



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica de  
Ingenieros de Minas

# GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

## TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA  
DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN  
BURGOS.

REFURBISHMENT OF A SINGLE-FAMILY HOME LOCATED  
IN BURGOS USING GEOTHERMAL SYSTEM.

León, julio de 2015

Autor: Mónica de la Torre Rodríguez

Tutor: David Borge Díez

El presente proyecto ha sido realizado por Dña. Mónica de la Torre Rodríguez, alumna de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. David Borge Díez, profesor del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: Dña. Mónica de la Torre Rodríguez

El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. David Borge Díez

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

## **RESUMEN**

El principal objetivo del proyecto, será realizar un estudio técnico de rehabilitación de una vivienda unifamiliar situada en Burgos y construida en la década de 1970.

En primer lugar, se realizará la certificación energética de la vivienda empleando el software de certificación, CALENER VYP.

Posteriormente, se observarán las zonas críticas para mejorar el resultado energético. Los principales puntos de actuación son la mejora de los cerramientos, vidrios y carpinterías de las ventanas del edificio y el sistema de climatización.

Para mejorar la fachada de la vivienda, se optará por un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) y se cambiarán las antiguas ventanas de aluminio por unas nuevas de PVC.

Para cubrir la demanda de calefacción y producción de ACS se utilizará una bomba de calor combinada con un circuito interno dentro de la vivienda de fancoils y toalleros, según la normativa vigente. A partir de la bomba de calor elegida, se dimensionará el sondeo según el tipo de suelo.

Una vez está definida la instalación al completo, se elaborará un segundo informe de certificación energética y se procederá a realizar un estudio comparativo, tanto desde el punto de vista energético como económico, del sistema geotérmico frente al sistema de climatización anterior valorando los ahorros obtenidos y comparando la huella medioambiental en forma de emisiones de dióxido de carbono.

## **ABSTRACT**

The current Project will consist of a study for the refurbishment of a single-family home located in Burgos and built in the 1970s.

First, we will carry on the energy certification of the house using a software certificate tool, CALENER VYP.

Next, the most critical areas will be analyzed so as to improve the energy efficiency. The main areas of performance will be enhancement of lighting, the building's thermal covering and the air-conditioning system.

In order to meet the demand heating and production of SHW we will be using fan coil floors (in the dwelling) according to current regulations. We will estimate the survey according to the characteristics of the heat pump and the type of floor

Once the installation has been completed, we will proceed with a second report on energy certification and a comparative study, both from the energetic and economic point of view, between the geothermal system and the previous air conditioning system considering the savings obtained and the environmental print in the form of carbon dioxide.



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Conceptos generales.....	1
1.1.1	Certificación de edificios.....	1
1.1.2	Rehabilitación energética.....	2
1.1.3	Concepto y descripción de geotermia.....	3
2	ALCANCE DEL PROYECTO Y OBJETIVOS PRINCIPALES.....	5
3	NORMATIVA APLICABLE.....	5
4	CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	6
4.1	Situación, entorno y ubicación geográfica.....	6
4.2	Reseña histórica del edificio y antecedentes.....	8
4.3	Características técnicas.....	8
4.3.1	Distribución de la vivienda.....	8
5	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO.....	11
5.1	Sistema constructivo.....	11
5.1.1	Cerramientos verticales.....	12
5.1.2	Cerramientos horizontales.....	14
5.1.3	Huecos.....	21
5.1.4	Opciones de trabajo y construcción.....	23
5.1.5	Geometría del edificio (zona 3D).....	24
5.1.6	Edificio final con CALENER VYP.....	30
5.1.7	Sistemas, equipos y unidades de producción de ACS y climatización.....	31
5.1.8	Iluminación.....	34
6	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA.....	34
7	ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....	36
7.1	Descripción de las mejoras implantadas.....	36
7.1.1	Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior.....	36
7.1.2	Mejora de los vidrios y carpintería de las ventanas.....	39

---

7.1.3	Sistema de geotermia .....	41
8	RESULTADOS DE LA MEJORA ENERGÉTICA.....	104
9	COMPARATIVA ENERGÉTICA .....	104
9.1	Interpretación de la etiqueta energética .....	104
9.2	Resultados obtenidos comparados.....	105
9.3	Comparación entre las distintas fuentes energéticas.....	110
10	ESTUDIO ECONÓMICO Y DE VIABILIDAD .....	113
10.1	Subvenciones.....	113
10.2	Costes de la rehabilitación y de la integración del sistema de geotermia.....	116
10.3	Ahorro económico anual .....	121
11	CONCLUSIONES.....	122
	Lista de referencias .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1 Etiqueta energética.....	2
Ilustración 1-2 Intercambio geotérmico .....	3
Ilustración 1-3 Zonas geotérmicas de España .....	5
Ilustración 4-1 Ubicación geográfica .....	6
Ilustración 4-2 Situación de la vivienda .....	7
Ilustración 4-3 Referencia catastral .....	7
Ilustración 4-4 Vista lateral .....	9
Ilustración 4-5 Secciones de la vivienda .....	10
Ilustración 4-6 Alzados delanteros y posteriores .....	10
Ilustración 5-1 Descripción del proyecto .....	11
Ilustración 5-2 Cerramiento vertical medianería (CALENER VYP) .....	12
Ilustración 5-3 Cerramiento vertical muro exterior (CALENER VYP) .....	13
Ilustración 5-4 Cerramiento vertical tabique (CALENER VYP) .....	14
Ilustración 5-5 Cerramiento horizontal sótano (CALENER VYP) .....	15
Ilustración 5-6 Cerramiento horizontal solera (CALENER VYP) .....	16
Ilustración 5-7 Cerramiento horizontal forjado sanitario (CALENER VYP) .....	17
Ilustración 5-8 Cerramiento horizontal forjado entre plantas (CALENER VYP) .....	18
Ilustración 5-9 Cerramiento horizontal forjado techo (CALENER VYP) .....	19
Ilustración 5-10 Cerramiento horizontal bajo cubierta (CALENER VYP).....	20
Ilustración 5-11 Cerramiento horizontal cubierta (CALENER VYP).....	21
Ilustración 5-12 Composición de las ventanas (CALENER VYP) .....	22
Ilustración 5-13 Composición de las puertas (CALENER VYP) .....	22
Ilustración 5-14 Espacio de trabajo .....	23
Ilustración 5-15 Construcción .....	24
Ilustración 5-16 Vista posterior planta sótano (CALENER VYP).....	25
Ilustración 5-17 Vista planta solera (CALENER VYP).....	25
Ilustración 5-18 Vista planta baja (CALENER VYP) .....	26
Ilustración 5-19 Voladizos y sombras de las terrazas (CALENER VYP).....	27

---

Ilustración 5-20 Animación estereográfica del CALENER VYP .....	27
Ilustración 5-21 Animación de la fracción en sombra del CALENER VYP .....	28
Ilustración 5-22 Vista de la primera planta CALNER VYP.....	28
Ilustración 5-23 Detalle de la terraza primera planta CALENER VYP.....	28
Ilustración 5-24 Visión general bajo cubierta 1 CALENER VYP .....	29
Ilustración 5-25 Visión general bajo cubierta 2 CALENER VYP .....	29
Ilustración 5-26 Cubierta edificio CALENER VYP.....	30
Ilustración 5-27 Alzados CALENER VYP .....	30
Ilustración 5-28 Vista delantera y trasera CALENER VYP.....	31
Ilustración 5-29 Demanda de ACS CALENER VYP.....	33
Ilustración 5-30 Equipo de caldera de combustible .....	34
Ilustración 5-31 Sistema de ACS y calefacción.....	34
Ilustración 6-1 Calificación energética de la vivienda.....	35
Ilustración 7-1 Descripción del SATE.....	36
Ilustración 7-2 Ahorros energéticos de calor y humedad .....	37
Ilustración 7-3 Comparación entre una vivienda con SATE instalado y otra sin instalar ....	38
Ilustración 7-4 SATE en CALENER VYP .....	38
Ilustración 7-5 Ventana de doble cristal.....	39
Ilustración 7-6 Modelo de ventana PVC elegido .....	40
Ilustración 7-7 Vidrio CALENER VYP.....	40
Ilustración 7-8 Marco CALENER VYP.....	40
Ilustración 7-9 Ventana PVC CALENER VYP .....	41
Ilustración 7-10 Esquema circuito geotérmico.....	42
Ilustración 7-11 Captación horizontal.....	43
Ilustración 7-12 Captación vertical .....	43
Ilustración 7-13 Funcionamiento de una bomba de calor.....	45
Ilustración 7-14 Ciclo frigorífico de la bomba de calor.....	45
Ilustración 7-15 Características del terreno Burgos .....	47
Ilustración 7-16 Propiedades térmicas del terreno Burgos.....	48

---

Ilustración 7-17 Temperatura y humedad RITE .....	49
Ilustración 7-18 Valores límite transmitancias zona E1.....	49
Ilustración 7-19 Funcionamiento bomba tierra- agua.....	70
Ilustración 7-20 Funcionamiento bombas tierra- tierra .....	72
Ilustración 7-21 Funcionamiento bomba agua-agua, intercambiador horizontal .....	73
Ilustración 7-22 Funcionamiento bomba agua-agua, captador vertical .....	74
Ilustración 7-23 Anticongelante DIMPLEX .....	78
Ilustración 7-24 Configuración del sistema vertical con conexión en paralelo (IDAE) .....	79
Ilustración 7-25 Flujo en vertical y paralelo (IDAE).....	79
Ilustración 7-26 PE 100 RAUGEO .....	81
Ilustración 7-27 Dimensiones tubo RAUGEO.....	82
Ilustración 7-28 Sección de zanja PE 100.....	82
Ilustración 7-29 Colocación tubos PE 100.....	82
Ilustración 7-30 Fancoils SRX DIMPLEX.....	89
Ilustración 7-31 Radiador toallero aseo y baño.....	91
Ilustración 7-32 Radiador toallero baño 1 .....	91
Ilustración 7-33 Radiador toallero baño 2 .....	92
Ilustración 7-34 Accesorios sistema hidráulico (DIMPLEX) .....	92
Ilustración 7-35 Depósito de inercia universal (DIMPLEX) .....	93
Ilustración 7-36 Intercambiador de tubos.....	93
Ilustración 7-37 Calentador de inmersión .....	94
Ilustración 7-38 Módulo de calefacción .....	94
Ilustración 7-39 Esquema boba de circulación de agua .....	95
Ilustración 7-40 Gráfico de características altura y caudal bomba de circulación .....	96
Ilustración 7-41 Descripción bomba .....	97
Ilustración 7-42 Conexión bomba.....	98
Ilustración 7-43 Modelo de bomba de circulación .....	98
Ilustración 7-44 Medidas bomba de circulación.....	98
Ilustración 7-45 Módulo de agua caliente .....	99

---

Ilustración 7-46 Calentador de inmersión .....	99
Ilustración 7-47 Combinación de válvulas de seguridad .....	100
Ilustración 7-48 Termostato (DIMPLEX) .....	101
Ilustración 7-49 Sensor de temperatura exterior .....	101
Ilustración 7-50 Rango de temperaturas de funcionamiento del sensor .....	102
Ilustración 7-51 Conexión del controlador con una red local .....	102
Ilustración 7-52 Equipo de bomba de calor (CALENER VYP) .....	103
Ilustración 7-53 Sistema de calefacción (CALENER VYP) .....	103
Ilustración 8-1 Nueva calificación energética (CALENER VYP).....	104
Ilustración 9-1 Interpretación de las etiquetas .....	105
Ilustración 9-2 Etiqueta energética antes y después de la rehabilitación.....	106
Ilustración 9-3 Consumo y reducción de energía primaria en ACS .....	108
Ilustración 9-4 Consumo y reducción de energía primaria en calefacción .....	108
Ilustración 9-5 Emisiones y reducción de CO2 en calefacción.....	109
Ilustración 9-6 Emisiones y reducción de CO2 en ACS .....	110
Ilustración 10-1 Programa PAREER+CRECE.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Distribución de la planta sótano .....	8
Tabla 4-2 Distribución de la planta baja .....	8
Tabla 4-3 Distribución de la primera planta .....	9
Tabla 4-4 Distribución de la bajo cubierta .....	9
Tabla 5-1 Cotas de cada planta (CALENER VYP).....	24
Tabla 7-1 Temperatura media en Burgos .....	46
Tabla 7-2 Capacidad térmica del suelo .....	48
Tabla 7-3 Cerramientos y transmitancias calculados con CALENER VYP .....	50
Tabla 7-4 Niveles de potencia eléctrica de los aparatos de la vivienda .....	51
Tabla 7-5 Caudales de ventilación mínimos CTE .....	52
Tabla 7-6 Coeficientes de orientación .....	52
Tabla 7-7 Carga térmica garaje .....	53
Tabla 7-8 Carga térmica cocina.....	54
Tabla 7-9 Carga térmica salón .....	55
Tabla 7-10 Carga térmica despacho .....	56
Tabla 7-11 Carga térmica vestíbulo .....	57
Tabla 7-12 Carga térmica escalera.....	58
Tabla 7-13 Carga térmica aseo .....	59
Tabla 7-14 Carga térmica baño 1.....	60
Tabla 7-15 Carga térmica baño 2.....	61
Tabla 7-16 Carga térmica dormitorio 1.....	62
Tabla 7-17 Carga térmica dormitorio 2.....	63
Tabla 7-18 Carga térmica dormitorio 3.....	64
Tabla 7-19 Carga térmica trastero 1 .....	65
Tabla 7-20 Carga térmica trastero 2 .....	66
Tabla 7-21 Carga térmica trastero 3 .....	67
Tabla 7-22 Total de cargas térmicas de la vivienda .....	68

---

Tabla 7-23 Demanda de ACS según CTE .....	69
Tabla 7-24 Número de personas según número de dormitorios CTE .....	69
Tabla 7-25 Datos técnicos bomba de calor.....	76
Tabla 7-26 Propiedades físicas de los fluidos .....	77
Tabla 7-27 Datos técnicos accesorios fuente de calor DIMPLEX.....	77
Tabla 7-28 Conductividad térmica del terreno RAUGEO.....	87
Tabla 7-29 Fancoils según carga térmica .....	89
Tabla 7-30 Toalleros según carga térmica .....	90
Tabla 7-31 Descripción características bomba de circulación.....	97
Tabla 7-32 Accesorios para preparación de ACS (DIMPLEX) .....	99
Tabla 7-33 Accesorios para regulación (DIMPLEX) .....	100
Tabla 9-1 Demanda energética comparada .....	107
Tabla 9-2 Energía primaria comparada.....	107
Tabla 9-3 Emisiones CO2 comparadas.....	109
Tabla 9-4 Probabilidad y gravedad de impactos de los proyectos de uso directo de geotermia.....	112
Tabla 10-1 Ayuda dineraria Programa PAREER. Fuente: IDAE .....	115
Tabla 10-2 Coste total rehabilitación de vivienda .....	120
Tabla 10-3 Ahorro anual y periodo de amortización de la inversión .....	121

## 1 INTRODUCCIÓN

Se consideran renovables, el conjunto de fuentes energéticas primarias que tienen su origen en la radiación solar, de forma directa (solar térmica o fotovoltaica) o de forma indirecta (eólica, hidroeléctrica o biomasa), se incluye la energía geotérmica que a diferencia del resto de energías renovables su origen proviene del calor interno de la Tierra que se alimenta de la desintegración de isótopos radiactivos, de movimiento diferenciales entre las distintas capas que constituyen la Tierra y del calor latente de cristalización del núcleo externo.

En el contexto de la sociedad actual en el que se promueve la reducción de la dependencia energética, un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles y una mayor sensibilización ambiental, se demanda cada vez más la utilización de las energías renovables para promover una mayor eficiencia energética en el sector de generación de electricidad y de calefacción. Este uso de las energías renovables persigue realizar un desarrollo sostenible desde el punto de vista económico, social y ambiental.

El aprovechamiento de las condiciones climáticas de las ciudades debe ser norma fundamental de las edificaciones, y por ello, la incorporación de los elementos que garanticen buen aislamiento, mejor orientación, adecuada calidad de materiales y autonomía energética, garantizarán las condiciones de autoabastecimiento energético.

### 1.1 Conceptos generales

#### 1.1.1 Certificación de edificios

La certificación energética es el proceso que conduce a la expedición del certificado energético, este documento contiene tanto la información sobre las características del edificio como su calificación energética. La calificación energética es una medida de la eficiencia energética que se calcula mediante un método determinado y se expresa a través de indicadores energéticos. Estos tres parámetros, dan lugar a la etiqueta energética que corresponde al distintivo de escala de letras y colores que se suele asociar con este proceso.

##### 1.1.1.1 Cuándo debe obtenerse

El Real Decreto 235/2013 prevé tres situaciones en las que es obligatorio obtener el certificado (artículo 2):

- En edificios nuevos. Su certificación tendrá dos partes: la de proyecto, que se incluirá en el proyecto de ejecución, y la de edificio terminado, que confirmará los datos de la primera, debiendo modificarse, de no ser así, ésta. (art. 8). El responsable de que se obtenga es el Promotor (agente de la edificación) o propietario (art. 5.1).

- En edificios existentes o partes de edificios existentes cuando se vendan, o alquilen a un nuevo arrendatario (por tanto no es aplicable en renovaciones). El responsable de que se obtenga es el propietario (art. 5.1).

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE** ETIQUETA

**DATOS DEL EDIFICIO**

Normativa vigente construcción / rehabilitación:  Tipo de edificio:

Inserir aquí la normativa vigente Dirección:

Municipio:

Referencia/s catastral/es:  C.P.:

Inserir aquí la referencia catastral C. Autónoma:  Insertar aquí el código postal:

Inserir aquí la C. Autónoma:

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

	Consumo de energía kWh / m <sup>2</sup> año	Emissiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>	XX	
<b>D</b>		XX
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

**REGISTRO**

Inserir aquí el número de registro:

Inserir aquí la fecha como dd/mm/aaaa:

Valido hasta dd/mm/aaaa:

ESPAÑA  
Directiva 2010 / 31 / UE

Ilustración 1-1 Etiqueta energética

- En edificios o partes de edificios ocupados por una autoridad pública, frecuentados por el público y con superficie superior a 250 m<sup>2</sup>. La definición de autoridad pública (aclaración 3.1) es la del artículo 2 de la Ley 30/1992. El responsable es el propietario, ya sea un tercero, si la administración es arrendataria, o la propia administración, si es propietaria.

### 1.1.2 Rehabilitación energética

Según los diferentes resultados de la certificación energética o en función de las necesidades del edificio, se puede proceder a una rehabilitación energética del mismo. Ésta, suele llevarse a cabo en tres ámbitos:

- Actuaciones en elementos pasivos o arquitectónicos estructurales.
- En los elementos activos o instalaciones energéticas
- Gestión del edificio.

Estas tres posibles mejoras en materia energética, pueden producir importantes reducciones en el consumo energético con una inversión recuperable a corto plazo, es decir, se consideran que conllevarán periodos de amortización inferiores a 15 años.

La elección de cada medida dependerá de las características de cada edificio, el certificado energético ayudará a tomar decisiones y la priorización de las inversiones.

### 1.1.3 Concepto y descripción de geotermia

Se entiende por energía geotérmica, la energía calorífica que la Tierra transmite desde sus capas internas hacia la parte más externa de la corteza terrestre. Empleando técnicas de intercambio geotérmico que utilizan circuitos cerrados de agua con anticongelante, instalados en sondeos poco profundos y usando bombas de calor, se pueden satisfacer necesidades de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria en viviendas unifamiliares y edificios comerciales.



Ilustración 1-2 Intercambio geotérmico

#### 1.1.3.1 Recursos geotérmicos

Un recurso geotérmico, es una concentración de calor que existe en la corteza terrestre en forma y cantidad tales que su extracción económica es actual o potencialmente posible. Engloba desde el calor que se puede encontrar en las zonas más superficiales del suelo, hasta zonas más profundas de la Tierra, con la tecnología actual, se pueden captar recursos geotérmicos hasta 5000 m de profundidad y que no superen los 400°C de temperatura.

##### 1.1.3.1.1 Clasificación

Se basa en el nivel de temperatura:

- Recursos de muy baja temperatura: menos de 30°C.

Se encuentran prácticamente en la totalidad de la corteza terrestre del planeta. En cualquier punto de la superficie terrestre, se puede captar y aprovechar el calor

almacenado en las capas superficiales del subsuelo a pocos metros de profundidad o en acuíferos poco profundos. A partir de 10 m de profundidad y con poca circulación de agua subterránea, el subsuelo es capaz de almacenar el calor que recibe y mantenerlo estacionalmente, de forma que el terreno permanece a una temperatura prácticamente constante. A los 15 m, se considera que la temperatura que reciben las rocas, no depende de las variaciones estacionales de temperatura, ni del clima, sólo de las condiciones geológicas y geotérmicas.

Son los recursos que mejor se adaptan para aprovecharlos mediante bombas de calor y así poder climatizar casas individuales o edificios.

- Recursos de baja temperatura: entre 30 y 90° C.

Pueden encontrarse en cuencas sedimentarias en las que el gradiente geotérmico sea el normal o ligeramente superior, deben de tener formaciones geológicas permeables, capaces de contener y dejar circular fluidos que extraigan el calor de las rocas.

- Recursos de media temperatura: entre 90 y 150°C.

Pueden existir en cuencas sedimentarias de profundidades comprendidas entre 2000 y 4000 m, en zonas de adelgazamiento litosférico, en zonas con elevada concentración de isótopos radiactivos o en los mismos yacimientos de alta temperatura pero con una profundidad menor. Precisan de una intrusión magmática como fuente de calor, y de un acuífero que mantenga el calor y la presión en el yacimiento.

- Recursos de alta temperatura: más de 150°C.

Zonas geográficas con un gradiente geotérmico extraordinariamente elevado, hasta 30°C cada 100 m. Suelen coincidir en zonas con actividad sísmica elevada, actividad volcánica reciente, etc.

### **1.1.3.2 Potencial geotérmico en España**

La existencia de numerosas fuentes termales en la geografía española, es señal de que España posee una potencialidad de explotación de recursos de energía geotérmica. Las zonas más importantes pueden verse en el mapa a continuación:



Ilustración 1-3 Zonas geotérmicas de España

Los recursos geotérmicos de baja entalpía se sitúan principalmente en la zona norte de Madrid, en la meseta del Duero (León, Burgos, Valladolid, etc.) y en algunas áreas intramontañosas se pueden localizar almacenes geotérmicos de baja temperatura entre 40 y 80 °C. En este tipo de zonas, la opción del aprovechamiento del calor del subsuelo mediante dispositivos horizontales o verticales dependerá fundamentalmente de los materiales presentes y de la disponibilidad del terreno pero, significa una opción energética de gran interés desde el punto de vista de climatización de viviendas y edificios.

