05	1512,89	7175,66
S total de cerramientos [m ²]			8688,55	
Volumen garajes [m ³]			21885,763	

Tabla 25. Superficie partición interior horizontal de cubierta inclinada y representación del factor de forma.

Superficie de cubiertas inclinadas [m ²]	
Superficie util plata de áticos [m ²]	2472,21
Superficie partición interior cubierta inclinada [m ²]	2042,85
Base	500,00
Altura	288,68
Hipotenusa	577,35
Ángulo	30°
Factor de forma	1,15
Área total de cubiertas inclinadas [m ²]	2358,88





2.9.3.5 Anejo de cálculos de suelos en voladizo

La consecuencia de contar con salientes a lo largo de las diferentes fachadas que componen el bloque de viviendas es la aparición de techos y suelos en voladizo. Estos primeros ya se han comentado el apartado 2.9.3.3, y durante este capítulo se entrará en detalle con los suelos en voladizo.

Las fórmulas utilizadas para obtener las dimensiones de los suelos son la siguientes:

$$S_{total\ suelos\ voladizo} = \Sigma (L_{voladizo} * A_{voladizo}) \quad (24)$$

En donde:

S total suelos voladizo	es la superficie total de suelos en voladizo de todo el bloque de viviendas , [m ²];
L voladizo	es la longitud de los voladizos, dimensión medida en el plano paralelo a la fachada del edificio, [m];
A voladizo	es la anchura de los voladizos, representa cuanto sobresalen de la fachada hacia el exterior, [m].

A continuacion, se muestran los resultados de las dimensiones de los suelos en voladizo totales asi como tambien las de cada una de las fachadas:



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 26. Superficie de suelos en voladizo correspondiente a las fachadas 1,2 y 3.

FACHADA 1			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL C	11,44	1,20	13,73
PORTAL D	9,21	1,20	11,05
PORTAL E	9,21	1,20	11,05
PASADIZO	22,35	0,60	13,41
PORTAL F	9,21	1,20	11,05
PORTAL G	9,21	1,20	11,05
PORTAL H	10,70	1,20	12,84
Superficie Total [m ²]			84,19
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL D-E	16,84	0,60	10,10
PASADIZO	22,35	0,60	13,41
PORTAL F-G	16,84	0,60	10,10
Superficie Total [m ²]			33,62
Superficie total fachada 1 [m ²]			117,80
FACHADA 2			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL H	12,91	0,93	12,01
PORTAL I	9,21	1,20	11,05
PORTAL J	9,70	1,20	11,64
Superficie Total [m ²]			34,70
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	5,00	1,20	6,00
Superficie Total [m ²]			6,00
Superficie total fachada 2 [m ²]			40,70
FACHADA 3			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	3,55	1,00	3,55
	3,55	1,00	3,55
Superficie Total [m ²]			7,10
Superficie total fachada 3 [m ²]			7,10



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 27. Superficie de suelos en voladizo correspondiente a las fachadas 4 y 5.

FACHADA 4			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	9,70	1,00	9,70
PORTAL I	8,68	1,00	8,68
	8,68	1,00	8,68
Superficie Total [m ²]			27,06

PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL J	5,00	1,00	5,00
PORTAL I	5,10	1,00	5,10
	5,10	1,00	5,10
Superficie Total [m ²]			15,20

Superficie total fachada 4 [m ²]	42,26
--	-------

FACHADA 5			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL G	11,20	1,00	11,20
PORTAL G-F	10,00	0,60	6,00
PORTAL F	5,65	1,00	5,65
	8,45	0,60	5,07
PASADIZO	9,97	0,60	5,98
PORTAL E	8,45	0,60	5,07
	5,65	1,00	5,65
PORTAL E-D	10,00	0,60	6,00
PORTAL D	11,20	1,00	11,20
Superficie Total [m ²]			61,82

PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL G	1,97	1,00	1,97
PORTAL G-F	14,14	1,00	14,14
PORTAL F	4,87	1,00	4,87
PASADIZO	9,97	1,00	9,97
PORTAL E	4,86	1,00	4,86
PORTAL E-D	14,14	1,00	14,14
PORTAL D	1,97	1,00	1,97
Superficie Total [m ²]			51,92

Superficie total fachada 5 [m ²]	113,74
--	--------



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 28. Superficie de suelos en voladizo correspondiente a las fachadas 6 y 7.

FACHADA 6			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	10,00	1,00	10,00
PORTAL B	8,68	1,00	8,68
	8,68	1,00	8,68
Superficie Total [m ²]			27,36
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	5,24	1,00	5,24
PORTAL B	5,10	1,00	5,10
	5,10	1,00	5,10
Superficie Total [m ²]			15,44
Superficie total fachada 6 [m ²]			42,80
FACHADA 7			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	3,45	1,00	3,45
	3,45	1,00	3,45
Superficie Total [m ²]			6,90
Superficie total fachada 7 [m ²]			6,90
FACHADA 8			
PLANTA 1ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL C	12,91	1,20	15,49
PORTAL B	9,21	1,20	11,05
PORTAL A	10,27	1,20	12,32
Superficie Total [m ²]			38,87
PLANTA 5ª			
	Longitud [m]	Anchura Voladizo [m]	Superficie [m ²]
PORTAL A	5,51	1,20	6,61
Superficie Total [m ²]			6,61
Superficie total fachada 8 [m ²]			45,48
Superficie total de suelos en voladizo [m ²]			416,78



2.9.3.6 Anejo de cálculos de patrones de sombra

Dentro de todas las variables que tiene en cuenta el programa CE3X para el dimensionamiento y cálculo de emisiones de CO₂, demandas y consumos de energía, una de ellas son los patrones de sombra.

“Los patrones de sombra de los obstáculos remotos permiten determinar la influencia de la sombra proyectada sobre el edificio u superficie de estudio en función de la posición, tamaño y orientación de aquellos obstáculos que las proyectan; por ejemplo, edificios adyacentes.” (**Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X, 2016, págs. 59-60**). Esta influencia se refiere concretamente al porcentaje de pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debido a las sombras.

Estos patrones de sombra no tienen en cuenta obstáculos como árboles, en consecuencia, en el bloque de viviendas de este proyecto solo se calcularán los patrones de sombra que afectan a las fachadas 3, 4, 5, 6, y 7, por tener enfrente un bloque de viviendas.

Las propiedades que definen los patrones de sombra serán los siguientes ángulos medidos en grados:

- **Acimut (α):** Angulo de desviación en el plano horizontal respecto a la dirección sur. Cuando van desde la orientación sur hacia el oeste se consideran positivos y cuando van de sur a este negativos.
- **Elevación (β):** Angulo que define la altura de la sombra que produce el obstáculo sobre el edificio de estudio.

El procedimiento de cálculo es el mismo para cada una de las fachadas que puedan verse afectada por sombras. Se comienza calculando el acimut, para ello es necesario una foto en planta del edificio de estudio y del edificio u obstáculo que produce las sombras.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Primeramente, se fija un punto en el centro y a la mitad de la altura total de la fachada que se quiere estudiar y se proyecta la línea que marque la dirección sur. Seguidamente, se marcan los puntos más altos de los extremos de los edificios u obstáculos que proyectan la sombras y se unen con el punto central de la fachada estudiada. Finalmente se acota el ángulo formado entre esta recta y la que marca la dirección sur, tal como se aprecia en la **Figura 14**. Todo el proceso se realiza mediante el programa AutoCAD.

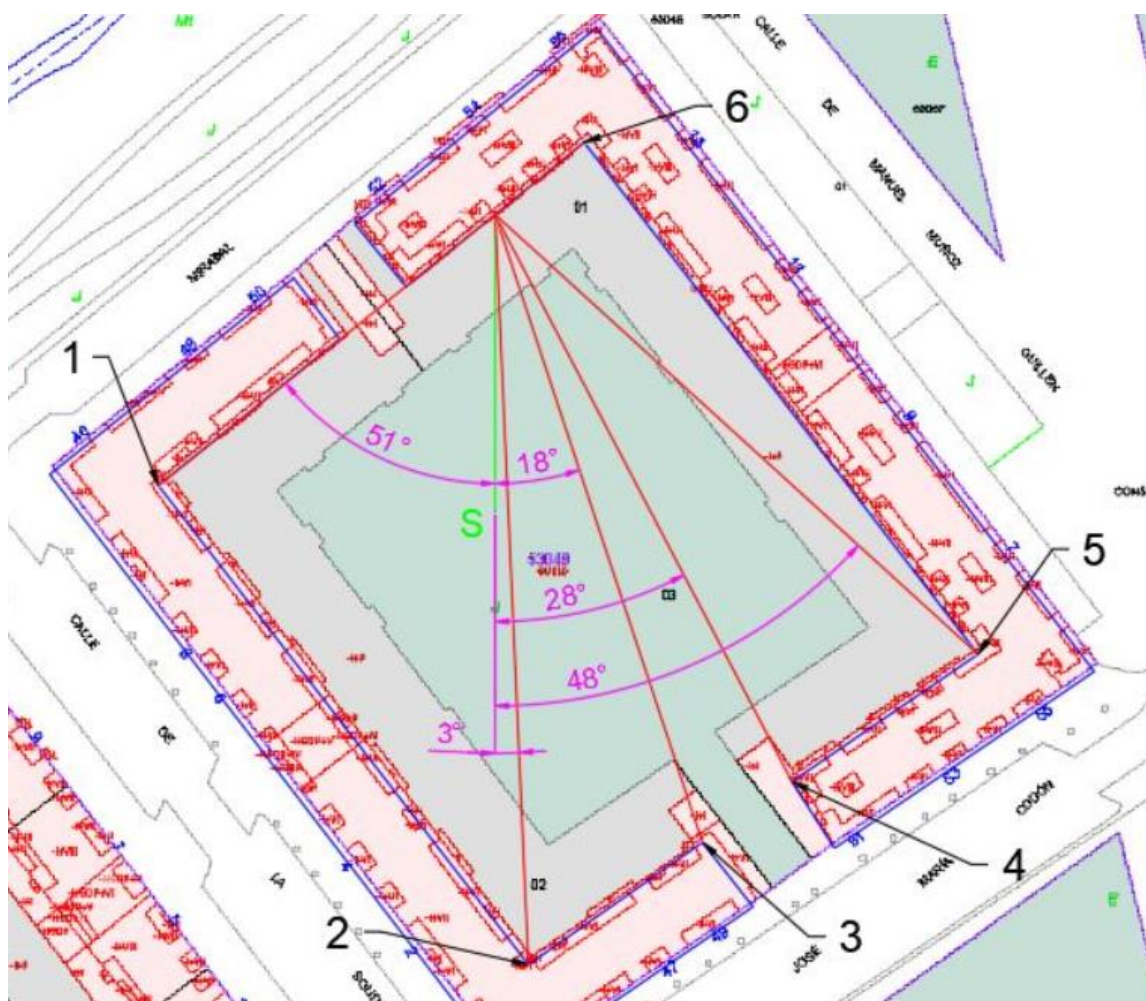


Figura 14. Cálculo de los ángulos acimut correspondientes a la fachada 7.



El ángulo de elevación se obtiene mediante trigonometría, primero se calculan las distancias entre el punto central de la fachada que se estudia y los extremos de los edificios que proyectan sombras. A continuación, se estima la altura a la que se sitúan estos puntos respecto del plano horizontal del punto central, observar **Figura 15** para una mejor visualización del procedimiento. Una vez se conocen tanto la distancia como la elevación respecto a los extremos se aplica la fórmula (25) y se obtienen los ángulos de elevación.

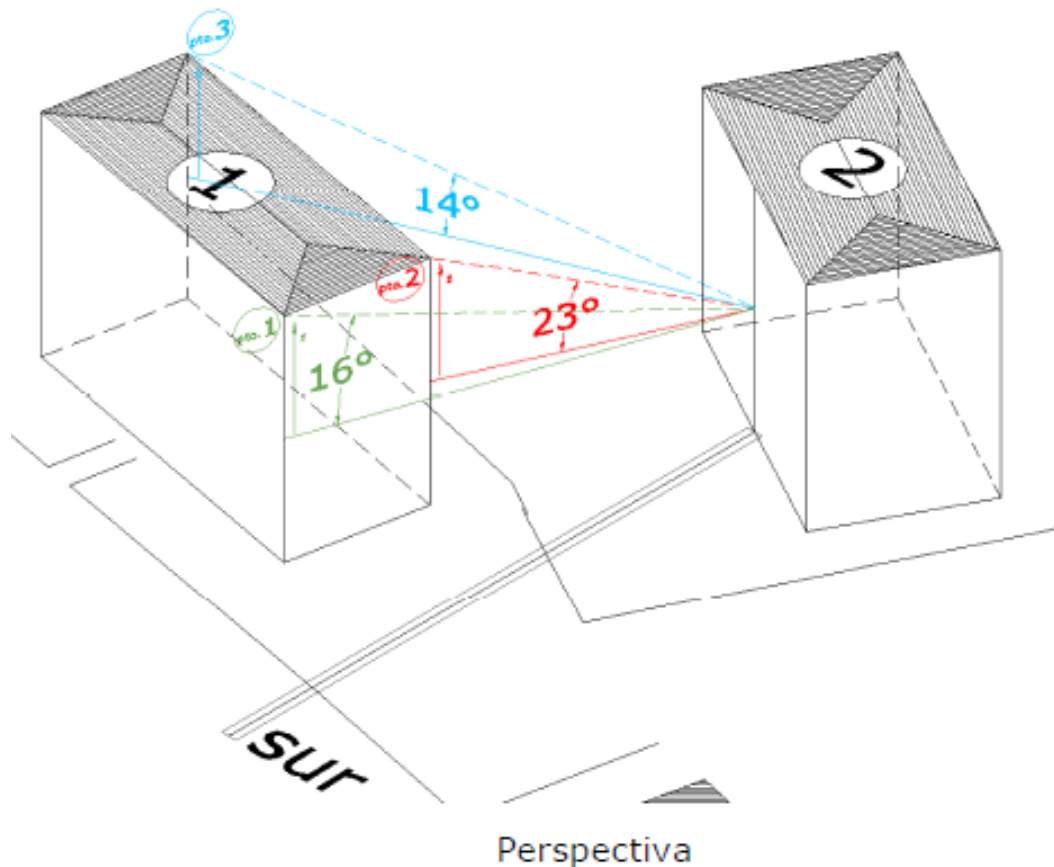


Figura 15. Ejemplo de representación en perspectiva del cálculo de los ángulos acimut (azul) y de elevación (rojo) de la fachada del edificio 2, imagen del manual de usuario de CE3X.

$$\arctg (\beta)_i = \frac{H_i}{L_i} \quad (25)$$



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Donde:

$\arctg(\beta)_i$ es el ángulo de elevación correspondiente a cada extremo del edificio adyacente que produce o sombra sobre la fachada estudiada, [°];

H_i es la altura que tiene cada extremo del edificio adyacente respecto del plano horizontal del punto central de la fachada estudiada, [m];

L_i es distancia medida en el plano horizontal que existe entre el punto central de la fachada estudiada y el extremos del edificio adyacente que produce sombra., [m].



Figura 16. Cálculo de las distancias correspondientes a la fachada 7.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Los resultados de los ángulos acimut y de elevación de las fachadas que pueden verse afectadas por sombras se muestran a continuación:

Tabla 29. Ángulos acimut y de elevación de las fachadas 7, 6, 5, 4 y 3.

FACHADA 7					
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Acimut (α)	75,00	26,00	26,00	-12,00	-29,00
Punto	1	2	3	4	5
Distancia	16855,55	17452,50	66183,13	135943,17	125619,55
Elevacion (β)	52,64	51,68	18,45	9,23	9,97

FACHADA 6						
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Acimut (α)	51,00	-3,00	-18,00	-28,00	-48,00	-129,00
Punto	1	2	3	4	5	6
Distancia	81092,32	140849,76	124034,44	120081,57	122540,52	21513,01
Elevacion (β)	15,23	8,91	10,09	10,42	10,21	45,75

FACHADA 5										
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Acimut (α)	142,00	107,00	104,00	98,00	82,00	24,00	10,00	3,00	-2,00	-38,00
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distancia	60598,31	73403,96	94197,66	83601,03	117988,11	116347,42	84613,47	95539,59	71943,29	60598,31
Elevacion (β)	20,02	16,74	13,19	14,79	10,60	10,75	14,63	13,01	17,06	20,02

FACHADA 4						
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Acimut (α)	-124,00	152,00	132,00	125,00	108,00	55,00
Punto	1	2	3	4	5	6
Distancia	21152,94	121860,42	120898,83	124645,93	143152,72	81361,78
Elevacion (β)	46,23	10,27	10,35	10,05	8,77	15,18

FACHADA 3					
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Acimut (α)	136,00	117,00	76,00	76,00	33,00
Punto	1	2	3	4	5
Distancia	126011,81	137539,14	64972,47	21422,87	20602,04
Elevacion (β)	9,94	9,12	18,77	45,87	46,98



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Al introducir los valores en CE3X se obtienen representaciones de los perfiles de obstáculos en función de las diferentes posiciones que toma el sol a lo largo del año, tal como se muestra en la **Figura 17**.

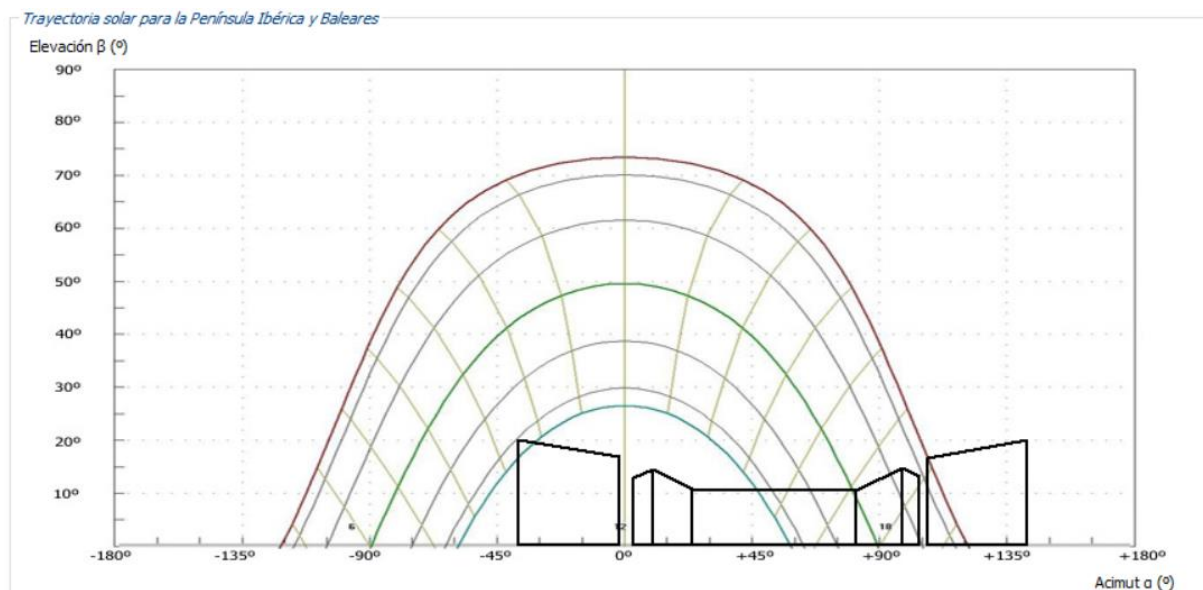


Figura 17. Representación patrones de sombra de la fachada 5.

En función de la zona climática y de la latitud las representaciones de las posiciones del sol son diferentes. La curva más baja representa el solsticio de invierno, etapa en la que los días son más cortos y el sol está a una altura más baja, la curva más alta el solsticio de verano, época con los días más largos y el sol a mayor altura, el resto de las líneas corresponden a los equinoccios y fechas intermedias que se dibujan para conseguir una mayor exactitud y mejor representación.

Cuando el perfil de sombras cubre estas curvas significa que se van a producir pérdidas de irradiación y el programa las tendrá en cuenta a la hora de calcular los diferentes valores de coeficientes de transmisión de calor.



2.9.3.7 Anejo de cálculos de puentes térmicos

Es de vital importancia definir correctamente en el programa CE3X el apartado de puentes térmicos, puesto que se trata de zonas sensibles donde se pueden producir más fácilmente condensaciones debido al salto térmico entre las superficies exterior e interior.

Se definen puentes térmicos como “zonas de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.” (**Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 40**).

En este bloque de viviendas se han definido los siguientes puentes térmicos para que el programa de simulación los tenga en cuenta a la hora de realizar los cálculos:

- Pilar integrado en fachada.
- Pilar en esquina.
- Contorno de huecos.
- Caja de persianas.
- Encuentro de fachada con forjado.
- Encuentro de fachada con cubierta.
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con aire.



2.9.3.8 Anejo de cálculos de ventanas

En CE3X es imperativo la correcta definición de los huecos, por ser elementos constructivos de la envolvente térmica por donde se producen grandes transmisiones de calor. Se consideran huecos a “cualquier elemento transparente o semitransparente de la envolvente térmica del edificio. Comprende las ventanas, lucernarios (huecos de cubierta) así como las puertas acristaladas con una superficie semitransparente superior al 50%.” **(Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019)**

Como se muestra en el anexo, el bloque de edificios de este proyecto cuenta con 25 tipos de ventanas diferentes y con dos clases de vidrieras, el acristalamiento simple 3+3 y acristalamiento doble 6/6/4 que se han comentado en el apartado de datos de partida.

En CE3X es necesario proporcionar una serie de datos para que el programa pueda llevar a cabo los cálculos, entre estas variables se encuentra la orientación, es decir, en que fachada se encuentran situadas las ventanas pues esto va a influir en la transmisión de calor que se va a producir a través de ellas. Es en este punto donde se genera el siguiente problema, no existe ningún documento en el proyecto técnico del bloque de viviendas, guardado en el archivo municipal de Burgos, en el que figuren las ventanas organizadas por fachadas u orientaciones. Entonces, la manera de proceder del autor ha sido contar ventana a ventana mediante los planos y ayuda visual en Google maps, organizarlas por fachadas y tipos de cerramientos de fachada, es decir, conocer si las ventanas están situadas en la fachada verde, blanca o amarilla. El total final de ventanas para el bloque de 217 viviendas ha sido de 1149.

A continuación, se muestran los resultados de la clasificación de las clases de ventanas ordenados por tipo de cerramiento y fachada correspondiente:



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Tabla 30. Clasificación de ventanas situadas en la fachada blanca de bajos y áticos.

	VENTANAS DE FACHADA BLANCA							
	fachada 1	fachada 2	fachada 3	fachada 4	fachada 5	fachada 6	fachada 7	fachada 8
V1	0	0	0	0	0	0	0	0
V2	22	7	0	1	35	3	7	13
V3	1	0	0	0	0	0	0	0
V4	0	0	0	0	0	0	0	0
PV5	3	2	0	0	0	0	0	2
V6	3	2	0	0	0	0	0	2
V7	2	1	0	0	5	0	1	1
PV8	0	0	0	0	7	1	2	0
V9	0	0	0	0	7	0	2	0
V10	0	0	0	0	0	0	0	0
PV11	0	0	1	0	0	0	2	0
V12	2	0	0	0	6	0	2	0
PV13	2	1	0	0	2	1	0	0
PV14	6	2	0	0	8	0	2	2
PV15	18	9	0	2	6	0	6	6
V16	8	2	0	0	0	0	0	2
PV17	0	2	0	0	0	0	0	2
V18	6	0	0	0	4	0	0	0
V19	0	0	0	0	0	0	0	0
V20	0	0	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	0	0	0	0	0
V22	0	0	0	0	2	0	0	0
V23	0	0	1	0	9	0	4	0
V24	0	0	0	0	0	0	0	0
PV25	3	1	0	0	2	1	0	0

Tabla 31. Clasificación de ventanas situadas en la fachada verde.