## 2 ALCANCE DEL PROYECTO Y OBJETIVOS PRINCIPALES

Con las consideraciones del anterior punto, se proyecta la rehabilitación integral de una vivienda unifamiliar con sistema de geotermia, cumpliendo con el principal objetivo de mínimo coste energético e impacto ambiental reducido.

## 3 NORMATIVA APLICABLE

Las exigencias relativas a la certificación energética se establecen en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron posteriormente en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el

que se aprobó un procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Según la Disposición Transitoria primera de este RD, la presentación o puesta a disposición de los compradores o arrendatarios del certificado de eficiencia energética de la totalidad o parte del edificio, según corresponda, será exigible para los contratos de compra-venta o arrendamiento celebrados a partir de dicha fecha (1 de junio de 2013).

En el ámbito de la edificación y de instalaciones Térmicas de edificios, se tendrán en cuenta los siguientes reales decretos:

- RD 314/2008 por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- RD 1028/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Para el diseño del sistema geotérmico, se tendrá en cuenta la guía de diseño de Sistema de bomba de calor geotérmico del IDAE y del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto del IDAE.

## 4 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

### 4.1 Situación, entorno y ubicación geográfica

La vivienda unifamiliar se encuentra en la ciudad de Burgos, en una de las calles céntricas de la ciudad. La ubicación geográfica es la siguiente:



Ilustración 4-1 Ubicación geográfica



Ilustración 4-2 Situación de la vivienda

La dirección del inmueble es la que se muestra a continuación:

Calle Cartuja de Miraflores, nº 6. 09002 Burgos

Referencia catastral: 3280001VM4637N0003HR

Al estar en la provincia de Burgos, su zona climática es E1.


Sede Electrónica del Catastro

**Datos del Bien Inmueble**

<b>Referencia catastral</b>	3280001VM4637N0003HR
<b>Localización</b>	CL CARTUJA DE MIRAFLORES 6 Pt:00 Pt:03 09002 BURGOS (Burgos) (BURGOS)
<b>Clase Urbano</b>	Urbano
<b>Superficie (*)</b>	434 m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de participación</b>	3,769000 %
<b>Uso</b>	Residencial
<b>Año construcción local principal</b>	2007

**Datos de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble**

	<b>Localización</b> CL CARTUJA DE MIRAFLORES 10 BURGOS (Burgos) (BURGOS)
	<b>Superficie construida</b> 12.196 m <sup>2</sup>
	<b>Superficie suelo</b> 7.101 m <sup>2</sup>
	<b>Tipo Finca</b> Parcela con varios inmuebles (division horizontal)

**Elementos Construidos del Bien Inmueble**

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie catastral (m <sup>2</sup> )	Tipo Reforma	Fecha Reforma
ALMACEN		-1	03	127		
VIVIENDA		00	03	104		
VIVIENDA		01	03	106		
VIVIENDA		+1	03	50		
ELEMENTOS COMUNES				47		

Ilustración 4-3 Referencia catastral

## 4.2 Reseña histórica del edificio y antecedentes

La vivienda fue construida en la década de 1970, su principal uso es el residencial. El solar sobre el que se construyó el inmueble era principalmente plano, es decir, no suponía ningún problema topográfico ni constructivo.

Los edificios de la misma calle tienen alturas comprendidas entre una o cuatro plantas, por lo que no hay ningún edificio que proyecte sombra alguna sobre la vivienda, asimismo, cuenta con una parcela destinada a jardín.

Se está desarrollando este estudio técnico para una posible venta de la vivienda en los próximos años.

## 4.3 Características técnicas

A continuación se describen las características constructivas más relevantes constructivas y sistemas instalados en el inmueble.

### 4.3.1 Distribución de la vivienda

La vivienda tiene un total de 273, 15 m<sup>2</sup> más una parcela de 40 m<sup>2</sup>. Se distribuye en:

- Planta sótano

<b>Zona</b>	<b>Superficie</b>
Garaje	54,22 m <sup>2</sup>
Bodega	14,715 m <sup>2</sup>
Vestíbulo y escaleras	6,839 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>75,774 m<sup>2</sup></b>

Tabla 4-1 Distribución de la planta sótano

- Planta baja

<b>Zona</b>	<b>Superficie</b>
Cocina	20,08 m <sup>2</sup>
Salón comedor	30,5 m <sup>2</sup>
Despacho	10,5 m <sup>2</sup>
Vestíbulo	8 m <sup>2</sup>
Aseo	3,42 m <sup>2</sup>
Escalera	4,18 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>76,68 m<sup>2</sup></b>

Tabla 4-2 Distribución de la planta baja

## - Primera planta

<b>Zona</b>	<b>Superficie</b>
Dormitorio 1	24,764 m <sup>2</sup>
Dormitorio 2	10,937 m <sup>2</sup>
Distribuidor	2,8 m <sup>2</sup>
Escalera	4,1 m <sup>2</sup>
Dormitorio 3	8,9 m <sup>2</sup>
Aseo 1	7 m <sup>2</sup>
Aseo 2 con vestidor	10,6
<b>Total</b>	<b>69,101 m<sup>2</sup></b>

Tabla 4-3 Distribución de la primera planta

## - Bajo cubierta

<b>Zona</b>	<b>Superficie</b>
Trastero 1	25 m <sup>2</sup>
Trastero 2	10,9 m <sup>2</sup>
Trastero 3	8,78 m <sup>2</sup>
Distribuidor	2,8 m <sup>2</sup>
Escalera	4,183 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>51,663 m<sup>2</sup></b>

Tabla 4-4 Distribución de la bajo cubierta



Ilustración 4-4 Vista lateral

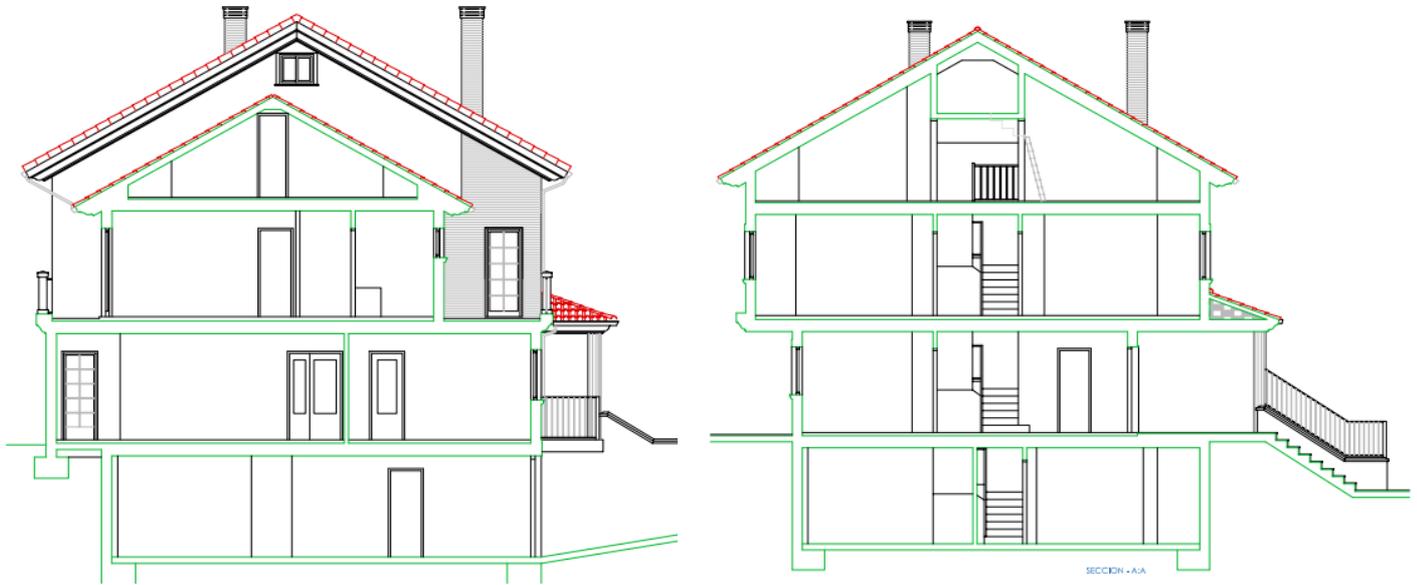


Ilustración 4-5 Secciones de la vivienda

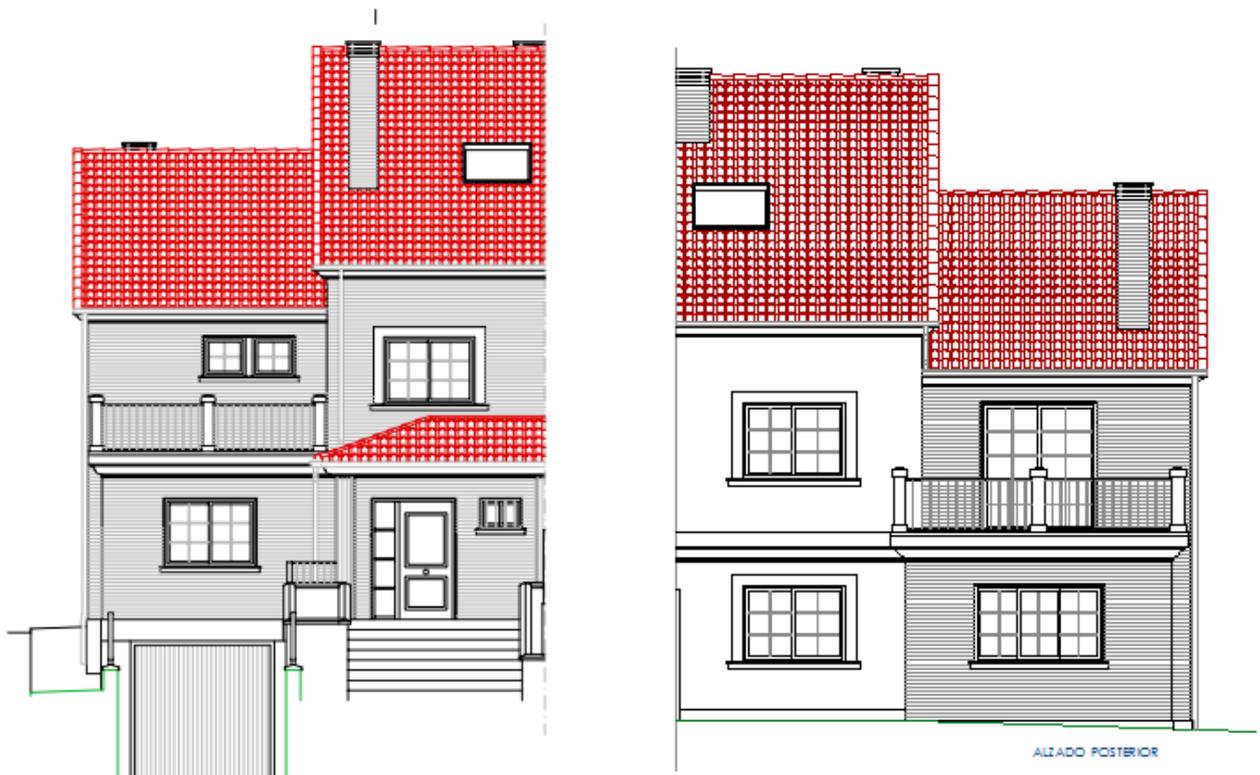


Ilustración 4-6 Alzados delanteros y posteriores

## 5 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo, establece los distintos softwares a emplear según el tipo de construcción y las características que posee, para viviendas existentes se puede utilizar el programa CALENER VYP, CE3, CE3X y CERMA.

Se utilizará CALENER VYP, ya que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un inmueble, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado y es válido para edificios de viviendas.

En la primera parte del programa, hay que introducir la descripción del proyecto según:

The screenshot displays the 'Descripción del proyecto' section of the CALENER VYP software. It is organized into several panels:

- Zonificación climática:** Includes dropdown for 'Zona' (E1), dropdown for 'Localidad' (Burgos), and input fields for 'Latitud' (42,36) and 'Altitud' (881,00).
- Orientación del edificio:** Features an 'Ángulo' input field (90) and a diagram showing a coordinate system with X and Y axes and an angle  $\alpha$  relative to the Y-axis.
- Tipo edificio:** Contains radio buttons for 'Vivienda unifamiliar' (selected), 'Vivienda en bloque', and 'Edificio sector terciario, pequeño o mediano'.
- Clase por defecto de los espacios habitables:** Includes a 'Tipo de Uso' dropdown (Residencial) and radio buttons for 'Clase 3 o inferior' (selected), 'Clase 4', and 'Clase 5'.
- Datos del Proyecto:** Includes input fields for 'Nombre del proyecto' (Burgos. Rehabilitación energética), 'Comunidad' (Castilla y León), 'Localidad' (Burgos), and 'Dirección' (CL CARTUJA DE MIRAFLORES 6 Pl:00 Pt:03).
- Datos del Autor:** Includes input fields for 'Nombre' (Mónica), 'Empresa o Institución' (Universidad de León), 'E-mail', and 'Teléfono'.
- Edificio:** Includes a dropdown for 'Existente' and a 'Referencia catastral' input field (3280001VM4637N0003HR).
- Número de renovaciones hora requerido:** An input field with the value '1'.

Ilustración 5-1 Descripción del proyecto

### 5.1 Sistema constructivo

Hay que tener en cuenta la composición de los cerramientos de las fachadas del edificio, distinguiendo si son cerramientos verticales u horizontales. Según esto y en cada uno de ellos, se observan las diferentes capas y los espesores de cada una, así como sus características principales (conductividad, densidad, cp y resistencia térmica), también se muestra el valor de la transmitancia térmica global del cerramiento designado por la letra "U" que determina la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través del sistema constructivo, formado por una o varias capas de material,

de caras planas o paralelas cuando hay un gradiente térmico entre ambientes en contacto con ambas partes de 1 K, tiene las siguientes unidades según el S.I.:  $W/(m^2 \cdot K)$ , y se calcula según:

$$U \left( \frac{W}{m^2 \cdot K} \right) = \frac{1}{R_{\text{TERMICA TOTAL}} (m^2 \cdot K \cdot W^{-1})}$$

### 5.1.1 Cerramientos verticales

#### 5.1.1.1 Medianería

Una pared medianera es aquella que separa dos propiedades cerradas de diferentes propietarios. Este tipo de muros se construye en forma encaballada sobre un eje divisorio de predios o contiguo al mismo.

Podemos observar cada una de las características de las capas desde la más externa a la más interna, según el programa:

Grupo Vertical

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010	0,250	825	1000	
2	BC con mortero convencional espesor 190	0,190	0,432	1080	1000	
3	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,010	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U   $W/(m^2K)$



Ilustración 5-2 Cerramiento vertical medianería (CALENER VYP)

El valor de la transmitancia calculada es:

$$U_{MEDIANERÍA} = 1,45 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.1.2 Muro exterior

Hace referencia al cerramiento externo del edificio. Se distinguen siete capas de materiales.

Según el programa, las diferentes capas (de la más externa a la más interna) tienen las siguientes propiedades:

Grupo Vertical

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
2	Ladrillo de hormigón perforado de áridos	0,120	1,091	1258	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,050	0,037	30	1000	
5	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,556	1000	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0,150
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010	0,250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

Aceptar



Ilustración 5-3 Cerramiento vertical muro exterior (CALENER VYP)

Con un valor de transmitancia de:

$$U_{MURO EXTERIOR} = 0,52 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.1.3 Tabique interno

Hace referencia al cerramiento interno del edificio en contacto con varios espacios. Lo componen las diferentes capas del exterior al interior, según estas características:

Grupo Vertical

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales [Materiales ordenados de exterior a interior].  
 Horizontales [Materiales ordenados de arriba hacia abajo].

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010	0,250	825	1000	
2	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,050	0,556	1000	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

Aceptar

Ilustración 5-4 Cerramiento vertical tabique (CALENER VYP)

Con un valor de transmitancia de:

$$U_{TABIQUE} = 2,94 \frac{W}{m^2 * K}$$

## 5.1.2 Cerramientos horizontales

### 5.1.2.1 Sótano

El forjado del sótano, hace referencia a la composición del cerramiento entre la planta baja y el terreno. Está compuesto por dos capas, que van desde la más externa a la más interna:

Grupo Horizontales

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010	1,000	2000	800	
2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
3						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

W/(m²K)

Ilustración 5-5 Cerramiento horizontal sótano (CALENER VYP)

Con un valor de la transmitancia de:

$$U_{SÓTANO} = 5,3 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.2.2 Solera

El forjado solera es la superficie estructural sobre la que se aplica el pavimento, empleada como plataforma de trabajo durante la construcción; si se aplica directamente sobre el terreno, se trata de una capa de hormigón que sirve para dar consistencia, allanar el terreno y evitar la humedad.

Está compuesta por dos capas:

Grupo Horizontales

Nombre Solera

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010	1,000	2000	800	
2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
3						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 5,30 W/(m²K)

Aceptar

Ilustración 5-6 Cerramiento horizontal solera (CALENER VYP)

Con un valor de transmitancia de:

$$U_{SÓTANO} = 5,3 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.2.3 Forjado sanitario

Se denomina forjado sanitario o de saneamiento a aquellos forjados que se construyen en los edificios a nivel del terreno natural, y cuyo objetivo es aislarlo del mismo.

Está compuesto por cuatro capas de materiales de la más externa a la más interna:

Grupo: Horizontales

Nombre: Forjado sanitario

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Basalto [2700 < d < 3000]	0,020	3,500	2850	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perita]	0,020	0,410	1000	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,050	0,029	30	1000	
4	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0,300	1,667	1215	1000	
5						

Grupo Material: Pétreos y suelos

Material: Basalto [2700 < d < 3000]      0,020 Espesor (m)

Añadir    Cambiar    Eliminar    Subir    Bajar

U: 0,47 W/(mK)

Aceptar

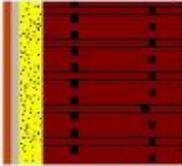


Ilustración 5-7 Cerramiento horizontal forjado sanitario (CALENER VYP)

El valor de la transmitancia es:

$$U_{FORJADO\ SANITARIO} = 0,47 \frac{W}{m^2 * K}$$

#### 5.1.2.4 Forjado entre plantas

Este tipo de forjado, se encuentran entre las diferentes plantas del edificio y posee las diferentes capas (de exterior a interior):

Grupo Horizontales

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales [Materiales ordenados de exterior a interior].  
 Horizontales [Materiales ordenados de arriba hacia abajo].

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres(silíce) 2200 < d < 2590	0,020	2,300	2395	1000	
2	Hormigón armado d > 2500	0,020	2,500	2600	1000	
3						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U  W/(m²K)

Ilustración 5-8 Cerramiento horizontal forjado entre plantas (CALENER VYP)

Con un valor de transmitancia de:

$$U_{FORJADO ENTRE PLANTAS} = 5,36 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.2.5 Forjado techo

Hace referencia al cerramiento más externo del edificio, es el que tienen por ejemplo, las terrazas del edificio. Está compuesto por una única capa:

Grupo Horizontales

Nombre Forjado techo

Composición del Cerramiento:  
 Verticales [Materiales ordenados de exterior a interior].  
 Horizontales [Materiales ordenados de arriba hacia abajo]

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Con capa de compresión -Canto 300 mm	0,300	1,579	1530	1000	
2						

Grupo Material Forjados y losas alveolares

Material Con capa de compresión -Canto 300 mm

0,300 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 2,78 W/(m²K)

Aceptar

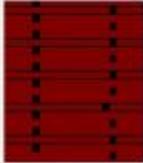


Ilustración 5-9 Cerramiento horizontal forjado techo (CALENER VYP)

Con un valor de transmitancia de:

$$U_{FORJADO\ TECHO} = 2,78 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.2.6 Bajo cubierta

Este forjado, es el que se encuentra en la penúltima planta de la vivienda, destinado a trateros, está compuesto por:

Grupo Horizontales

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020	0,031	40	1000	
4	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0,300	1,667	1215	1000	
5						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U  W/(m²K)

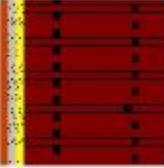


Ilustración 5-10 Cerramiento horizontal bajo cubierta (CALENER VYP)

Valor de la transmitancia:

$$U_{BAJO\ CUBIERTA} = 0,98 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.2.7 Cubierta

Última planta de la vivienda. Se distingue por tener las siguientes capas (ordenadas desde las más exteriores a las más interiores).

Grupo Horizontales

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
3	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,020	0,040	40	1000	
4	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0,300	1,667	1215	1000	
5						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U  W/(m²K)

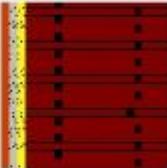


Ilustración 5-11 Cerramiento horizontal cubierta (CALENER VYP)

Con un valor de la transmitancia de:

$$U_{CUBIERTA} = 1,14 \frac{W}{m^2 * K}$$

### 5.1.3 Huecos

#### 5.1.3.1 Ventanas

A continuación, hay que introducir las características de las ventanas:

Grupo Ventana

Nombre ventana tipo 1

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles en posición vertical

Vidrio VER\_DC\_4-12-331

Grupo Marco Metálicos en posición vertical

Marco VER\_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12

%huevo cubierto por el marco 15,88  ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 25,00 m³/hm² a 100 Pa

Ilustración 5-12 Composición de las ventanas (CALENER VYP)

### 5.1.3.2 Puertas

De la misma manera que las ventanas, se introducen las características de las puertas, observando en este caso, que cambia el % cubierto por el marco.

Grupo Puerta

Nombre Puerta

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles en posición vertical

Vidrio VER\_DC\_4-12-4

Grupo Marco De Madera en posición vertical

Marco VER\_Madera de densidad media alta

%huevo cubierto por el marco 99,00  ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 60 m³/hm² a 100 Pa

Ilustración 5-13 Composición de las puertas (CALENER VYP)

### 5.1.4 Opciones de trabajo y construcción

Para poder trabajar en la zona de 3D del programa, es decir, para “dibujar” el edificio, se deben establecer las opciones espacio de trabajo y construcción.

The screenshot displays the software's configuration panel for the 3D workspace. It is divided into several sections:

- Dimensiones del espacio de trabajo:** This section contains three input fields: 'Ancho' (Width) set to 60 m, 'Alto' (Height) set to 60 m, and 'Cota' (Level) set to 0 m. Below these is a 'Color' selection, currently showing a green square.
- Diagrama:** A 2D diagram of a square workspace with a central coordinate system. The vertical axis is labeled 'Y' and the horizontal axis is labeled 'X'. Dimension lines indicate the 'Ancho' (width) and 'Alto' (height) of the square.
- Esferas de atracción:** This section has a single input field for 'Radio' (Radius) set to 0,30 m.
- Representación de Cubiertas:** This section contains three checked checkboxes: 'Mostrar esferas a nivel de Espacio', 'Mostrar esferas a nivel de Coronación de Cerramientos', and 'Triangulación Automática'.