	VENTANAS FACHADA VERDE							
	fachada 1	fachada 2	fachada 3	fachada 4	fachada 5	fachada 6	fachada 7	fachada 8
V1	27	14	0	3	27	3	5	14
V2	60	30	0	8	56	8	14	30
V3	16	0	0	0	22	0	0	0
V4	18	3	3	0	16	0	7	3
PV5	9	2	2	0	9	0	4	2
V6	0	0	0	0	0	0	0	0
V7	0	3	0	0	3	0	3	3
PV8	0	0	0	0	0	0	0	0
V9	0	0	0	0	0	0	0	0
V10	0	0	0	3	5	3	0	0
PV11	0	0	0	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	0	0	0	0
PV13	0	0	0	0	0	0	0	0
PV14	0	0	0	0	0	0	0	0
PV15	0	0	0	0	0	0	0	0
V16	0	0	0	0	0	0	0	0
PV17	0	0	0	0	0	0	0	0
V18	0	0	0	0	0	0	0	0
V19	0	0	5	0	0	0	5	0
V20	0	0	0	0	14	0	3	0
V21	0	0	3	0	0	0	3	0
V22	0	0	0	1	3	2	0	0
V23	0	0	0	0	0	0	0	0
V24	0	0	0	0	0	0	0	0
PV25	0	0	0	0	0	0	0	0



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Tabla 32. Clasificación de ventanas situadas en la fachada amarilla.

	VENTANAS FACHADA AMARILLA							
	fachada 1	fachada 2	fachada 3	fachada 4	fachada 5	fachada 6	fachada 7	fachada 8
V1	23	11	0	2	23	2	5	11
V2	50	25	0	7	47	7	11	25
V3	14	0	0	0	18	0	0	0
V4	16	3	3	0	14	0	5	3
PV5	7	2	2	0	7	0	4	2
V6	0	0	0	0	0	0	0	0
V7	0	2	0	0	2	0	2	2
PV8	0	0	0	0	0	0	0	0
V9	0	0	0	0	0	0	0	0
V10	0	0	0	2	5	2	0	0
PV11	0	0	0	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	0	0	0	0
PV13	0	0	0	0	0	0	0	0
PV14	0	0	0	0	0	0	0	0
PV15	0	0	0	0	0	0	0	0
V16	0	0	0	0	0	0	0	0
PV17	0	0	0	0	0	0	0	0
V18	0	0	0	0	0	0	0	0
V19	0	0	5	0	0	0	5	0
V20	0	0	0	0	11	0	2	0
V21	0	0	2	0	0	0	2	0
V22	0	0	0	1	2	1	0	0
V23	0	0	0	0	0	0	0	0
V24	0	0	0	0	0	0	0	0
PV25	0	0	0	0	0	0	0	0

Hueco/Lucernario

Nombre: V1_F1

Cerramiento asociado: Fachada 1 - Verde

Orientación: NE

Dimensiones

Longitud: 2.4 m

Altura: 2 m

Multiplicador: 27

Superficie: 129.6 m²

Porcentaje de marco: 20 %

Características

Permeabilidad del hueco: Estanco 50 m³/hm²

Absortividad del marco: 0.7

☐ Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras: Sin patrón

☐ Doble ventana

Parámetros característicos del hueco

Propiedades térmicas: Conocidas

U vidrio: 3.3 W/m²K

g vidrio: 0.76

U marco: 4 W/m²K

Vidrio seleccionado: VER_DC_4-6-4

Marco seleccionado: VER_Con rotura de puente térmico entr

Figura 18. Ejemplo de introducción de ventanas en CE3X.



2.9.4 Anejo de cálculo de pérdidas por transmisión de calor

Una vez que se han introducido todos los datos pertinentes en CE3X, como son superficies de fachadas, superficies útiles, cerramientos, huecos, particiones interiores etc., se procede con la generación de los informes, los cuales se muestran en el anexo. En estos documentos aparecen los valores de los coeficientes globales de transmisión de calor U [$W/m^2 \cdot K$] de todos y cada uno de los elementos antes mencionados, que serán los que se usen durante este capítulo.

Además de conocer los coeficientes globales de transmisión de calor y las superficies de cada elemento de la envolvente térmica, se debe fijar el salto térmico entre las superficies exteriores e interiores del bloque de viviendas estudiado, para así poder llevar a cabo el cálculo de pérdidas por transmisión de calor. Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) se deben dimensionar los equipos generadores de calor para cubrir la demanda temida del 95% de los días más fríos de año. Entonces, según la **Tabla 33**, la temperatura interior de confort para invierno sería de 21 [°C] y de - 1,57 [°C] para la temperatura exterior, que es un valor obtenido interpolando en la **Tabla 34**, que representa los valores de temperaturas para la ciudad de Burgos ordenados en función de la probabilidad, en este caso sería una frecuencia acumulada de 5, que indica que solo en un 5% de las ocasiones se tendrá una temperatura inferior a la que se muestra. Para la realización de los locales no calefactados se supondrá una temperatura de 10 [°C].

Tabla 33. *Tabla de temperaturas y humedades interiores de confort, obtenida del IT 1.1.4.1.2 ubicada en el RITE.*

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 34. Frecuencias acumuladas de la ciudad de Burgos, tabla obtenida de la guía de cálculo de instalaciones de calefacción de la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR).

Tabla 3.2.5									
FRECUENCIAS ACUMULADAS DE LA LOCALIDAD DE: BURGOS									
IN. S	FR. AC	IN. S	FR. AC	IN. S	FR. AC	IN. S	FR. AC	IN. S	FR. AC
-9,5	0,09	0,5	11,36	10,5	61,30	20,5	91,76	30,5	99,60
-9,0	0,10	1,0	13,30	11,0	63,39	21,0	92,39	31,0	99,69
-8,5	0,14	1,5	15,86	11,5	65,97	21,5	93,19	31,5	99,80
-8,0	0,17	2,0	17,78	12,0	67,78	22,0	93,73	32,0	99,86
-7,5	0,22	2,5	20,47	12,5	70,30	22,5	94,40	32,5	99,91
-7,0	0,29	3,0	22,63	13,0	72,01	23,0	94,85	33,0	99,93
-6,5	0,40	3,5	25,39	13,5	74,22	23,5	95,48	33,5	99,97
-6,0	0,55	4,0	27,53	14,0	75,87	24,0	95,88	34,0	99,98
-5,5	0,75	4,5	30,41	14,5	77,86	24,5	96,42	34,5	99,99
-5,0	0,96	5,0	32,77	15,0	79,30	25,0	96,82	35,0	100,00
-4,5	1,23	5,5	36,13	15,5	81,07	25,5	97,25	35,5	100,00
-4,0	1,55	6,0	38,36	16,0	82,31	26,0	97,58	36,0	100,00
-3,5	2,05	6,5	41,63	16,5	83,73	26,5	97,95	36,5	100,00
-3,0	2,60	7,0	43,91	17,0	84,85	27,0	98,19	37,0	100,00
-2,5	3,30	7,5	46,84	17,5	86,18	27,5	98,45	37,5	100,00
-2,0	4,00	8,0	48,81	18,0	87,05	28,0	98,67	38,0	100,00
-1,5	5,15	8,5	51,61	18,5	88,36	28,5	98,93	38,5	100,00
-1,0	6,15	9,0	53,73	19,0	89,10	29,0	99,09	39,0	100,00
-0,5	7,47	9,5	56,61	19,5	90,08	29,5	99,30	39,5	100,00
0,0	8,98	10,0	58,75	20,0	90,86	30,0	99,45	40,0	100,00

Con la ecuación (26) se han realizado los cálculos pertinentes para dimensionar las pérdidas por transmisión de calor de cada uno de los elementos de la envolvente térmica, todos los resultados obtenidos se muestran a continuación:

$$P_{calor} = \Sigma (S_{cerramiento} * U_{cerramiento} * \Delta T) \quad (26)$$

En donde:



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

- P_{calor}** son las pérdidas totales debidas a la transmisión de calor en la envolvente térmica del bloque de viviendas, [KW];
- S_{cerramiento}** es el valor de superficie correspondiente a cada elemento constructivo, [m²];
- U_{cerramiento}** es el coeficiente global de transmisión de calor correspondiente a cada tipo de elemento constructivo , [KW/ m² * K];
- ΔT** es el salto térmico que existe entre las superficies interior y exterior de los elementos constructivos, [K].

Tabla 35. Resultados de las pérdidas por transmisión de calor de cerramientos, particiones interiores, cubiertas y suelos.

	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² *K]	Diferencia térmica [K]	Potencia [W]
Fachada amarilla 1	855,00	0,49	22,57	9455,70
Fachada amarilla 2	351,20	0,49	22,57	3884,03
Fachada amarilla 3	99,14	0,49	22,57	1096,42
Fachada amarilla 4	442,34	0,49	22,57	4891,97
Fachada amarilla 5	942,50	0,49	22,57	10423,39
Fachada amarilla 6	446,48	0,49	22,57	4937,76
Fachada amarilla 7	40,24	0,49	22,57	445,03
Fachada amarilla 8	356,96	0,49	22,57	3947,73
Fachada verde 1	1012,40	0,50	22,57	11424,93
Fachada verde 2	380,93	0,50	22,57	4298,80
Fachada verde 3	145,30	0,50	22,57	1639,71
Fachada verde 4	316,14	0,50	22,57	3567,64
Fachada verde 5	587,28	0,50	22,57	6627,50
Fachada verde 6	312,67	0,50	22,57	3528,48
Fachada verde 7	66,69	0,50	22,57	752,60
Fachada verde 8	378,14	0,50	22,57	4267,31
Fachada blanca 1	699,57	0,49	22,57	7736,70
Fachada blanca 2	281,95	0,49	22,57	3118,21
Fachada blanca 3	39,96	0,49	22,57	441,93
Fachada blanca 4	286,97	0,49	22,57	3173,69
Fachada blanca 5	587,59	0,49	22,57	6498,33
Fachada blanca 6	376,35	0,49	22,57	4162,17
Fachada blanca 7	56,52	0,49	22,57	625,07
Fachada blanca 8	282,56	0,49	22,57	3124,92
Terraza de áticos	1021,40	0,50	22,57	11526,50
Suelos en voladizo	416,78	0,46	22,57	4327,13
Partición de planta primera y locales	1196,32	1,20	11,00	15791,37
Partición de planta baja y garaje	2018,09	0,44	11,00	9767,55
Partición de áticos y cubierta inclinada	2042,85	0,49	22,57	22592,49
Cubiertas planas	429,36	0,49	22,57	4748,42
Techos Voladizo	399,92	0,51	22,57	4603,34
Partición de planta baja y locales	314,75	0,53	11,00	1834,99



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Tabla 36. Resultados de las pérdidas por transmisión de calor de ventanas y cómputo total de pérdidas por transmisión de calor.

V1	816,00	3,44	22,57	63354,89
V2	838,80	3,44	22,57	65125,10
V3	205,19	3,44	22,57	15931,12
V4	188,00	3,44	22,57	14596,47
PV5	118,00	3,44	22,57	9161,61
V6	20,16	3,44	22,57	1565,24
V7	61,20	3,44	22,57	4751,62
PV8	40,00	3,44	22,57	3105,63
V9	10,80	3,44	22,57	838,52
V10	80,00	3,44	22,57	6211,26
PV11	9,00	3,44	22,57	698,77
V12	27,00	3,44	22,57	2096,30
PV13	50,95	3,44	22,57	3955,95
PV14	92,64	3,44	22,57	7192,64
PV15	90,71	3,44	22,57	7042,80
V16	15,36	3,44	22,57	1192,56
PV17	16,98	3,44	22,57	1318,65
V18	6,00	5,36	22,57	725,85
V19	22,80	3,44	22,57	1770,21
V20	85,80	5,36	22,57	10379,67
V21	18,30	5,36	22,57	2213,85
V22	69,72	5,36	22,57	8434,39
V23	8,96	5,36	22,57	1083,94
V24	0,00	0,00	22,57	0,00
PV25	22,96	3,44	22,57	1782,63
Demanda por pérdidas de calor [KW]				413,79

Esto supone que la caldera de biomasa deberá cubrir 413,79 [KW] de demanda termica debido a pérdidas por transmision de calor en la envolvente térmica del edificio.

2.9.5 Anejo de cálculo de pérdidas por ventilación

Las pérdidas por ventilación son otro tipo de pérdidas que se dan en las viviendas y deben ser compensadas por la instalación de calefacción. Son causadas principalmente por al aire exterior de ventilación y el que accede al interior por mala estanqueidad de las carpinterías o infiltraciones por las cajas de las persianas.

Según la nota informativa sobre aplicación de herramientas informáticas para la verificación de exigencias establecidas por la Orden FOM/1635, de 10 de septiembre de



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

2013 (BOE 12/09/2013), por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE, el anexo establece para edificios de uso residencial privado una tasa de ventilación de 0,63 renovaciones / hora. Por tanto, este será el valor utilizado para el cálculo de las pérdidas por ventilación.

Anexo

Las condiciones técnicas para la aplicación de las herramientas oficiales generales LIDER Y CALENER en la verificación de las exigencias del DB-HE indicadas en el punto 11 de la nota informativa son:

1. Para edificios de uso residencial privado:

- La zona climática del edificio es la definida en el Apéndice B de la sección HE1 del DB-HE del año 2013 y no la que, en su caso, asigne el programa. En el caso de una localidad a la que le corresponda la zona climática alfa, si la localidad pertenece a la provincia de Tenerife habría que adoptar el clima de la localidad de Tenerife y si pertenece a la provincia de Las Palmas habría que adoptar el clima de la localidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Si no se definiesen en proyecto equipos para un servicio de climatización, habría que introducir manualmente en el programa sistemas cuyas características sean las definidas para los sistemas de referencia en la tabla 2.2 de la sección HE0 del DB HE 2013. En el sistema de referencia para producción de frío ha de entenderse el valor del rendimiento como el cociente entre el calor sensible compensado y la energía eléctrica consumida.

- La tasa de ventilación se ajusta por defecto a un valor de 0,63 renovaciones/hora, en el que se ha tenido en cuenta el uso de los edificios de tipo residencial privado mediante un perfil estandarizado.

2. Para edificios de uso distinto al residencial privado:

- La zona climática del edificio es la definida en el Apéndice B de la sección HE1 del DB-HE 2013 y no la que, en su caso, asigne el programa. En el caso de las zonas climáticas alfa, habría que adoptar el clima correspondiente a la localidad de Tenerife o Las Palmas de Gran Canaria.
- La tasa de ventilación se ajusta a un valor de 0,80 renovaciones/hora para el cálculo de la exigencia 2.2.1.1.2 de la sección HE-1.

Figura 19. Justificación del valor de renovaciones por hora, nota informativa aprobada por la subdirección de arquitectura y edificación el 10 de marzo de 2014.

Una vez es conocido el dato de renovaciones por hora, se procede a calcular el volumen total del bloque de viviendas que será igual a la superficie útil habitable, calculada en el apartado 2.9.3.1, multiplicado por 2,6 [m] de altura de cada una de las siete plantas de las que consta el edificio. A continuación, se aplica la fórmula (27) con al que se obtiene el resultado final de las pérdidas por ventilación.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

$$P_{\text{ventilación}} = \text{renovaciones} * V * \rho * c_p * \Delta T \quad (27)$$

En donde:

P ventilación	son las pérdidas totales de ventilación que tiene el bloque de viviendas, [KW];
Renovaciones	son el total de renovaciones de aire que se realizan en el bloque de viviendas, [renovaciones /s];
V	es el volumen total de aire que contiene el bloque de viviendas, [m ³];
ρ	es la densidad del aire entre las temperaturas del salto térmico, se fija en 1,204 [Kg/m ³];
c_p	es el calor específico del aire a presión constante, 1,012 [KJ / Kg * K];
ΔT	es el salto térmico entre la temperatura del aire del exterior y la del interior, 21 [°C] y -1,57 [°C] respectivamente.

En base a esto, el resultado final de pérdidas por ventilación es igual a 280,21 [KW], que deberán tenerse en cuenta en el dimensionado de las instalaciones porque, como se comentó anteriormente deben ser cubiertas por la calefacción.

2.9.6 Anejo de cálculo de demanda térmica debido a ACS

En el apartado 2.9.2, se ha dimensionado la demanda térmica correspondiente a ACS para el bloque de viviendas en la situación inicial, es decir, cada vivienda con su respectiva caldera de gas natural de 24 [KW]. Sin embargo, en el DB-HE se especifica en la **Tabla 37**, que existe un factor de centralización en el caso de utilizar calefacción central para cubrir las demandas de ACS.

Este factor de centralización lo que viene a significar es que en bloques de viviendas en los que conviven un elevado número de personas la probabilidad de que todos los



inquilinos soliciten ACS al unisonó es muy poco probable y a efectos de cálculo, se realiza una reducción de la demanda necesaria de ACS del caso base.

Tabla 37. Factor de centralización para viviendas multifamiliares, tabla del DB-HE.

Tabla b-Anejo F. Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares

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

$$Demanda_{ACS} = 22\,232 \left[\frac{l}{día} \right] * 0,7 = 15\,562,4 \left[\frac{l}{día} \right] \quad (28)$$

En base a esta demanda en litros por día que se debe cubrir de ACS, se calcula la potencia extra que debe asumir la caldera de biomasa :

$$P_{ACS} = Demanda_{ACS} * \rho * c_p * \Delta T * t \quad (29)$$

Siendo:

P_{ACS}	es la potencia instantanea total que debe de cubrir la caldera de biomasa para abastecer de ACS al bloque de viviendas , [KW];
Demanda_{ACS}	es la demanda en litros correspondiente a ACS , [litros /d];
ρ	es la densidad media del agua entre las temperaturas de cálculo, 991,56 [Kg/m ³];
c_p	es el valor medio de calor específico del agua entre las temperaturas de cálculo, 4,18 [KJ / Kg * K];



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

ΔT es el salto térmico entre la temperatura del agua en el día mas frio y la temperatura mínima a la que debe llegar el ACS a la vivienda, 5 [°C] y 60 [°C] respectivamente;

t es el tiempo durante el cual se va a hacer uso del ACS a lo largo del día, 16 [h/día].

El resultado obtenido es la potencia térmica instantanea que debe cubrir la caldera de biomasa para abastecer de ACS al bloque de viviendas el día mas frio es de 61,58 [KW].

Tabla 38. *Tabla del DB-HE donde figuran las temperaturas medias mensuales de agua fría para cada provincia.*

Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)

Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
A Coruña	26	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	686	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	8	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	16	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	1131	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	186	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	12	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	6	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	929	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	459	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9

2.9.7 Anejo de calculos de instalación solar

En el DB-HE en la sección 4, se estipula una contribución solar térmica mínima de ACS dependiendo de la zona climática y de los diferentes niveles de demanda a una temperatura de referencia de 60 [°C].

En la **Figura 20**, se representa que la provincia de Burgos se sitúa dentro de la zona climática II, en cuanto a valores de radiación solar se refiere.

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

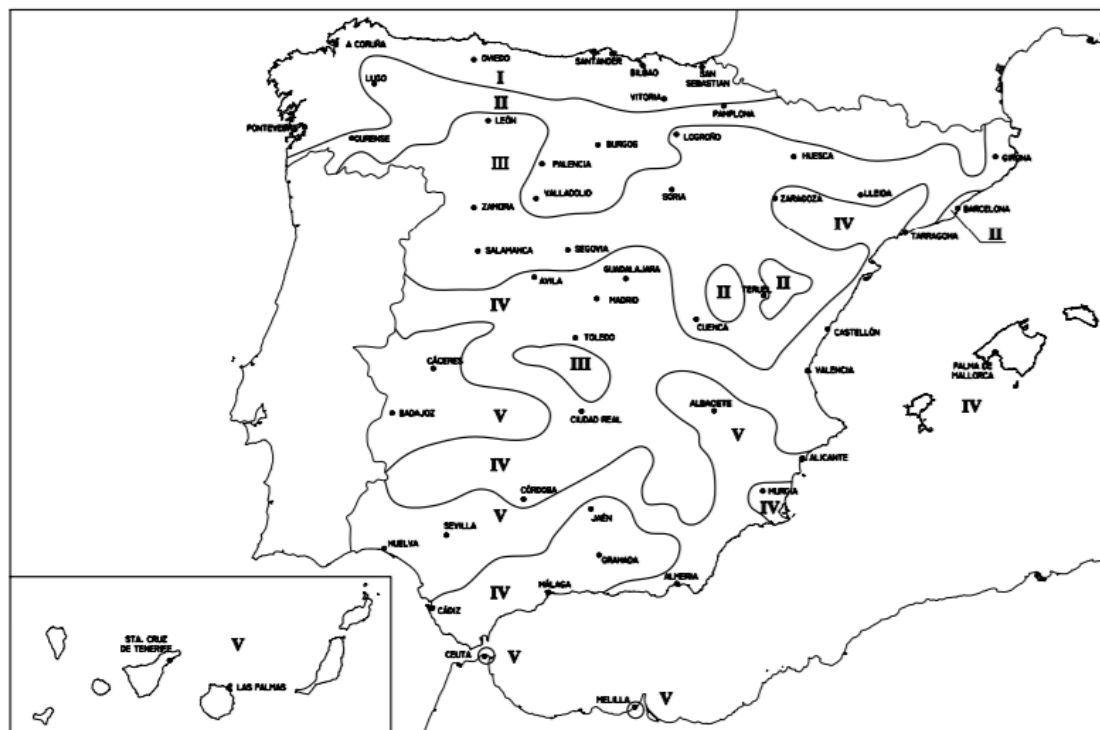


Figura 20. Mapa representativo de las zonas climáticas, según los valores de radiación solar recibidos, imagen del DB-HE.

Entrando con los valores de demanda de ACS en [l/día] y la zona climática en la **Tabla 39**, se fija la contribución solar mínima para el bloque de viviendas de este proyecto.

Tabla 39. Contribución solar mínima según el DB-HE.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Para ser más riguroso y exacto con los valores de demanda de ACS se elabora la **Tabla 40** utilizando la formula (30), en la que se calculan los requerimientos mensuales de energía destinada a ACS dependiendo del número de días y la temperatura media mensual del agua de red.

Tabla 40. *Energía mensual necesaria para ACS.*

Mes	Días	Tª agua de red [C]	Tª preparación [C]	Consumo de agua mensual [m ³]	Energía ACS [KWh]
Enero	31,00	5,00	60,00	482,42	30780,28
Febrero	28,00	6,00	60,00	435,74	27296,06
Marzo	31,00	7,00	60,00	482,42	29660,99
Abril	30,00	9,00	60,00	466,86	27621,01
Mayo	31,00	11,00	60,00	482,42	27422,43
Junio	30,00	13,00	60,00	466,86	25454,66
Julio	31,00	16,00	60,00	482,42	24624,22
Agosto	31,00	16,00	60,00	482,42	24624,22
Septiembre	30,00	14,00	60,00	466,86	24913,07
Octubre	31,00	11,00	60,00	482,42	27422,43
Noviembre	30,00	7,00	60,00	466,86	28704,19
Diciembre	31,00	6,00	60,00	482,42	30220,64
Total de energía necesaria para ACS [KWh al año]					328744,20

$$E_{ACS\ mensual} = Demanda_{ACS} * días * c_p * \rho * \Delta T \quad (30)$$

Donde:

E_{ACS mensual} es la demanda energética mensual de ACS, [KWh];

Demanda_{ACS} es la demanda en metros cúbicos al día correspondiente a ACS, [m³/d];

días es el número de días correspondiente a cada mes, [días/mes];

c_p es el valor medio de calor específico del agua entre las temperaturas de cálculo, [KJ / Kg * K];

ρ es la densidad media del agua entre las temperaturas de cálculo, [Kg/m³];



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

ΔT es el salto térmico entre la temperatura media mensual del agua de red y la temperatura mínima a la que debe llegar el ACS.

$$E_{solar} = E_{ACS\ diaria} * \% \text{ contribución} \quad (31)$$

Siendo:

$E_{solar\ diaria}$ es la demanda energética diaria que debe de cubrir la instalación solar, [KWh día];

$E_{ACS\ diaria}$ es la demanda diaria media de energía para ACS, [KWh día];

% contribución es el porcentaje que representa la contribución solar mínima de la demanda de ACS, [%];

$$E_{solar\ diaria} = \frac{328744.20 \text{ [KWh al año]}}{365 \text{ días}} * 0.70 = 900,67 \text{ [KWh día]} \quad (32)$$

Siguiendo el procedimiento descrito en el DB-HE, se recomienda orientar los captadores en la dirección sur y a una inclinación determinada dependiendo del periodo de utilización, es decir, cubrir demandas en verano, invierno o durante todo el año.

En este proyecto se dimensiona para abastecer de ACS durante todo el año y por tanto la inclinación óptima según dicho documento es la del valor de latitud de la provincia en la cual se ubica la edificación. La ciudad de Burgos se encuentra exactamente a una latitud de 42,6°, y por tanto el autor decide fijar un ángulo de inclinación respecto de la horizontal de 45°.

Según la **Tabla 41**, el valor de irradiación global diaria media mensual para una inclinación de 45° en Burgos es de 4,70 [KWh/m²]. En base a este valor se dimensiona



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

posteriormente el área necesaria de captación para poder cubrir la demanda calculada en la formula (32).

Tabla 41. Irradiación global diaria mensual para una inclinación de 45°.

Tabla A.7 Irradiación global diaria media mensual a 45° (kWh/m² y día). Fuente de cálculo: [57].

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
ALBACETE	4,40	5,09	5,77	5,96	5,74	6,16	6,57	6,45	6,24	5,18	4,44	3,87	5,49
ALICANTE	4,61	5,21	5,65	6,10	5,94	6,13	6,36	6,33	6,11	5,56	4,77	4,24	5,58
ALMERÍA	4,97	5,47	5,85	6,43	6,09	6,25	6,40	6,43	6,34	5,67	5,02	4,47	5,78
ÁVILA	3,83	4,60	5,45	5,46	5,38	5,98	6,47	6,33	5,95	4,71	3,85	3,34	5,12
BADAJOS	4,34	5,02	5,84	5,81	5,86	6,28	6,62	6,68	6,42	5,29	4,42	3,53	5,51
BARCELONA	4,10	4,95	5,42	5,81	5,69	5,86	6,20	5,81	5,45	4,70	4,07	3,83	5,16
BILBAO	2,80	3,31	4,19	4,34	4,61	4,68	4,74	4,64	4,68	3,82	2,84	2,68	3,95
BURGOS	2,88	3,75	5,04	5,01	5,35	5,99	6,32	6,20	5,78	4,27	3,12	2,63	4,70
CÁCERES	4,36	5,09	5,87	5,86	5,91	6,29	6,67	6,67	6,37	5,13	4,32	3,61	5,51
CÁDIZ	4,79	5,39	5,92	6,23	6,13	6,19	6,42	6,49	6,42	5,59	4,84	4,25	5,72
CASTELLÓN	4,55	5,20	5,59	5,94	5,67	5,90	6,25	5,99	5,69	5,12	4,48	4,09	5,37
CEUTA	4,22	4,59	5,05	5,79	5,66	5,99	6,14	6,09	5,83	4,79	4,17	3,59	5,16
CIUDAD REAL	4,11	5,09	5,93	5,90	5,78	6,27	6,66	6,68	6,39	5,27	4,36	3,59	5,50
CÓRDOBA	4,67	5,26	5,92	5,84	5,78	6,24	6,62	6,66	6,42	5,33	4,66	4,07	5,62
CORUÑA	2,79	3,41	4,45	4,67	5,04	5,35	5,43	5,51	5,08	3,72	2,80	2,43	4,23
GUENCA	4,08	4,84	5,53	5,40	5,46	6,06	6,55	6,44	6,05	4,78	4,06	3,59	5,24

Antes de dimensionar la superficie de los captadores solares es necesario evaluar las posibles pérdidas que se van a producir. Se resumen principalmente en dos, perdidas por sombras y perdidas por orientación:

- Las perdidas por sobras son producidas por obstáculos que limitan la radiación solar que llega a los captadores solares, su procedimiento de cálculo es el mismo al comentado en el apartado 2.9.3.6 sobre los patrones de sombra. En este caso en particular no se producen perdidas por sombras puesto que el edificio más próximo al del estudio tiene la misma altura y por tanto es imposible que genere ningún tipo de interferencia.



- Las pérdidas por orientación se pueden calcular de diferentes métodos, cada uno de ellos con mayor o menor precisión, para este caso se utilizará el procedimiento simplificado estipulado por el DB-HE mediante la fórmula analítica (33).

$$P (\%) = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 * 10^{-5} * \alpha^2) \quad (33)$$

Siendo:

P (%)	es el porcentaje de pérdidas por orientación, [%];
β	es el valor de inclinación sobre la horizontal a la que se va a colocar el captador solar [°];
β_{opt}	es el valor de inclinación sobre la horizontal mas óptimo para la captación, su valor es igual a la latitud de la ubicación,[°];
α	es el valor acimut, que representa la desviación respecto de la orientación sur y que será diferente para cada fachada, suponemos una media de 20 [°].

$$P(\%) = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (45 - 42,6)^2 + 3,5 * 10^{-5} * 20^2) \quad (34)$$

$$P(\%) = 1,469 \% \quad (35)$$

Por tanto, el valor de superficie de captadores solares necesario en el bloque de viviendas será el obtenido en la fórmula (36).



$$A_{captación} = (E_{solar\ diaria} * (1 + P(\%)) / (E_{media} * \eta) \quad (36)$$

En donde:

$A_{captación}$	es el valor de superficie de los captadores solares necesario para cubrir la demanda mínima de ACS, [m ²];
$E_{solar\ diaria}$	es la demanda energética diaria que debe de cubrir la instalación solar, [KWh día];
E_{media}	es valor de irradiación global diaria media mensual a 45° obtenido en la Tabla 41 , [KWh/m ² y día] ;
η	es el rendimiento de la instalación solar térmica, 70%.

$$(900,67 * 1,01469) / (4,7 * 0,7) = 277,78 \text{ m}^2 \quad (37)$$

El área de los captadores solares será como mínimo de 277,78 [m²], para de esta manera satisfacer la contribución mínima de la demanda de ACS estipulada por el DB-HE.

2.9.8 Anejo de cálculos de ventilación de sala de calderas

En este apartado se calcula las dimensiones mínimas de las rejillas de ventilación que debe de contener la sala de calderas, el procedimiento de cálculo se basa en seguir ITC-EP 1 del reglamento de aparatos a presión. La altura de la sala de calderas que se ubica en la planta de garajes tiene una altura de 3 [m], las rejillas de entrada se situaran a 0,2 [m] del suelo y las de salida a 2,7 [m]. A continuación, en la fórmula (38) se representa la superficie mínima total que se debe tener.

$$S = \frac{P}{0,58} \quad (38)$$



En donde:

S es el valor de superficie total de las rejillas de ventilación, [cm²];

P es el de potencia total del las calderas, [KW];

$$S = \frac{755}{0,58} = 1301,72 \text{ [cm}^2\text{]} \quad (39)$$

Por tanto, se deberá dotar a la sala de caldera de rejillas de ventilación con una superficie total de 0,13 [m²], no es necesario la utilización de ventilación forzada puesto que la sala esta contigua la fachada de la calle Manuel Muñoz Guillen y se conecta con el aire ambiente de manera natural.

Revisando la reglamentación de aparatos a presión se especifica que para salas de calderas de clase 2 las superficie de las rejillas de ventilación no se admitirá una dimensión total menor de 0,5 [m²], en consecuencia, el cálculo efectuado no es válido y esta será la nueva superficie utilizada.

2.9.9 Anejo de cálculos de almacenamiento de biomasa

Como ya se ha comentado en el apartado 2.5.2 que aborda el tema del almacenamiento de biomasa, el RITE exige un almacén con un volumen mínimo de biocombustible, en este caso pellets, que pueda cubrir la demanda térmica durante dos semana en condiciones de máximo rendimiento. Sin embargo, lo recomendable es tener la capacidad para funcionar durante una temporada, que a efectos de cálculo se estima en 1500 [h], sin necesidad de reabastecimiento por parte de la empresa suministradora de pellets.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Utilizando la formula (40), obtenida del RITE para almacenes horizontales, se realiza un cálculo de volumen necesario por kg de combustible.

$$V_{almacenamiento} = \frac{220 * 10^3}{PCI * \rho} \quad (40)$$

Siendo:

V almacenamiento es el valor volumen del almacén para cubrir la demanda térmica de una semana a máxima carga, [m³/KW];

PCI es el poder calorífico inferior del biocombustible, en este caso pellets, 18 000 [KJ/Kg];

ρ es la densidad aparente del biocombustible, 650 [Kg/ m³].

$$V_{almacenamiento} = \frac{220 * 10^3}{18000 * 650} = 0,0188 [m^3/KW] \quad (41)$$

Conociendo el volumen de pellets por KW de potencia instalada en los equipos de generación de calor, calculamos los metros cúbicos de almacén que se necesitan, este valor irá multiplicado por dos para conocer el valor de dos semanas en condiciones de máximo rendimiento.

$$V_{almacen} = 0,0188 \left[\frac{m^3}{KW} \right] * 2 * 755 [KW] = 27,18 [m^3] \quad (42)$$



Cabe indicar que los valores obtenidos han sido previamente obtenidos aplicando criterios muy conservadores y que en ningún momento la demanda térmica será tan elevada para consumir este volumen de biocombustible.

2.9.10 Anejo de cálculos de tuberías de ACS

El caudal total de ACS se ha calculado en el apartado 2.9.2, donde se ha obtenido una demanda total de 22 232 [l/día]. Esta demanda será cubierta durante un periodo de 16 [h] ya que es inviable mantener las calderas de biomasa en funcionamiento durante las 24 [h] del día., pero se dimensiona para el caso extremo en el que la demanda total de ACS debe cubrirse a lo largo de una hora. Además, este caudal total se reparte entre las diez subestaciones correspondientes a cada portal y por ello el valor del caudal total que circula por cada montante es que figura en la ecuación (43).

$$Q_T = 22\,232 \left[\frac{l}{d} \right] * \frac{1 [d]}{1 [h]} * \frac{1 [h]}{3600 [s]} * \frac{1}{10} = 0,6175 \left[\frac{l}{s} \right] \quad (43)$$

En donde:

Q_T es el caudal total correspondiente a cada portal , [l/s].

Este caudal no representa el caudal simultaneo que va a circular por cada subestación y aunque no existe una normativa de obligado cumplimiento la norma UNE 149201/08 aconseja el uso de los coeficientes de simultaneidad que figuran en **Tabla 42** para el cálculo de los caudales simultáneos con la formula (44).

$$Q_c = A * (Q_T)^B + C \quad (44)$$



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Siendo:

Q_c es el caudal simultaneo de calculo, [l/s];

Q_T es el caudal total correpondiente a cada portal , [l/s].

$$Q_c = 0,682 * 0,6175^{0.450} - 0,140 = 0,41 \left[\frac{l}{s} \right] \quad (45)$$

Tabla 42. Coeficiente para el cálculo de caudal de simultaneidad de ACS.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Viviendas	$<0,5$	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	$\geq 0,5$	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	$\geq 0,5$	≤ 20	1,700	0,210	-0,700

Con el caudal simultaneo calculado, se procede a dimensionar las tuberías de cada una de las montantes que distribuirán el ACS en cada portal. En primer lugar, se debe de seleccionar el material de la tubería que va ligado de una la velocidad de circulación aconsejable, para ello el autor ha tenido en cuenta las siguientes características y normativas:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancia nocivas que excedan los valores permitidos por el real decreto 140/2003 del 7 de febrero.
- No se deben de modificar las características de salubridad del agua administrad.
- Deben ser resistentes a la corrosión.
- Deben ser capaces de funcionar en las condiciones de trabajo previstas.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

- No se deben presentar incompatibilidades electroquímicas entre sí.
- Deben poder resistir temperaturas de más de 40 [°C] y de las condiciones del ambiente que las rodea.
- No deben de favorecer el desprendimiento de partículas de los materiales en cantidades que sean perjudiciales para el consumo humano.

Siguiendo estas indicaciones y observando el creciente aumento en el mercado de tuberías termoplásticas, el autor escoge una tubería de polietileno reticulado (PE-X) de la serie 3,2 y de la clase 2 que son aquellas destinadas a suministro de ACS a 70 [°C], este tipo de tuberías están normalizadas por la norma UNE 53961 EX.

Por tratarse de tuberías termoplásticas la velocidad de circulación aconsejable es de 2 [m/s], con este valor y el caudal simultaneo se entra en la tabla correspondiente a la serie 3,2 que se muestra en la **Tabla 43**.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 43. Relación de velocidades y caudales para tuberías PE-X de la serie 3,2.

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:				Termoplásticos UNE-EN ISO					Serie 3.2	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
0,75	0,05 164	0,08 285	0,13 452	0,20 702	0,32 1.161	0,50 1.808	0,78 2.810	1,25 4.487	1,77 6.368	2,53 9.126	3,79 13.640
0,88	0,05 192	0,09 333	0,15 527	0,23 819	0,38 1.355	0,59 2.109	0,91 3.278	1,45 5.235	2,06 7.430	2,96 10.647	4,42 15.913
1,00	0,06 219	0,11 380	0,17 603	0,26 937	0,43 1.548	0,67 2.411	1,04 3.746	1,66 5.983	2,36 8.491	3,38 12.167	5,05 18.186
1,13	0,07 246	0,12 428	0,19 678	0,29 1.054	0,48 1.742	0,75 2.712	1,17 4.215	1,87 6.731	2,65 9.552	3,80 13.688	5,68 20.459
1,25	0,08 274	0,13 476	0,21 753	0,33 1.171	0,54 1.935	0,84 3.013	1,30 4.683	2,08 7.479	2,95 10.614	4,22 15.209	6,31 22.733
1,38	0,08 301	0,15 523	0,23 829	0,36 1.288	0,59 2.129	0,92 3.315	1,43 5.151	2,29 8.226	3,24 11.675	4,65 16.730	6,95 25.006
1,50	0,09 328	0,16 571	0,25 904	0,39 1.405	0,65 2.322	1,00 3.616	1,56 5.619	2,49 8.974	3,54 12.736	5,07 18.251	7,58 27.279
1,63	0,10 356	0,17 618	0,27 979	0,42 1.522	0,70 2.516	1,09 3.918	1,69 6.088	2,70 9.722	3,83 13.798	5,49 19.772	8,21 29.553
1,75	0,11 383	0,18 666	0,29 1.055	0,46 1.639	0,75 2.709	1,17 4.219	1,82 6.556	2,91 10.470	4,13 14.859	5,91 21.293	8,84 31.826
1,88	0,11 411	0,20 713	0,31 1.130	0,49 1.756	0,81 2.903	1,26 4.520	1,95 7.024	3,12 11.218	4,42 15.920	6,34 22.814	9,47 34.099
2,00	0,12 438	0,21 761	0,33 1.205	0,52 1.873	0,86 3.096	1,34 4.822	2,08 7.492	3,32 11.966	4,72 16.982	6,76 24.335	10,10 36.372

Con el tipo de tubería seleccionada, P25, se procede a calcular la pérdida de carga, al ser un tipo de tubería muy común se han creado tablas que muestran los resultados de pérdida de carga por metro de tubería en función de los diámetros interiores y caudales, estos valores son realmente precisos y están validados por el DB-HS4.

A la hora de dimensionar los metros de tubería necesarios surge la problemática de no poder realizar medidas in situ. El autor cuenta con los planos del edificio y mediante un escalado idéntico a lo realizado en el apartado 2.9.3.1, se distribuyen las líneas a lo largo del edificio, como se muestra en el plano de distribución de tuberías por portal, y se estima una medida de longitud de tubería que servirá para dimensionar pérdidas de carga y posteriormente para estimar un presupuesto lo más cercano posible a la realidad.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 44. Relación de pérdidas de carga y caudales para tuberías PE-X de la serie 3,2.

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m³						
*Norma: Serie 3.2						*Viscosidad: 0,582 cST						
P _a /m	DN	P ₁₂	P ₁₆	P ₂₀	P ₂₅	P ₃₂	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₃	P ₇₅	P ₉₀	P ₁₁₀
Φ int.		8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
375	l/s	0,03	0,06	0,10	0,19	0,37	0,68	1,23	2,33	3,75	6,11	10,54
	l/h	94	199	372	677	1.340	2.444	4.445	8.391	13.495	21.990	37.941
	m/s	0,43	0,52	0,62	0,72	0,87	1,01	1,19	1,40	1,59	1,81	2,09
400	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,39	0,70	1,28	2,42	3,89	6,34	10,94
	l/h	98	207	386	703	1.390	2.536	4.612	8.707	14.002	22.816	39.366
	m/s	0,45	0,54	0,64	0,75	0,90	1,05	1,23	1,46	1,65	1,88	2,16
425	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,40	0,73	1,33	2,50	4,03	6,56	11,32
	l/h	101	214	400	728	1.439	2.625	4.775	9.014	14.496	23.621	40.754
	m/s	0,46	0,56	0,66	0,78	0,93	1,09	1,27	1,51	1,71	1,94	2,24
450	l/s	0,03	0,06	0,11	0,21	0,41	0,75	1,37	2,59	4,16	6,78	11,70
	l/h	105	221	413	752	1.487	2.712	4.933	9.313	14.977	24.405	42.107
	m/s	0,48	0,58	0,69	0,80	0,96	1,13	1,32	1,56	1,76	2,01	2,32
475	l/s	0,03	0,06	0,12	0,22	0,43	0,78	1,41	2,67	4,29	6,99	12,06
	l/h	108	228	426	775	1.534	2.797	5.088	9.605	15.447	25.171	43.428
	m/s	0,49	0,60	0,71	0,83	0,99	1,16	1,36	1,61	1,82	2,07	2,39
500	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,44	0,80	1,46	2,75	4,42	7,20	12,42
	l/h	111	235	439	798	1.579	2.881	5.240	9.891	15.906	25.919	44.720
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,85	1,02	1,19	1,40	1,65	1,87	2,13	2,46
525	l/s	0,03	0,07	0,13	0,23	0,45	0,82	1,50	2,83	4,54	7,40	12,77
	l/h	114	242	451	821	1.624	2.962	5.388	10.170	16.356	26.652	45.984
	m/s	0,52	0,64	0,75	0,88	1,05	1,23	1,44	1,70	1,93	2,19	2,53
600	l/s	0,03	0,07	0,14	0,25	0,49	0,89	1,62	3,05	4,90	7,99	13,79
	l/h	123	261	487	886	1.753	3.197	5.815	10.977	17.653	28.765	49.630
	m/s	0,56	0,69	0,81	0,95	1,13	1,33	1,55	1,83	2,08	2,36	2,73
800	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,05	1,90	3,59	5,78	9,42	16,25
	l/h	145	308	574	1.044	2.066	3.768	6.854	12.938	20.807	33.905	58.498
	m/s	0,66	0,81	0,95	1,12	1,33	1,56	1,83	2,16	2,45	2,79	3,22
1.000	l/s	0,05	0,10	0,18	0,33	0,65	1,19	2,16	4,08	6,57	10,70	18,46
	l/h	165	349	652	1.186	2.347	4.281	7.786	14.697	23.637	38.516	66.453
	m/s	0,75	0,92	1,08	1,27	1,52	1,78	2,08	2,46	2,78	3,17	3,65
1.200	l/s	0,05	0,11	0,20	0,37	0,72	1,32	2,40	4,53	7,29	11,87	20,49
	l/h	183	388	724	1.317	2.605	4.751	8.641	16.311	26.232	42.745	73.750
	m/s	0,84	1,02	1,20	1,41	1,68	1,97	2,31	2,73	3,09	3,51	4,06
1.400	l/s	0,06	0,12	0,22	0,40	0,79	1,44	2,62	4,95	7,96	12,97	22,37
	l/h	200	423	791	1.438	2.844	5.188	9.437	17.813	28.648	46.681	80.541
	m/s	0,91	1,11	1,31	1,54	1,84	2,15	2,52	2,98	3,37	3,84	4,43
1.600	l/s	0,06	0,13	0,24	0,43	0,85	1,56	2,83	5,34	8,59	14,00	24,15
	l/h	216	457	853	1.552	3.070	5.600	10.185	19.226	30.919	50.382	86.927
	m/s	0,99	1,20	1,42	1,66	1,98	2,32	2,72	3,21	3,64	4,14	4,78

Se escoge el valor inmediatamente superior al caudal de simultaneidad, que es el mismo procedimiento que en la selección de tuberías. El valor obtenido es de 1600 [Pa/m], el cual se debe de multiplicar por la longitud total de la montante para conocer la pérdida de carga que debe de compensar el grupo de bombeo. La longitud total se estima en 35 [m], por tanto, la pérdida de carga por montante es de 56000 [Pa] que equivalen aproximadamente a 5,6 metros de columna de agua.



2.9.11 Anejo de cálculos de tuberías de recirculación

Para el dimensionado de los circuitos de tuberías de recirculación de ACS se deben de seguir las pautas especificadas en el DB-HS4, que son las siguientes:

- No se puede superar una diferencia de temperatura mayor a 3 [°C] entre en la salida del acumulador de ACS y el grifo más alejado del circuito.
- El caudal de recirculación no deberá ser menor a 250 [l/h] por columna y tampoco inferior al 10% del caudal instantáneo total de la recirculación.
- El diámetro interior mínimo para los circuitos de recirculación será de 16 [mm].

En la fórmula (46), se indica una ecuación para el dimensionado del caudal de recirculación en función de las pérdidas de temperatura que se produzcan a lo largo de la columna, en caso de obtenerse un valor inferior a lo impuesto por el DB-HS4 se descartara este resultado.

$$Q_{recirculacion} \left[\frac{l}{h} \right] = P_Q [W] / (3 [C] * 1,16 \left[\frac{Wh}{l * C} \right]) \quad (46)$$

Siendo:

Q Recirculación es el caudal de recirculacion correspondiente a cada montante , [l/h];

P Q son las perdidas de a lo largo del circuito , [W].