Ilustración 5-14 Espacio de trabajo

En la pestaña de construcción, se deben indicar las características de los cerramientos en contacto con el exterior o en contacto con el terreno.

**Muro:**  
Muros de fachada. Verticales y rectangulares.  
Composición tipo "muro" Muro exterior

**Hueco**  
Composición del "hueco" ventana tipo 1  
Altura del hueco 1,00 m  
Anchura del hueco 2,00 m  
Posición Y respecto al suelo 0,90 m  
Retranqueo 0,01 m Protección solar

**Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior:**  
Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.  
Composición tipo "cerramiento horizontal" Cubierta

**Cerramiento o partición interior geoméricamente singular.**  
Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.  
Composición tipo "cerramiento singular" Ninguno

**Medianería**  
Composición tipo "medianería" medianería

**Suelo en contacto con el terreno**  
Composición tipo "suelo en contacto con el terreno" Solera  
 Aislamiento perimetral  
D: 0,0 m  
Ra: 0,0 m<sup>2</sup>/K/W

**Muro en contacto con el terreno**  
Composición tipo "muro en contacto con el terreno" Solera

**Partición interior horizontal**  
Composición tipo "partición interior horizontal" Forjado techo

**Partición interior vertical**  
Composición tipo "partición interior vertical" Tabique interior

Ilustración 5-15 Construcción

### 5.1.5 Geometría del edificio (zona 3D)

A continuación, se trata de ir construyendo la geometría del edificio en función de las características de cada planta.

Primero, se cargan los planos de cada planta, y se establecen las coordenadas de referencia y cotas del edificio, es decir, las alturas de cada plano.

Nombre	Fichero	Visible	Cota
Plano001	1 sótano.dxf.dxf	Si	-2,400
Plano002	2 solera.dxf.dxf	Si	0,000
Plano003	3 forjado sanitario.dxf.dxf	Si	1,000
Plano004	5 planta 1.dxf.dxf	Si	3,500
Plano005	6 Bajo cubierta.dxf.dxf	Si	6,000
Plano006	8 cubierta.dxf.dxf	Si	8,500

Tabla 5-1 Cotas de cada planta (CALENER VYP)

#### 5.1.5.1 Planta sótano

El primer plano a utilizar es el 001. Se crea una planta estableciendo que la altura de los espacios es de 2,4 m. y que no hay ninguna planta anterior. Posteriormente se

definen los espacios de garaje, bodega y escalera ([ver punto 4.3.1](#)). Estos espacios se considerarán como acondicionados para calefacción y electricidad.

A continuación se insertan los muros y forjados automáticos, en la “ilustración 5.15” se observan los cerramientos en contacto con el terreno y se aprecian los espacios.

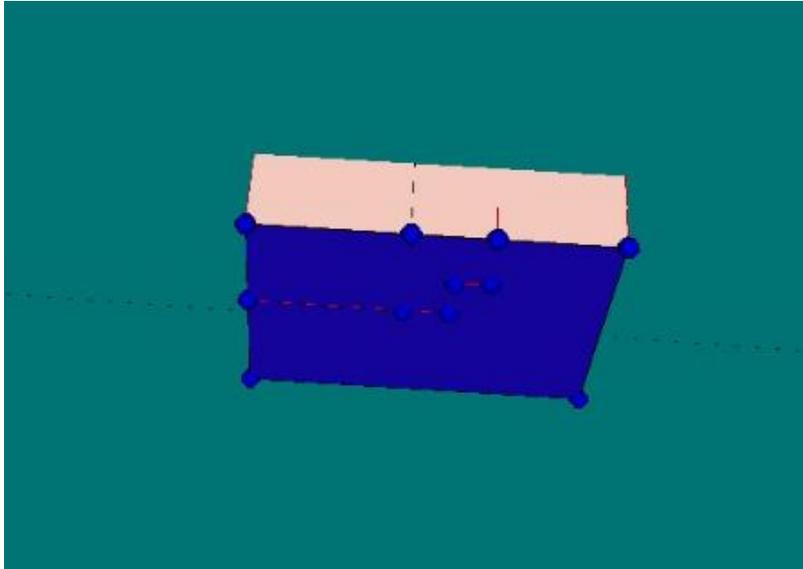


Ilustración 5-16 Vista posterior planta sótano (CALENER VYP)

### 5.1.5.2 Solera

Cargando el plano 002, se construye la planta denominada solera. Esta planta sólo tiene un solo espacio, y se considera no habitable, es decir no está acondicionada y no tiene superficie calefactada ni con instalación de electricidad. Los muros y forjados automáticos, tendrán una altura de 1 m.

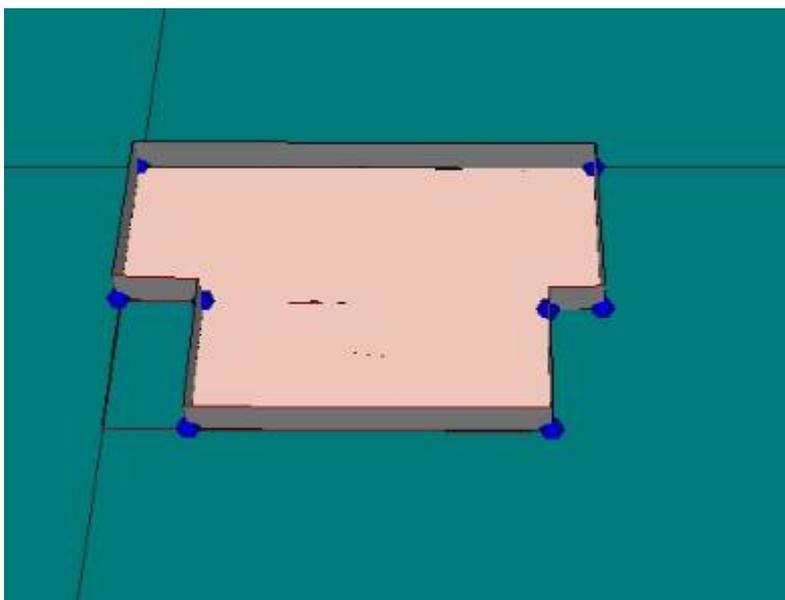


Ilustración 5-17 Vista planta solera (CALENER VYP)

### 5.1.5.3 Planta baja

La planta número 3 del edificio, corresponde a la planta baja del edificio o al forjado sanitario. Para construirla, se carga el plano correspondiente a la cota indicada. Se crea una nueva planta, estableciendo los espacios acondicionados y los no habitables según el [punto 4.3.1](#).

A continuación se crean muros y forjados automáticos.

Como en esta planta ya empieza a haber ventanas y puertas, se crean ajustando las posiciones de altura y posición respecto a las referencias del plano.

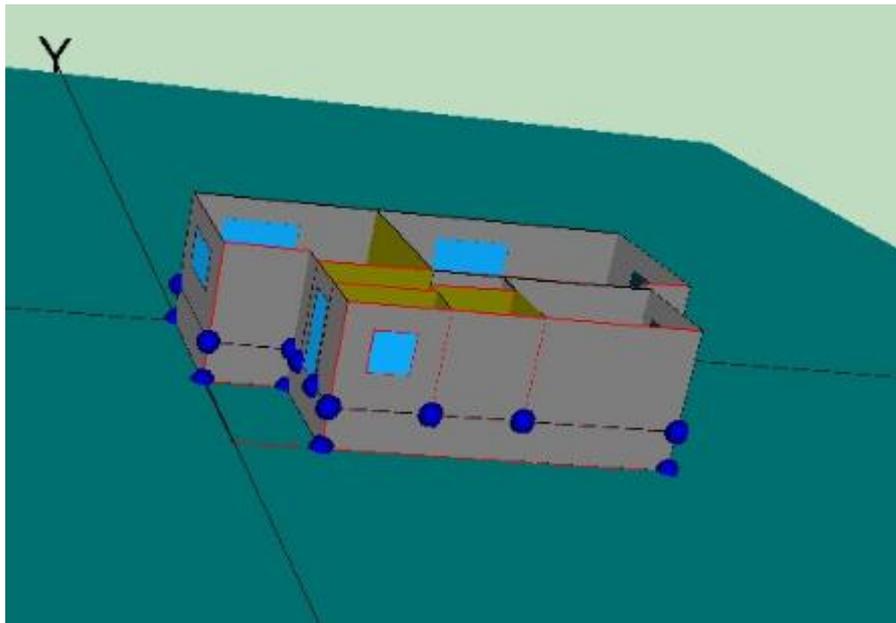


Ilustración 5-18 Vista planta baja (CALENER VYP)

### 5.1.5.4 Planta primera

Como en la planta anterior, se cargan el plano correspondiente y se establecen los espacios acondicionados ([ver punto 4.3.1](#)). A continuación, se crean los muros y forjados automáticos y las ventanas y puertas.

Esta planta, tiene la singularidad de presentar dos terrazas a ambos lados del edificio, para crearlas hay que utilizar la herramienta crear cerramientos singulares y establecer las propiedades de las ventanas y puertas a las que hace sombra, según los criterios de salientes laterales y voladizos. Finalmente, podremos observar las trayectorias de las sombras según las animaciones del programa.

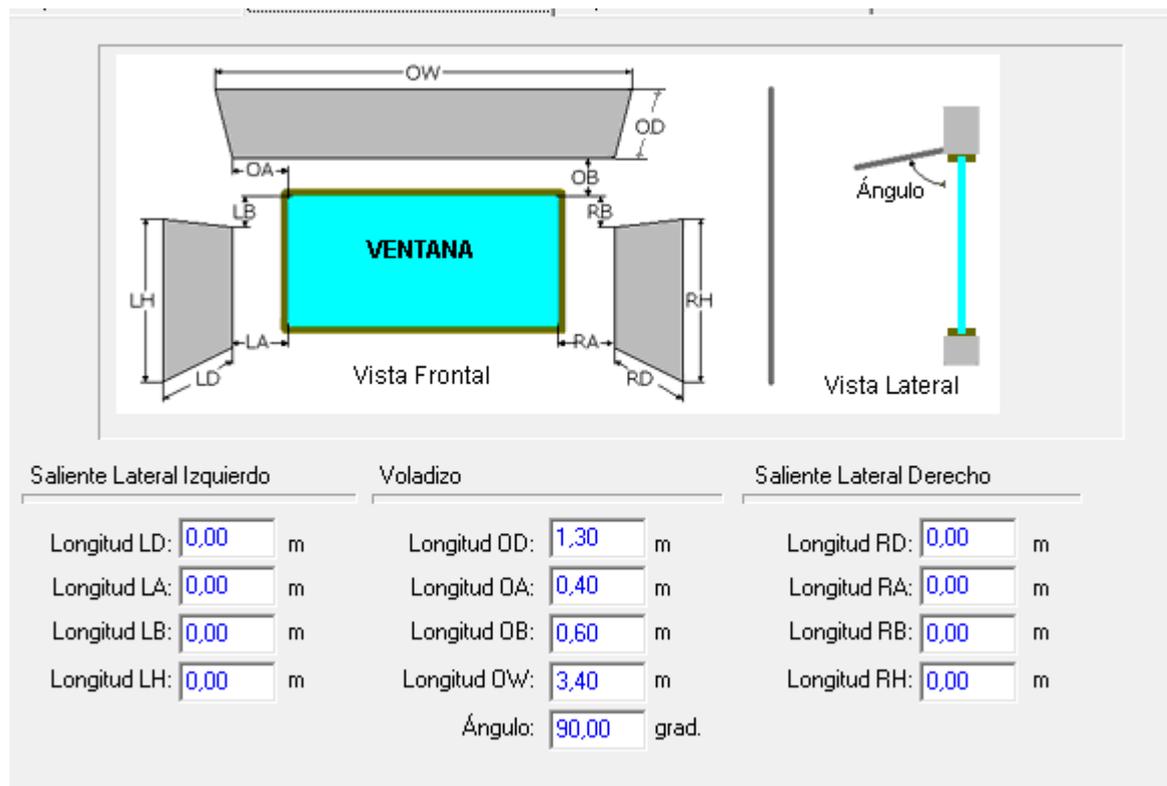


Ilustración 5-19 Voladizos y sombras de las terrazas (CALENER VYP)

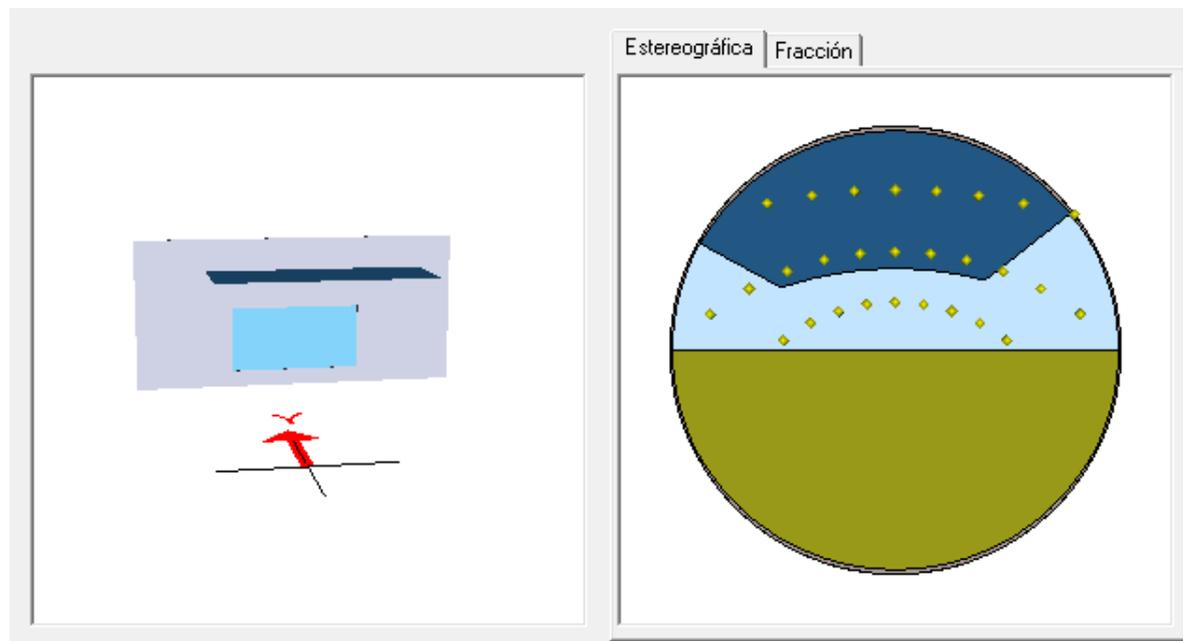


Ilustración 5-20 Animación estereográfica del CALENER VYP

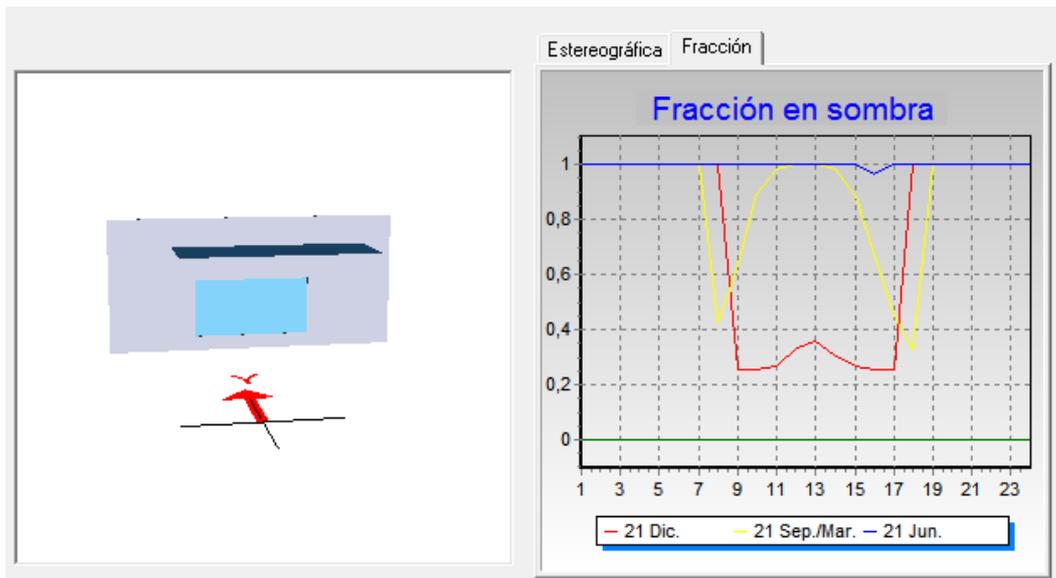


Ilustración 5-21 Animación de la fracción en sombra del CALENER VYP

La visión global de la primera planta es la siguiente:

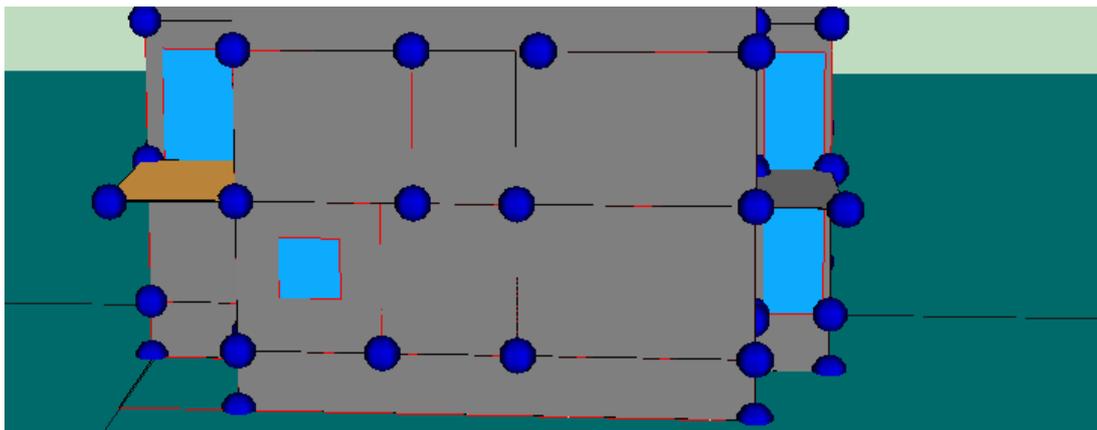


Ilustración 5-22 Vista de la primera planta CALNER VYP

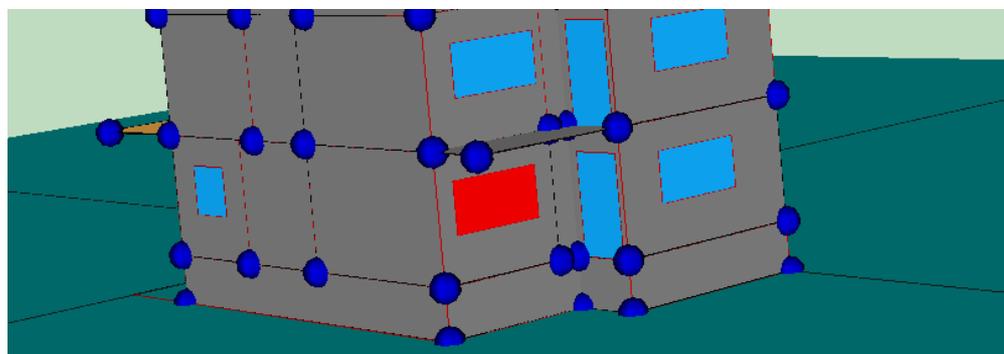


Ilustración 5-23 Detalle de la terraza primera planta CALENER VYP

### 5.1.5.5 Bajo cubierta

Esta última planta, está destinada a trasteros, aunque está condicionada para un posible uso en un futuro de habitaciones, tipo ático.

Para dibujarla, se selecciona el plano correspondiente y se establecen los espacios acondicionados y los no habitables según el [punto 4.3.1](#).

Finalmente, se insertan muros y forjados automáticos y se crean las ventanas. Obteniéndose el siguiente resultado:

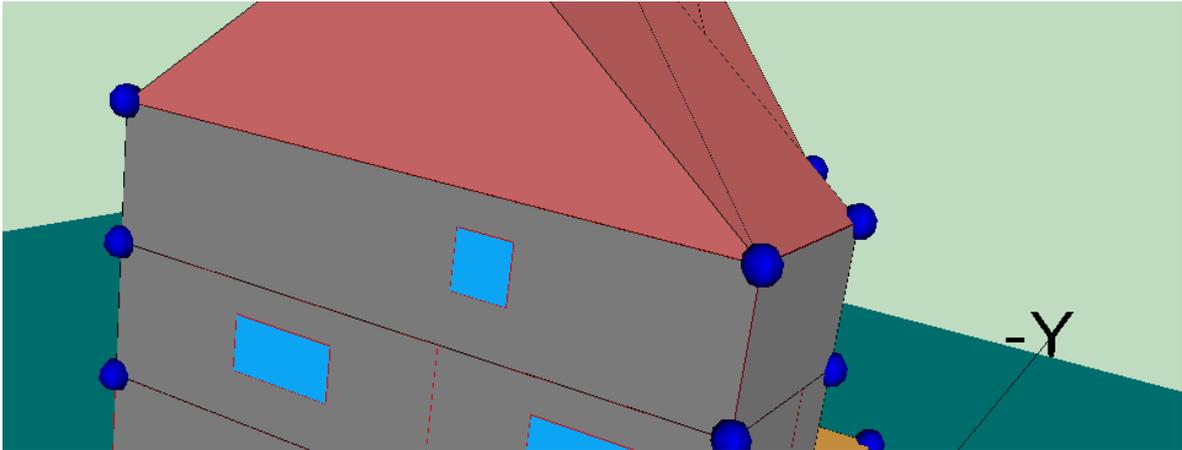


Ilustración 5-24 Visión general bajo cubierta 1 CALENER VYP

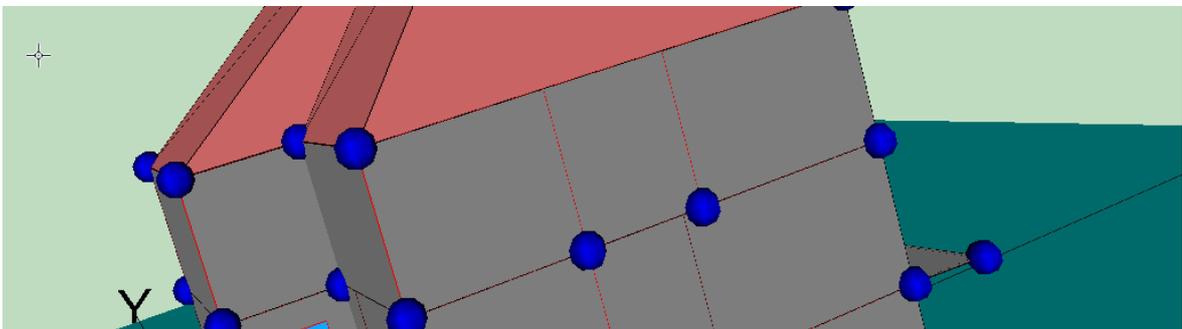


Ilustración 5-25 Visión general bajo cubierta 2 CALENER VYP

### 5.1.5.6 Cubierta

Por último, hay que crear la última planta dónde se sitúa la cubierta del edificio. Para ello, se selecciona el plano y se crea una nueva planta con un espacio no habitable. También se insertan forjado automático tipo cubierta.