Las pérdidas de calor se obtienen con la **Tabla 46**, entrando con el espesor del aislamiento, el diámetro de la tubería y el salto térmico. Se supone un diámetro de tubería igual al de la mónica que conduce el ACS a 60 [°C], que son 25 [mm] correspondiente a la PE-X serie 3,2 clase 2.



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

El diámetro mínimo de aislamiento lo estipula el RITE mediante el procedimiento de cálculo simplificado, el cual se ofrece valores mínimos en función del diámetro exterior de la tubería y su ubicación en el edificio, tal como muestra la **Tabla 45**. Estos valores corresponden a materiales con coeficientes de conducción de 0,040 [W/mK] en condiciones de temperatura de 10 [°C].

Tabla 45. Espesores mínimos de aislamiento térmico para ACS.

Espesor (mm) aislamiento térmico para ACS			
Φ exterior tubería		Interior	Exterior
	D ≤ 35	30	40
35	< D ≤ 60	35	45
60	< D ≤ 90	35	45
90	< D ≤ 140	35	45
140	< D	40	50
$\lambda_{ref} = 0,040 \text{ (W/m·K) a } 10 \text{ °C}$			

Tabla 46. Pérdidas de calor por metro de longitud en función del espesor de aislamiento, diámetros exteriores y salto térmico.

Φ exterior (mm)	Salto térmico (°C)	Pérdidas de calor en tuberías W/m Espesor del aislamiento (mm) ($\lambda = 0,036 \text{ W/m·K}$)					
		0	10	20	30	40	50
17	20	13,7	4,9	3,5	2,9	2,5	2,3
	30	20,5	7,3	5,2	4,3	3,8	3,4
	40	27,3	9,7	6,9	5,7	5,0	4,6
21	20	16,8	5,6	3,9	3,2	2,8	2,5
	30	25,1	8,4	5,9	4,8	4,2	3,8
	40	33,5	11,2	7,8	6,4	5,6	5,1
27	20	21,3	6,7	4,6	3,7	3,2	2,8
	30	31,9	10,0	6,8	5,5	4,7	4,3
	40	42,6	13,4	9,1	7,3	6,3	5,7
34	20	26,4	7,9	5,3	4,2	3,6	3,2
	30	39,6	11,9	7,9	6,3	5,4	4,8
	40	52,8	15,9	10,6	8,4	7,2	6,4

$$Q_{recirculacion} \left[\frac{l}{h} \right] = (3,7 * 35) / (3 [C] * 1,16 \left[\frac{Wh}{l * C} \right]) = 37,21 \left[\frac{l}{h} \right] \quad (47)$$



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Este valor es claramente inferior a los 250 [l/h] que exige la normativa de DB-HS4, por lo cual se fija este último como caudal del cálculo para el dimensionado de la columna de recirculación. El proceso es el mismo que se sigue en el apartado 2.9.10, pero se escoge como material cobre en lugar de un termoplástico. Las tuberías de cobre están reguladas por la norma UNE-EN 1057 y la velocidad recomendada para tuberías metálicas es de 1,5 [m/s].

Tabla 47. Relación de velocidades y caudales para las tuberías de cobre.

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:			Cobre							
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
	Diámetro interior (mm)										
	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9
0,75	0,06	0,10	0,15	0,24	0,40	0,64	0,94	1,57	2,19	3,15	4,25
	212	358	543	848	1.434	2.309	3.393	5.646	7.891	11.332	15.285
0,88	0,07	0,12	0,18	0,27	0,46	0,75	1,10	1,83	2,56	3,67	4,95
	247	418	633	990	1.672	2.694	3.958	6.587	9.206	13.220	17.833
1,00	0,08	0,13	0,20	0,31	0,53	0,86	1,26	2,09	2,92	4,20	5,66
	283	478	724	1.131	1.911	3.079	4.524	7.528	10.521	15.109	20.380
1,13	0,09	0,15	0,23	0,35	0,60	0,96	1,41	2,35	3,29	4,72	6,37
	318	538	814	1.272	2.150	3.464	5.089	8.469	11.836	16.997	22.928
1,25	0,10	0,17	0,25	0,39	0,66	1,07	1,57	2,61	3,65	5,25	7,08
	353	597	905	1.414	2.389	3.849	5.655	9.410	13.151	18.886	25.475
1,38	0,11	0,18	0,28	0,43	0,73	1,18	1,73	2,88	4,02	5,77	7,78
	389	657	995	1.555	2.628	4.234	6.220	10.351	14.466	20.775	28.023
1,50	0,12	0,20	0,30	0,47	0,80	1,28	1,88	3,14	4,38	6,30	8,49
	424	717	1.086	1.696	2.867	4.619	6.786	11.292	15.781	22.663	30.570

Para la velocidad de 1,5 [m/s] y el caudal de 250 [l/h] el valor del diámetro interior de la tubería es menor de lo que permite el DB-HS4 que son 16 [mm], por tanto la tubería de cobre elegida según la **Tabla 47**, es de 18x1 y el nuevo caudal de 0,30 [l/s].



“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”

Tabla 48. Relación de pérdidas de carga y caudales para tuberías de cobre.

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Cobre						*Densidad: 988 kg/m³						
*Norma: UNE-EN 1.057						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/E	DN	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
Φ int.	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9	
375	l/s	0,04	0,08	0,13	0,24	0,50	0,95	1,60	3,18	5,01	8,19	12,30
	l/h	133	272	477	875	1.784	3.407	5.742	11.462	18.052	29.501	44.283
	m/s	0,47	0,57	0,66	0,77	0,93	1,11	1,27	1,52	1,72	1,95	2,17
400	l/s	0,04	0,08	0,14	0,25	0,51	0,98	1,65	3,30	5,20	8,50	12,76
	l/h	138	282	495	908	1.851	3.535	5.958	11.892	18.730	30.609	45.947
	m/s	0,49	0,59	0,68	0,80	0,97	1,15	1,32	1,58	1,78	2,03	2,25
425	l/s	0,04	0,08	0,14	0,26	0,53	1,02	1,71	3,42	5,39	8,80	13,21
	l/h	143	292	513	940	1.916	3.659	6.168	12.312	19.391	31.688	47.566
	m/s	0,51	0,61	0,71	0,83	1,00	1,19	1,36	1,64	1,84	2,10	2,33
450	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,55	1,05	1,77	3,53	5,57	9,09	13,65
	l/h	148	302	530	971	1.979	3.781	6.373	12.720	20.034	32.740	49.146
	m/s	0,52	0,63	0,73	0,86	1,04	1,23	1,41	1,69	1,90	2,17	2,41
475	l/s	0,04	0,09	0,15	0,28	0,57	1,08	1,83	3,64	5,74	9,38	14,08
	l/h	153	311	547	1.002	2.041	3.899	6.573	13.119	20.663	33.768	50.688
	m/s	0,54	0,65	0,76	0,89	1,07	1,27	1,45	1,74	1,96	2,23	2,49
500	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,58	1,12	1,88	3,75	5,91	9,66	14,50
	l/h	157	320	563	1.031	2.102	4.015	6.768	13.510	21.278	34.772	52.195
	m/s	0,56	0,67	0,78	0,91	1,10	1,30	1,50	1,79	2,02	2,30	2,56
525	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,60	1,15	1,93	3,86	6,08	9,93	14,91
	l/h	162	329	579	1.060	2.162	4.129	6.960	13.892	21.879	35.755	53.671
	m/s	0,57	0,69	0,80	0,94	1,13	1,34	1,54	1,85	2,08	2,37	2,63
600	l/s	0,05	0,10	0,17	0,32	0,65	1,24	2,09	4,16	6,56	10,72	16,09
	l/h	174	355	625	1.145	2.333	4.456	7.511	14.993	23.614	38.590	57.927
	m/s	0,62	0,74	0,86	1,01	1,22	1,45	1,66	1,99	2,24	2,55	2,84
800	l/s	0,06	0,12	0,20	0,37	0,76	1,46	2,46	4,91	7,73	12,63	18,97
	l/h	206	419	736	1.349	2.750	5.252	8.853	17.672	27.833	45.485	68.277
	m/s	0,73	0,88	1,02	1,19	1,44	1,71	1,96	2,35	2,65	3,01	3,35
1.000	l/s	0,06	0,13	0,23	0,43	0,87	1,66	2,79	5,58	8,78	14,35	21,55
	l/h	234	476	836	1.533	3.124	5.967	10.058	20.075	31.618	51.671	77.562
	m/s	0,83	1,00	1,16	1,36	1,63	1,94	2,22	2,67	3,01	3,42	3,81
1.200	l/s	0,07	0,15	0,26	0,47	0,96	1,84	3,10	6,19	9,75	15,93	23,91
	l/h	259	528	928	1.701	3.467	6.622	11.162	22.280	35.090	57.345	86.079
	m/s	0,92	1,11	1,28	1,50	1,81	2,15	2,47	2,96	3,34	3,80	4,22
1.400	l/s	0,08	0,16	0,28	0,52	1,05	2,01	3,39	6,76	10,64	17,40	26,11
	l/h	283	577	1.014	1.857	3.786	7.231	12.190	24.331	38.321	62.625	94.005
	m/s	1,00	1,21	1,40	1,64	1,98	2,35	2,69	3,23	3,64	4,14	4,61
1.600	l/s	0,08	0,17	0,30	0,56	1,14	2,17	3,65	7,29	11,49	18,78	28,18
	l/h	305	623	1.094	2.005	4.086	7.805	13.156	26.261	41.360	67.591	101.459
	m/s	1,08	1,30	1,51	1,77	2,14	2,53	2,91	3,49	3,93	4,47	4,98

La pérdida de carga obtenida en el circuito de recirculación es de 1600 [Pa/m], y para el total de 35 [m] de longitud se obtienen 56 000 [Pa] que equivalen a unos 5,6 metros de columna de agua que deberán ser compensados por el grupo de bombeo del sistema de recirculación.



2.9.12 Anejo de cálculos de tuberías de calefacción

El material comúnmente utilizado para el transporte de agua caliente de calefacción es el acero negro soldado, por algunas de las propiedades que se comentan a continuación:

- Alta conductividad térmica, en este proyecto no debemos preocuparnos por las pérdidas térmicas que se dan a lo largo de las tuberías, porque al estar ubicadas en el interior del bloque de viviendas el calor fugado se queda dentro de él y no se pierde en el exterior. Este calor por tanto influye en el confort de las zonas comunes como ascensores y portales. Eso no implica que no deban de estar asiladas térmicamente, ya que según el RITE, es de obligado cumplimiento colocar aislante térmico en tuberías que transporten cualquier tipo de fluido caloportador a una temperatura mayor a 40 [°C].
- Baja expansión térmica, lo que implica no tener que trabajar con paredes tan gruesas.
- Gran resistencia a la presión, por ello se utilizan en sistemas de calefacción que trabajen con altas presiones.
- Coste relativamente bajo por ser acero y sobre todo alta disponibilidad.

Para el dimensionamiento de las tuberías de calefacción vamos a seguir un procedimiento diferente al explicado en ACS, de esta manera abordamos el cálculo de pérdidas de carga con los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación haciendo este proyecto lo más didáctico posible.

Primeramente, se dimensionarán los anillos de distribución del circuito primario de calefacción que este situado en los garajes y posteriormente las montantes de correspondientes a cada portal.



Distribución de los anillos en la planta de garaje

El diámetro interior de las tuberías del circuito primario de calefacción que recorre la planta de garaje proporcionando agua caliente a los depósitos de ACS, lo marca la válvula mezcladora de 3 vías de 65 [mm] de diámetro. A continuación, se muestran los datos necesarios para el cálculo de pérdidas de carga en los anillos de distribución del garaje:

- La velocidad de circulación de calefacción se aconseja que sea de 1 [m/s].
- Diámetro interior de tubería es de 0,065 [m].
- Rugosidad absoluta del acero negro es de 0,03 [mm].
- Viscosidad dinámica del agua a una temperatura media de 60 [°C] es de $4,66 \cdot 10^{-4}$ [Kg/m*s].
- Densidad del agua a una temperatura media de 60 [°C] es de 983 [Kg/m³].
- Longitud total de cada anillo de distribución en la planta de garajes es de 180 [m].

Conocidos estos datos, se calcula el numero adimensional de Reynolds con la formula (48).

$$Re = \frac{\rho * c * D}{\mu} \quad (48)$$

Siendo:

Re es el número adimensional de Reynolds, [-];

ρ es la densidad del fluido , [Kg/m³];

c es la velocidad media del fluido , [m/s];



D es el diametro de la tubería por la que circula el fluido, [m];

μ es la viscosidad dinámica del fluido, [m].

$$Re = \frac{983 * 1 * 0,065}{4,66 * 10^{-4}} = 1,37 * 10^5 \quad (49)$$

Al ser un Reynolds superior a 10 000 estamos en las condiciones flujo turbulento, esto influirá en el cálculo del coeficiente de fricción que se puede obtener mediante el diagrama de Moody o con fórmulas experimentales, el autor decide usar esta última. La ecuación que se usa para el cálculo de coeficientes de fricción en flujo turbulento es la de Coolebrook-White mostrada seguidamente.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{\varepsilon}{3,72 * D} + \frac{2,52}{Re * \sqrt{f}}\right) \quad (50)$$

En donde:

f es coeficiente de fricción de la tubería, [-];

ε es la rugosidad absoluta del material , [Kg/m³];

D es el diametro de la tuberia por la que circula el fluido, [m];

Re es el número adimensional de Reynolds, [-].

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{0,00003}{3,72 * 0,065} + \frac{2,52}{1,37 * 10^5 * \sqrt{f}}\right) \rightarrow f = 0,01937 \quad (51)$$



Una vez es conocido se calcula la pérdida de carga en metros de columna de agua con la fórmula de Darcy-Weisbach que se figura en (52).

$$P_{carga} = f * \frac{L}{D} * \frac{c^2}{2 * g} \quad (52)$$

Donde:

P_{carga}	es la pérdida de carga a lo largo de la tubería , [mca];
f	es coeficiente de fricción de la tubería, [-];
D	es el diametro de la tubería por la que circula el fluido, [m];
c	es la velocidad media del fluido , [m/s];
L	es la longitud total de la tubería , [m];
g	es la gravedad , [m/s ²].

$$P_{carga} = 0,1937 * \frac{180}{0,065} * \frac{1^2}{2 * 9,8} = 2,74 [m.c.a] \quad (53)$$

Por lo que la pérdida de carga que deberá de contrarrestar el grupo de bombeo para cada anillo de calefacción situado en la planta de garajes es de 2,74 [m.c.a]. Las longitudes de tuberías se obtienen con el mismo método usado en el dimensionado de ACS, escalando los planos proporcionados por el archivo y creando los recorridos aproximados que seguirían las instalaciones hidráulicas, no es lo más aconsejable pero debido a la imposibilidad de realizar las mediciones insitu es la única opción viable.



Distribución de las montantes de los portales.

Para el cálculo de las tuberías de calefacción que ascienden por los montantes correspondientes a cada portal también se escoge como material acero negro soldado, misma velocidad de circulación de 1 [m/s], pero el diámetro interior será de 25 [mm], que viene fijado por las bombas circuladores que se colocan en la impulsión del agua caliente de calefacción. El procedimiento de cálculo es el mismo que se explicó anteriormente, y los variables de cálculo son:

- La velocidad de circulación de calefacción es de 1 [m/s].
- Diámetro interior de tubería es de 0,025 [m].
- Rugosidad absoluta del acero negro es de 0,03 [mm].
- Viscosidad dinámica del agua a una temperatura media de 60 [°C] es de $4,66 \cdot 10^{-4}$ [Kg/m*s].
- Densidad del agua a una temperatura media de 60 [°C] es de 983 [Kg/m³].
- Longitud total de la columna de cada portal es de 35 [m].

$$Re = \frac{983 * 1 * 0,025}{4,66 * 10^{-4}} = 5,27 * 10^4 \quad (54)$$

Es un numero de Reynols es superior a 10 000, lo que significa que se debe de tratar como flujo turbulento. Primero se calcula el coeficiente de fricción mediante la ecuación



experimental de Coolebrook-White y seguidamente la de Darcy- Weisbach para obtener el resultado de la pérdida de carga que se produce en las montantes de los portales.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log \left(\frac{0,00003}{3,72 * 0,025} + \frac{2,52}{5,27 * 10^4 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,0244 \quad (55)$$

$$P_{carga} = 0,0244 * \frac{35}{0,025} * \frac{1^2}{2 * 9,8} = 1,743 \text{ [m.c.a]} \quad (56)$$

La pérdida de carga en las montantes de calefacción de los portales es de 1,74 [m.c.a], que se cubrirá por el grupo de bombeo situado en la impulsión de agua caliente.

2.9.13 Anejo de cálculo de vasos de expansión

Los vasos de expansión son elementos fundamentales de seguridad en los circuitos hidráulicos que trabajan con fluidos con fluctuaciones de temperatura. Estas variaciones de temperatura producen cambios de presión, que en casos extremos pueden llegar a dañar la instalación. Las válvulas de seguridad están para evitar estas sobrepresiones, pero si cada vez que se producen actuarían, se estaría recalibrando constantemente el circuito. Ahí es donde entran en juego los vasos de expansión, capaces de gestionar estas sobrepresiones sin hacer saltar los elementos de seguridad.

Pueden ser de dos tipos abierto o cerrados, aunque estos primeros actualmente están en desuso. El funcionamiento es muy simple, en el interior del vaso de expansión se aloja



una membrana que encierra un gas, comúnmente N_2 , a medida que la presión del fluido del circuito aumenta la comprime, reduciendo el volumen inicial del gas N_2 a un valor cada vez menor. En el momento que este llegue al límite y no pueda comprimirse más actuarían el resto de los elementos de seguridad.

Para su cálculo se utiliza la normativa indicada en RITE en la que se especifica que mediante la fórmula (57), se obtiene el volumen total del vaso de expansión.

$$V_T = V * C_e * C_p \quad (57)$$

En donde:

V_T	es el volumen total del vaso de expansión, $[m^3]$;
V	es el volumen total que hay en el circuito, donde se incluyen tuberías y depósitos, $[m^3]$;
C_e	es el coeficiente de expansión adimensional del fluido, [-];
C_p	es el coeficiente de presión adimensional del fluido, [-];

Vaso de expansión captación solar

El vaso de expansión situado en el circuito de captación solar no cuenta con un depósito, se trata de un sistema cerrado desde el captador solar hasta el intercambiador del interacumulador situado en la subestación de bombeo de cada portal. Las tuberías son las mismas utilizadas en ACS, PE-X P25 serie 3,2 que cuenta con un diámetro interior de 18,2 [mm], y la longitud de tuberías es de 35 [m] tanto para la impulsión como el retorno. A continuación, se muestran los cálculos efectuados.



$$V = \left(\frac{\pi \cdot 0,0182^2}{4} \right) \cdot 35 \cdot 2 = 18,21 [l] \quad (58)$$

Que es el valor correspondiente a la cantidad de agua que existe en el circuito cerrado. El cálculo de los coeficientes adimensionales se realiza siguiendo la normativa del RITE.

$$C_e = (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot 10^{-6} \quad (59)$$

Siento:

t la temperatura maxima que se alcanza en el circuito, 70 [°C].

$$C_e = (3,24 \cdot 70^2 + 102,13 \cdot 70 - 2708,3) \cdot 10^{-6} = 0,02031 \quad (60)$$

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} \quad (61)$$

Siento:

P_M la presion absoluta maxima en el circuito, 5 [bar];

P_m la presion absoluta minima en el circuito, 1 [bar].



$$c_p = \frac{5}{5-1} = 1,25 \quad (62)$$

$$V_T = 18,21 * 0,02031 * 1,25 = 0,462 [l] \quad (63)$$

Por tanto, la capacidad mínima del vaso de expansión del circuito cerrado de captación solar que trabaja con temperaturas y presiones máximas de 70 [°C] y 5 [bar] será de 0,462 [l].

Vaso de expansión ACS

El circuito de ACS consta de las tuberías de impulsión, la de recirculación, el del depósito acumulador de ACS y el depósito interacumulador de captación solar, conociendo los diámetros y las capacidad de los depósitos se realizan los cálculos.

$$V = \left(\frac{pi * 0,0182^2}{4} * 35 \right) + \left(\frac{pi * 0,0182^2}{4} * 35 \right) + 1650 + 1500 \quad (64)$$

$$V = 3150 [l] \quad (65)$$

$$C_e = (3,24 * 70^2 + 102,13 * 70 - 2708,3) * 10^{-6} = 0,02031 \quad (66)$$



$$Cp = \frac{5}{5 - 1} = 1,25 \quad (67)$$

$$V_T = 3150 * 0,02031 * 1,25 = 79,97[l] \quad (68)$$

Por tanto, la capacidad mínima del vaso de expansión del circuito cerrado de ACS que trabaja con temperaturas y presiones máximas de 70 [°C] y 5 [bar] será de 79,97 [l].

Para las calderas no se dimensiona el vaso de expansión ya que viene incorporado y los cálculos están realizados por la empresa suministrado siguiendo las normativas indicadas durante este apartado.

2.9.14 Anejo de explicación de del esquema de principio de la instalación

La entrada de agua de red que se aporta la instalación debe disponer una llave de corte general y un filtro que cumpla las especificaciones fijadas en la norma UNE.EN-13443, seguidamente se coloca un contador para el control de consumo y a continuación de del contador una válvula antirretorno que sigue las características de la UNE-En 1717. Este último dispositivo tiene el objetivo de impedir el retorno de agua una vez que ha entrado a la instalación y así evitar una posible contaminación de la red.

Para un correcto funcionamiento de la instalación es de obligatorio cumplimiento la colocación de dispositivos de vaciado en varios puntos, como son las zonas más bajas del circuito, depósitos acumuladores y las calderas de biomasa. Se precisa también de termómetros y sondas de temperatura para analizar de manera inmediata el comportamiento de la instalación. Las bombas cuentan con manómetros para advertir de funcionamientos inusuales, se coloca entre las válvulas de impulsión y aspiración. A continuación, se explica el funcionamiento del esquema de principio de la instalación que proporciona calefacción y ACS, este último apoyado por captación solar:



Filosofía de funcionamiento de la calefacción

El agua calentada en cada una de las calderas es mandada al colector de impulsión, desde donde parten las impulsiones de calefacción y primario de agua caliente. En función de la temperatura exterior la central de control programable desplazará la válvula motorizada de cuatro vías a la posición adecuada para que la temperatura del agua caliente en la impulsión sea la adecuada, en función del ambiente exterior. El retorno de agua fría de la calefacción se hace pasar por la válvula motorizada de cuatro vías y de ahí se conduce al colector de retorno que lo devuelve a las calderas de biomasa. Las bombas de las calderas se sitúan en el retorno porque las de calefacción y circuito primario se sitúan en la impulsión, de esta manera se evita la suma de las presiones dinámicas de las bombas.