Para los vértices y las alturas del tejado, se tienen que crear líneas auxiliares 3D e ir uniendo los distintos nodos, obteniéndose la siguiente cubierta:

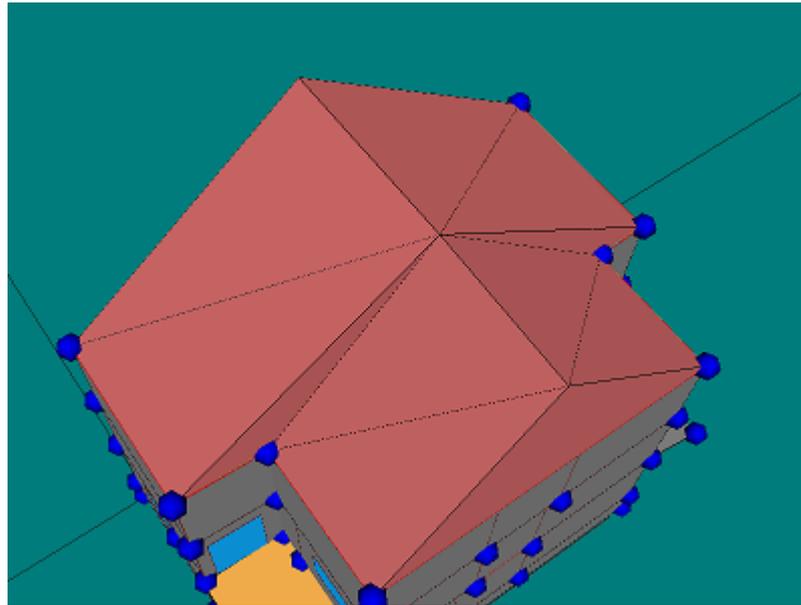


Ilustración 5-26 Cubierta edificio CALENER VYP

En la ilustración, se observan los diferentes polígonos creados. Finalmente la altura del edificio con cubierta es de 8,5 m.

#### 5.1.6 Edificio final con CALENER VYP

Con todas las plantas y la cubierta ya definidas se obtiene:

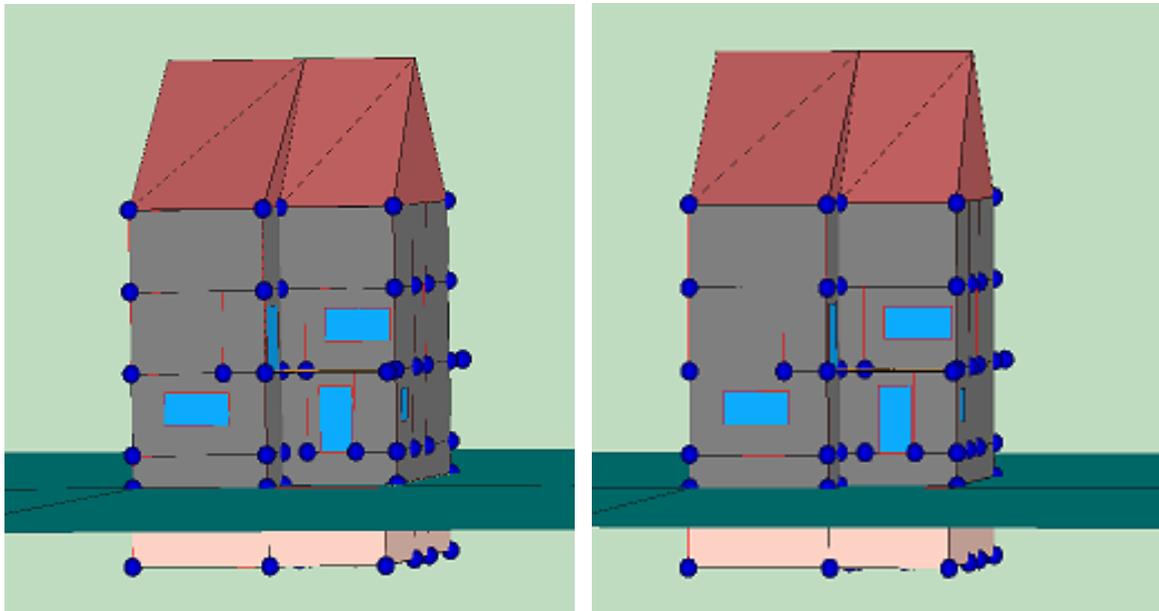


Ilustración 5-27 Alzados CALENER VYP

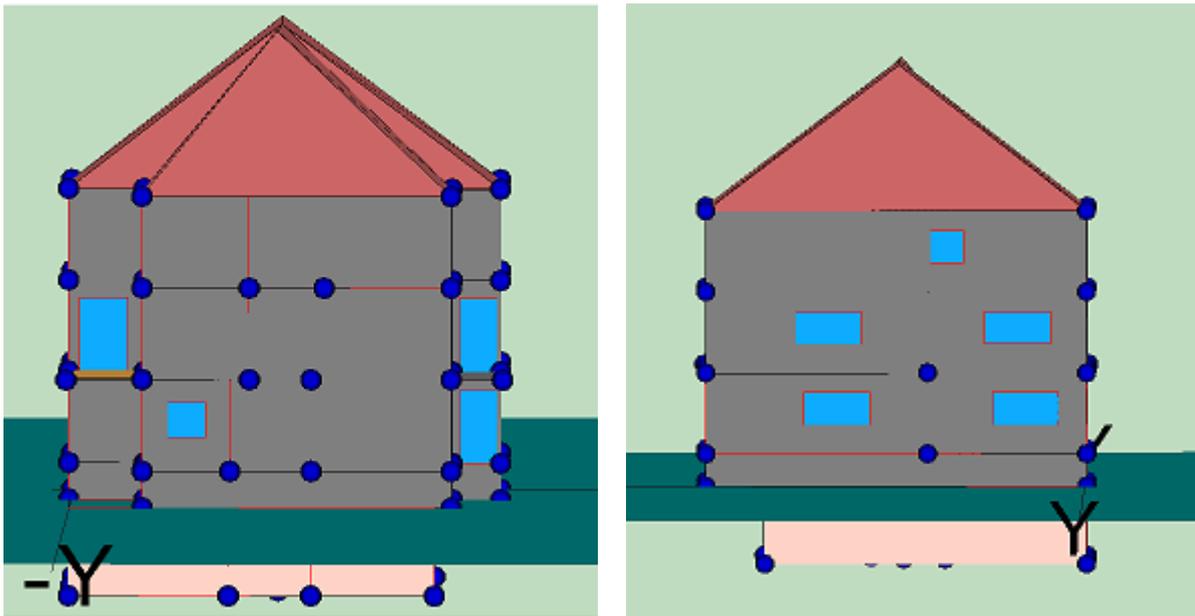


Ilustración 5-28 Vista delantera y trasera CALENER VYP

### 5.1.7 Sistemas, equipos y unidades de producción de ACS y climatización

Los sistemas instalados, son aquellos que se emplean para abastecer las necesidades de ACS, iluminación y climatización.

Dentro del programa, se distinguen ocho tipos distintos de sistemas:

- Sistema de climatización unizona: Un único equipo abastece un único espacio a través de una unidad terminal.
- Sistema de calefacción multizona por agua: Proporciona calefacción a varios espacios mediante unidades terminales de ACS, cada unidad abastece a una zona. El generador pueden ser una o más calderas o bombas de calor aire-agua.
- Sistema de climatización multizona por expansión directa: Sistemas con refrigeración y calefacción mediante unidades interiores en expansión directa.
- Sistema de climatización multizona por conductos: Refrigeración y calefacción a unas zonas conectadas mediante una red de conjuntos que impulsan aire para abastecer la demanda en cada una de las diferentes zonas.
- Sistema de agua caliente sanitaria: Preparación de ACS mediante termo eléctrico, caldera sin acumulación, caldera con acumulación, sistema solar individual con o sin apoyo eléctrico, bomba de calor aire-agua, etc.
- Sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria: Simulan los sistemas de producción conjunta de climatización y producción de ACS. Emplean la instalación

de agua caliente y contienen una o más unidades terminales. Contiene una lista de demandas de ACS.

- Sistema de climatización multizona por expansión directa para terciario: Emplea unidades interiores en expansión directa conectadas, por medio de tuberías de refrigerante con una unidad exterior.
- Sistema de climatización multizona por conductos para terciario: Sistemas que proporcionan refrigeración y calefacción a un conjunto de zonas mediante una red de conductos, los cuales impulsan aire para abastecer la demanda en diferentes zonas.

Al igual que los sistemas, existen ocho tipos de equipos:

- Equipo caldera eléctrica o combustible: Incluye todos aquellos equipos que producen agua caliente para calefacción o para uso sanitario, usando como fuente de energía un combustible o mediante disipación de calor por efecto Joule. Se encuentran calderas como pirotubulares, murales de paso, calentadores eléctricos de agua, con combustible sólido, líquido o gaseoso, etc.
- Equipo de calefacción eléctrica unizona: Equipos para una sola zona térmica. Se incluyen calefactores eléctricos de resistencia, calefactores de resistencia con aceite, suelo radiante eléctrico, etc.
- Equipo en expansión directa aire-aire sólo frío: Esta clase de equipos incluye los equipos que producen frío de forma autónoma. Los más usados de este tipo de equipos son: Autónomos compactos verticales/horizontales, frío de descarga directa. Autónomos partidos, solo frío de descarga directa. Autónomos compactos y partidos, solo frío de descarga a conductos.
- Equipo en expansión directa aire-aire bomba de calor: Incluye los equipos que producen frío y calor de manera autónoma. Los más usados son equipos autónomos compactos verticales u horizontales, reversibles de descarga directa, etc.
- Equipo en expansión directa bomba de calor aire-agua: Se definen todos los equipos que producen agua caliente para calefacción o para uso sanitario (ACS), utilizando la expansión directa de un refrigerante.
- Equipo unidad exterior en expansión directa: Estos equipos incluyen a todas las unidades exteriores de sistemas con múltiples unidades interiores, las cuales

producen frío y calor de manera autónoma, por cambio de fase de un refrigerante. Se utiliza la inversión del ciclo en invierno para producir calor.

- Equipo de acumulación de agua caliente: Se utilizan en los sistemas de producción de agua caliente sanitaria (ACS) que dispongan de un depósito de acumulación.
- Equipo de rendimiento constante: Definen un equipo de refrigeración y calefacción con rendimiento constante.

Las unidades terminales que suministran la energía final a la zona para cubrir la demanda pueden ser:

- Unidad terminal de agua caliente: Todo tipo de radiadores, suelos radiantes alimentados con agua caliente, convectores de agua caliente, etc.
- Unidad terminal de impulsión de aire: Impulsión de aire tratado como rejillas de impulsión, difusores, etc.
- Unidad terminal en expansión directa: Para varios espacios que suministran frío o calor.

#### 5.1.7.1 ACS para la vivienda

La demanda de agua caliente sanitaria, la calcula el programa automáticamente según las necesidades de los espacios habitados. Es la siguiente:

Demanda de ACS	
Nombre	ACS
Consumo total diario	0,90 l/(m <sup>2</sup> día)
Área habitable cubierta	356,63 m <sup>2</sup>
Temperatura de utilización	60,0 °C
Temperatura del agua de red	10,1 °C

Ilustración 5-29 Demanda de ACS CALENER VYP

La demanda calculada, se cubre con un equipo mixto de producción de agua caliente y calefacción con una caldera convencional de gasóleo del 85% de rendimiento y una capacidad total de 10 kW.

**Equipo caldera eléctrica o combustible**

Nombre: EQ\_Caldera-Convencional-Defecto

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Capacidad Total: 10,0 kW

Rendimiento nominal: 0,85

Tipo energía: Gasoleo

Ilustración 5-30 Equipo de caldera de combustible

### 5.1.7.2 Unidades terminales

A continuación, según los espacios acondicionados, se introducen unidades terminales de agua caliente y la potencia de calefacción necesaria.

### 5.1.7.3 Sistema mixto de ACS y calefacción

Con el equipo anteriormente definido, la demanda de ACS calculada y las unidades terminales de la tabla anteriormente descrita, se define el sistema de calefacción y producción de ACS siguiente:

**Sistema mixto de calefacción y ACS**

Propiedades Básicas | Equipos | Demandas de ACS | Unidades Terminales

Nombre del sistema: ACS Y CALE

Equipo Acumulador: ninguno

Fracción cubierta por energía solar: 0,0 % Contribución solar mínima HE-4: 30,0 %

Temperatura de impulsión sanitaria: 60,0 °C

Temperatura de impulsión de calefacción: 80,0 °C

Multiplicador: 1

Ilustración 5-31 Sistema de ACS y calefacción

### 5.1.8 Iluminación

Al ser una vivienda de uso residencial, el programa establece los valores predeterminados del C.T.E., se puede establecer que la potencia instalada de iluminación es de  $15 \text{ W}/\text{m}^2$  con un valor de eficiencia energética de  $7 \text{ W}/\text{m}^2$ .

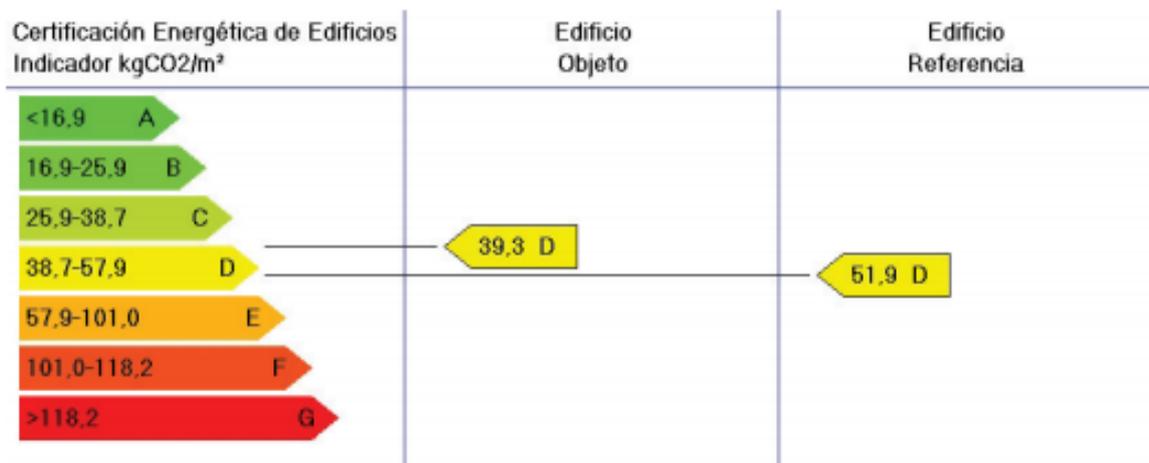
## 6 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

Para cuantificar la eficiencia energética el CTE define el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) como:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m}$$

Donde P es la potencia total instalada (W), S es la superficie iluminada y Em es la iluminancia horizontal mantenida (lux) y se define como aquella por debajo de la cual no se permite que caiga la iluminancia media en la superficie especificada independiente de la antigüedad de la instalación, este valor viene definido según la norma UNE EN 12464-1.

El CALENER VYP, calcula la eficiencia energética de forma automática (ver anexo 1), para esta vivienda, se obtienen los siguientes resultados:



	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	134,5	47957,8	D	146,3	52187,6
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	C	32,9	11733,2	D	46,8	16690,3
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	E	6,4	2282,4	D	5,1	1807,1
Emisiones CO2 totales	D	39,3	14015,6	D	51,9	18497,5
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	123,9	44176,4	D	212,2	75672,0
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	24,3	8648,3	D	20,9	7466,4
Consumo energía primaria totales	C	148,1	52824,7	D	233,1	83138,3

Ilustración 6-1 Calificación energética de la vivienda

En función del valor de la emisión obtenida, se puede decir que el inmueble no es eficiente, puesto que la obtención de “A”, “B” o “C”, sería el mejor resultado de eficiencia.

## 7 ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

### 7.1 Descripción de las mejoras implantadas

#### 7.1.1 Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior

Este sistema se compone de una serie de soluciones constructivas que tienen en común el objetivo de mejorar el aislamiento de las viviendas por el exterior, a modo de envolvente térmica.

Está compuesto por:

- Panel aislante prefabricado: Puede ser de diferentes espesores y materiales, por ejemplo, EPS (Poliestireno Espandido), XPS (Poliestireno Extruido), lana de roca o placas de EPS con grafito.
- Fijaciones de unión del aislamiento con el muro soporte: Mortero cola o fijaciones mecánicas.
- Acabados: Capas de mortero cola, con una malla intermedia de fibra de vidrio alcalirresistente de gran gramaje. Protege el aislamiento térmico. El acabado final consiste en una capa de imprimación y de un revestimiento continuo tipo revoco (revestimiento exterior de mortero de cal o cemento o de cal y cemento, que se aplica, en una o más capas).



Ilustración 7-1 Descripción del SATE

#### **VENTAJAS DEL SISTEMA:**

1. Aprovecha la capacidad de acumular calor de la fachada.
2. No consume superficie útil.

3. Elimina los puentes térmicos en fachada: pilares, caja de persiana, encuentros con forjados, etc.
4. Elimina condensaciones en muro.
5. Garantiza la estanqueidad de la fachada.
6. Continuidad del aislamiento térmico.
7. Rapidez en la ejecución frente a otros sistemas.
8. Intervención por el exterior de la vivienda, no interfiere en la vida cotidiana de los propietarios.

#### **INCONVENIENTE:**

1. No se puede ejecutar en edificios de fachada protegida

#### **AHORROS:**

Se estima que los ahorros en consumo de energía pueden llegar hasta en un 30%, los ahorros en demanda de calefacción en un 35% y la demanda de refrigeración en un 21%, en función de la zona dónde se quiera implantar.

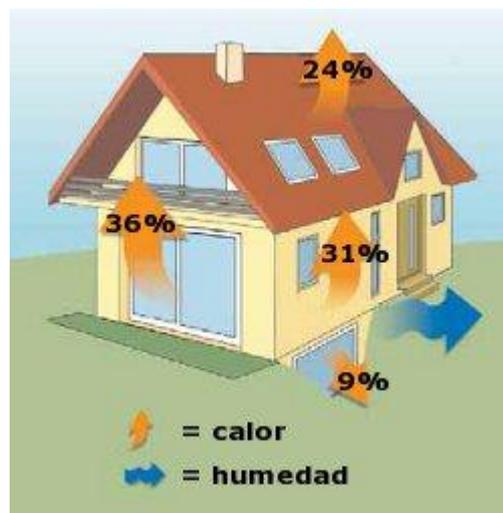


Ilustración 7-2 Ahorros energéticos de calor y humedad

#### **COSTES:**

Aproximadamente unos 61-65 €/m<sup>2</sup>.



Ilustración 7-3 Comparación entre una vivienda con SATE instalado y otra sin instalar

7.1.1.1 SATE en CALENER VYP

Para aplicar la medida anteriormente descrita en el programa, se debe de realizar sobre el anterior proyecto, modificando la estructura del muro exterior. El resultado obtenido del cambio de cerramiento de fachada es el siguiente:

Grupo Vertical

Nombre

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,080	0,029	30	1000	
3	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50	0,123	1,020	2170	1000	
4	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,030	0,034	38	1000	
5	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical					0,095
6	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,060	0,556	1000	1000	
7	Yeso, baja dureza d < 600	0,012	0,180	450	1000	
8						

Grupo Material

Material

0,020 Espesor (m)

U 0,24 W/(m²K)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

Ilustración 7-4 SATE en CALENER VYP

La principal ventaja de esto, es que se eliminan los puentes térmicos producidos por los forjados de la fachada, como resultado de esto, la transmitancia toma un valor de:

$$U_{MURO EXTERIOR} = 0,24 \frac{W}{m^2 * K}$$

En el caso anterior, se obtenía una transmitancia de  $0,52 \frac{W}{m^2 * K}$ ; cuanto menor sea el valor de “U”, menor será el paso de energía entre las caras del cerramiento y por tanto, mejorará las capacidades aislantes del elemento constructivo.

### 7.1.2 Mejora de los vidrios y carpintería de las ventanas

La renovación de los vidrios y marcos de las ventanas, representan una de las acciones más eficaces para la mejora de la eficiencia energética del edificio y además aumenta el confort en el interior de las viviendas. La principal intervención en edificios consiste en el cambio de ventanas con cristal simple por otras de doble acristalamiento. El espacio entre los dos cristales sirve para reducir la transferencia de calor y debe estar equipada con una capa metálica en la cara del cristal, o estar rellena de gas argón para hacer el aislamiento más eficiente.

El doble acristalamiento es ideal para zonas climatizadas, están constituidos por marcos de PVC, aunque los marcos de madera producen un mejor aislamiento son mucho más caros.



Ilustración 7-5 Ventana de doble cristal

#### **VENTAJAS**

Las principales ventajas son:

- Reducción de las entradas no deseadas de aire a través del cerramiento.
- Se puede aplicar a huecos con orientación desfavorable.
- Reducción de las condensaciones superficiales, interiores de las viviendas.
- No supone una pérdida de la superficie útil de la vivienda.
- Recuperación estética de la vivienda.

### **COSTES:**

El cambio de las ventanas suele estar entre 200-400 €/ventana.



**VENTANA PVC  
OSCILOBATIENTE 100 x 115  
CM.**  
Ref. 15914451

100 x 115 cm.

**179€**  
~~219,05€~~

Ilustración 7-6 Modelo de ventana PVC elegido

### **7.1.2.1 Mejora de ventanas en CALENER VYP**

#### **VIDRIO**

Grupo Dobles en posición vertical

Nombre

Propiedades

---

Transmitancia térmica (U)  W/m²K

Factor Solar (g)  Adimensional

Ilustración 7-7 Vidrio CALENER VYP

$$U_{VIDRIO} = 2,80 \frac{W}{m^2 * K}$$

#### **MARCO**

Grupo De PVC en posición vertical

Nombre

Propiedades

---

Transmitancia térmica (U)  W/m²K

Absortividad ( $\alpha$ )  Adimensional

Ilustración 7-8 Marco CALENER VYP

$$U_{MARCO} = 2,20 \frac{W}{m^2 * K}$$

## **VENTANA**

Grupo Ventana tipo 1

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

%huelco cubierto por el marco   ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire  m<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup> a 100 Pa

Ilustración 7-9 Ventana PVC CALENER VYP

### **7.1.3 Sistema de geotermia**

Con el uso de sistemas geotérmicos de baja entalpía para el sector residencial, se permite prescindir de fuentes energéticas derivadas del petróleo, todas ellas energías caras y no renovables. Como la demanda térmica de la energía consumida en el sector residencial es bastante baja, se permite utilizar agua geotérmica de baja entalpía y devolverla a baja temperatura, incrementando así el potencial geotérmico del recurso e induciendo un ahorro de energía.