Cuando se quieran parar las calderas la central de control dará la orden de fin de funcionamiento a la alimentación de los quemadores, pero al ser calderas de biomasa la inercia térmica es muy grande, el combustible introducido previamente se seguirá quemando. Cuando la sonda de temperatura de la impulsión detecte el descenso de temperatura se parará la bomba de caldera y se cerrará la válvula motorizada de dos vías, evitándose la circulación de agua por la caldera. Si por alguna razón se detectara un incremento de la temperatura se reabrirla la válvula de dos vías y se pondría en marcha la bomba de la caldera, pero con el quemador apagado, hasta eliminar el calor residual.

Filosofía de funcionamiento circuito primario

La circulación del circuito primario se consigue por bomba, aspirado el agua caliente del colector de impulsión, que se conduce a la válvula motorizada de tres vías. Esta válvula actúa como mezcladora, misma función que realiza la válvula de cuatro vías de la calefacción. En función de la temperatura de trabajo fijada en el depósito acumulador de ACS se modulará el quemador, pero al ser caldera de biomasa resulta más complicado que con combustible fósiles, por ello la válvula motorizada de tres vías realizará el ajuste final permitiendo el paso del caudal de agua fría necesario para mantener la temperatura deseada en el depósito acumulador de ACS.



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Esta válvula de tres vías funciona como desviadora y no como mezcladora en muchas instalaciones, pero tiene la problemática de hacer trabajar al intercambiador con las temperaturas más altas y caudales variables, lo que provoca mayor fatiga en las juntas de estanqueidad, por ello el autor elige el funcionamiento de válvula mezcladora.

Para evitar condensaciones, la central de control cerrará la válvula de tres vías del circuito primario, cuando las sondas de temperatura en el retorno de las calderas detecten temperaturas menores a las de consigna, se abrirá poco a poco la válvula a medida que se alcance la temperatura mínima en el retorno a la caldera.

Filosofía de funcionamiento circuito secundario y captación solar

En el circuito secundario, el agua caliente que sale del intercambiador se conduce al depósito acumulador de ACS gracias a la bomba de circulación que se ubica entre este y el intercambiador. Una vez en el intercambiador circulará a contracorriente favoreciendo el calentamiento estratificado, es decir, más calor en la parte alta del depósito. Cuando la sonda de temperatura situada en la parte inferior del depósito detecte la temperatura de calentamiento total del acumulador mandará la señal de paro a la bomba de circulación entre el depósito y el intercambiador. De este modo se ahorra energía eléctrica gastada de manera innecesaria.

El circuito de captación solar tiene un funcionamiento relativamente sencillo, cuenta con aportación de agua de red en el circuito de impulsión que se usa cuando se ha realizado un vaciado completo del circuito por labores de mantenimiento. El agua fría es impulsada mediante la bomba circuladora hacia los captadores solares, donde absorbe calor y es conducida a través de la distribución hacia el interacumulador. En el intercambiador de integrado en el depósito interacumulador se realiza la transferencia de calor y el agua caliente se conduce en dirección al depósito acumulador de ACS.



El retorno de agua de ACS se llama caudal de recirculación, es el retorno del agua de red general de distribución de las montantes, tiene como función mantener la temperatura optima en el consumo de las viviendas y disminuir el tiempo que transcurre desde que se abre el grifo hasta que sale el agua caliente. El agua fluye gracias a la aspiración de la bomba de recirculación que normalmente se conecta al depósito acumulador de ACS por estar calentado por las calderas y tener mayor temperatura. Pero al ser una instalación que cuenta con captación solar, cabe la posibilidad de que en los días con una radiación solar elevada la temperatura de los depósitos interacumuladores sea mayor. Las sondas de temperatura situadas en ambos depósitos serán las que actúen sobre las válvulas motorizadas de dos vías y envíen el agua de recirculación al depósito con mayor temperatura. Existe la posibilidad de que el agua de recirculación tenga una temperatura mayor a la de los dos depósitos, en este caso concreto se abrirá la válvula de tres vías situada a la salida del acumulador de ACS y se recirculara el agua hacia la distribución por montantes.

Filosofía de funcionamiento para evitar legionelosis

Dado que los depósitos de acumulación de agua son los puntos más sensibles a la problemática de legionelosis, se debe dotar a la instalación de un circuito para evitar este problema. Para realizar el tratamiento térmico de los depósitos se realiza una derivación del agua fría de red hasta la bomba de aspiración del circuito secundario y la salida de agua caliente del intercambiador de las calderas se envía a los depósitos de acumulación principal de ACS y al interacumulador solar cerrando las válvulas necesarias colocadas en el circuito. Esta operación se realizará con la prioridad establecida en el real decreto 865/2003, que regula la prevención de legionelosis.

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



3 PLANOS

3.1 Plano de Situación

3.2 Plano de Esquema de principio de las instalaciones térmicas de calefacción, ACS y captación solar

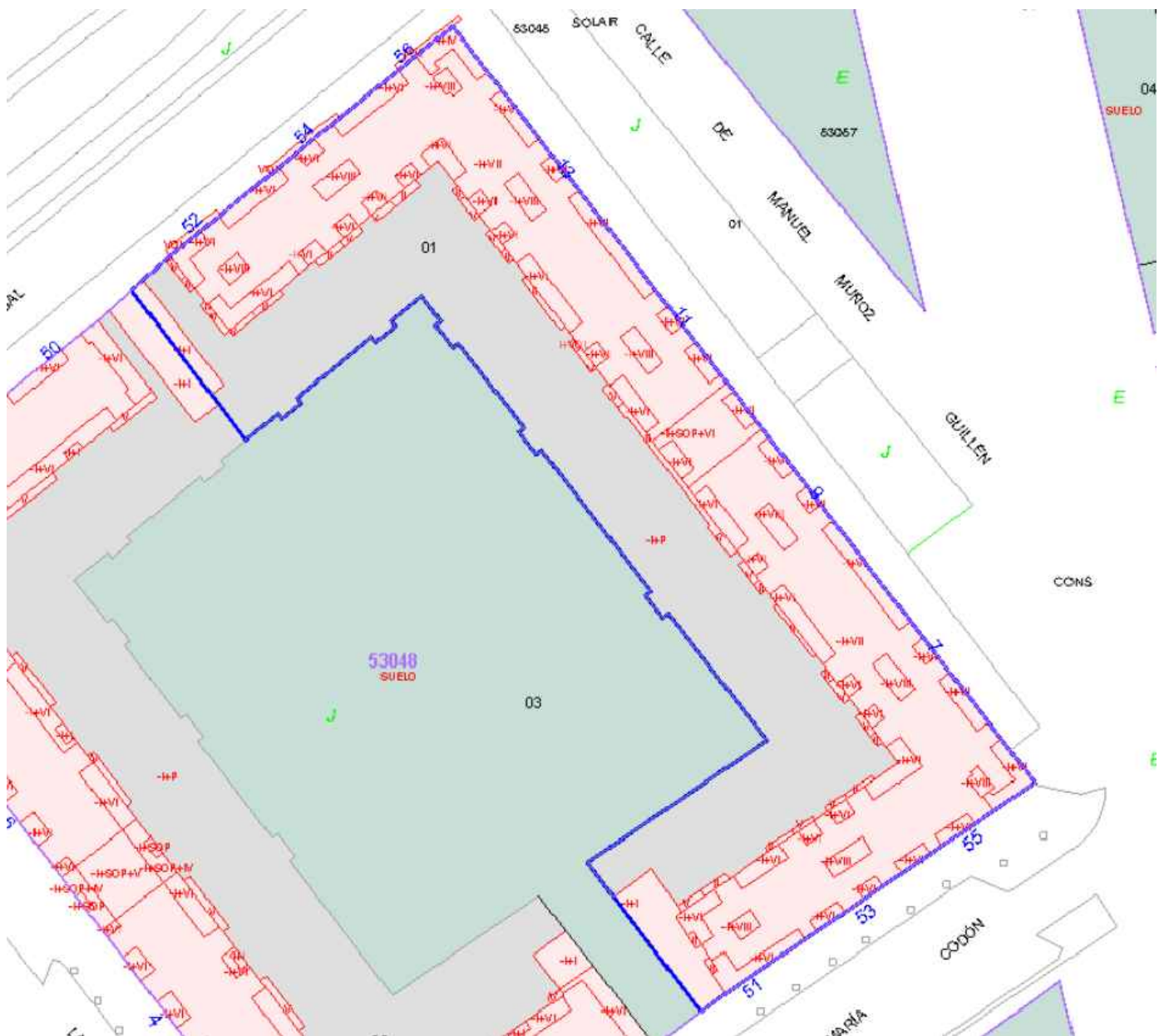
3.3 Plano de Leyenda del esquema de principio de la instalación térmica

3.4 Plano de Distribución de tuberías en la planta de garajes

3.5 Plano de Distribución de la sala de calderas

3.6 Plano de Distribución de tuberías en cada portal

3.7 Plano de Esquema de principio de contadores en vivienda



Título: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas

Plano N°:

1

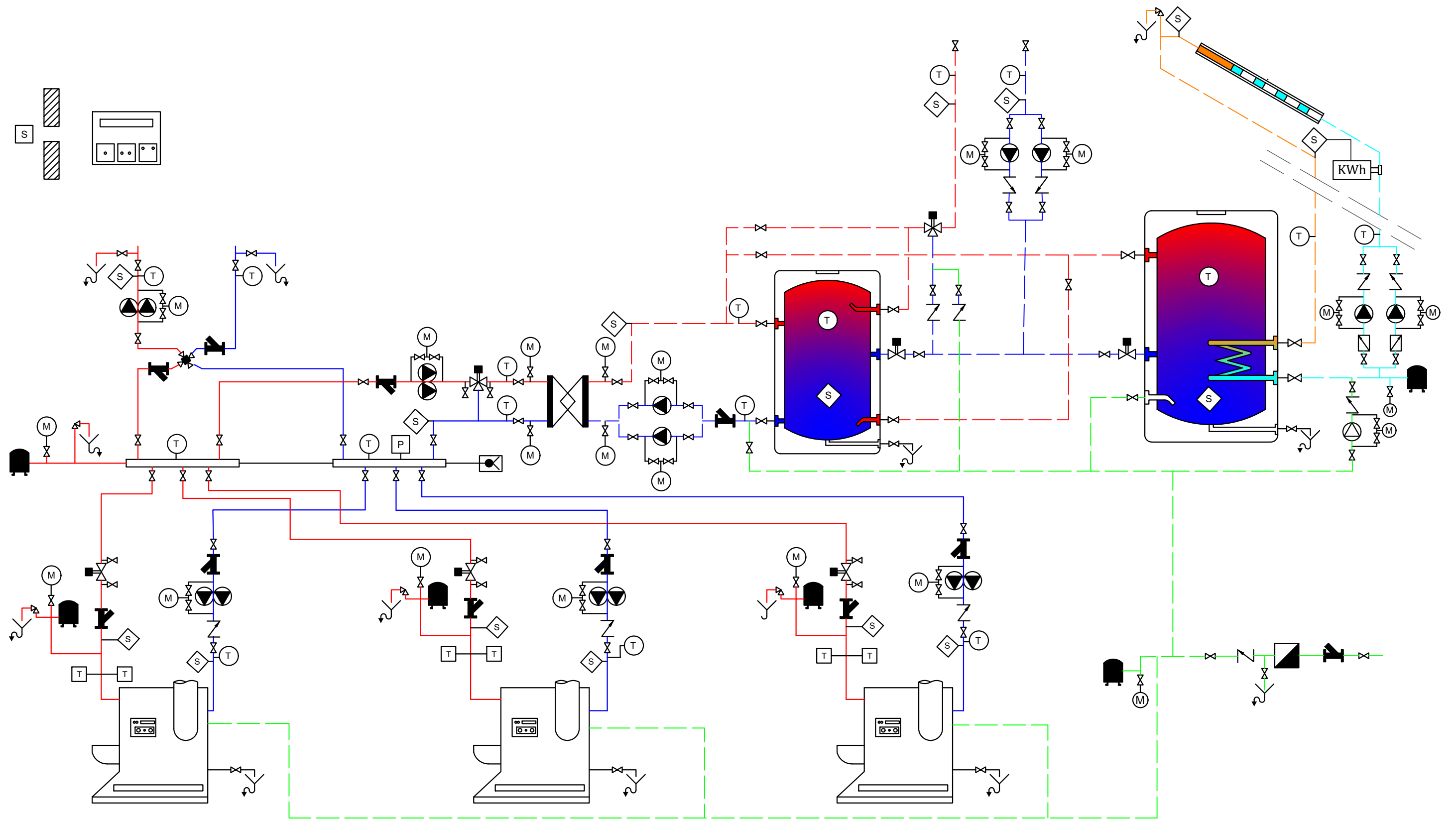
Autor: Saúl Álvarez Fuente

Fecha: 8/07/2021

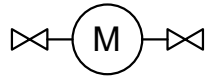
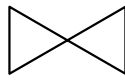
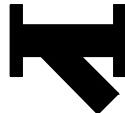
Firma:

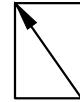
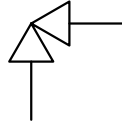
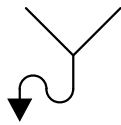
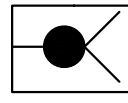
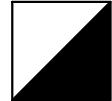
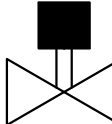
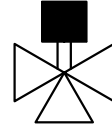
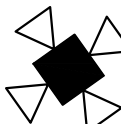
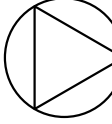
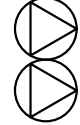
Escala:
1/1000

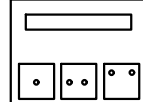
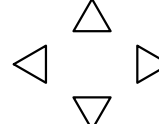
Plano:
Situación



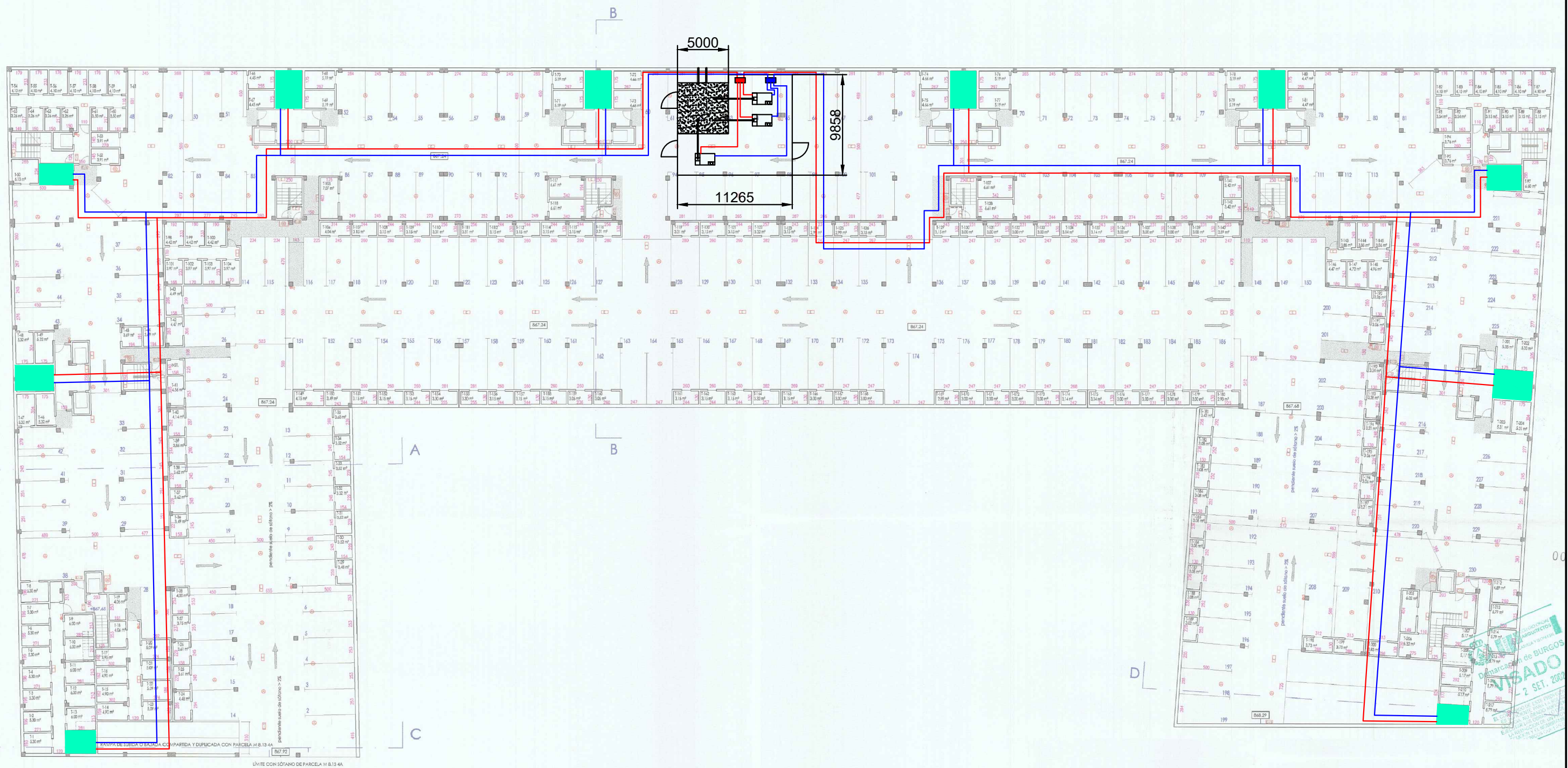
Título: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas		Plano N°: 2
Autor: Saúl Álvarez Fuente	Fecha: 8/07/2021	Firma:
Escala: SE	Plano: Esquema de principio de las instalaciones térmicas de calefacción, ACS y captación solar	

	Termómetro.
	Manómetro.
	Manómetro diferencial.
	Sonda ambiente exterior.
	Sonda de inmersión (Temperatura).
	Termostato.
	Presostato.
	Válvula de corte.
	Válvula de retención.
	Filtro para tubería.

	Válvula reguladora presión.
	Válvula de seguridad.
	Desagüe conducido.
	Llenado de agua de la instalación.
	Filtro.
	Válvula motorizada de dos vías.
	Válvula motorizada de tres vías.
	Válvula motorizada de cuatro vías.
	Bomba circuladora.
	Grupo conjunto de bombas circuladoras.

	Central electrónica programable.
	Intercambiador de calor.
	Indicación de sentido de circulación.
	Agua caliente de ACS.
	Agua fría y recirculación de ACS.
	Agua de la red de distribución.
	Agua caliente de captadores solares.
	Agua fría de captadores solares.
	Agua caliente de caldera.
	Agua fría de caldera

Título: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas		Plano N°: 3
Autor: Saúl Álvarez Fuente	Fecha: 8/07/2021	Firma:
Escala: SE	Plano: Leyenda del esquema de principio de la instalación térmica	



Título: Centralización de instalaciones térmicas
mediante energías renovables para una
agrupación de viviendas

Plano N°:

4

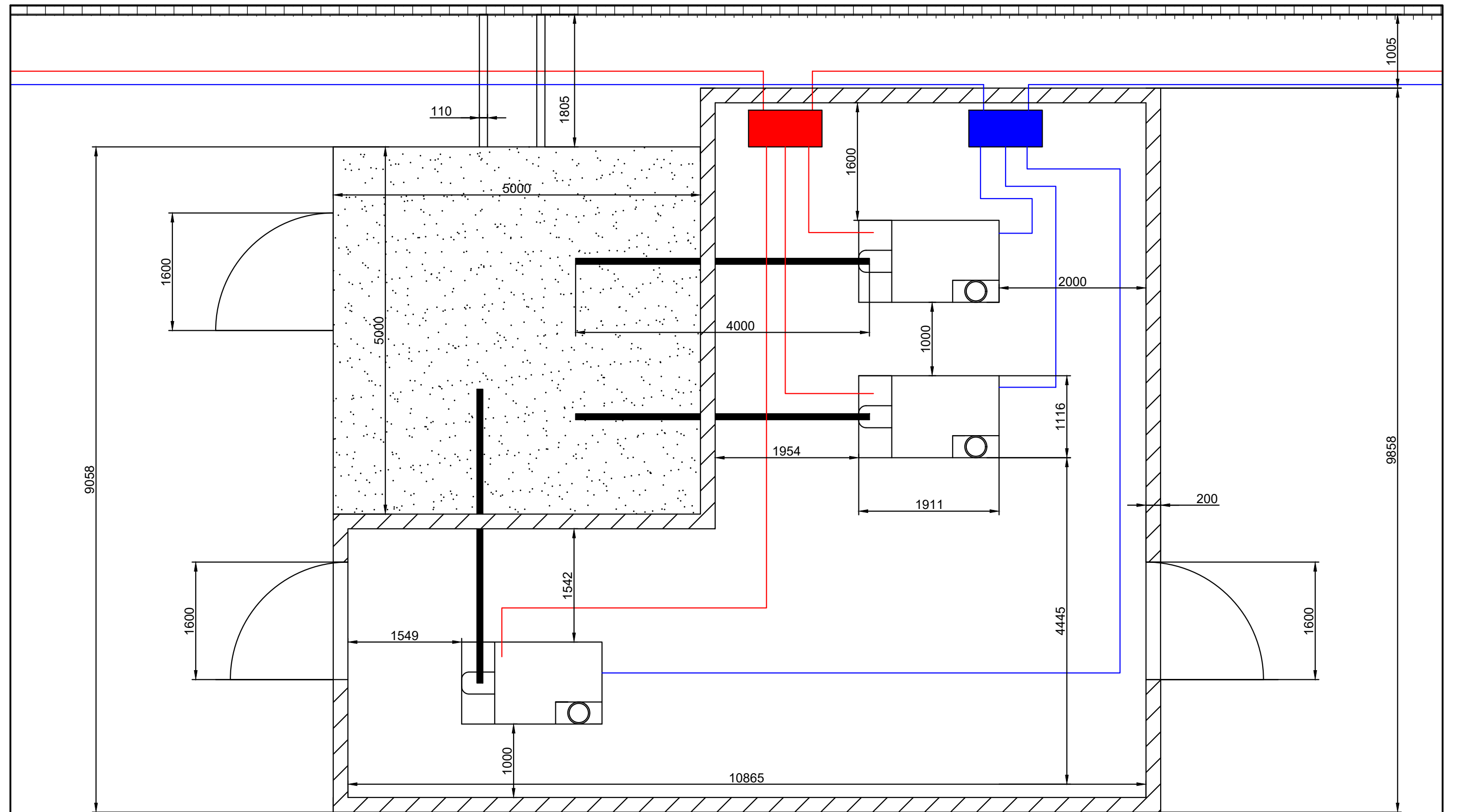
Autor: Saúl Álvarez Fuente

Fecha: 8/07/2021

Firma:

Escala:
1/500

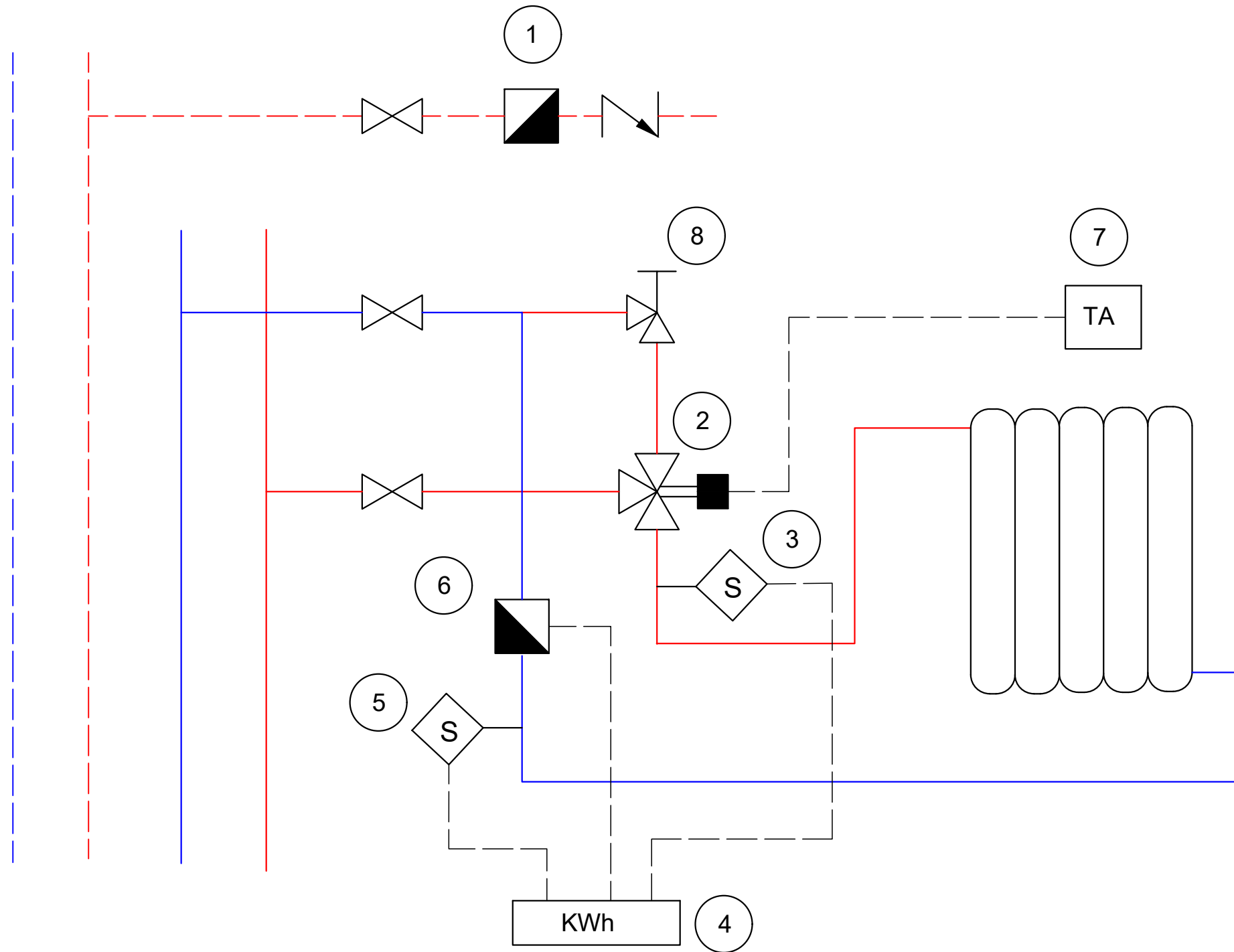
Plano:
Distribución de tuberías
en la planta de garajes



Grado Ing. Mecánica

Titulo: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas		Plano N°: 5
Autor: Saúl Álvarez Fuente		Fecha: 8/07/2021
Escala: 1/50	Plano: Distribución de la sala de calderas	
Firma:		

Título: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas		Plano N°: 6
Autor: Saúl Álvarez Fuente	Fecha: 8/07/2021	Firma:
Escala: 1/150	Plano: Esquema de distribución de tuberías en cada portal	

**LEYENDA:**

- | | | |
|---|---|------------------------------|
| 1 Contador caudal de ACS | 4 Contador de energía de calefacción | 7 Termostato |
| 2 Válvula de 3 vías para calefacción | 5 Sonda de temperatura retorno de calefacción | 8 Regulador para equilibrado |
| 3 Sonda de temperatura impulsión de calefacción | 6 Contador caudal de calefacción | |

Titulo: Centralización de instalaciones térmicas mediante energías renovables para una agrupación de viviendas		Plano N°: 7
Autor: Saúl Álvarez Fuente	Fecha: 8/07/2021	Firma:
Escala: SE	Plano: Esquema de principio de contadores en vivienda	



4 PLIEGO DE CONDICIONES

La finalidad de este capítulo es definir por parte del autor, un conjunto de prescripciones técnicas que el contratista deberá de seguir durante la ejecución del proyecto. Este documento es vinculante con el contratista, lo que significa que las prescripciones que figuren serán cláusulas del contrato.

Consta de documentos principales que son el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ambos serán expuestos a continuación.

4.1 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

4.1.1 Documentos

Las obras de todas las instalaciones así como también la manipulación de los equipos, sus especificaciones y condiciones de uso se especifican en los documentos que figuran en el proyecto que son Memoria, Pliego de Condiciones, Planos y Presupuestos, aunque se pueden incluir documentos adicionales.

4.1.2 Incoherencia entre documentos

En caso de incoherencia entre las especificaciones y documentos del proyecto se deberá dar prioridad a los documentos. Siempre buscando aquello que permita llevar a cabo la ejecución de la manera más correcta y el mejor funcionamiento de las instalaciones.

4.1.3 Reglamentación

Revisar apartado de normativa aplicable que figura en la memoria.



4.1.4 Responsabilidad civil

Será el contratista o instalador quien esté obligado a seguir y cumplir las medidas de seguridad que se indiquen. En caso de no cumplirse por parte del contratista, cualquier accidente o perjuicio de cualquier índole el será el único responsable.

4.1.5 Desperfectos

Cualquier tipo de desperfecto que se produzca durante la ejecución de las obras por los operarios, cuando no sean imprudencias o falta de atención serán corregidos por parte del contratista.

4.1.6 Abono del proyecto

En el contrato se detallarán las cantidades, formas de pago y los plazos en los cuales se abonarán las cantidades. Todas estas condiciones se consensuarán después de la correspondiente aprobación del proyecto.

4.1.7 Control de materiales

Los equipos y materiales que se incorporen a la instalación térmica del edificio tendrán las marcas de calidad UNE, ISO, EN, AENOR, etc. Deberán disponer de documentación que certifique sus características mecánicas y de eficiencia y que se ajusten a la normativa actual. Algunas de estas indicaciones mínimas son:

- Identificación del fabricante y responsable de ventas.
- Marca, modelo, potencia nominal, certificación energética, etc.
- Materiales de construcción y sus propiedades mecánicas.



Será importante que figuren certificados de garantía de los equipos, garantía que según la ley 23/2003 del 10 de julio son obligatorias y en caso de algún desperfecto o mal funcionamiento será el fabricante quien se haga cargo del equipo.

4.2 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

4.2.1 Pliego de condiciones de Instalaciones Térmicas

4.2.1.1 Introducción

En este pliego de Condiciones Técnicas Particulares, que compone este proyecto determinara las condiciones adecuadas de ejecución de las instalaciones térmicas del edificio, cumplido lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2017 del 20 de julio y el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo, que aprueba el Código Técnico de la Edificación.

4.2.1.2 Campo de aplicación

El cumplimiento del RITE antes mencionado e instrucciones técnicas (IT) busca garantizar el cumplimiento de las exigencias de ahorro y eficiencia energéticas así como también mantener las condiciones de seguridad e higiene de las personas, siendo esta última parte regulada por el CTE-HS.

El ámbito de aplicación de estas normativas se extiende no solo a edificios de nueva construcción, sino también a edificios que experimenten algún tipo de reforma como las de los siguientes casos:

- Incorporación de nuevos sistemas de climatización o producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) o modificación de los actuales.



- Sustitución modificación de equipos generadores de frío.
- El cambio de tipo de energía utilizada para la climatización o el uso de energías renovables.

4.2.1.3 Condiciones de seguridad e higiene

Los equipos generadores de calor se diseñan, calculan y ejecutan con el propósito de mantener una calidad térmica de confort en el ambiente, agua caliente sanitaria a temperatura aceptable y una calidad del aire adecuada.

En el apartado de higiene se deberá dotar de agua caliente sanitaria en las condiciones adecuadas para su uso. Las temperaturas de impulsión como de retorno no deberán caer por debajo de los 50 [°C] ya que a esta temperatura puede proliferar la legionela la cual no es beneficiosa para las personas.

4.2.1.4 Eficiencia energética

Las instalaciones térmicas se diseñan, calculan y ejecutan de tal manera que el consumo de energía y emisiones de gases contaminantes perjudiciales para los seres humanos se reduzcan. Es por ello que se fomenta el uso de energías renovables y sistemas de recuperación de energía que deben de cumplir los siguientes requisitos:

- Los equipos tanto de generación de calor como de frío se utilizarán en las condiciones de funcionamiento más cercanas al rendimiento máximo posibles.
- Las instalaciones térmicas estarán dotadas de sistemas de regulación y control que en función de la variación de las demandas y condiciones exteriores varíen su funcionamiento.



- Se debe de dotar a las instalaciones térmicas de sistemas de contabilización para permitir el reparto de los gastos y que el usuario conozca su consumo de energía.
- La utilización de las energías renovables disponibles se usará con la finalidad de cubrir las necesidades energéticas del edificio.

4.2.1.5 Protección frente a heladas

Todas las zonas de la instalación que se expongan a ambientes exteriores deberán soportar temperatura de 5 [°C] por debajo de la mínima histórica con el objetivo de no producir daños permanentes en los equipos. El producto químico utilizado para proteger la instalación deberá de mantener sus propiedades dentro de los intervalos de temperaturas máximas y mínimas que soporten los materiales y equipos de la instalación.

4.2.1.6 Protección frente a sobrecalentamientos

Se dotarán a las instalaciones de drenajes con solución frente a calentamientos, la expulsión de esta agua caliente o vapor se realizará de tal forma que no suponga ningún tipo de problema para los usuarios del edificio ni a ningún componente del mismo.

En caso de aguas duras, es decir, concentraciones en sales de más de 100 [mg/l] se intentará mantener las temperaturas cerca de los 60 [°C], siempre manteniendo las condiciones de seguridad para combatir la legionelosis. De todos modos se debe dotar a la instalación de los filtros pertinentes para mantener la limpieza de los circuitos.

4.2.1.7 Aislamiento de los conductos

Para los componentes que no vengan aislados de fábrica se aceptarán con aspersores válidos los que calcule el fabricante.



En el caso de las tuberías de impulsión y retorno, con mas de 40[°C] de temperatura media del fluido, se deberán evitar pérdidas de calor mayores al 4% y se tendrán unos espesores mínimos normalizados por el RITE. Estos espesores serán diferentes si se trata de tuberías que circulen por el interior o estén en contacto con el ambiente exterior.

4.2.1.8 Sala de calderas

Se considera sala de calderas aquel recinto que alberga los generadores de calor y sus equipos y componente auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento. Se considerará sala de calderas cuando la potencia de los equipos juntos sea mayor a 70 [KW]. La sala deberá de cumplir las siguientes especificaciones:

- La distancia entre equipos no será nunca inferior a 0,8 [m].
- Dispondrá de un camino interior que permitirá el paso entre los diferentes componentes que se alojen en la sala de calderas.
- En la parte frontal de las calderas existirá un espacio libre de la misma dimensión que la caldera para poder realizar operaciones de limpieza de los tubos de los intercambiadores.
- La altura mínima del techo será de 2,5 [m].
- Los requisitos mínimos de ventilación están indicados en el Reglamento de Aparatos a presión y se han calculado el anejo de ventilación de calderas del presente proyecto.
- En todos los casos las rejillas de ventilación irán protegidas por mallas metálicas y área mínima será de 5 [cm²] por KW de potencia térmica tengan los generadores de calor.



- En la sala deberá constar un plano del esquema de principio de la instalación, así como también manuales de uso y seguridad de los generadores térmicos.

4.2.2 Pliego de condiciones de Protección conta Incendios

4.2.2.1 Introducción

En este pliego de Condiciones Técnicas Particulares que compone este proyecto tiene como finalidad determinar las condiciones mínimas de seguridad de las instalaciones contra posibles incendios, así como especificar especificaciones y calidades de los materiales a emplear.

4.2.2.2 Campo de aplicación

Para la ejecución de las instalaciones contra incendios en edificios en lo referente a elementos de seguridad pasiva y activa está regulado por el Real Decreto 513/2017 de 22 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección conta Incendios. También será de obligado cumplimiento el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre y el CTE que establecen que el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios.

4.2.2.3 Materiales

Todos los materiales, equipos y sistemas de las instalación de protección contra incendios así como también el funcionamiento y mantenimiento cumplirán lo estipulado en el Reglamento de instalaciones de Protección conta Incendios aprobado por el Real Decreto 1942/1993 de 5 noviembre.



4.2.2.4 Sistemas de protección activa

En el bloque de viviendas se instalarán sistemas automáticos de detección de incendio que seguirán las especificaciones del Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre y de las norma UNE 23007. Antes de colocarse en el edificio deberán de ser certificados por los organismos pertinentes que aparecen en la reglamentación previamente citada.

Los detectores de humo serán uno de los principales sistemas de protección contra incendios, que podrán ser regulados en la sensibilidad para responder ante diferente peligros. Deberán ser capaces de detectar partículas de tamaño de a 0,01 micras, estarán homologados y se ajustaran a lo especificado en la Norma UNE 23007-7, que resume los métodos de ensayo y requisitos que deben de cumplir.

Los detectores térmicos también formaran parte del sistema de seguridad contra incendios, formados por un termovelocímetro que se activa cuanto detecta un incremento de la temperatura predeterminada en la sala de calderas. Las características de estos elementos de seguridad y requisitos a cumplir se ajustarán a la norma UNE 23007-8.

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



5 PRESUPUESTOS

5.1 Introducción

El objetivo del presente documento tiene una finalidad informativa, se busca proporcionar una idea aproximada del valor que tendrá el coste de ejecución de del proyecto, es decir, la inversión necesaria para llevarlo a cabo.

El documento consta de apartados claramente diferenciados:

- En primer lugar, se lleva a cabo la determinación de las mediciones de cada una de las unidades de obra del proyecto.
- En segundo lugar, se exponen la relación de precios de las diferentes unidades de obra y partidas alzadas.
- Por último, se presentan los presupuestos definitivos que son el resultado de sumar las unidades de obra aplicando los coeficientes correspondientes.

5.2 Mediciones

A continuación, se muestran las unidades de obra que figuran en este proyecto.

Tabla 49. mediciones de unidades de obra

Designación de la unidad de obra	Designación de la unidad	N.º de elementos iguales
N.º 1	Caldera de combustión de pellets	3



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

N.º 2	Sistema de alimentación de caldera	3
N.º 3	Depósito acumulador de ACS	10
N.º 4	Depósito interacumulador de ACS	10
N.º 5	Captador solar	133
N.º 6	Estación de bombeo ACS y captación solar	20
N.º 7	Vaso de expansión captación solar	10
N.º 8	Vaso de expansión de ACS	10
N.º 9	Estación de bombeo recirculación ACS	10
N.º 10	Estación de bombeo calefacción	10
N.º 11	Tubería de cobre 18x1	35
N.º 12	Tubería de PE-X P25	105
N.º 13	Tubería de acero negro soldado 25 [mm]	70
N.º 14	Tubería de acero negro soldado 65 [mm]	720



5.3 Cuadro de precios

5.3.1 Cuadro de precios N.º 1

Designación de la unidad de obra	Designación de la unidad	Precio en letra [€]	Precio en cifra [€]
N.º 1	Caldera de combustión de pellets	Sesenta mil quinientos cincuenta y ocho euros con ocho céntimos	60.558,08
N.º 2	Sistema de alimentación de caldera	Tres mil setecientos once euros con veinticinco céntimos	3.711,25
N.º 3	Depósito acumulador de ACS	Tres mil setecientos noventa y siete euros con trece céntimos	3797,13
N.º 4	Depósito interacumulador de ACS	Ocho mil doscientos sesenta y ocho euros con veintiún céntimos	8.268.21
N.º 5	Captador solar	Mil quinientos noventa y nueve euros con ochenta céntimos	1599,80
N.º 6	Estación de bombeo ACS y captación solar	Cuatrocientos seis euros con cincuenta y dos céntimos	406,52
N.º 7	Vaso de expansión captación solar	Ciento catorce euros con setenta y un céntimos	114,71
N.º 8	Vaso de expansión de ACS	Doscientos veintiún euros con diecisiete céntimos	221,17



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

N.º 9	Estación de bombeo recirculación ACS	Cuatrocientos cuarenta y seis euros con diez céntimos	446,10
N.º 10	Estación de bombeo calefacción	Quinientos siete euros con sesenta y cuatro céntimos	507,64
N.º 11	Tubería de cobre 18x1	Cincuenta y seis euros con sesenta y tres céntimos	56,63
N.º 12	Tubería de PE-X P25	Cincuenta y siete euros con sesenta y dos céntimos	57,62
N.º 13	Tubería de acero negro soldado 25 [mm]	Cuarenta y un euros con noventa y ocho céntimos	41,98
N.º 14	Tubería de acero negro soldado 65 [mm]	Setenta y nueve euros con veintidós céntimos	79,22

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



5.3.2 Cuadro de precios N.º 2

A continuación, se muestran los costes detallados de cada una de las unidades de obra incluyendo sus costes directos e indirectos.

5.3.2.1 Unidad de obra N.º 1 Caldera de combustión de pellets

Tabla 50. Coste de materiales unidad de obra N.º 1

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 76,8 a 256 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1911x1116x1906 [mm], aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	42.2278,93	1	42.2278,93
Motor introductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic.	1.574,63	1	1.574,63



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	79,95	1	79,95
Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 65 [mm] de diámetro y bomba de circulación, para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	3.184,43	1	3.184,43
Sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, formado por tubo de 3048 mm de acero inoxidable.	2.616, 90	1	2.616, 90
Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro.	313,95	1	313,95
Montaje de sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible.	151,13	1	151,13
Supervisión y dirección del procedimiento de ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	1.425,45	1	1.425,45
Ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	2 632,50	1	2 632,50
Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	585,00	1	585
Cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, con apertura por la parte superior.	944,78	1	944,78
Coste total de materiales			55 784,65



Tabla 51. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 1.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor.	19,56	6	117,36
Ayudante calefactor.	18,01	6	108,06
Coste total de mano de obra			225,42

Coste total de materiales.....	55.784,65 €
Coste total de mano de obra.....	225,42 €
Costes directos complementarios (2%)	1.120,20 €
Total costes directos.....	57.130,27 €
Total costes indirectos (6%)	3.427,81 €
PRECIO UNITARIO.....	60.558,08 €

5.3.2.2 Unidad de obra N.º 2 Sistema de alimentación de caldera

Tabla 52. Coste de materiales unidad de obra N.º 2

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 [m] de transportador helicoidal sinfín cerrado, para alimentación de caldera de biomasa.	2.635,43	1	2.635,43



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Incremento de precio de transportador helicoidal sinfín, por seccionamiento para su transporte y posterior empalme, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	115,05	1	115,05
Tubo de conexión, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	78,98	1	78,98
Cuadro eléctrico para motor trifásico, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	565,50	1	565,50
Coste total de materiales			3.394,96

Tabla 53. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 2.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor.	19,56	1	19,56
Ayudante calefactor.	18,01	1	18,01
Coste total de mano de obra			37,57

Coste total de materiales.....	3.394,96 €
Coste total de mano de obra.....	37,57 €
Costes directos complementarios (2%)	68,65 €
Total costes directos.....	3.501,18 €
Total costes indirectos (6%)	210,07 €
PRECIO UNITARIO.....	3.711,25 €



5.3.2.3 Unidad de obra N.º 3 Depósito acumulador de ACS

Tabla 54. Coste de materiales unidad de obra N.º 3.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 1650 l, 1400 [mm] de diámetro y 2200 [mm] de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.	3.412,50	1	3.412,50
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	15,25	4	61
Material auxiliar para instalaciones de A.C.S..	1,45	1	1,45
Coste total de materiales			3.474,95

Tabla 55. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 3.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor.	19,56	1	19,56
Ayudante calefactor.	18,01	1	18,01
Coste total de mano de obra			37,57

Coste total de materiales.....3.474,95 €



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Coste total de mano de obra.....	37,57 €
Costes directos complementarios (2%)	70,25 €
Total costes directos.....	3.582,20€
Total costes indirectos (6%)	214.93 €
PRECIO UNITARIO.....	3797,13 €

5.3.2.4 Unidad de obra N.º 4 Deposito interacumulador de ACS

Tabla 56. Coste de materiales unidad de obra N.º 4.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, de capacidad de 1500 l con dimensiones de altura 2,280 [m] y diámetro de 1,2 [m]. Con aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC y con protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.	7.5000,000	1	7.5000,000
Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1" de diámetro, tarada a 6 bar de presión.	4,42	1	4,42
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	36,66	2	73,32
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	15,25	2	30,50
Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,45	1	1,45



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Coste total de materiales	7.609,69
----------------------------------	-----------------

Tabla 57. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 4.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor.	19,56	1	19,56
Ayudante calefactor.	18,01	1	18,01
Coste total de mano de obra			37,57

Coste total de materiales.....	7.609,69 €
Coste total de mano de obra.....	37,57 €
Costes directos complementarios (2%)	152,94 €
Total costes directos.....	7.800,20€
Total costes indirectos (6%)	468.02 €
PRECIO UNITARIO.....	8.268.21 €



5.3.2.5 Unidad de obra N.º 5 Captador solar

Tabla 58. Coste de materiales unidad de obra N.º 5.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,1 [m ²], rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 [mm] de espesor y alta transmitancia (70%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 [mm] de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.	391,00	2	782,00
Bastidor, para cubierta inclinada, para captador solar térmico.	80,00	2	160,00
Juego de fijación, para cubierta inclinada, para bastidor de captador solar térmico.	58,90	2	117,80
Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	91,67	1	91,67



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	72,75	1	72,75
Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C	38,80	1	38,80
Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.	2,30	1	2,30
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,81	2	19,62
Coste total de materiales			1.291,84

Tabla 59. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 5.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor.	19,56	5	97,80
Ayudante calefactor.	18,01	5	90,05
Coste total de mano de obra			187,85

Coste total de materiales.....	1.291,84 €
Coste total de mano de obra.....	187,85 €
Costes directos complementarios (2%)	29,59 €
Total costes directos.....	1509,28 €



Total costes indirectos (6%)90,56 €

PRECIO UNITARIO.....1599,80 €

5.3.2.6 Unidad de obra N.º 6 Estación de bombeo ACS y captación solar

Tabla 60. Coste de materiales unidad de obra N.º 6.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Bomba circuladora, de rotor húmedo, de hierro fundido, para instalación solar térmica, modelo MR S 25/40-130 "EBARA", eje de acero inoxidable, cojinetes de grafito, camisa de motor y plato separador de acero inoxidable AISI 316, presión máxima de trabajo 10 bar, rango de temperatura del líquido conducido de -10 a 110°C (con capacidad de soportar picos de hasta 140°C, con una duración máxima de 5 minutos), aislamiento clase H, protección IP44, alimentación monofásica a 230 V.	203,00	1	203,00
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,81	2	19,62
Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 [mm] de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	12,88	1	12,88