En países con niveles altos de radiación solar, la temperatura del suelo a profundidades de más de 5 metros está en torno a los 15°C. Mediante un sistema de captación adecuado y una bomba de calor geotérmica se puede transferir calor de esta fuente de 15°C a otra de 50°C, y utilizar esta última para calefacción doméstica y la obtención de ACS.

Un sistema de geotermia, consta de tres circuitos diferenciados:

- **Circuito primario**: Está formado por el equipo de bombeo y acondicionamiento de agua geotérmica situado en la boca del pozo de extracción, un intercambiador de placas y un sistema de reinyección.

- Red de distribución: Está formado por un sistema cerrado de tubería, ida y retorno, para distribuir el agua caliente a todos los usuarios, un equipo de bombeo y una centralita de conexión con el particular.
- Circuito de distribución privado: desglosado en dos circuitos claramente diferenciados en función del nivel térmico de funcionamiento al que trabajan, uno en circuito abierto para el ACS y otro cerrado de calefacción. El sistema cerrado constará de un circuito de calefacción con tubería de impulsión y una tubería de retorno, mientras que el circuito que distribuye ACS es un sistema abierto, porque una vez utilizado el fluido calor portante lo vierte al sumidero. La mayoría de este tipo de instalaciones son sistemas cerrados.

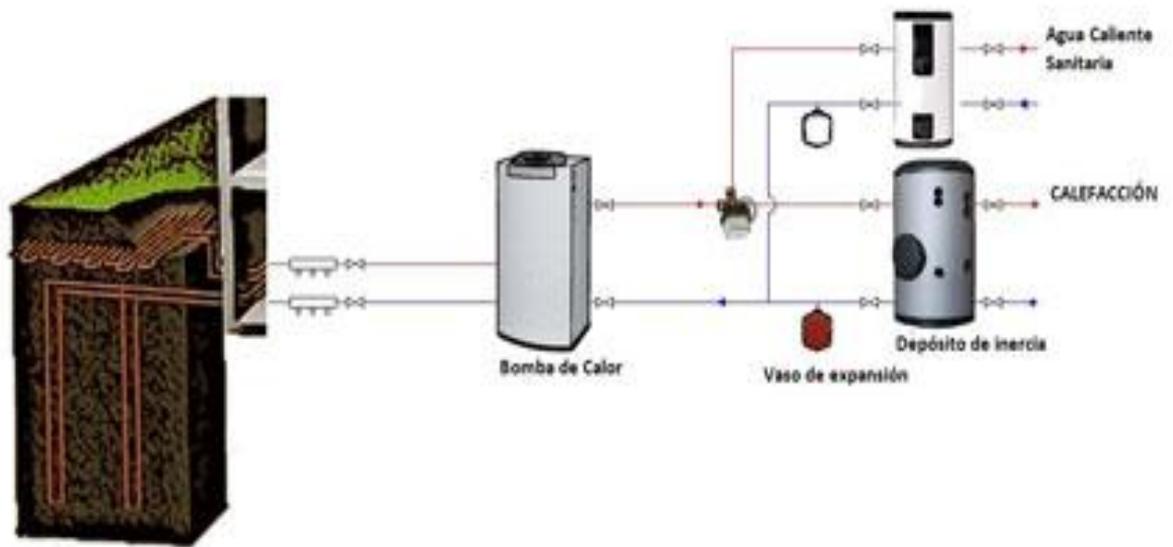


Ilustración 7-10 Esquema circuito geotérmico

Las instalaciones en el terreno pueden variar según las condiciones de espacio y las características del terreno:

- Instalación horizontal: Se realiza cuando se dispone de espacio suficiente, entonces las conducciones se disponen en zanjas con una longitud variable entre 30 y 120 metros.

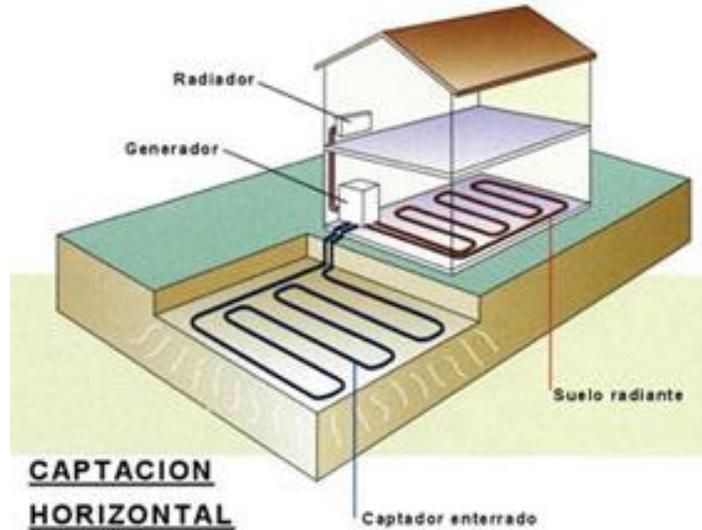


Ilustración 7-11 Captación horizontal

- Instalación vertical: Es la elección más adecuada cuando se dispone de espacio limitado. Es necesario utilizar equipos de perforación para realizar pozos de pequeño diámetro con profundidades comprendidas entre 25 y 100 metros. Los aprovechamientos con intercambiadores verticales consisten en perforaciones realizadas en el subsuelo en el que se introducen, en el caso más sencillo, un doble tubo por el que circula el fluido. El número de sondeos preciso para climatizar los locales depende de la transmisión de calor en el medio y, por ello se emplean distintos esquemas para su realización.

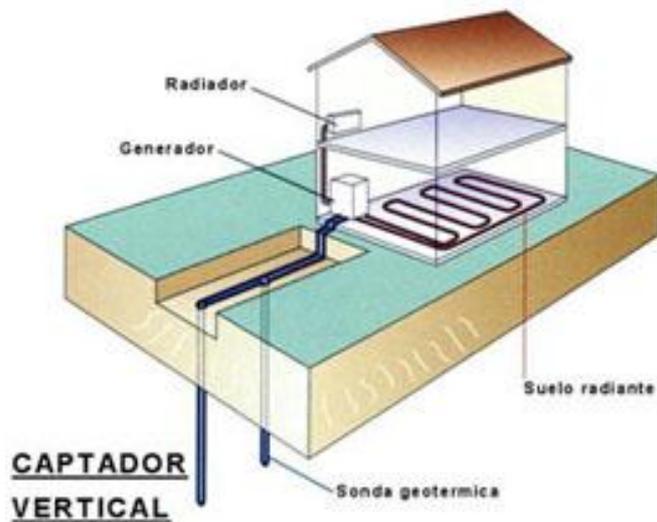


Ilustración 7-12 Captación vertical

### 7.1.3.1 Diseño del sistema con bomba de calor geotérmica

Hay varios sistemas de intercambio de calor asociados a una bomba de calor geotérmica. Se distinguen dos tipos de circuitos:

- Abierto: Se realiza la captación de un recurso hídrico (acuífero, lago, río, etc.) para intercambiar calor devolviéndose posteriormente a su origen
- Cerrados: Un fluido caloportador dentro de una tubería es el que realiza el intercambio, generalmente con el suelo aunque también se puede realizar con una masa de agua. Las cimentaciones termoactivas en los edificios están teniendo un gran auge para ubicar las tuberías de intercambio de calor.

Según las características de la vivienda del estudio, se va a optar por un sistema de captador vertical en el cual, la obra necesaria consiste en realizar una serie de perforaciones verticales en el jardín para intercambiar energía con el suelo. En ellas se introducen tubos en los que se hace circular un líquido que absorbe o cede calor desde la bomba de intercambio geotérmico. Los requisitos de instalación que se van a seguir se van a establecer con las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de bomba de calor geotérmica de circuito cerrado para climatización de edificios producción de ACS, según la guía técnica de Diseños de sistemas de bomba de calor geotérmico del IDAE y del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para no deteriorar el jardín se utiliza maquinaria de perforaciones de poca profundidad y los conductos se cubren con la misma tierra del terreno, a los que se pone una tapa de referencia, oculta en el césped. Dentro de la casa el sistema de climatización se completa con una bomba de intercambio geotérmico, un acumulador y un inversor de ciclo, que se puede ubicar en el garaje de la casa.

Una bomba de calor es una máquina que transfiere el calor desde un foco frío a otro caliente utilizando una cantidad de trabajo relativamente pequeña. La principal ventaja de las bombas de calor reside en la capacidad de aprovechar la energía existente en el foco frío (tierra) y que permite calefactar las dependencias interiores (foco caliente) con una aportación energética pequeña. Cuando la transferencia de calor se realiza en sentido inverso, la bomba de calor funciona en modo refrigeración.

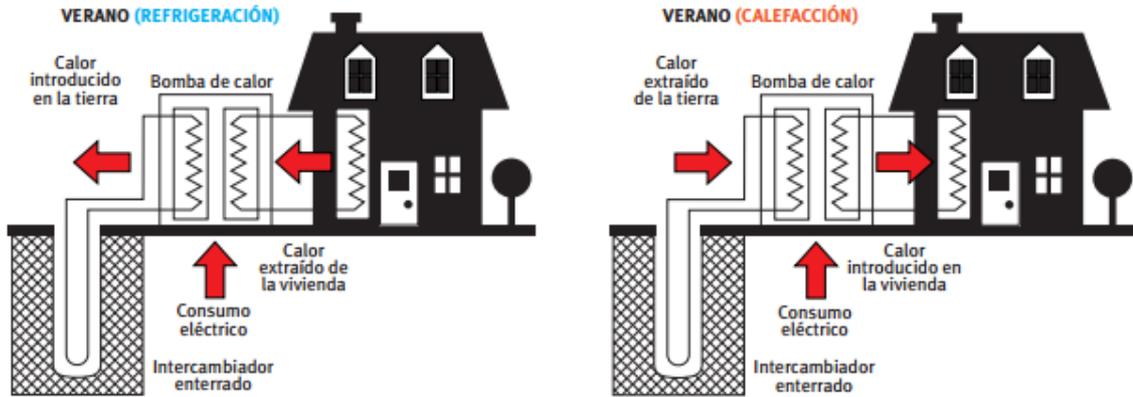


Ilustración 7-13 Funcionamiento de una bomba de calor.

Fuente: IDAE

Tanto la potencia calorífica o frigorífica (COP), pueden variar según la temperatura de trabajo, independiente de las eficiencias mecánicas y térmicas de los distintos componentes de la máquina.

El ciclo frigorífico que sigue la bomba de calor es el siguiente:

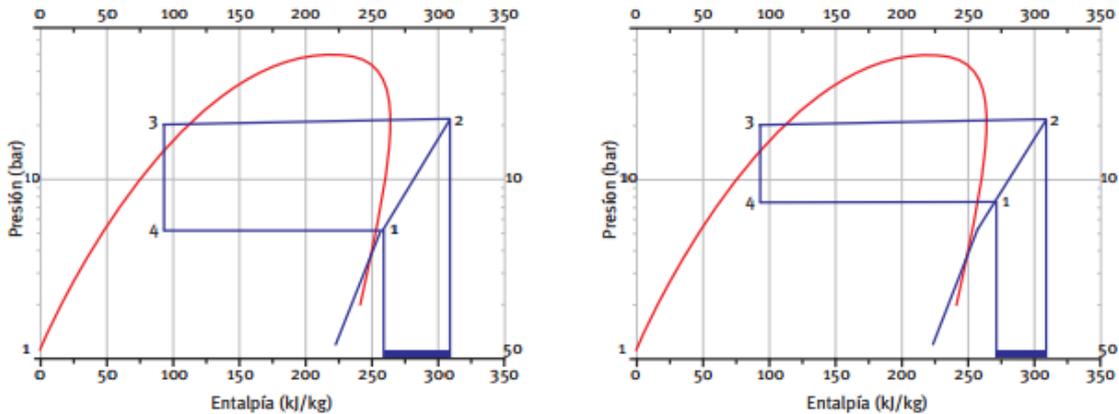


Ilustración 7-14 Ciclo frigorífico de la bomba de calor.

Fuente IDAE

Se observa una etapa de compresión: 1-2 que corresponde al compresor. Si se logra aumentar la temperatura de evaporación, y por lo tanto, la presión el compresor tiene que trabajar menos y el gasto de electricidad disminuye. En refrigeración ocurre lo mismo bajando la temperatura del condensador. Cuando la bomba de calor opera en modo calefacción, una buena parte del calor que se utiliza en la aplicación es calor extraído indirectamente del sol que previamente ha sido almacenado por el subsuelo. La parte de calor que proviene del gradiente geotérmico del subsuelo, es muy pequeña o nula.

Un aumento del COP de la bomba implica un aumento de la producción de calor.

### 7.1.3.1.1 Fundamentos térmicos del terreno

#### 7.1.3.1.1.1 TEMPERATURA MEDIA DEL TERRENO:

La temperatura de radiación, es decir, la que se mide a escasos centímetros del suelo, puede tener una diferencia de hasta 3 ó 4 grados, con la temperatura del aire, esta diferencia es más notable en invierno que en verano ya que durante una helada la temperatura de radiación puede bajar a  $-2^{\circ}\text{C}$ , mientras que la del suelo suele estar a 5 ó 6 grados por encima de cero. En verano no hay diferencias tan marcadas entre ambas temperaturas, puesto que el aire no se enfría tan rápidamente.

Como la temperatura que interesa para el sistema geotérmico es la temperatura del subsuelo, ésta respecto a la temperatura del aire tiene tan sólo 1 ó 2 grados de diferencia. Más acusadas en invierno que en verano, pero una diferencia muy pequeña, por lo tanto, se puede considerar la temperatura del terreno igual que la ambiente con un margen de error muy pequeño.

La temperatura media del terreno en Burgos es:

Mes	T(°C)
Enero	2,7
Febrero	3,9
Marzo	6,9
Abril	8,7
Mayo	12
Junio	16
Julio	18,9
Agosto	18,7
Septiembre	16,1
Octubre	11,4
Noviembre	6,6
Diciembre	3,8
<b>MEDIA T(°C)</b>	<b>8,73551072</b>

Tabla 7-1 Temperatura media en Burgos

#### 7.1.3.1.1.2 CONDUCTIVIDAD, CAPACIDAD TÉRMICA Y DIFUSIVIDAD DEL TERRENO

La conductividad, es una característica de cada material que indica la capacidad para producir calor, se expresa como el calor que atraviesa (en una determinada dirección) un material de 1 m de espesor como consecuencia de una diferencia de  $1^{\circ}\text{C}$  entre los extremos opuestos. Se expresa en  $\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$  o  $\text{W}/\text{mK}$ .

$$Q_x = -K * A * \frac{dT}{dx}$$

- K: Conductividad térmica
- A: área de la superficie a través de la cual tiene lugar la transmisión de calor
- dT/dx: Gradiente de temperatura

La conductividad de los materiales del terreno aumenta con el grado de humedad, se calcula por medio de tablas o realizando un Test de Respuesta Térmica del suelo (TRT).

La capacidad térmica o calorífica es el cociente entre el calor que se suministra a un sistema y la variación de temperatura provocada. Expresa el calor que es capaz de almacenar un volumen de terreno al incrementarse la temperatura, se expresa en  $J/m^3K$ .

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

- dQ es el calor que es necesario suministrar para incrementar la temperatura en dT.

La difusividad térmica se define como el ratio entre la capacidad de conducción del terreno y la capacidad térmica del terreno. Se mide en  $m^2/s$ . El rango de valores para suelo seco va desde  $0.36 * 10^6 m^2/s$  hasta  $0.8 * 10^6 m^2/s$ , según sea el suelo seco o húmedo.

En la ciudad de Burgos, el suelo presenta las siguientes características:

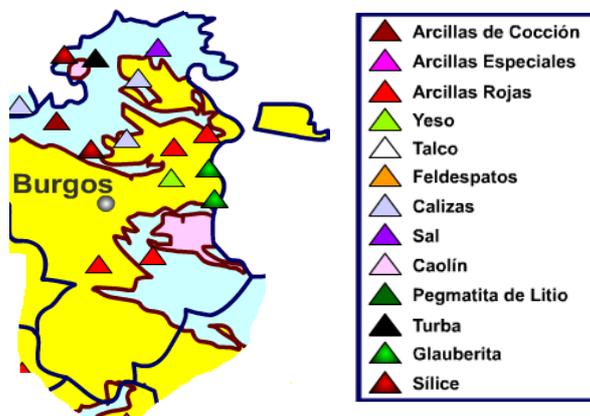
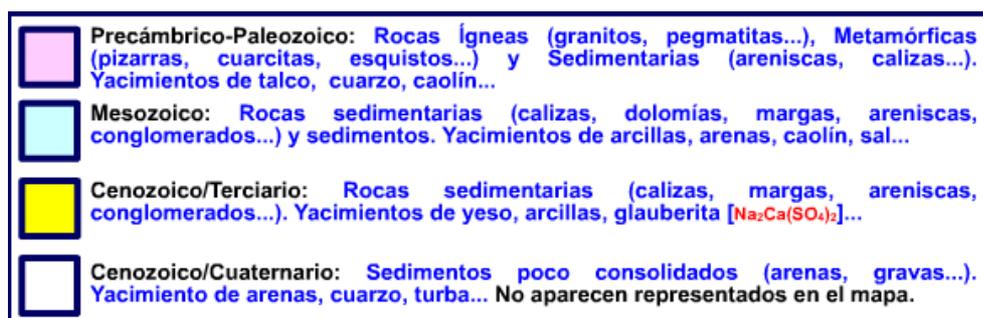


Ilustración 7-15 Características del terreno Burgos



Se observa que predominan las rocas sedimentarias, éstas presentan las siguientes propiedades térmicas:

Tipo de roca	Conductividad térmica (W/mK)			Capacidad térmica volumétrica (MJ/m <sup>3</sup> K)
	Mín.	Valor típico	Máx.	
<b>Rocas sedimentarias</b>				
Caliza	2,5	2,8	4	2,1-2,4
Marga	1,5	2,1	3,5	2,2-2,3
Cuarcita	3,6	6	6,6	2,1-2,2
Sal	5,3	5,4	6,4	1,2
Arenisca	1,3	2,3	5,1	1,6-2,8
Limolitas y argilitas	1,1	2,2	3,5	2,1-2,4
<b>Rocas no consolidadas</b>				
Grava, seca	0,4	0,4	0,5	1,4-1,6
Grava, saturada de agua		aprox. 1,8		aprox. 2,4
Arena, seca	0,3	0,4	0,8	1,3-1,6
Arena, saturada de agua	1,7	2,4	5	2,2-2,9
Arcilla/limo, seco	0,4	0,5	1	1,5-1,6
Arcilla/limo, saturado de agua	0,9	1,7	2,3	1,6-3,4
Turba	0,2	0,4	0,7	0,5-3,8

Ilustración 7-16 Propiedades térmicas del terreno Burgos

Tipo de roca (litologías)	Capacidad de extracción de calor (W/m)
Gravas y arenas secas	<25
Arcillas y margas húmedas	35-50
Calizas y dolomías masivas	55-70
Areniscas	65-80
Granitos	68-85
Rocas básicas (basaltos)	40-65
Rocas metamórficas (gneis)	70-85
Gravas y arenas saturadas de agua	65-80
Gravas y arenas con gran circulación de agua	80-100

Tabla 7-2 Capacidad térmica del suelo

Con estos datos, se va a tomar un valor aproximado de la conductividad del terreno de unos 50 W/m.

#### 7.1.3.1.2 Diseño del intercambiador de calor enterrado

Un intercambiador de calor funciona como un medio de intercambio calorífico entre el suelo y el fluido caloportador. Se comporta como una fuente de calor con un espesor pequeño y una longitud infinita, cede calor en sentido radial.

El método de cálculo del intercambiador es el IGSHA (International Ground Source Heat Pump Association) en el que se asume que el sistema funciona durante un tiempo determinado a una carga constante y en el mes de calefacción más desfavorable, en este caso será el mes de enero con una temperatura de 2,7 °C.

No se considera una demanda de refrigeración para verano debido a la zona y a las temperaturas máximas en verano.

**CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LA VIVIENDA**

Las condiciones interiores han de ser tales que sean capaces de satisfacer el bienestar térmico o confort de los ocupantes.

Según el RITE, el ambiente térmico se define por aquellas características que condicionan los intercambios térmicos del cuerpo humano con el ambiente, en función de la actividad de la persona y del aislamiento térmico de su vestimenta, y que afecta a la sensación de bienestar de su vestimenta. Estas características son la temperatura del aire, la velocidad media del mismo en la zona ocupada y la humedad relativa. Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2 las condiciones interiores de diseño se fijarán en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta.

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Ilustración 7-17 Temperatura y humedad RITE

La temperatura elegida en invierno será de 21°C con una humedad relativa del 50%.

**Transmitancia térmica de los cerramientos**

Según la zona climática (E1) se comprueban si las transmitancias calculadas con el programa CALENER VYP, corresponden a las dadas por el CTE.

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	<b>U<sub>Mlim</sub>: 0,57 W/m<sup>2</sup> K</b>
Transmitancia límite de suelos	<b>U<sub>Slim</sub>: 0,48 W/m<sup>2</sup> K</b>
Transmitancia límite de cubiertas	<b>U<sub>Clim</sub>: 0,35 W/m<sup>2</sup> K</b>
Factor solar modificado límite de lucernarios	<b>F<sub>Llim</sub>: 0,36</b>

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U <sub>Hlim</sub> W/m <sup>2</sup> K				Factor solar modificado límite de huecos F <sub>Hlim</sub>					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6	3,0	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2	2,7	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0	2,4	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	-	-	-	0,40	0,54	0,43

Ilustración 7-18 Valores límite transmitancias zona E1

Los cerramientos de la vivienda con las transmitancias calculadas cumplen con los criterios anteriores y son:

Cerramientos	U (W/m <sup>2</sup> K)
Medianería	1,45
Muro exterior (mejorado)	0,24
Tabique interno	2,94
Sótano	5,3
Solera	5,3
Forjado sanitario	0,47
Forjado entre plantas	5,36
Forjado techo	2,78
Bajo cubierta	0,98
Cubierta	1,14
Ventanas (mejoradas)	2,8
Puertas	2,2

Tabla 7-3 Cerramientos y transmitancias calculados con CALENER VYP

### Cargas internas

El método de cálculo empleado es el descrito por ASHRAE, se basa en estimar las cargas de calentamiento hora por hora. La potencia térmica de calefacción se calcula como para la situación de transferencia de calor más desfavorable, es decir, a temperatura mínima, radiación solar nula y mínima presencia de personas, luces y motores. Las cargas son pérdidas de calor, al mantenerse una temperatura ambiente superior a la temperatura exterior.

Para calcular las cargas internas se han de tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Transmisión de paredes y techos: Cerramientos opacos al exterior, excepto los que no reciben rayos solares.
- Transmisión excepto paredes y techos: Cerramientos opacos interiores no expuestos a los rayos solares.
- Acristalamiento y puertas exteriores.
- Calor interno: Es el calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando. Los ocupantes aportan carga sensible y carga latente. Se considera que 67% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección. El calor de los ocupantes no se suele considerar en las instalaciones de calefacción de viviendas, ya que se supone que el sistema debe ser capaz de funcionar con una única persona presente.

- **Alumbrado:** Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos. Para una vivienda unifamiliar se suele tomar una potencia de iluminación igual para toda la vivienda y de valor 15 W/m<sup>2</sup>. El porcentaje de funcionamiento tomado es de un 10%.
- **Aparatos eléctricos:** Es el calor generado por los aparatos exclusivamente eléctricos que se encuentran dentro de cada local. Éste es función principalmente del número y tipo de aparatos del que se disponga en cada habitación. Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.
- **Aparatos térmicos:** Calor generado por los aparatos térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos. Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

Los niveles de potencia y de iluminación de los equipos eléctricos de cada habitación de la vivienda que se van a considerar son:

Habitación	Tipo de iluminación	Nº	Potencia	W/m <sup>2</sup>
<b>Garaje</b>	Fluorescentes	5	48	240
<b>Cocina</b>	Alumbrado	10	12	120
	TV	1	250	250
	Horno-microondas	1	800	800
	Nevera	1	200	200
<b>Salón</b>	Alumbrado	10	37	370
	TV	1	250	250
<b>Despacho</b>	Alumbrado	10	15	150
	Ordenador	1	250	250
	TV	1	250	250
<b>Vestíbulo</b>	Alumbrado	6	15	90
<b>Escalera</b>	Alumbrado	7	15	105
<b>Aseo</b>	Alumbrado	10	37	370
<b>Baño 1</b>	Alumbrado	5	15	75
<b>Baño 2</b>	Alumbrado	3	15	45
<b>Dormitorio 1</b>	Alumbrado	13	15	195
<b>Dormitorio 2</b>	Alumbrado	13	15	195
<b>Dormitorio 3</b>	Alumbrado	13	15	195
<b>Tratero 1</b>	Alumbrado	2	40	80
<b>Tratero 2</b>	Alumbrado	2	15	30
<b>Tratero 3</b>	Alumbrado	1	40	40

Tabla 7-4 Niveles de potencia eléctrica de los aparatos de la vivienda

- **Aire exterior:** Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior de ventilación. Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección. Según el Documento Básico HS3 del Código Técnico de la Edificación, se establecen los caudales de ventilación mínimos exigidos dependiendo del tipo de habitación de la vivienda.

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por $m^2$ útil	En función de otros parámetros
<b>Locales</b>	<b>Dormitorios</b>	5		
	<b>Salas de estar y comedores</b>	3		
	<b>Aseos y cuartos de baño</b>			15 por local
	<b>Cocinas</b>		2	50 por local <sup>(1)</sup>
	<b>Trasteros y sus zonas comunes</b>		0,7	
	<b>Aparcamientos y garajes</b>			120 por plaza
	<b>Almacenes de residuos</b>		10	

<sup>(1)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla 7-5 Caudales de ventilación mínimos CTE

- **Infiltraciones:** El caudal de aire de infiltración es variable según la estanqueidad de las puertas y ventanas, la porosidad de las paredes del edificio, su altura, escaleras, dirección y velocidad del viento, y caudales relativos de aire de ventilación y extracción. Muchos de estos factores no pueden ser calculados con exactitud y deben ser objeto de una estimación más o menos empírica. Para el cálculo de las infiltraciones se considerará un porcentaje (un 20%) de la carga por ventilación.
- **Orientación:** En función de la orientación de cada habitación, se han de tener en cuenta los siguientes suplementos:

COEFICIENTES DE ORIENTACIÓN
Orientación Norte + 15%
Orientación Sur + 00%
Orientación Este + 10%
Orientación Oeste + 5%

Tabla 7-6 Coeficientes de orientación

7.1.3.1.2.1 Cargas térmicas de cada espacio habitado

- **P01\_E01= GARAJE**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Garaje										Orientación			
	Longitud (m)	Altura (m)	S (m2)	U (W/m²°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Tabique interno 1	3,59		2,4	8,62	2,94	15,0	2,7	12,3	311,6				
Tabique interno 2	1,29		2,4	3,10	2,94	15,0	2,7	12,3	112,0				
Tabique interno 3	0,82		2,4	1,97	2,94	15,0	2,7	12,3	71,2				
Tabique interno 4	1,99		2,4	4,78	2,94	15,0	2,7	12,3	172,7				
Sótano(suelo)				54,20	5,3	15,0	2,7	12,3	3533,3				
Pared norte sótano	9,97		2,4	23,93	5,30	15,0	2,7	12,3	1559,9	1793,8			
Pared oeste sótano	7,66		2,4	18,38	5,30	15,0	2,7	12,3	1198,5			1258,3756	
Pared sur sótano	3,31		2,4	7,94	5,30	15,0	2,7	12,3	517,9		517,9		
Pared este sótano	3,31		2,4	7,94	5,30	15,0	2,7	12,3	517,9		569,6563		
Solera (techo)				54,20	5,30	15,0	2,7	12,3	3533,3				
<b>Total (W)</b>										<b>11873,7</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m³/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m³)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)	
Garaje/unidad	120 x plaza	432,0		1,0	432,0	0,29	17,0	2,7	14,3	2083,1
<b>Total (W)</b>									<b>2083,1</b>	

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR				
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción	
Fluorescentes		48	5	240
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción	
<b>TOTAL (W)</b>			<b>240</b>	
10 % simultaneidad			<b>-24</b>	

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>240</b>
20% ventilación	416,6288372

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>14349,5</b>
-------------------------	----------------

Tabla 7-7 Carga térmica garaje

➤ **P03\_E02: COCINA**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Cocina											Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)		
Muro exterior norte (mejorado)	4,78		2,5	11,95	0,24	21,0	2,7	18,3	52,5	60,4				
Muro exterior este (mejorado)	4,14		2,5	10,35	0,24	21,0	2,7	18,3	45,5		50,00292			
Tabique interno 1	4,14		2,5	10,35	2,94	21,0	2,7	18,3	556,9					
Tabique interno 2	4,78		2,5	11,95	2,94	21,0	2,7	18,3	642,9					
Forjado sanitario (suelo)				20,08	0,47	21,0	2,7	18,3	172,7					
Forjado entre plantas (techo)				20,08	5,36	21,0	2,7	18,3	1969,6					
Ventana 1 (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5	117,9				
Ventana 2 (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5		112,728			
<b>Total (W)</b>										<b>3683,0</b>				

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m <sup>3</sup> /h n)	n	C (m <sup>3</sup> /h)	Ce(Kcal/m <sup>3</sup> )	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Cocina/unidad	2 x m <sup>2</sup>	7,2		1,0	7,2	0,29	21,0	2,7	18,3
<b>Total (W)</b>									<b>44,4</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m <sup>2</sup>		12	10
			120
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
Televisor	250	1	250
Horno-microondas	800	1	800
Nevera	200	1	200
<b>TOTAL (W)</b>			<b>1250</b>
10 % simultaneidad			-125

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>1250</b>
20% ventilación	8,886139535

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>3611,4</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-8 Carga térmica cocina

➤ **P03\_E03: SALÓN**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Salón										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior norte (mejorado)	6,71		2,5	16,78	0,24	21,0	2,7	18,3	73,7	84,7			
Muro exterior oeste (mejorado)	4,14		2,5	10,35	0,24	21,0	2,7	18,3	45,5			47,73006	
Tabique interno 1	4,14		2,5	10,35	2,94	21,0	2,7	18,3	556,9				
Tabique interno 2	6,71		2,5	16,78	2,94	21,0	2,7	18,3	902,5				
Forjado sanitario (suelo)				30,50	0,47	21,0	2,7	18,3	262,3				
Forjado entre plantas (techo)				30,50	5,36	21,0	2,7	18,3	2991,7				
Ventana norte (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5	117,9			
Ventana oeste (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5			107,604	
<b>Total (W)</b>										<b>5071,3</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h.n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Salón/persona	3 x ocupante	10,8	1,0	10,8	0,29	21,0	2,7	18,3	66,6
<b>Total (W)</b>									<b>66,6</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		37	10
			370
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
Televisor		250	1
			250
<b>TOTAL (W)</b>			<b>620</b>
10 % simultaneidad			-62

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>620</b>
20% ventilación	13,3292093

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>5089,3</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-9 Carga térmica salón

➤ **P03\_E04: DESPACHO**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Despacho										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior oeste (mejorado)	4,32		2,5	10,80	0,24	21,0	2,7	18,3	47,4			49,80528	
Muro exterior sur (mejorado)	4,32		2,5	10,80	0,24	21,0	2,7	18,3	47,4	47,4			
Tabique interno 1	4,32		2,5	10,80	2,94	21,0	2,7	18,3	581,1				
Tabique interno 2	4,32		2,5	10,80	2,94	21,0	2,7	18,3	581,1				
Forjado sanitario (suelo)				10,90	0,47	21,0	2,7	18,3	93,8				
Forjado entre plantas (techo)				10,90	5,36	21,0	2,7	18,3	1069,2				
Ventana oeste (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5			107,604	
Puerta sur (mejorado)	1		2	2,00	2,20	21,0	2,7	18,3	80,5	80,5			
<b>Total (W)</b>										<b>2610,4</b>			

RENOVACIÓN	Cu (l/s) x unidad	Cu (m <sup>3</sup> /h n)	n	C (m <sup>3</sup> /h)	Ce (Kcal/m <sup>3</sup> )	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Dormitorio/unidad	5 x ocupante	18,0	1,0	18,0	0,29	21,0	2,7	18,3	111,1
<b>Total (W)</b>									<b>111,1</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m <sup>2</sup>		15	10
			150
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
Ordenador		250	1
			250
Televisor		250	1
			250
<b>TOTAL (W)</b>			<b>650</b>
10 % simultaneidad			-65

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>650</b>
20% ventilación	22,21534884

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>2678,7</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-10 Carga térmica despacho

➤ **P03\_E05: VESTÍBULO**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Vestíbulo										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior este (mejorado)	2,21		2,5	5,53	0,24	21,0	2,7	18,3	24,3		26,69238		
Tabique interno 1	5,02		2,5	12,55	2,94	21,0	2,7	18,3	675,2				
Tabique interno 2	1,3		2,5	3,25	2,94	21,0	2,7	18,3	174,9				
Tabique interno 3	2,2		2,5	5,50	2,94	21,0	2,7	18,3	295,9				
Tabique interno 4	2,35		2,5	5,88	2,94	21,0	2,7	18,3	316,1				
Forjado sanitario (suelo)				8,05	0,47	21,0	2,7	18,3	69,2				
Forjado entre plantas (techo)				8,05	5,36	21,0	2,7	18,3	789,3				
Puerta este	1		2	8,05	2,20	21,0	2,7	18,3	324,0		356,36944		
<b>Total (W)</b>											<b>2703,7</b>		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Vestíbulo/persona	2 x ocupante	7,2	1,0	7,2	0,29	21,0	2,7	18,3	44,4
<b>Total (W)</b>									<b>44,4</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2	15	6	90
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>90</b>
10 % simultaneidad			<b>-9</b>

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>90</b>
20% ventilación	8,886139535

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>2748,0</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-11 Carga térmica vestíbulo

➤ **P03\_E06: ESCALERA**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Escalera	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	Orientación				
									N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior sur (mejorado)	2,2		2,5	5,50	0,24	21,0	2,7	18,3	24,2	27,8			
Tabique interno 1	2		2,5	5,00	2,94	21,0	2,7	18,3	269,0				
Tabique interno 2	2		2,5	5,00	2,94	21,0	2,7	18,3	269,0				
Tabique interno 3	2		2,5	5,00	2,94	21,0	2,7	18,3	269,0				
Forjado sanitario (suelo)				4,18	0,47	21,0	2,7	18,3	36,0				
Forjado entre plantas (techo)				4,18	5,36	21,0	2,7	18,3	410,0				
<b>Total (W)</b>										<b>1280,8</b>			

RENOVACIÓN	Cu (l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce (Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Escalera/persona	0,7 x ocupante	10,8	2,5	27,2	0,29	21,0	2,7	18,3	167,9
<b>Total (W)</b>									<b>167,9</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		15	7
			105
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>105</b>
10 % simultaneidad			-10,5

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>105</b>
20% ventilación	33,58960744

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>1471,8</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-12 Carga térmica escalera

➤ **P03\_E07: ASEO**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Aseo											Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)		
Muro exterior este (mejorado)	2,21		2,5	5,53	0,24	21,0	2,7	18,3	24,3		26,69238			
Muro exterior sur (mejorado)	2,21		2,5	5,53	0,24	21,0	2,7	18,3	24,3	24,3				
Tabique interno 1	1,5		2,5	3,75	2,94	21,0	2,7	18,3	201,8					
Tabique interno 2	2,21		2,5	5,53	2,94	21,0	2,7	18,3	297,3					
Forjado sanitario (suelo)				3,42	0,47	21,0	2,7	18,3	29,4					
Forjado entre plantas (techo)				3,42	5,36	21,0	2,7	18,3	335,5					
Ventana este (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5		112,728			
<b>Total (W)</b>												<b>1027,6</b>		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m3/h)	Ce(Kcal/m3°)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Baño/local	15 x local	54,0		1,0	54,0	0,29	21,0	2,7	333,2
<b>Total (W)</b>									<b>333,2</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
Alumbrado			
15 W/m2		37	10
			370
Aparatos			
		250	1
			250
<b>TOTAL (W)</b>			<b>620</b>
10 % simultaneidad			<b>-62</b>

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>620</b>
20% ventilación	66,64604651

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>1365,5</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-13 Carga térmica aseo

➤ **P04\_E01: Baño**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Baño										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior norte (mejorado)	4,89		2,5	12,23	0,24	21,0	2,7	18,3	53,7	61,7			
Muro exterior este (mejorado)	2,84		2,5	7,10	0,24	21,0	2,7	18,3	31,2		34,30152		
Tabique interno 1	2,84		2,5	7,10	2,94	21,0	2,7	18,3	382,0				
Tabique interno 2	4,89		2,5	12,23	2,94	21,0	2,7	18,3	657,7				
Forjado entre plantas (suelo)				19,00	5,36	21,0	2,7	18,3	1863,7				
Bajo cubierta (techo)				19,00	0,98	21,0	2,7	18,3	340,7				
Ventana norte (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5	117,9			
<b>Total (W)</b>										<b>3458,0</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)	
Baño/unidad	15 x local	54,0		1,0	54,0	0,29	21,0	2,7	18,3	333,2
<b>Total (W)</b>									<b>333,2</b>	

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR				
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción	
15 W/m2		15	5	75
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción	
<b>TOTAL (W)</b>			<b>75</b>	
10 % simultaneidad			-7,5	

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>75</b>
20% ventilación	66,64604651

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>3850,4</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-14 Carga térmica baño 1

➤ **P04\_E02: Baño 2**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Baño 2										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior este (mejorado)	1,25		2,5	3,13	0,24	21,0	2,7	18,3	13,7		15,0975		
Tabique interno 1	4,89		2,5	12,23	2,94	21,0	2,7	18,3	657,7				
Tabique interno 2	1,25		2,5	3,13	2,94	21,0	2,7	18,3	168,1				
Tabique interno 3	4,89		2,5	12,23	2,94	21,0	2,7	26,8	963,2				
Forjado entre plantas (suelo)				14,00	5,36	21,0	2,7	18,3	1373,2				
Bajo cubierta (techo)				14,00	0,98	21,0	2,7	18,3	251,1				
Puerta sur	1		2	2,00	2,20	21,0	2,7	18,3	80,5		80,5		
<b>Total (W)</b>											<b>3509,0</b>		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Baño/unidad	15 x local	54,0	1,0	54,0	0,29	21,0	2,7	18,3	333,2
<b>Total (W)</b>									<b>333,2</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		15	3
			45
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>45</b>
10 % simultaneidad			-4,5

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>45</b>
20% ventilación	66,64604651

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>3904,4</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-15 Carga térmica baño 2

➤ **P04\_E03: Dormitorio 1**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Dormitorio 1										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior este (mejorado)	3,56		2,5	8,90	0,24	21,0	2,7	18,3	39,1		42,99768		
Muro exterior sur (mejorado)	2,81		2,5	7,03	0,24	21,0	2,7	18,3	30,9	30,9			
Tabique interno 1	2,81		2,5	7,03	2,94	21,0	2,7	18,3	378,0				
Tabique interno 2	3,56		2,5	8,90	2,94	21,0	2,7	18,3	478,8				
Forjado entre plantas (suelo)				8,90	5,36	21,0	2,7	18,3	873,0				
Bajo cubierta (techo)				8,90	0,98	21,0	2,7	18,3	159,6				
Ventana este (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5		102,5		
<b>Total (W)</b>											<b>2065,7</b>		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m <sup>3</sup> /h n)	n	C (m <sup>3</sup> /h)	Ce(Kcal/m <sup>3</sup> )	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Dormitorio/persona	5 x ocupante	18,0	1,0	18,0	0,29	21,0	2,7	18,3	111,1
<b>Total (W)</b>									<b>111,1</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
Alumbrado			
15 W/m <sup>2</sup>		15	13
			195
Aparatos			
<b>TOTAL (W)</b>			<b>195</b>
10 % simultaneidad			<b>-19,5</b>

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>195</b>
20% ventilación	22,21534884

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>2179,5</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-16 Carga térmica dormitorio 1

➤ **P04\_E07: Dormitorio 2**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Dormitorio 2										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior norte (mejorado)	6,77		2,5	16,93	0,24	21,0	2,7	18,3	74,3		81,76806		
Muro exterior oeste (mejorado)	4,42		2,5	11,05	0,24	21,0	2,7	18,3	48,5			50,95818	
Tabique interno 1	6,77		2,5	16,93	2,94	21,0	2,7	18,3	910,6				
Tabique interno 2	4,42		2,5	11,05	2,94	21,0	2,7	18,3	594,5				
Forjado entre plantas (suelo)				24,76	5,36	21,0	2,7	18,3	2429,1				
Bajo cubierta (techo)				24,76	0,98	21,0	2,7	18,3	444,1				
Ventana norte (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5	117,9			
Ventana oeste (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5			107,604	
Puerta sur	1		2	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5		102,5		
<b>Total (W)</b>											<b>4838,9</b>		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Dormitorio/persona	5 x ocupante	18,0	1,0	18,0	0,29	21,0	2,7	18,3	111,1
<b>Total (W)</b>									<b>111,1</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		15	13
			195
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>195</b>
10 % simultaneidad			<b>-19,5</b>

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	<b>195</b>
20% ventilación	22,21534884

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>4952,7</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-17 Carga térmica dormitorio 2

➤ **P04\_E06: Carga térmica dormitorio 3**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Dormitorio 3										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior sur (mejorado)	3,82		2,5	9,55	0,24	21,0	2,7	18,3	41,9		41,9		
Muro exterior oeste (mejorado)	3,34		2,5	8,35	0,24	21,0	2,7	18,3	36,7			38,50686	
Tabique interno 1	3,82		2,5	9,55	2,94	21,0	2,7	18,3	513,8				
Tabique interno 2	3,34		2,5	8,35	2,94	21,0	2,7	18,3	449,2				
Forjado entre plantas (suelo)				10,90	5,36	21,0	2,7	18,3	1069,2				
Bajo cubierta (techo)				10,90	0,98	21,0	2,7	18,3	195,5				
Ventana oeste (mejorado)	2		1	2,00	2,80	21,0	2,7	18,3	102,5			107,604	
Total (W)											2415,8		

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m <sup>3</sup> /h n)	n	C (m <sup>3</sup> /h)	Ce(Kcal/m <sup>3</sup> )	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Dormitorio/persona	5 x ocupante	18,0	1,0	18,0	0,29	21,0	2,7	18,3	111,1
Total (W)									111,1

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m <sup>2</sup>		15	13
			195
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
TOTAL (W)			195
10 % simultaneidad			-19,5

INFILTRACIONES	
TOTAL (W)	195
20% ventilación	22,21534884

SUMA TOTAL Q (W)	2529,5
------------------	--------

Tabla 7-18 Carga térmica dormitorio 3

➤ P05\_E01: Trastero/local ático 1

Calculo de carga termica de calefacción

Trastero 1										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior norte (mejorado)	11,79		2,5	29,48	0,24	21,0	2,7	18,3	129,5	148,9			
Muro exterior este (mejorado)	4,09		2,5	10,23	0,24	21,0	2,7	18,3	44,9		49,39902		
Muro exterior oeste (mejorado)	4,09		2,5	10,23	0,24	21,0	2,7	18,3	44,9			47,467967	
Tabique interno	11,79		2,5	29,48	2,94	21,0	2,7	18,3	1585,8				
Bajo cubierta suelo				50,59	0,98	21,0	2,7	18,3	907,3				
Cubierta techo				50,59	1,14	21,0	2,7	18,3	1055,4				
Ventana norte (mejorado)	1		1	1,00	2,80	21,0	2,7	18,3	51,2	58,9			
										<b>3853,2</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m <sup>3</sup> /h n)	n	C (m <sup>3</sup> /h)	Ce(Kcal/m <sup>3</sup> )	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Zona/unidad	2 x m <sup>2</sup>	7,2	1,0	7,2	0,29	21,0	2,7	18,3	44,4
<b>Total (W)</b>									<b>44,4</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m <sup>2</sup>		40	2
			80
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>80</b>
10 % simultaneidad			-8

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	
20% ventilación	8,886139535

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>3898,5</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-19 Carga térmica trastero 1

➤ **P05\_E02: Trastero/local ático 2**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Trastero 2										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior este (mejorado)	3,71		2,5	9,28	0,24	21,0	2,7	18,3	40,7		44,80938		
Muro exterior sur (mejorado)	3,71		2,5	9,28	0,24	21,0	2,7	18,3	40,7	40,7			
Tabique interno 1	3,71		2,5	9,28	2,94	21,0	2,7	18,3	499,0				
Tabique interno 2	3,71		2,5	9,28	2,94	21,0	2,7	18,3	499,0				
Bajo cubierta suelo				8,78	0,98	21,0	2,7	18,3	157,5				
Cubierta techo				8,78	1,14	21,0	2,7	18,3	183,2				
										<b>1424,2</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Zona/unidad	2 x m2	7,2	1,0	7,2	0,29	21,0	2,7	18,3	44,4
<b>Total (W)</b>									<b>44,4</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		15	2
			30
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>30</b>
10 % simultaneidad			-3

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	
20% ventilación	8,886139535