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Válvula de retención de latón para roscar de 1".	5,18	1	5,18
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 [mm], con toma vertical, para montaje roscado de 1", escala de presión de 0 a 5 bar.	11,00	1	11,00
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	4,13	2	8,26
Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 [mm ²] de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3.	0,43	9	3,87
Coste total de materiales			263,81

Tabla 61. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 6.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª instalador de climatización.	19,56	3	58,68
Ayudante de instalador de climatización.	18,01	3	54,03
Coste total de mano de obra			112,71

Coste total de materiales.....263,81 €

Coste total de mano de obra.....112,71 €

Costes directos complementarios (2%)6,99 €



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Total costes directos.....383,51 €
Total costes indirectos (6%)23,01 €
PRECIO UNITARIO.....406,52 €

5.3.2.7 Unidad de obra N.º 7 Vaso de expansión captación solar

Tabla 62. Coste de materiales unidad de obra N.º 7.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Vaso de expansión, capacidad 5 l, de 190 mm de altura y 270 [mm] de diámetro, con rosca de 1" de diámetro y 10 bar de presión.	14,55	1	14,55
Conexión para vasos de expansión, formada por soportes y latiguillos de conexión.	61,75	1	61,75
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1", escala de presión de 0 a 5 bar.	11	1	11
Coste total de materiales			87,30

Tabla 63. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 7.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	0,5	9,78



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Ayudante calefactor	18,01	0,5	9,01
Coste total de mano de obra			18,79

Coste total de materiales.....	87,30 €
Coste total de mano de obra.....	18,79 €
Costes directos complementarios (2%)	2,13 €
Total costes directos.....	108,22 €
Total costes indirectos (6%)	6,49 €
PRECIO UNITARIO.....	114,71 €

5.3.2.8 Unidad de obra N.º 8 Vaso de expansión de ACS

Tabla 64. Coste de materiales unidad de obra N.º 8.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 80 l, presión máxima 10 bar.	156,00	1	156,00
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 [mm], con toma vertical, para montaje roscado de 1", escala de presión de 0 a 5 bar.	11,00	1	11,00
Coste total de materiales			167,00



Tabla 65. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 8.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	1	19,56
Ayudante calefactor	18,01	1	18,01
Coste total de mano de obra			37,57

Coste total de materiales.....	167,00 €
Coste total de mano de obra.....	37,57 €
Costes directos complementarios (2%)	4,09€
Total costes directos.....	208,66 €
Total costes indirectos (6%)	12,51 €
PRECIO UNITARIO.....	221,17 €

5.3.2.9 Unidad de obra N.º 9 Estación de bombeo recirculación ACS

Tabla 66. Coste de materiales unidad de obra N.º 9.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 18 [mm].	4,13	4	16,92
Válvula de retención de latón para roscar de 18 [mm].	2,86	1	2,86



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 [mm] de diámetro, con rosca de 18 [mm], para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	4,98	1	4,98
Bomba circuladora, de rotor húmedo, de hierro fundido, con motor de imán permanente, con variador de frecuencia incorporado y ventilación automática, modelo Ego 15/40-130 "EBARA", de 130 [mm] de longitud, impulsor de tecnopolímero, eje motor y cojinetes de cerámica, conexiones roscadas de 18mm de diámetro, presión máxima de trabajo 10 bar, rango de temperatura del líquido conducido de 5 a 95°C, aislamiento clase H, protección IP44, alimentación monofásica a 230 V.	236,00	1	236,00
Manguito antivibración, de goma, con rosca de 18 [mm], para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	12,13	2	24,26
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 18 [mm], escala de presión de 0 a 5 bar.	11,00	1	11,00
Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3.	0,43	9	3,87
Coste total de materiales			299,89



Tabla 67. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 9.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª instalador de climatización.	19,56	3	58,68
Ayudante de instalador de climatización.	18,01	3	54,03
Coste total de mano de obra			112,71

Coste total de materiales.....	299,89 €
Coste total de mano de obra.....	112,71 €
Costes directos complementarios (2%)	8,25 €
Total costes directos.....	420,85 €
Total costes indirectos (6%)	25,25 €
PRECIO UNITARIO.....	446,10 €

5.3.2.10 Unidad de obra N.º 10 Estación de bombeo calefacción

Tabla 68. Coste de materiales unidad de obra N.º 10.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 25 [mm].	9,81	2	19,62
Válvula de retención de latón para roscar de 25 [mm].	5,18	1	5,18



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 [mm] de diámetro, con rosca de 25 [mm], para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C	12,88	1	12,88
Bomba circuladora electrónica, cuerpo de latón, de rotor húmedo, libre de mantenimiento, motor con control electrónico de velocidad, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HEL 60-25/110 "POLYTHERM", con condensador, conexiones roscadas, de 110 [mm] de longitud.	280,00	1	280,00
Manguito antivibración, de goma, con rosca de 25 [mm], para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	12,13	2	24,26
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 25 [mm], escala de presión de 0 a 5 bar.	11,00	1	11,00
Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 [mm ²] de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3.	0,43	9	3,87
Coste total de materiales			356,81



Tabla 69. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 10.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª instalador de climatización.	19,56	3	58,68
Ayudante de instalador de climatización.	18,01	3	54,03
Coste total de mano de obra			112,71

Coste total de materiales.....	356,81 €
Coste total de mano de obra.....	112,71 €
Costes directos complementarios (2%)	9,39 €
Total costes directos.....	478,91€
Total costes indirectos (6%)	28,73 €
PRECIO UNITARIO.....	507,64 €

5.3.2.11 Unidad de obra N.º 11 Tubería de cobre 18x1

Tabla 70. Coste de materiales unidad de obra N.º 11.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 16/18 [mm] de diámetro.	0,30	1	0,30



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	1	11,68
Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 16/18 [mm] de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,30	1	7,30
Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 19 [mm] de diámetro interior y 32 [mm] de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	14,35	1	14,35
Coste total de materiales			33,63

Tabla 71. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 11.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	0,5	9,78
Ayudante calefactor	18,01	0,5	9,01
Coste total de mano de obra			18,79

Coste total de materiales.....	33,63 €
Coste total de mano de obra.....	18,79 €
Costes directos complementarios (2%)	1,04 €
Total costes directos.....	53,43 €



Total costes indirectos (6%)3.20 €

PRECIO UNITARIO.....56,63 €

5.3.2.12 Unidad de obra N.º 11 Tubería de PE-X P25

Tabla 72. Coste de materiales unidad de obra N.º 12.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polietileno reticulado (PE-X), serie 3,2, de 25 [mm] de diámetro exterior.	0,17	1	0.17
Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	1	11,68
Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 3,2, de 25 [mm] de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,3 [mm] de espesor, suministrado en rollos, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales..	4,07	1	4,07
Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 29 [mm] de diámetro interior y 33,5 [mm] de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	18,59	1	18,59
Coste total de materiales			34,51



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Tabla 73. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 12.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	0,5	9,78
Ayudante calefactor	18,01	0,5	9,01
Coste total de mano de obra			18,79

Coste total de materiales.....	34,51 €
Coste total de mano de obra.....	18,79 €
Costes directos complementarios (2%)	1,06 €
Total costes directos.....	54,36 €
Total costes indirectos (6%)	3,26 €
PRECIO UNITARIO.....	57,62 €

5.3.2.13 Unidad de obra N.º 13 Tubería de acero negro soldado 25 [mm]

Tabla 74. Coste de materiales unidad de obra N.º 13.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 1" DN 25 [mm].	0,51	1	0,51



**“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE
VIVIENDAS”**

Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	1	11,68
Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1" DN 25 [mm] de diámetro y 3,2 [mm] de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,78	1	7,78
Coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 22,0 [mm] de espesor (equivalente a 30,0 [mm] de RITE IT 1.2.4.2) de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	9,87	1	9,87
Coste total de materiales			29,84

Tabla 75. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 13.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	0,5	9,78
Ayudante calefactor	18,01	0,5	9,01
Coste total de mano de obra			18,79

Coste total de materiales.....29,84 €

Coste total de mano de obra.....18,79 €

Costes directos complementarios (2%)0,97 €



Total costes directos.....39,60 €
Total costes indirectos (6%)2,38 €
PRECIO UNITARIO.....41,98 €

5.3.2.14 Unidad de obra N.º 14 Tubería de acero negro soldado 65 [mm]

Tabla 76. Coste de materiales unidad de obra N.º 14.

Descripción	Precio unitario	Und.	Importe total €
Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2 1/2" DN 65 [mm].	1,06	1	1,06
Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	1	11,68
Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 2 1/2" DN 65 [mm] de diámetro y 3,6 [mm] de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	20,88	1	20,88
Coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 27,0 [mm] de espesor (equivalente a 30,0 [mm] de RITE IT 1.2.4.2) de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	20,87	1	20,87
Coste total de materiales			54,49



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

Tabla 77. Coste de mano de obra de unidad de obra N.º 14.

Personal	Precio / hora	N.º horas	Importe total €
Oficial 1ª calefactor	19,56	0,5	9,78
Ayudante calefactor	18,01	0,5	9,01
Coste total de mano de obra			18,79

Coste total de materiales.....	54,49 €
Coste total de mano de obra.....	18,79 €
Costes directos complementarios (2%)	1,46 €
Total costes directos.....	74,74 €
Total costes indirectos (6%)	4,48 €
PRECIO UNITARIO.....	79,22 €

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



5.4 Presupuestos

5.4.1 Presupuesto de Ejecución de Material

Tabla 77. Presupuesto de Ejecución de Material

Designación de la unidad de obra	Designación de la unidad	Medición unidades	Precio unitario [€]	Presupuesto [€]
N.º 1	Caldera de combustión de pellets	3	60.558,08	181.674,24
N.º 2	Sistema de alimentación de caldera	3	3.711,25	11.133,75
N.º 3	Depósito acumulador de ACS	10	3797,13	37.971,30
N.º 4	Depósito interacumulador de ACS	10	8.268,21	82.682,10
N.º 5	Captador solar	133	1599,80	212.773,40
N.º 6	Estación de bombeo ACS y captación solar	20	406,52	8.130,40
N.º 7	Vaso de expansión captación solar	10	114,71	1.147,10
N.º 8	Vaso de expansión de ACS	10	221,17	2.211,70
N.º 9	Estación de bombeo recirculación ACS	10	446,10	4.461,00



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

N.º 10	Estación de bombeo calefacción	10	507,64	5.076,40
N.º 11	Tubería de cobre 18x1	35	56,63	1.982,05
N.º 12	Tubería de PE-X P25	105	57,62	6.050,10
N.º 13	Tubería de acero negro soldado 25 [mm]	70	41,98	2.938,60
N.º 14	Tubería de acero negro soldado 65 [mm]	720	79,22	57.038,40
Precio Total				615.270,54

El presupuesto de Ejecución de Material asciende a la cantidad de SEISCIENTOS QUINCE MIL DOSCIENTOS SETENTA EUROS Y CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS, 615.270,54 €.

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

5.4.2 Presupuesto de Ejecución por Contrata

Presupuesto de Ejecución de Material	615.270,54 €
Gastos generales (14,5 %)	89.214,23 €
Beneficio Industrial (6 %)	36916,23 €
TOTAL PARCIAL	741.401 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	741.401 €

El presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de SETECIENTOS CUARENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS UN EUROS, 741.401 €.

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

5.4.3 Presupuesto Total

Presupuesto de Ejecución por Contrata.....	741.401 €
Control de calidad (2% del PEM)	12.305,41 €
Dirección de obra (3% del PEM)	18.458,11 €
TOTAL PARCIAL.....	772.164,52 €
I.V.A (21%)	162.154,55 €
TOTAL PRESUPUESTO TOTAL.....	934.319,07 €

El presupuesto Total asciende a la cantidad de NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS, 934.319,07 €.

En Burgos, a 29 de junio de 2021

Fdo. Saúl Álvarez Fuente



6 Referencias

- [1] Zona climática, (Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 43)
- [2] Espacio habitable, (Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 37).
- [3] Espacio no habitable, (Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 38)
- [4] Espacio habitable acondicionado, (Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE), 2019, pág. 37).
- [5] (Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X).

7 Bibliografía

- (ATCYR), A. T. (2010). *Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria*. Madrid: Ahorra Energía.
- (IDAE), I. p. (2009). *Instalaciones de biomasa térmica en Edificios*. Madrid.
- Aurelio Alamán, J. L. (2007). *Criterio de Cálculo y Diseño de Tuberías en la Edificación*. Madrid: ATCYR.



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“CENTRALIZACIÓN DE INSTALACIONES TÉRMICAS MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES PARA UNA AGRUPACIÓN DE BLOQUES DE VIVIENDAS”

- CYPE INGENIEROS, S. (2021). *Generador de Precios*. Obtenido de <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>
- Documento Básico de Ahorro de la Energía (DB-HE). (2019). Ministerio de Fomento.
- Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. (2016). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Perez, J. G. (1999). *Esquemas Hidráulicos de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria*. Madrid: Clima Noticias.
- Pérez, J. G. (2007). *Esquemas Hidráulicos de Calefacción, ACS y Energía Solar Térmica*. Madrid: El instalador.
- Valeriano Ruiz Hernández, J. C. (2015). *Fundamentos de Energía Solar para ACS y Climatización. Buenas Prácticas*. Madrid: ATCYR.

8 ANEXOS

8.1 Estudio de certificación energética

8.2 Solicitud Archivo Municipal Burgos

8.3 Documentos del Archivo Municipal

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio Manuel Muñoz Guillen		
Dirección	Calle Manuel Muñoz Guillen		
Municipio	Burgos	Código Postal	09007
Provincia	Burgos	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	E1	Año construcción	2005
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	5304801VM4950S		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☒ Vivienda ☐ Unifamiliar ☒ Bloque ☒ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Saúl Álvarez Fuente	NIF(NIE)	13173215-B
Razón social	Estudiante	NIF	13173215-B
Domicilio	Calle Manuel Muñoz Guillen 11 2ºD		
Municipio	Burgos	Código Postal	09007
Provincia	Burgos	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail:	saf0015@alu.ubu.es	Teléfono	657 24 98 11
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero mecánico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
< 46.9 A 46.9-72.1 B 72.1-107.5 C 107.5-160.1 D 160.1-358.8 E 358.8-419.8 F ≥ 419.8 G 206.7 E	< 10.4 A 10.4-16.1 B 16.1-24.0 C 24.0-35.7 D 35.7-82.9 E 82.9-97.0 F ≥ 97.0 G 43.8 E

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 08/07/2021

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	22402.08
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada 1 - Amarilla	Fachada	855.0	0.49	Conocidas
Terraza áticos	Cubierta	1021.4	0.50	Conocidas
Suelo en voladizo	Suelo	416.784	0.46	Conocidas
Fachada 1 - Verde	Fachada	1012.4	0.50	Conocidas
Fachada 2 - Verde	Fachada	380.93	0.50	Conocidas
Fachada 2 - Amarilla	Fachada	351.32	0.49	Conocidas
Fachada 3 - Amarilla	Fachada	99.14	0.49	Conocidas
Fachada 3 - Verde	Fachada	145.3	0.50	Conocidas
Fachada 4 - Verde	Fachada	316.14	0.50	Conocidas
Fachada 4 - Amarilla	Fachada	442.34	0.49	Conocidas
Fachada 5 - Amarilla	Fachada	942.5	0.49	Conocidas
Fachada 5 - Verde	Fachada	587.284	0.50	Conocidas
Fachada 6 - Verde	Fachada	312.67	0.50	Conocidas
Fachada 6 - Amarilla	Fachada	446.48	0.49	Conocidas
Fachada 7 - Amarilla	Fachada	40.24	0.49	Conocidas
Fachada 7 - Verde	Fachada	66.69	0.50	Conocidas
Fachada 8 - Verde	Fachada	378.14	0.50	Conocidas
Fachada 8 - Amarilla	Fachada	356.96	0.49	Conocidas
Planta 1 - Locales	Partición Interior	1196.316	1.20	Por defecto
Suelo de planta baja con garaje	Partición Interior	2018.089	0.44	Estimadas
Cubiertas inclinadas - Atico	Partición Interior	2042.85	0.49	Estimadas

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubiertas planas	Cubierta	429.36	0.49	Conocidas
Techos Voladizo	Cubierta	399.918	0.51	Conocidas
Planta 0 - Locales	Partición Interior	314.75	0.53	Estimadas
Fachada 1 - Blanca	Fachada	699.565	0.49	Conocidas
Fachada 2 - Blanca	Fachada	281.954	0.49	Conocidas
Fachada 3 - Blanca	Fachada	39.96	0.49	Conocidas
Fachada 4 - Blanca	Fachada	286.97	0.49	Conocidas
Fachada 5 - Blanca	Fachada	587.59	0.49	Conocidas
Fachada 6 - Blanca	Fachada	376.35	0.49	Conocidas
Fachada 7 - Blanca	Fachada	56.52	0.49	Conocidas
Fachada 8 - Blanca	Fachada	282.56	0.49	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1_F2	Hueco	67.2	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F1	Hueco	129.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F4	Hueco	14.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F5	Hueco	129.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F6	Hueco	14.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F7	Hueco	24.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F8	Hueco	67.2	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F1	Hueco	108.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F2	Hueco	54.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F4	Hueco	14.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F5	Hueco	100.8	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F6	Hueco	14.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F7	Hueco	25.2	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F8	Hueco	54.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V3_F1	Hueco	46.24	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V3_F5	Hueco	63.58	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F1	Hueco	36.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F2	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F3	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F5	Hueco	32.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F7	Hueco	14.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F8	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F1	Hueco	18.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F2	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F3	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F5	Hueco	18.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F7	Hueco	8.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F8	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F2	Hueco	6.12	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F5	Hueco	6.12	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F7	Hueco	6.12	3.44	0.63	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V7_F8	Hueco	6.12	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V9_F5_B	Hueco	14.28	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV17_F2_B	Hueco	8.49	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V19_F3	Hueco	5.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V21_F3	Hueco	5.5	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V10_F4	Hueco	8.34	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V22_F4	Hueco	5.82	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V10_F5	Hueco	13.9	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV14_F5_B	Hueco	36.44	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V20_F5	Hueco	40.07	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V22_F5	Hueco	17.45	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V23_F5_B	Hueco	5.76	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V10_F6	Hueco	8.34	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V22_F6	Hueco	11.63	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V19_F7	Hueco	5.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V20_F7	Hueco	8.59	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V21_F7	Hueco	5.5	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V1_F1_A	Hueco	110.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F1_A	Hueco	90.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F1_B	Hueco	39.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V3_F1_B	Hueco	2.89	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F1_B	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V6_F1_B	Hueco	8.64	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F1_B	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V12_F1_B	Hueco	5.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV13_F1_B	Hueco	17.41	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV14_F1_B	Hueco	27.33	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F1_B	Hueco	34.74	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V16_F1_B	Hueco	10.26	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V18_F1_B	Hueco	25.48	5.36	0.70	Conocido	Conocido
PV25_F1_B	Hueco	9.84	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F2_B	Hueco	12.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F2_B	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V6_F2_B	Hueco	5.76	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F2_B	Hueco	2.04	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV13_F2_B	Hueco	8.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV14_F2_B	Hueco	9.11	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F2_B	Hueco	17.37	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V16_F2_B	Hueco	2.57	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV25_F2_B	Hueco	3.28	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV11_F3_B	Hueco	2.96	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V23_F3_B	Hueco	0.64	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F4_B	Hueco	1.8	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F4_B	Hueco	3.86	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F5_B	Hueco	63.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V7_F5_B	Hueco	10.2	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV8_F5_B	Hueco	14.28	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V12_F5_B	Hueco	16.2	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV13_F5_B	Hueco	17.41	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F5_B	Hueco	11.58	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V18_F5_B	Hueco	16.98	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V22_F5_B	Hueco	11.63	5.36	0.70	Conocido	Conocido
PV25_F5_B	Hueco	6.56	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F2_A	Hueco	52.8	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F4_A	Hueco	9.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F5_A	Hueco	110.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F6_A	Hueco	9.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F7_A	Hueco	24.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V1_F8_A	Hueco	52.8	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F2_A	Hueco	45.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F4_A	Hueco	12.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F5_A	Hueco	84.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F6_A	Hueco	12.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F7_A	Hueco	19.8	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F8_A	Hueco	45.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V3_F1_A	Hueco	40.46	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V3_F5_A	Hueco	52.02	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F1_A	Hueco	32.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F2_A	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F3_A	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F5_A	Hueco	28.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F7_A	Hueco	10.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V4_F8_A	Hueco	6.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F1_A	Hueco	14.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F2_A	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F3_A	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F5_A	Hueco	14.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F7_A	Hueco	8.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F8_A	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F2_A	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F5_A	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F7_A	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F8_A	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V10_F4_A	Hueco	3.34	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V10_F5_A	Hueco	13.9	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V10_F6_A	Hueco	5.56	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V19_F3_A	Hueco	5.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V19_F7_A	Hueco	5.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V20_F5_A	Hueco	17.74	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V20_F7_A	Hueco	5.72	5.36	0.70	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V21_F3_A	Hueco	3.66	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V21_F7_A	Hueco	3.66	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V22_F4_A	Hueco	5.82	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V22_F5_A	Hueco	11.63	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V22_F6_A	Hueco	5.82	5.36	0.70	Conocido	Conocido
V2_F6_B	Hueco	5.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F7_B	Hueco	12.6	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V2_F8_B	Hueco	23.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV5_F8_B	Hueco	4.0	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V6_F8_B	Hueco	5.76	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F8_B	Hueco	2.04	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV14_F8_B	Hueco	9.11	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F8_B	Hueco	11.58	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V16_F8_B	Hueco	2.57	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV17_F8_B	Hueco	8.49	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V7_F7_B	Hueco	2.04	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV14_F7_B	Hueco	9.11	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV15_F7_B	Hueco	11.58	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV8_F7_B	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V9_F7_B	Hueco	4.08	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV11_F7_B	Hueco	5.92	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V12_F7_B	Hueco	5.4	3.44	0.63	Conocido	Conocido
V23_F7_B	Hueco	2.56	5.36	0.70	Conocido	Conocido
PV8_F6_B	Hueco	2.04	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV13_F6_B	Hueco	8.7	3.44	0.63	Conocido	Conocido
PV25_F6_B	Hueco	3.28	3.44	0.63	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	74.2	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	22232.0
---	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	74.2	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	E1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
< 10.4A 10.4-16.1B 16.1-24.0C 24.0-35.7D 35.7-82.9E 82.9-97.0F ≥ 97.0G	43.8E	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	E	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	G	
		36.78		6.99		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	-	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
			0.00		-	

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

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	0.00	0.00
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	43.77	980583.24

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
< 46.9A 46.9-72.1B 72.1-107.5C 107.5-160.1D 160.1-358.8E 358.8-419.8F ≥ 419.8G	206.7E	CALEFACCIÓN		ACS			
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	G		
		173.70		33.00			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	-	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
				0.00		-	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 15.7 A 15.7-36.3 B 36.3-65.5 C 65.5-109.6 D 109.6-189.5 E 189.5-206.5 F ≥ 206.5 G	108.3 D	No calificable	
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

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

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Calderas de Biomasa con Apoyo solar para ACS

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	< 46.9 A		< 10.4 A
	46.9-72.1 B		10.4-16.1 B
	72.1-107.5 C		16.1-24.0 C
	107.5-160.1 D		24.0-35.7 D
	160.1-358.8 E		35.7-82.9 E
	358.8-419.8 F		82.9-97.0 F
	≥ 419.8 G		≥ 97.0 G
	11.5 A		2.4 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	No calificable
< 15.7 A	
15.7-36.3 B	
36.3-65.5 C	
65.5-109.6 D	
109.6-189.5 E	
189.5-206.5 F	
≥ 206.5 G	
108.3 D	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	126.23	13.5%	0.00	-%	9.03	67.5%	-	-%	135.26	22.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	10.73	A 93.8%	0.00	- -%	0.77	A 97.7%	- -	-%	11.50	A 94.4%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	2.27	A 93.8%	0.00	- -%	0.16	A 97.7%	- -	-%	2.43	A 94.4%
Demanda [kWh/m² año]	108.3 1	D 0.0%	0.00	- -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	08/07/2021
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR



DATOS DEL SOLICITANTE

Apellidos		Nombre	
Álvarez Fuente		Saúl	
DNI / Pasaporte	Teléfono/s	Correo electrónico	
13173215-B	657 24 98 11	saf0015@alu.ubu.es	
Domicilio		Provincia	Código Postal
Calle Manuel Muñoz Guillen 11 2ºD		Burgos	09007

SOLICITA ¹

¹ Se debe hacer constar el motivo y el objeto de la solicitud. Se deben indicar los documentos a publicar.