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>1474,5</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-20 Carga térmica trastero 2

➤ **P05\_E03: Trastero/local ático 3**

**Calculo de carga termica de calefacción**

Trastero 3										Orientación			
	L (m)	A (m)	S (m2)	U (W/m2°C)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qt (W)	N (115%)	S (0%)	E (110%)	O (105%)	
Muro exterior oeste (mejorado)	3,5		2,5	8,75	0,24	21,0	2,7	18,3	38,4			40,3515	
Muro exterior sur (mejorado)	3,5		2,5	8,75	0,24	21,0	2,7	18,3	38,4	38,4			
Tabique interno 1	3,5		2,5	8,75	2,94	21,0	2,7	18,3	470,8				
Tabique interno 2	3,5		2,5	8,75	2,94	21,0	2,7	18,3	470,8				
Bajo cubierta suelo				10,00	0,98	21,0	2,7	18,3	179,3				
Cubierta techo				10,00	1,14	21,0	2,7	18,3	208,6				
										<b>1408,3</b>			

RENOVACIÓN	Cu(l/s) x unidad	Cu (m3/h n)	n	C (m³/h)	Ce(Kcal/m3º)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Qr (W)
Zona/unidad	2 x m2	7,2	1,0	7,2	0,29	21,0	-5,8	26,8	65,1
<b>Total (W)</b>									<b>65,1</b>

APORTACIONES INTERNAS DE CALOR			
Alumbrado	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
15 W/m2		40	1
			40
Aparatos	Potencia	Unidades	Carga de calefacción
<b>TOTAL (W)</b>			<b>40</b>
10 % simultaneidad			-4

INFILTRACIONES	
<b>TOTAL (W)</b>	
20% ventilación	13,0135814

<b>SUMA TOTAL Q (W)</b>	<b>1482,4</b>
-------------------------	---------------

Tabla 7-21 Carga térmica trastero 3

En la siguiente tabla, se puede ver un resumen de todas las cargas térmicas:

Habitación	Carga térmica (W)
Garaje	14349,52243
Cocina	3611,356537
Salón	5089,282236
Despacho	2678,688273
Vestíbulo	2747,974392
Escalera	1471,807065
Aseo	1365,452389
Baño 1	3850,417479
Baño 2	3904,394679
Dormitorio 1	2179,516223
Dormitorio 2	4952,734091
Dormitorio 3	2529,542153
Trastero 1	3898,485745
Trastero 2	1474,517997
Trastero 3	1482,357988
<b>TOTAL (kW)</b>	<b>55,58604967</b>

Tabla 7-22 Total de cargas térmicas de la vivienda

#### 7.1.3.1.2.2 Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Para calcular la demanda de ACS, según el CTE, se han de seguir los siguientes pasos:

- i. Para una vivienda unifamiliar, se necesita la siguiente demanda de agua caliente a una temperatura de acumulador final de referencia de 60°C:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 7-23 Demanda de ACS según CTE

ii. En la vivienda unifamiliar, hay tres dormitorios luego el número mínimo de personas para los que se va a dimensionar la instalación de ACS es:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla 7-24 Número de personas según número de dormitorios CTE

Luego el consumo diario mínimo de agua es:

$$30 \frac{l}{persona} * 4 personas = 120 l$$

El tiempo de calentamiento mínimo de agua es de 30 minutos, así que el caudal másico de agua a calentar será:

$$120 l * 1 \frac{l}{kg} = 120 kg \text{ agua}; \frac{120 kg \text{ agua}}{0.5 horas} = 240 kg/h$$

Y la potencia necesaria de calentamiento de agua será:

$$P = m * Cp * \Delta T$$

Dónde

- m es el caudal másico de agua a calentar: 240 kg/h
- Cp es el calor específico del agua: 1 kcal/kg°C
- ΔT: Salto térmico del fluido, es decir, temperatura de preparación (55°C) menos la temperatura de entrada(10°C): 45°C

Así que se obtiene una potencia de:

$$P = 10800 \frac{kcal}{h} * \frac{1 kWh}{860 kcal} = 12.5 kW$$

7.1.3.1.2.3 Elección de la bomba de calor

Se distinguen cuatro tipos de bombas de calor, la principal diferencia entre ellos es el tipo de fluido caloportador.

**Bombas tierra-agua:** El evaporador realiza la función de captador geotérmico, es decir, en el evaporador se produce expansión directa. Así pues, el captador geotérmico horizontal es un circuito frigorífico (cerrado) y para la transmisión de calor se utiliza un refrigerante, un fluido frigorígeno (normalmente el R410A).

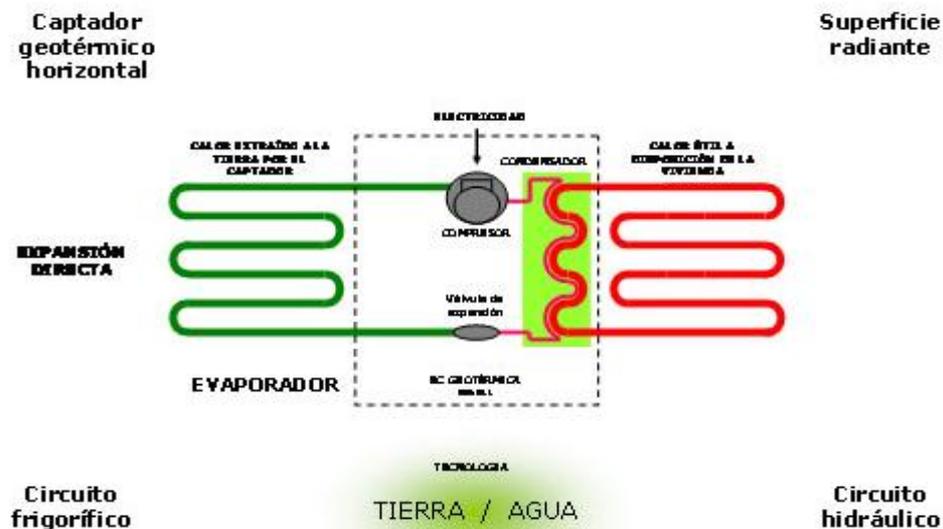


Ilustración 7-19 Funcionamiento bomba tierra- agua

En este caso, la bomba de calor geotérmica dispone en su interior de un intercambiador para poder transferir el calor desde el circuito frigorífico (el captador geotérmico horizontal) al circuito hidráulico (el suelo o muro radiante).

El captador está compuesto por un sistema de tubos dispuestos en serpentin y situados todos ellos en un mismo nivel, distanciados un mínimo de 40 centímetros, y colocados a una profundidad comprendida entre 50 y 90 centímetros de la superficie.

Estos captadores geotérmicos son altamente fiables y duraderos. El armario técnico de la BC Geotérmica puede estar ubicado en el garaje, en el sótano, o en un local técnico. Consta de un compresor, una válvula de expansión, un intercambiador y otra serie de dispositivos que permiten el flujo de calor de una parte del circuito a la otra.

El suelo radiante transfiere al interior de la vivienda el calor extraído del captador geotérmico y una parte de la energía consumida por la bomba de calor. Las coronas del suelo radiante están fabricadas con tubo de polietileno reticulado (PER) por los que circula el agua.

Puede sustituirse el suelo radiante por radiadores de baja temperatura. También se puede diseñar una instalación de calefacción basada en el suelo radiante y con el añadido de radiadores. Para generar una red de radiadores de debe prever un depósito de inercia que acumule el calor proporcionado y optimice el rendimiento del sistema.

Este tipo de tecnología es ampliamente utilizado cuando haya que aumentar la superficie radiante de la vivienda para llegar al rendimiento óptimo, teniendo como ventaja principal el uso de los muros como superficies radiantes.

Se trata de un circuito de calefacción muy sencillo, duradero, económico y sin mantenimiento. Por otro lado, la tecnología de transmisión directa proporciona un rendimiento óptimo para una superficie de extracción mínima.

Bombas tierra-aire: Intercambia calor directamente con la tierra en el exterior sin utilizar fluido intermedio. Es una máquina de expansión directa. Instalaciones poco habituales.

Bombas tierra- tierra: El evaporador realiza la función del captador geotérmico, y el condensador hace el papel de suelo radiante. Así pues, la evaporación y la condensación se realizan progresivamente y sin pasos intermedios.

El captador geotérmico horizontal de expansión directa está compuesto por un sistema de tubos dispuestos en serpentín, situados bajo tierra, y todos ellos en un mismo nivel. Los tubos están distanciados entre si un mínimo de 40 centímetros, y colocados a una profundidad inferior a 1 metro de la superficie. Estos captadores geotérmicos horizontales son muy robustos, altamente fiables, y duraderos.

El armario técnico de la bomba de calor geotérmica puede estar ubicado en el garaje, en el sótano, o en un local técnico. Consta de un compresor, una válvula de expansión y otra serie de dispositivos que permiten el flujo de calor de una parte del circuito a la otra.

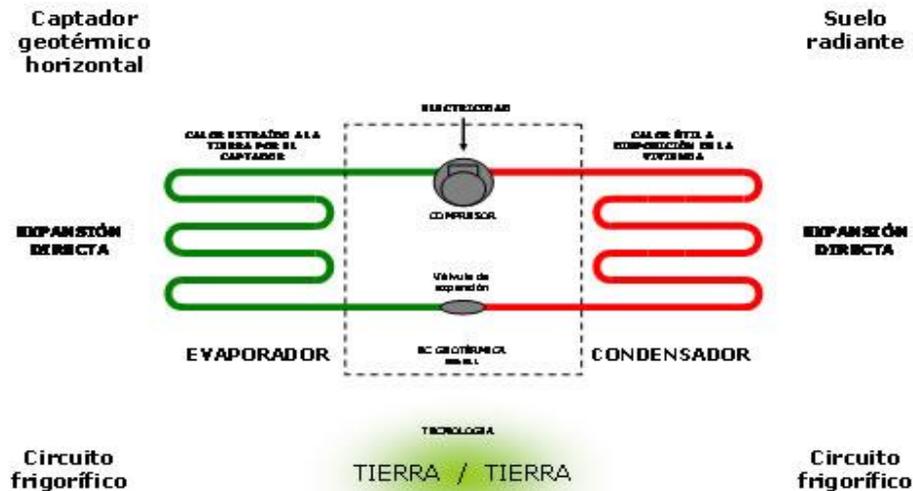


Ilustración 7-20 Funcionamiento bombas tierra- tierra

El suelo radiante es un circuito frigorífico ya que hace la función del condensador de la bomba de calor. Los tubos que forman el suelo radiante son de cobre de calidad frigorífica, forrado con polietileno de color rojo.

La transmisión de calor se realiza por medio del fluido frigorígeno HFC R410A, que circula a través de un circuito cerrado, tanto por el captador geotérmico, como por el suelo radiante de la vivienda.

Asimismo, el captador geotérmico horizontal carece de impacto sobre el entorno, no es visible, no produce ruido, no emite olores, ni gases de ningún tipo, es un circuito cerrado y sin mantenimiento.

Se trata de un circuito de calefacción muy sencillo, duradero, económico y sin mantenimiento. Por otro lado, la tecnología de transmisión directa proporciona un rendimiento óptimo para una superficie de extracción mínima.

Con la tecnología de expansión directa, y con los nuevos procedimientos técnicos de instalación es posible optimizar mucho el espacio que se necesita para realizar el geointercambio. La bomba de calor geotérmica es una solución para la calefacción que puede instalarse en casi todos los jardines, siempre que se disponga de una superficie de captación que tenga un tamaño, un 20% superior, a la superficie que es necesario proporcionar calefacción.

#### Bombas agua- agua:

- *Captador horizontal:* Trabaja en circuito cerrado y el captador es horizontal. La bomba de calor geotérmica dispone en su interior de dos intercambiadores; uno para poder transferir el calor desde el circuito hidráulico (el captador geotérmico) al circuito frigorífico (el evaporador de la bomba de calor). Y otro para poder

transferir el calor desde el circuito frigorífico (el condensador de la bomba de calor) al circuito hidráulico (el suelo o muro radiante). Por lo tanto, el captador geotérmico horizontal, como el suelo o muro radiante de la vivienda son circuitos hidráulicos convencionales. También puede generarse toda una red de radiadores (temperatura máxima de agua de 50° C), o cualquier otra solución que utilice el agua caliente como principio de calefacción.

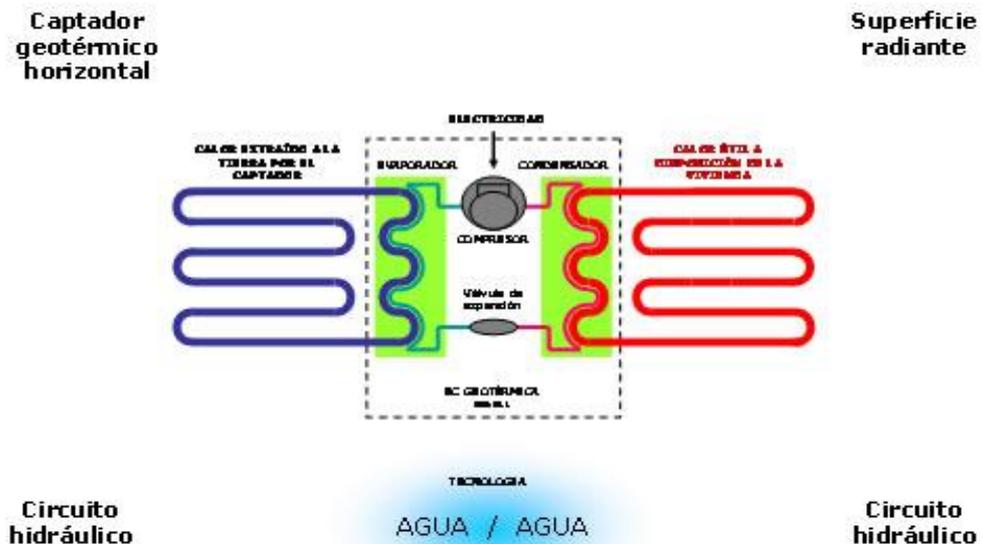


Ilustración 7-21 Funcionamiento bomba agua-agua, intercambiador horizontal

Este tipo de captador geotérmico (horizontal) tiene un coste muy inferior a la perforación de sondeos (en vertical). Como contrapartida es necesario disponer de un terreno acondicionado lo que con frecuencia no es fácil. Por otro lado, el sistema está sometido a pequeñas variaciones en la temperatura, y el grado de humedad, que penalizan un poco el rendimiento estacional.

- *Captador vertical:* Pueden equiparse con un sistema de sondas verticales para realizar el geointercambio. Se trata de un circuito cerrado con intercambiador vertical y buscando la profundidad (hasta 150 metros). Esta configuración presenta un bajo índice de ocupación del terreno y la temperatura del medio por debajo de los 10 metros permanece prácticamente constante a lo largo de todo el año. Como inconveniente principal hay que citar los altos costes económicos asociados directamente a las perforaciones.

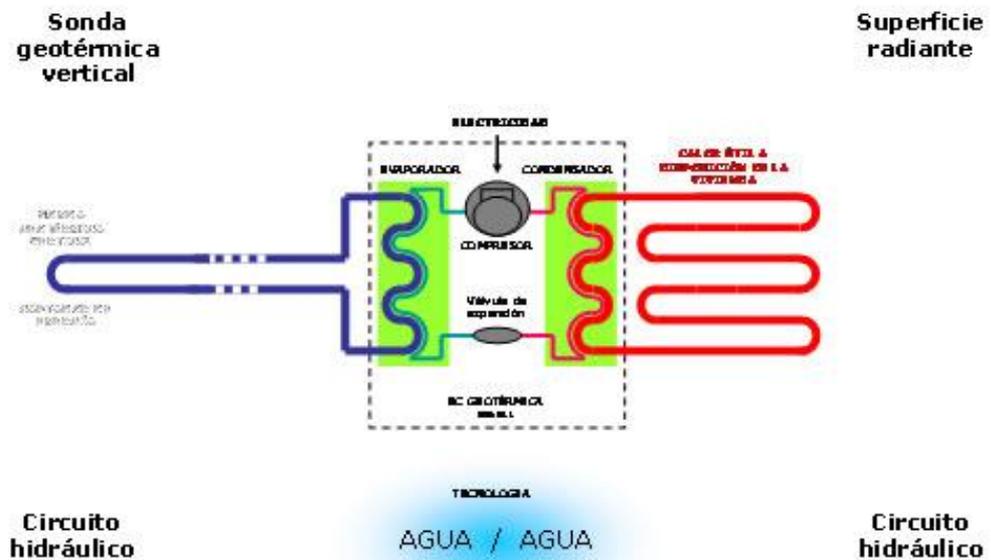


Ilustración 7-22 Funcionamiento bomba agua-agua, captador vertical

- *Captador sumergido:* Funciona en circuito cerrado, y con el intercambiador totalmente sumergido en una masa de agua. Se trata de una configuración muy interesante siempre y cuando se disponga de una masa de agua adecuada: lagos, embalses, mar...  
Como mínimo es necesaria una superficie de masa de agua superior a los 2.000 m<sup>2</sup>. No se aconseja utilizar los ríos. Las bobinas de polietileno se lastran y se hacen mantener entre dos aguas, a una profundidad mínima de 1,5 metros de la superficie, con la finalidad de favorecer el flujo convectivo.
- *Con circuito abierto:* En este caso, y para realizar el geointercambio, las instalaciones se pueden equipar con un sistema de captación vertical y también horizontal, dependiendo de dónde se encuentre el agua con relación al edificio. Se consigue el calor mediante la captación y posterior restitución de agua subterránea (en vertical) o, menos comúnmente, superficial (en horizontal). Se trata de un sistema muy difundido utilizado, especialmente en zonas con acuíferos aluviales. Son instalaciones sencillas y con rendimientos muy altos. No obstante, presentan el inconveniente de estar sujetas para su explotación al régimen de concesiones de captación de agua y autorizaciones de vertido.

Según lo descrito anteriormente y teniendo en cuenta que la superficie de jardín no es muy extensa se va a usar una bomba de calor tierra/agua de Dimplex.

La tecnología inteligente de las bombas de calor de Dimplex permite aprovechar perfectamente el calor acumulado en la tierra. Prácticamente no se puede calentar de una forma más económica y ecológica.

$$\text{Demanda de calefacción} + \text{ACS} = 55.58 \text{ kW} + 12.5 \text{ kW} = 68.08 \text{ kW}$$

La elegida es SI 75 TU:

## Ficha de datos técnicos SI 75TU



Temperatura de ida máx.: 62 °C

Distintas posibilidades de conexión de calefacción y de salmuera a la pared posterior de la carcasa. Una carcasa metálica aislada con optimización acústica y el desacoplamiento del sonido por cuerpos sólidos integrado con placa base de compresor de libre oscilación permiten una conexión directa al sistema de calefacción. Acceso frontal para realizar los trabajos de mantenimiento, no se requiere una distancia lateral mínima y apta para el transporte con transpaleta manual. El dispositivo de mando integrado en un panel de diseño marrón rojizo se puede utilizar también como mando a distancia alámbrico con un kit de montaje mural (accesorio especial MS PGD). Diseño universal con dos compresores para reducir la potencia en el modo de carga parcial, preparación de agua caliente opcional y diversas posibilidades de ampliación para:

- Funcionamiento bivalente o bivalente regenerativo
- Sistemas de distribución con circuitos de calefacción con y sin mezcladores

**El paquete de salmuera deberá pedirse por separado.**



Las principales características técnicas de la bomba de calor, aparecen en la ficha técnica de la bomba:

### Datos técnicos

<b>Dimplex (Temperatura media)</b>	
<b>Referencia de pedido</b>	<b>SI 75TU</b>
Temperatura de ida máx.	62 °C
Límite inferior de funcionamiento fuente de calor (modo calefacción) / Límite superior de funcionamiento fuente de calor (modo calefacción)	-5 a 25 °C
Potencia de caldeo B0/W35 / COP B0/W35*	37,90 kW / 5,00
/ COP B0/W35	73,50 kW / 4,80
/ COP B0/W45	36,70 kW / 3,90
/ COP B0/W45	70,20 kW / 3,70
Absorción nominal de corriente según EN 14511 con B0/W35	15,3 kW
Refrigerante / Volumen de refrigerante	R410A / 23 kg
Caudal de agua de caldeo según EN14511 / Pérdida de presión	12,7 m³/h / 13800 Pa
Caudal de la fuente de calor mín.	14,3 m³/h
Dimensiones (An x Al x Fo)**	1350 x 1900 x 805 mm
Peso	565 kg
Tensión de conexión	3/N/PE ~400 V, 50 Hz
Corriente de arranque con arrancador suave	62 A
Fusible***	C 50 A
Conexión de la calefacción	2 pulgada
Conexión de la fuente de calor	2 ½ pulgada
Sello de calidad EHPA (válida hasta el)	SI / 24.11.2016

Tabla 7-25 Datos técnicos bomba de calor

El COP de la bomba representa la relación entre la capacidad térmica de la misma (Q) y la potencia eléctrica consumida para suministrarla (W). En este caso es:

$$COP_{calefacción} = \frac{Q_{calefacción}}{W_{calefacción}} = 3.7$$

#### 7.1.3.1.2.4 Configuración del sistema

##### 7.1.3.1.2.4.1 Fluido circulante

El fluido circulante por el intercambiador de calor enterrado es agua con anticongelante (monoetilenglicol), la adición de anticongelante se debe al elevado uso de la calefacción y a las temperaturas frías de la zona.

La elección del fluido depende de distintos factores:

- Características de transferencia de calor (conductividad y viscosidad)
- Punto de congelación
- Requerimientos de presión y caídas de presión por rozamiento
- Corrosividad, toxicidad e inflamabilidad
- Coste

	Agua	Etilenglicol	Propilenglicol	Metanol
Densidad a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )	1	0,9259	0,8630	0,6585
Punto congelación °C (30% volumen)	0	-13	-12	-26
Punto ebullición °C	100	197	187	64
Calor Específico a 15 °C (kJ/Kg.K)	4,187	2,185	2,50371	2,47021
Viscosidad a 0 °C (Pa.s) ·10 <sup>-3</sup>	1,79	57,4	243	0,87
Viscosidad a 20 °C (Pa.s) ·10 <sup>-3</sup>	1,01	20,9	60,5	0,60
Viscosidad a 40 °C (Pa.s) ·10 <sup>-3</sup>	0,655	9,5	18,0	0,45
Conductividad térmica a 20 °C (kW/m.K) ·10 <sup>-3</sup>	0,60	0,26	0,20	0,21

Tabla 7-26 Propiedades físicas de los fluidos

Según la ficha técnica de la bomba de calor, recomienda:

Descripción	Ref. de pedido	Nº de artículo	Ejemplo cantidad
<b>Accesorios de la fuente de calor</b>			
Anticongelante para el circuito de salmuera 200 l	AFN 824	324610	2
Anticongelante para el circuito de salmuera 20 l	AFN 825	328610	2
Intercambiador de calor de placas para SI 75	WTE 75	358450	
Intercambiador de calor de placas de titanio para SI 75	WTT 75	358500	
presostato de baja presión de salmuera	SWPR 200	359470	1

Tabla 7-27 Datos técnicos accesorios fuente de calor DIMPLEX

**Referencia de pedido: AFN 825**

Monoetilenoglicol puro sin anticorrosivo para mezclar con agua, 25% de volumen de anticongelante proporciona una protección anticongelamiento hasta -14°C.