Poder incluir los documentos que se citan seguidamente en el Trabajo de Fin de Grado del solicitante:

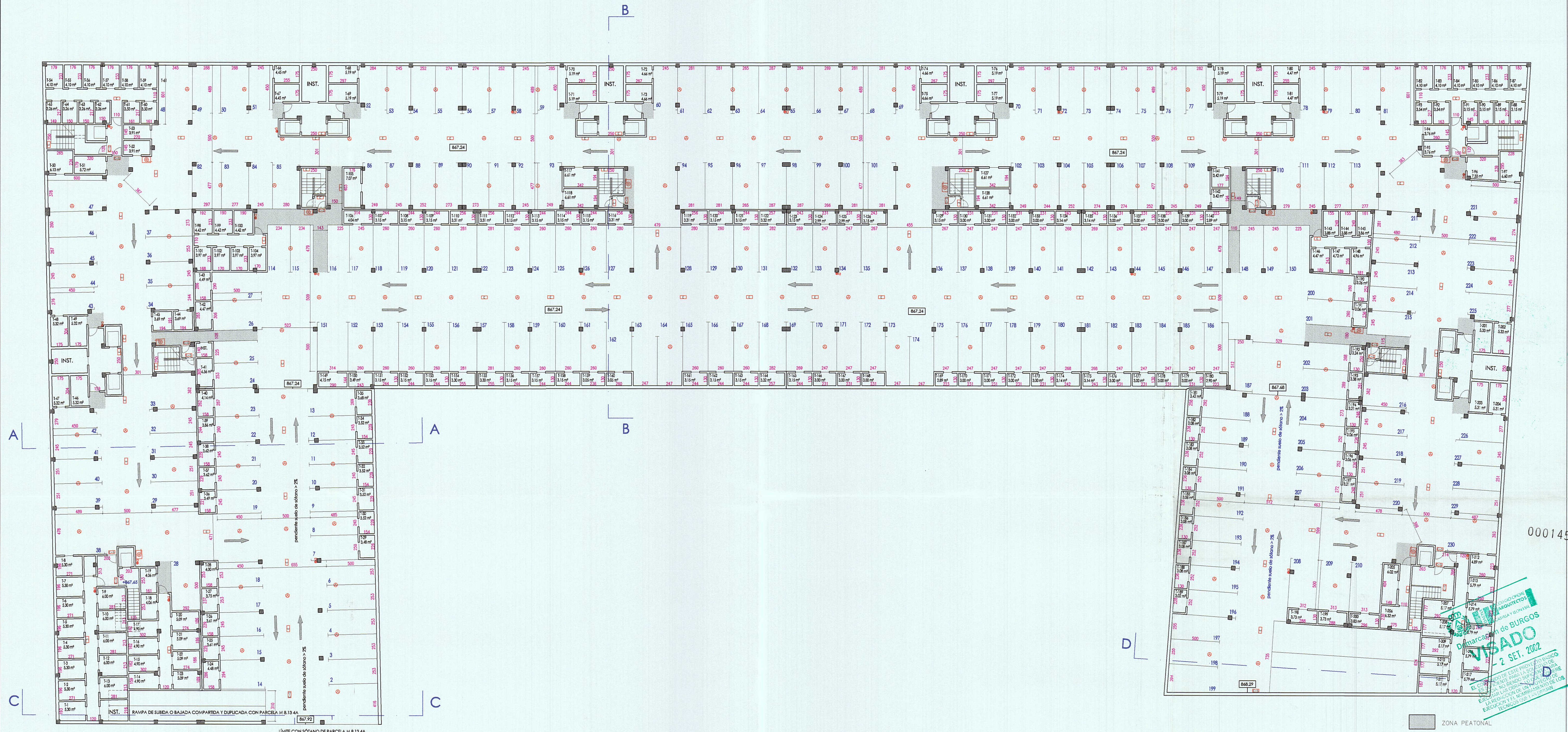
- Una copia de los planos 5,15 y 20 del expediente AD-12947/1.
- Una copia de los planos del nº6 al 10 de la 4ª pieza, el plano AM-21 de la 8ª pieza y 10 paginas de la memoria del expediente AD-12947/1.

y admitida la presente instancia y autorizada la petición, me comprometo a:

- cumplir la legislación vigente en materia de protección de datos de carácter personal y propiedad Intelectual.
- la publicación de las reproducciones se autoriza exclusivamente para la finalidad que motiva la solicitud.
- remitir al Archivo Municipal de Burgos **dos** ejemplares de la obra editada y en las publicaciones digitales se facilitará la dirección URL.
- citar la procedencia de los documentos publicados como: A.M.Bu. + signature.

Burgos, a 8 de 07 de 2021

(Firma del interesado)



PLANTA SÓTANO 230 plazas de aparcamiento 217 trasteros

TOTAL SUPERFICIE UTIL TRASTEROS	885.04 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA TRASTEROS	1.206.62 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA ELEMENTOS COMUNES	356.52 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA APARCAMIENTO + VIALES	5.612.52 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA PLANTA SÓTANO	7.175.66 m ²

AYUNTAMIENTO DE BURGOS
SECCION DE OBRAS
Aprobado en las condiciones
que se determinan en el
acuerdo de 13 SEP. 2002
EL SECRETARIO
P. D.
EL JEFE DE LA SECCION.

CPI-96		
	LAMPARA DE EMERGENCIA	
	EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	
	EXTINTOR 21A-113B	
	DETECTOR DE HUMOS	
	BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA	

Proyecto
BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS
EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13
"COPRASA ESTE"
-BURGOS-

Fecha	Escala	Numero
AGOSTO 2002	1/200	5

Plano
SÓTANO
Cotas, Superficies, C.P.I.
Niveles de suelo acabado

Propiedad
COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO
Arquitecto
L. C. BRETANA
BRETANA Y ASOCIADOS.

000145

VISADO
- 2 SET. 2002

PORTAL H

EL CONVENIDO DE ESTE PROYECTO BASICO
ES SUFICIENTE PARA LA SOLICITUD DE
LICENCIA, NO SIENDO SUFICIENTE PARA
EJECUTAR LAS OBRAS, LO QUE REQUIERE
LA REDACCION DE UN PROYECTO DE
EJECUCION Y EL NOMBRAMIENTO DE LOS
TECNICOS QUE LAS DISEÑAN.

Aprobado en las condiciones
que se determinan en el
acuerdo de 13 SEP 2002

EL SECRETARIO
PORTAL I. P. D.
EL JEFE DE LA SECCION,

BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS
EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13
"COPRASA ESTE" —BURGOS—

AGOSTO
2002

 $1/300$

6

PLANTA BAJA

Distribución general

COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO

 **ARQUITECTOS S.L.**
BRETAÑA Y ASOCIADOS.

[illegible]

PORTALH
- 2 SET. 2002

EL CONTENIDO DE ESTE PROYECTO BASICO ES SUFICIENTE PARA LA SOLICITUD DE LICENCIA NO SIENDO SUFICIENTE PARA EJECUTAR LAS OBRAS. LO QUE REQUIERE LA REDACCION DE UN PROYECTO DE EJECUCION Y EL NOMBRAMIENTO DE LOS TECNICOS QUE LAS DIRIJAN

Aprobado en las condiciones
que se determinan en el
acuerdo de 13 SEP 2002

EL SECRETARIO
P. D.
EL JEFE DE LA SECCION,
PORTAL

BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS
EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13
"COPRASA ESTE" —BURGOS—

AGOSTO
2002

1/300

7

PLANTA PRIMERA

Distribución general

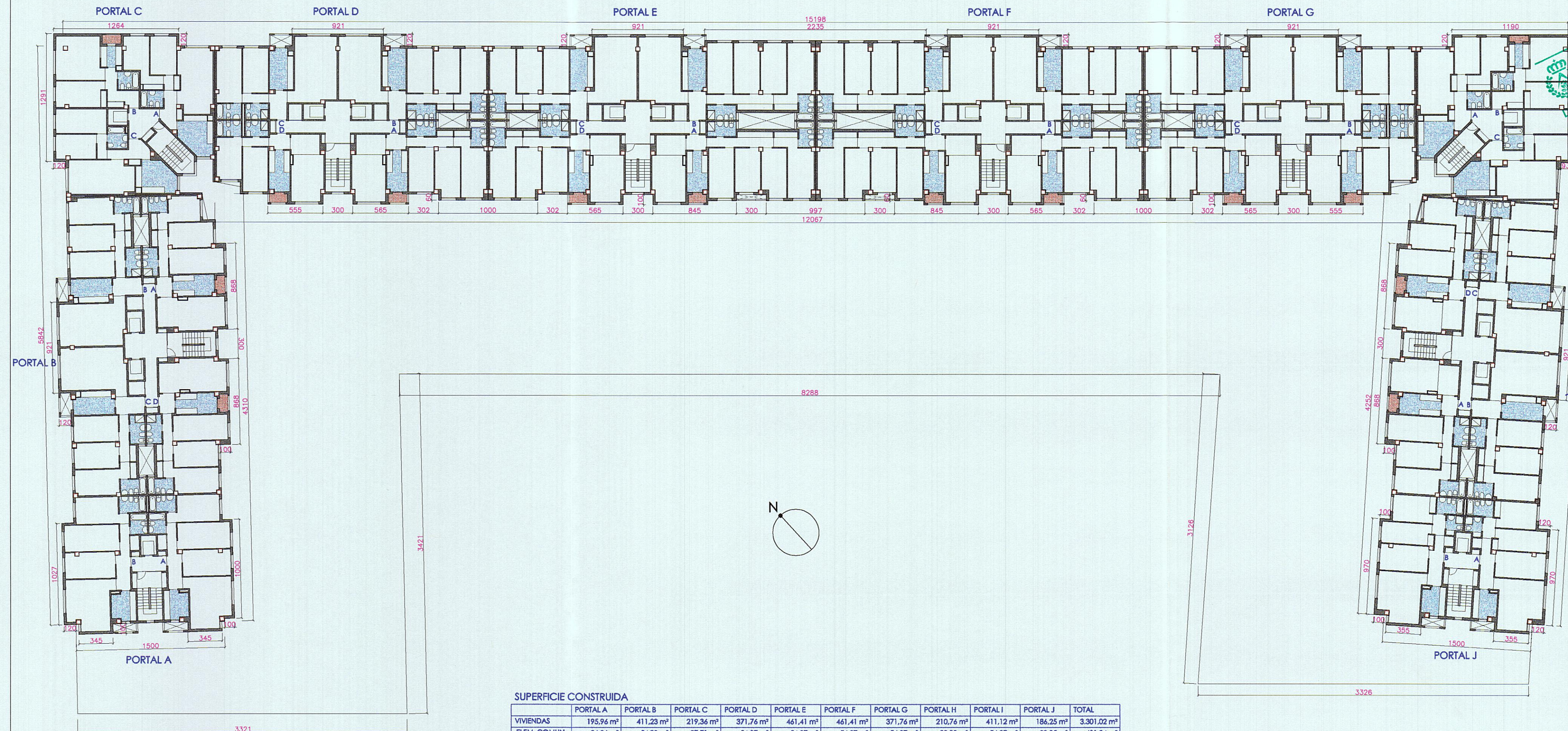
COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO

L. C. BRETAÑA



ARQUITECTOS S

BRETAÑA Y ASOCIADOS

[illegible]



921 5850

Aprobado en las condiciones
se determinan en el
13 SEP 2002
PORTALI
EL SECRETARIO
P. D.
EL JEFE DE LA SECCION.

BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS
EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13
"COPRASA ESTE" —BURGOS—

AGOSTO
2002

 $1/300$

8

PLANTA 2ª, 3ª Y 4ª
Distribución general

COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO

L. C. BRETAÑA



ARQUITECTOS S.R.L.

BREÑA Y ASOCIADOS

[illegible]

[illegible]

Fecha	Escala	Numero
AGOSTO 2002	1/300	9

Propiedad

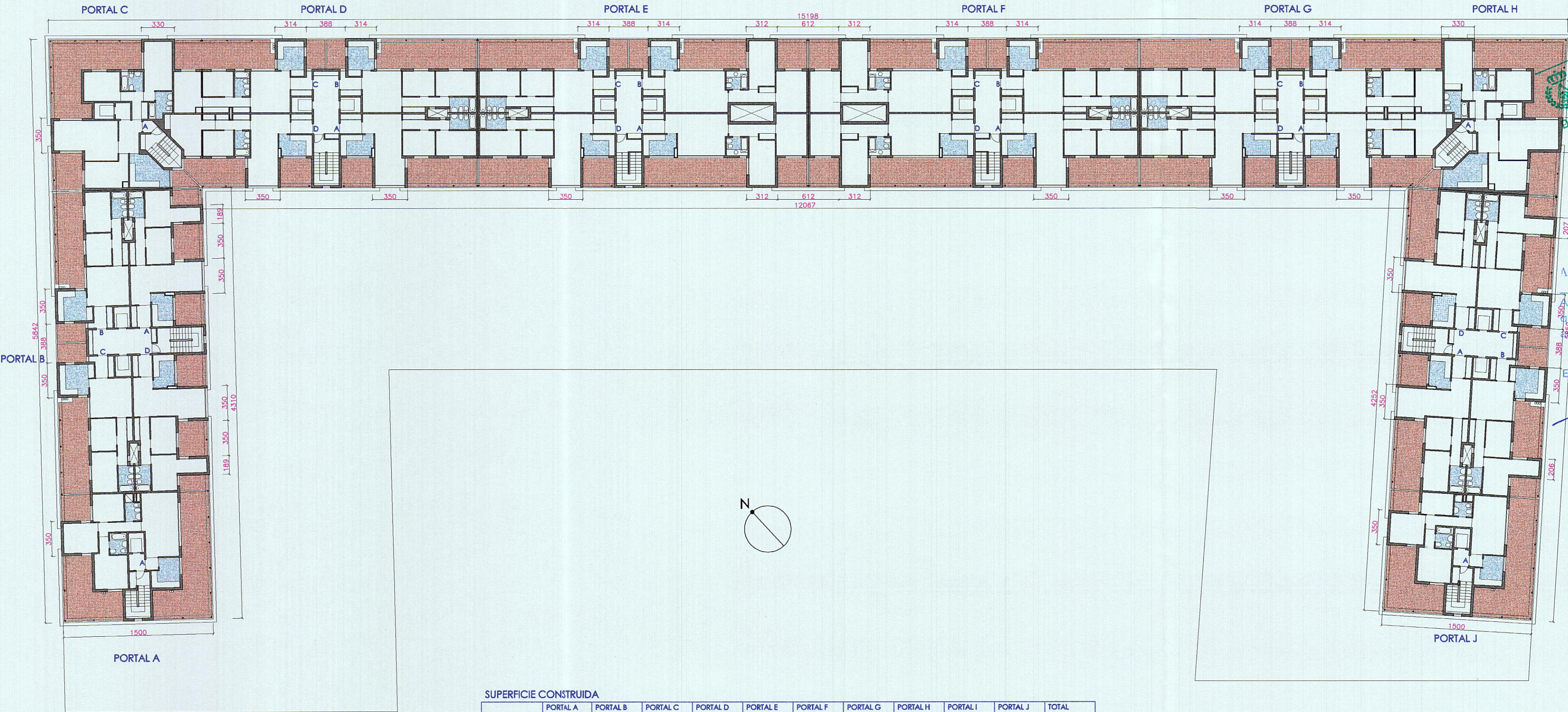
COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO

Arquitecto

L. C. BRETAÑA

ARQUITECTOS S.L.

BRETAÑA Y ASOCIADOS.



COLEGIO OFICIAL
DE ARQUITECTOS
DE CASTILLA Y LEÓN ESTE
Demarcación de BURGOS
VISADO
- 2 SET. 2002
EL CONTENIDO DE ESTE PROYECTO BÁSICO
ES SUFICIENTE PARA LA SOLICITUD DE
LICENCIA, NO SIENDO SUFICIENTE PARA
EJECUTAR LAS OBRAS. LO QUE REQUIERE
LA REDACCIÓN DE UN PROYECTO DE
EJECUCIÓN Y EL NOMBRAMIENTO DE LOS
TÉCNICOS QUE LAS DIRIJAN

AYUNTAMIENTO DE BURGOS
SECCION DE OBRAS
Aprobado en las condiciones
que se determinan en el
Acuerdo de 13 SEP 2002
SECRETARIO
P. D.
EL JEFE DE LA SECCION.

Proyecto
BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS
EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13
"COPRASA ESTE" -BURGOS-

Fecha AGOSTO 2002	Escala 1/300	Numero 10
--------------------------------	------------------------	---------------------

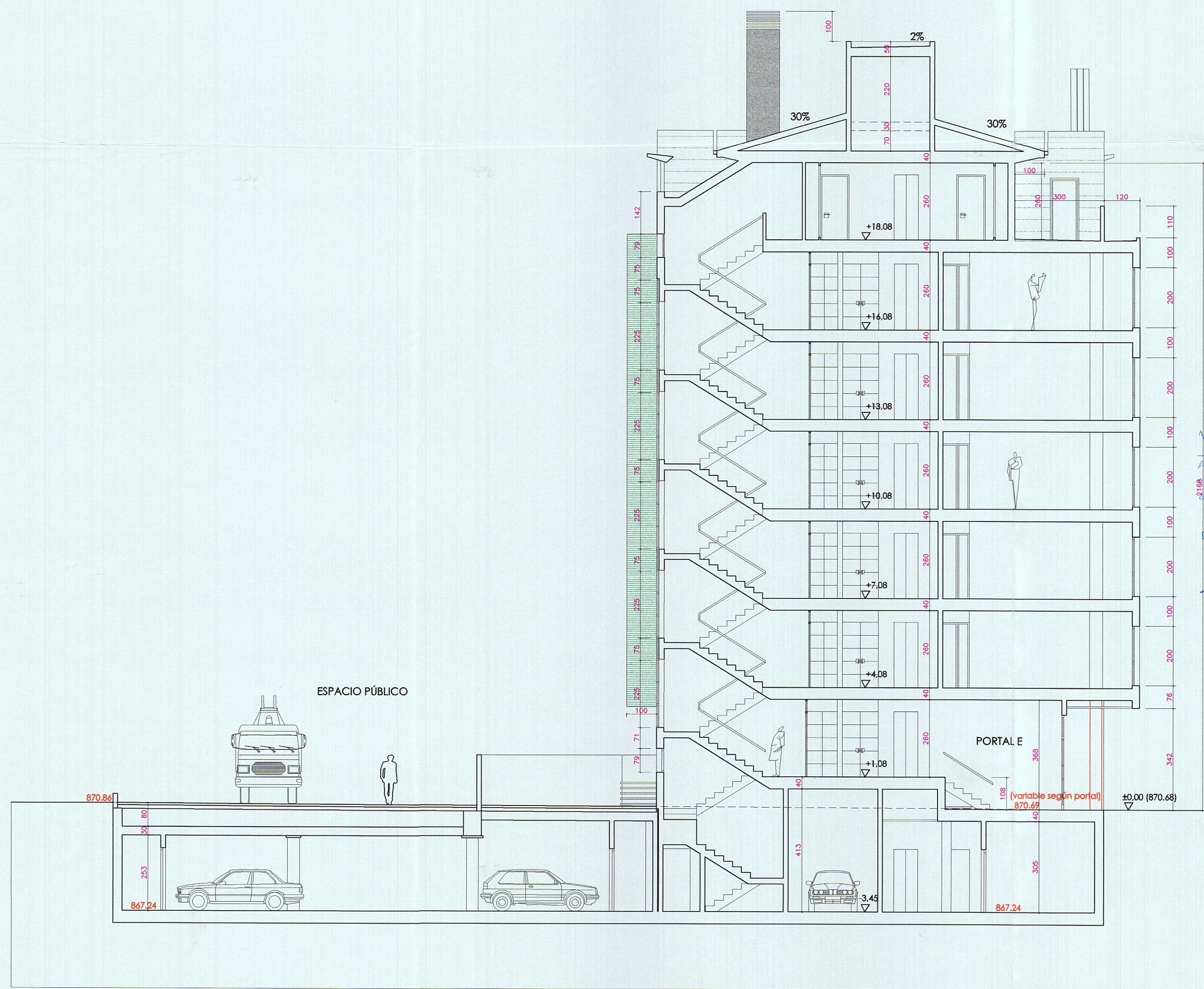
Plano
PLANTA ÁTICO
Distribución general

Propiedad
COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO

Arquitecto
L. C. BRETAÑA

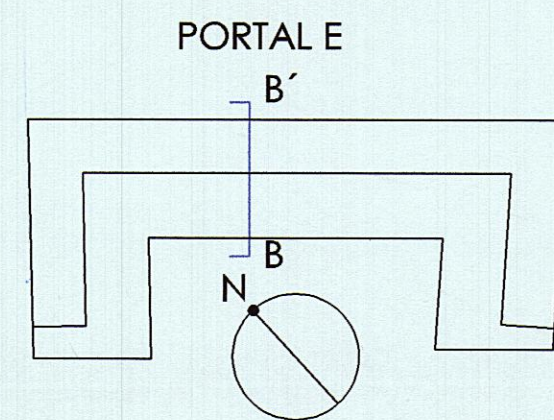
ARQUITECTOS S.L.
BRETAÑA Y ASOCIADOS.

000155



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'

AYUNTAMIENTO DE BURGOS
SECCION DE OBRAS
Aprobado en las condiciones
que se determinan en el
Acuerdo de 13 SEP 2002
EL SECRETARIO
P. D.
EL JEFE DE LA SECCION,
[Signature]



Proyecto BÁSICO REFUNDIDO DE 217 VIVIENDAS EN LA PARCELA 4-B DE LA U.A. 8.13 "COPRASA ESTE" -BURGOS-		
Fecha AGOSTO 2002	Escala 1/100	Numero 15
Plano SECCIÓN B-B'		
Propiedad COOPERATIVA DE VIVIENDAS MIRABUENO		
Arquitecto L. C. BRETANA	 ARQUITECTOS S.L. BRETANA Y ASOCIADOS.	