- Peso: 22 kg
- » **Safety data sheet**



**AFN 825**

Ilustración 7-23 Anticongelante DIMPLEX

#### 7.1.3.1.2.4.2 Perforación y sondeo

Se va a optar por un sistema de perforación vertical ya que permite la perfecta integración con la edificación sin usar grandes cantidades de terreno.

Para el intercambiador de calor vertical, se ha de tener en cuenta los siguientes factores:

- Profundidad de cada perforación
- Nº de perforaciones
- Distancia entre perforaciones, se recomienda que esta distancia no sea menor a 6 m para evitar interferencias térmicas entre las perforaciones.

A partir del COP de la bomba y de una carga térmica anteriormente definida de 50 W/m, se calculará la longitud del sondeo y la potencia necesaria:

$$\begin{aligned}
 & \text{Potencia calorífica: } 68.08 \text{ kW} = 68080 \text{ W} \\
 & \text{COP} = 3.70 = \frac{P_{\text{calorífica}}}{P_{\text{eléctrica}}} = \frac{68080 \text{ W}}{P_{\text{eléctrica}}}; P_{\text{eléctrica}} = 18400 \text{ W} \\
 & P_{\text{sondeo}} = P_{\text{calorífica}} - P_{\text{eléctrica}} = 68080 - 18400 = 49680 \text{ W} \\
 & P_{\text{sondeo}} = l_{\text{sondeo}} * P_{\text{esp}} (50 \text{ W/m}) \\
 & l_{\text{sondeo}} = \frac{P_{\text{sondeo}}}{P_{\text{esp}}} = \frac{49680}{50} = 993.6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

La profundidad máxima que suele tener un pozo suele estar comprendida entre 100 y 150 m con una distancia entre perforaciones de 6 m como mínimo.

- Con 100 m, se obtendrían: 9 pozos de 100m/pozo y 1 pozo de 94 m.

- Con 150 m, se obtendrían: 6 pozos de 150 m/pozo y 1 pozo de 94 m.

Debido a la gran necesidad calorífica del edificio, se hace necesario utilizar un intercambiador de calor vertical con flujo paralelo en sonda de doble "U". Al realizar un sondeo en paralelo entran dos sondas en un solo sondeo, por lo que se ahorra espacio y perforaciones, que sólo incrementarían el presupuesto. Sin embargo, las desventajas del sistema en paralelo son que hay que tener un cuidado especial para eliminar el aire que pueda quedar atrapado o problemas para equilibrar el flujo en los distintos bucles.

Al tener que realizar 7 sondeos se necesitan 3 bucles con forma de "U" y uno simple. Con una separación entre sondas de 5 m. Se van a necesitar unos 30 m<sup>2</sup>.

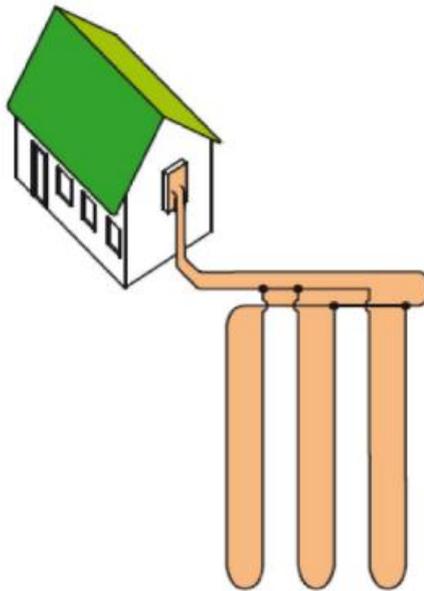


Ilustración 7-24 Configuración del sistema vertical con conexión en paralelo (IDAE)

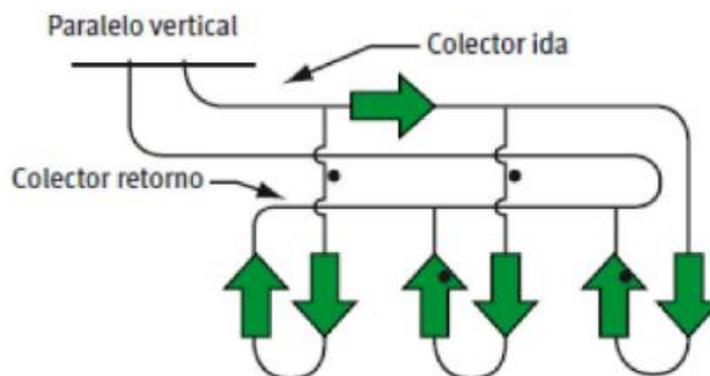


Ilustración 7-25 Flujo en vertical y paralelo (IDAE)

### **Elección de la tubería colectora**

Los materiales más comunes en los intercambiadores de calor enterrados son el polietileno (PE) y el polibutileno (PB). Ambos son flexibles a la vez que resistentes y

pueden unirse mediante fusión por calor para formar empalmes más fuertes que el mismo tubo.

Para la selección del diámetro de las tuberías se debe llegar a un compromiso entre la caída de presión y el funcionamiento térmico, ya que éste:

- Debe ser lo suficientemente grande para producir una pérdida de carga pequeña y así necesitar menor potencia de bombeo.
- Debe ser lo suficientemente pequeño para asegurar altas velocidades y así garantizar turbulencia del fluido dentro del tubo, de manera que favorezca el traspaso térmico entre el fluido que circula y la pared interior. Cuanto mayor sea la turbulencia, mayor será el intercambio térmico.

La condición que asegura la turbulencia es:

$$Re = \frac{4 * Q}{\pi * \nu * D} > 2300$$

Donde Re es el número de Reynolds que caracteriza si un flujo es turbulento o laminar, Q es el caudal ( $m^3/s$ ), D es el diámetro del tubo (m) y  $\nu$  la viscosidad cinemática ( $m^2/s$ ).

En este caso, la bomba tiene un caudal de  $14.3 m^3/h$  y el etilenglicol tiene una viscosidad cinemática de  $2.257 * 10^{-5} m^2/s$ .

$$14.3 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600s} = 3.97 * 10^{-3} m^3/s$$

$$D = \frac{4 * Q}{\pi * \nu * Re} = \frac{4 * 3.97 * 10^{-3} m^3/s}{\pi * 2.257 * 10^{-5} * 2300} = 0.0973 m = 97.37 mm$$

Con este diámetro, se va a elegir uno del programa de tubos RAUGEO que permite el transporte de agua o de fluido caloportador (agua glicolada) para el aprovechamiento de energía geotérmica para fines de refrescamiento, calefacción o acumulación de calor.

Se va a escoger una sonda geotérmica de polietileno (PE 100). El tubo RAUGEO collect PE-100 es un tubo para colector geotérmico, de polietileno de color negro estabilizado frente a los rayos UV (PE100), fabricado según la DIN 8074.

El programa se completa con los sistemas de unión mediante manguitos electrosoldables REHAU, así como con distribuidores y pasamuros.

Para la práctica se derivan de las características del material las ventajas técnicas de aplicación siguientes:

- Los tubos de PE-100 deben quedar protegidos contra las cargas puntuales, etc. Por esta razón hay que apoyarlos sobre un lecho de arena.
- Son estables a temperaturas de hasta  $40 ^\circ C$

- Los radios de curvatura mínimos admitidos dependen en gran medida de la temperatura durante la instalación.

<p><b>Aplicaciones</b></p>		
<p><b>Designación del sistema</b></p>	<p>Sonda RAUGEO PE-Xa</p>	<p>Sonda RAUGEO PE-100</p>
<p><b>Campos de aplicación</b></p>	<p>Sonda geotérmica</p>	<p>Sonda geotérmica</p>
<p><b>Material</b></p>	<p>PE-Xa</p>	<p>PE 100</p>
<p><b>Color (superficie)</b></p>	<p>gris</p>	<p>negro</p>
<p><b>Difusión del oxígeno</b></p>	<p>sin barrera</p>	<p>sin barrera</p>
<p><b>Tipos de tendido</b></p>	<p>pozo</p>	<p>pozo</p>
<p><b>Dimensiones</b></p>	<p>32 y 40 mm                  ø pie de sonda                  110 ó 134 mm</p>	<p>32 y 40 mm                  ø pie de sonda                  84 ó 104 mm</p>
<p><b>Se utiliza cuando</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- el espacio disponible es limitado</li> <li>- las exigencias de rendimiento son grandes</li> <li>- se aprovecha la energía geotérmica para calefacción y refrescamiento</li> </ul>	
<p><b>Efectos sobre el medio ambiente</b></p>	<p>En el caso de los sistemas de refrescamiento, un ligero calentamiento de las aguas freáticas.</p>	
<p><b>Campo de aplicación adecuado</b></p>	<p>Calefacción mediante bomba de calor y refrescamiento directo y/o mediante bomba de calor.</p>	
		

Ilustración 7-26 PE 100 RAUGEO

Se va a elegir sobre una temperatura media de 10 °C:

	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	125 cm	160 cm	200 cm

Tabla 4: Radios de curvatura de RAUGEO collect PE-100

### 3.6.3 Dimensiones, presentación

Dimensiones: 25 x 2,3

32 x 2,9

40 x 3,7

Presentación: En bobinas de 100 m. Largos especiales bajo demanda.

Ilustración 7-27 Dimensiones tubo RAUGEO

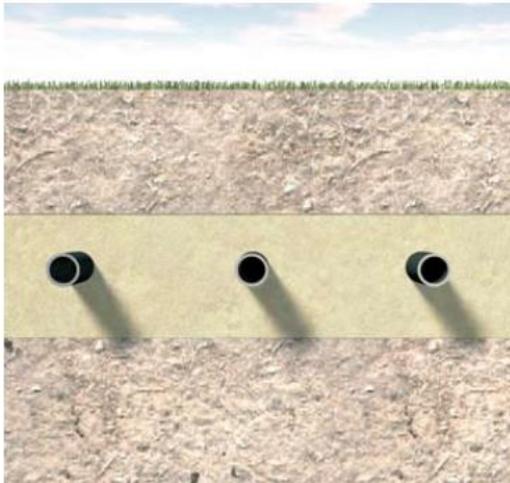


Ilustración 7-28 Sección de zanja PE 100



Ilustración 7-29 Colocación tubos PE 100

## **ACCESORIOS DEL SISTEMA**



Fig. 16: Lastre para sonda PE-Xa

**4.1.1 Lastre para sondas RAUGEО PE-Xa y PE-100**

Dispositivo auxiliar para la instalación de la sonda, con material de fijación para realizar una unión fija en el pie de la misma.

Material: acero  
 Diámetro: 80 mm  
 Largos  
 Peso 12, 5 kg: aprox. 330 mm  
 Peso 25,0 kg: aprox. 650 mm

- Este juego incluye:
- 1 Lastre
  - 2 Tornillos Allen M8
  - 2 Espárragos roscados M10
  - 2 Plaquititas con agujeros roscados



Fig. 17: Dispositivo de inserción

**4.1.2 Dispositivo de inserción para la sonda RAUGEО PE 100**

Suplemento para varillaje con rosca M10 en el pie de la sonda, con el que se introducen las sondas en el pozo.

Material: V2A  
 Longitud: aprox. 200 mm

- Este juego incluye:
- 1 Dispositivo de inserción
  - 2 Tornillos Allen M8
  - 2 Espárragos roscados M10
  - 2 Plaquititas con agujeros roscados



Fig. 18: Racor en Y

**4.1.3 Racor en Y**

Desempeña la función de distribuidor para las impulsiones y los retornos de una sonda geotérmica en el extremo del pozo. Se ahorran la mitad de los tubos de conexión.

Material: PE 100  
 Dimensiones: 32-32-40  
 40-40-50

Se reducen los costes en distribuidores y se ahorra espacio para la instalación de los mismos. Se puede unir mediante soldadura por termofusión o, tras cortar los manguitos, mediante soldadura por manguito electrosoldable, así como soldadura a tope.



Fig. 19: Distanciadador

**4.1.4 Distanciadador**

Para asegurar una distancia definida entre los tubos de la sonda dentro del pozo, reservando un hueco para el tubo de llenado. Distancia entre distanciadadores: 1,5 - 2 m.

Material: PE100  
 Para dimensiones: 32 x 2,9  
 40 x 3,7



Fig. 20: Elemento auxiliar para la colocación

**4.1.5 Elemento auxiliar para la colocación de RAUGEО collect**

Para la fijación de los tubos RAUGEО collect o de los tubos de conexión a vivienda en los puntos de cambio de dirección, ya sea en la zanja o en la excavación. Los tubos RAUGEО se fijan al terreno clavando este elemento auxiliar y se mantienen hasta el momento del relleno. Después se retira el elemento auxiliar, que de esta forma puede reutilizarse.

Material: acero/PE  
 Diámetro: 200 mm

**4.3 Accesorios generales RAUGEО**



Fig. 24: Distribuidor para agua glicolada (en latón)

**4.3.1 Distribuidor para agua glicolada RAUGEО (en latón)**

Distribuidor realizado en tubo de latón, con válvula combinada de llenado y vaciado, así como válvula manual de purga.

Opción: El cliente puede enroscar su propio purgador de aire automático en lugar de la válvula manual.

La posibilidad de corte de cada circuito de agua glicolada queda garantizada mediante sendas válvulas de esfera, en la impulsión y en el retorno.

Robusto soporte insonorizado y galvanizado.

Material: latón MS63  
 Tubo base: 1 1/2" ó 2"  
 Conexión: G1 1/2" o G2"  
 Tamaño del colector: ver Lista de precios



Fig. 25: Distribuidor para agua glicolada (en material polimérico)

**4.3.2 Distribuidor para agua glicolada (en material polimérico)**

Cuando no haya disponible un distribuidor para agua glicolada en latón de las dimensiones adecuadas se pueden suministrar distribuidores para agua glicolada en material polimérico adaptados al proyecto de obra específico. Los tubos distribuidores están fabricados en PE100. Las salidas se realizan en fábrica mediante soldadura según DVS 2207 y se verifican. Los distribuidores se pueden suministrar con válvulas de corte, un caudalímetro y una válvula de purga de aire.

Material: PE 100  
 Tubo base: 110/90  
 Conexión: 90 x 8,2  
 Tamaño del colector: bajo demanda

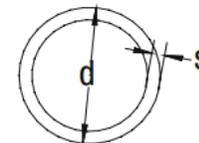


Fig. 26: Tubo de llenado, distribuidor y colector

**4.3.3 Tubo de llenado y conexión RAUGEО**

Para el llenado y compactación del material de relleno del pozo de la sonda y como tubo de conexión entre el distribuidor y la bomba de calor.

- Diámetros exteriores:
- PE-Xa: 20-160 mm
  - PE 100: 20-400 mm

Los tubos RAUGEО se ofrecen en la ejecución SDR 11. (SDR = "Standard Dimension Ratio" = relación entre el diámetro exterior [d] y el espesor de pared [s] del tubo.)

Dimensiones d x s [mm]	Peso [kg]	Volumen [l]
20 x 1,9	0,112	0,20
25 x 2,3	0,171	0,32
32 x 2,9	0,272	0,54
40 x 3,7	0,430	0,83
50 x 4,7	0,666	1,30
63 x 5,8	1,05	2,10

Tabla 5: Datos técnicos de los tubos de SDR 11



Fig. 27: Regulador de caudal

**4.3.4 Regulador de caudal**

Caudalímetro-regulador de caudal en latón, regulación de los circuitos de agua glicolada con una válvula de esfera. El caudalímetro viene premontado en el distribuidor de latón. Para los distribuidores de material polimérico se entrega el caudalímetro con manguitos de material polimérico premontados.

Material: latón MS63  
 Tubo base: 3/4"  
 Caudal: 8 - 30 l/min  
 Tamaños: ver Lista de precios



Fig. 28: Anillo estanqueizante pasamuros

**4.3.5 Anillo estanqueizante pasamuros**

Estanqueización de la entrada al edificio, para terreno tanto con agua que ejerce presión como con agua que no la ejerce. Para tubos RAUGEO con un diámetro exterior de 20 - 63 mm. Combinado con el tubo de revestimiento RAUGEO o un agujero pasamuros es estanco para agua hasta 1,5 bar.  
 Nota: Se debe realizar un tratamiento conservante del agujero de barrena pasamuros.

Anillos: acero inox V2A  
 Tornillos: acero inox V4A  
 Material junta: EPDM



Fig. 29: Manguito protector

**4.3.6 Manguito protector de PVC**

Para la entrada al edificio con el tubo RAUGEO por medio de un agujero pasamuros y proteger dicha acometida contra la penetración de gas o agua.

Material: PVC  
 Diámetro interior: 100 mm  
 Diámetro exterior: 106 mm  
 Longitud: 400 mm



Fig. 30: Soporte para encofrado

**4.3.7 Soporte para encofrado**

Adecuado para tubos de revestimiento RAUGEO (interiores), así como para otros tubos de revestimiento. Con el soporte para encofrado RAUGEO se pueden fijar con precisión los tubos de revestimiento al encofrado de madera, para así empotrarlos al mismo tiempo que se vierte el hormigón.

Diámetro interior: 100 mm  
 Diámetro exterior: 106 mm



Fig. 31: Tratamiento conservante para agujero de barrena

**4.3.8 Tratamiento conservante para agujero de barrena**

Este kit incluye una resina epoxi bicomponente con agua potable, autorizada según la Recomendación KTW para el sellado de hormigón o de ladrillo prefabricado, un pincel (de aprox. 40 cm de largo) y un par de guantes de látex.  
 Con el kit se incluyen unas instrucciones de uso. Se deben observar las hojas de datos de seguridad.



Fig. 32: Coquilla aislante

**4.3.9 Coquilla aislante**

La coquilla aislante para frío REHAU se compone de un material de caucho estanco al vapor de agua, para el aislamiento de tuberías en edificios. Las juntas se deben sellar con adhesivo de caucho, que también se puede solicitar a REHAU.

Espesor de aislam.: 13 mm  
 Longitud: 2 m  
 Dimensiones: 20 - 63 mm



Fig. 33: Soporte para tubo

**4.3.10 Soporte para tubo**

El soporte para tubo REHAU se compone de 2 medias cañas, que sirven como inserto aislante entre el tubo y la abrazadera, con el fin de prevenir la formación de agua de condensación en la zona de la abrazadera.

Espesor de aislam.: 13-15 mm  
 Dimensiones: 20-63 mm



Fig. 34: Cinta señalizadora de trazado

**4.3.11 Cinta señalizadora de trazado**

La cinta señalizadora de trazado está hecha en lámina de PE. Se utiliza para la señalización de tuberías de agua glicolada en el terreno. Se entierra 30 cm por encima de la tubería de la agua glicolada.

Material: PE  
 Anchura: 40 mm  
 Longitud: 250 m  
 Color: verde



Fig. 35: Casquillo corregido REHAU

**4.3.12 Casquillo corregido**

La técnica de unión mediante casquillo corregido es un método desarrollado y patentado por REHAU para la unión

- rápida y presurizable de inmediato,
- segura de forma inherente al sistema,
- no afectable por los factores climatológicos y
- estanca de forma duradera

de los tubos RAUGEO PE-Xa y PE-Xa plus.

Se compone únicamente de un fitting y del casquillo corregido. Las uniones mediante casquillo corregido se realizan con las herramientas correspondientes de REHAU. Para ello se deben seguir las instrucciones de montaje incluidas con dichas herramientas.



Fig. 36: Manguito electrosoldable

#### 4.3.13 Manguito electrosoldable

Los manguitos electrosoldables (ESM) de REHAU son accesorios que llevan incorporado un hilo de resistencia. Al aplicarle corriente eléctrica, dicha resistencia se calienta hasta la temperatura requerida para realizar la soldadura del manguito con los extremos de los tubos. Cada manguito lleva una resistencia de identificación integrada, que garantiza el ajuste de los parámetros de soldadura en la electrosoldadora REHAU (art. nº 244762-001). El código de barras aplicado sobre todos los manguitos electrosoldables REHAU permite utilizar cualquiera de las electrosoldadoras corrientes en el mercado provistas de lápiz lector. Para el montaje se deben seguir las instrucciones de manejo incluidas con la herramienta.



Fig. 37: Cinta de contracción en frío

#### 4.3.14 Cinta de contracción en frío RAUGEO

La cinta de contracción en frío RAUGEO está realizada en caucho butílico y posee propiedades de autosoldadura. Se utiliza para aislar tubos RAUGEO plus desaislados o de fittings de latón enterrados.

Material:	caucho butílico
Anchura:	50 mm
Longitud:	5 m
Color:	negro



Fig. 38: Tubo termorretráctil

#### 4.3.15 Tubo termorretráctil REHAU

Por principio, los fittings de casquillo corredizo de REHAU se pueden enterrar sin que precisen ninguna protección. No obstante, existen diversas sustancias, que se dan aisladamente en determinadas zonas y pueden dañar el fitting del casquillo corredizo. En caso de sospecha o duda acerca de si esto puede ocurrir, se puede proteger la unión con los tubos termorretráctiles REHAU.

Material:	VPE
Rango de contracción:	20-55 mm
Longitud:	1200 mm
Color:	negro

#### 7.1.3.1.2.4.2.1.1 Descripción de la perforación

##### **Perforación por rotación directa**

En este tipo de perforaciones, el fluido de perforación se inyecta a alta presión desde el cabezal a la herramienta de corte a través del interior del tren de varillaje. El mecanismo impulsor suele ser una bomba de pistones (bomba de lodos). El lodo inyectado en el tricono sale a alta presión a través de unos orificios, los "jet" cumpliendo con la doble función de refrigerar y limpiar las piñas del tricono y arrastrar los detritus. El lodo asciende, impulsado por la propia presión de inyección, por el espacio anular entre el varillaje y las paredes de la perforación hasta el exterior, donde es canalizado hacia el sistema de balsas. Antes de rebombearlo al interior del sondeo se debe descargar en la medida de lo posible su contenido en detritus, bien mediante dispositivos tipos mesas vibrantes y tamices, o simplemente mediante decantación en balsas.

En general, suelen presentar mayores dimensiones y suelen ser más complejos que los de percusión. Si se comparan, ambos coinciden en el tipo de plataforma (trailer o semitrailer) normalmente con mayor número de ejes para mejor reparto del peso. El mástil, a veces de tipo telescópico, está constituido por una estructura metálica reforzada y es abatible y/o desmontable para el transporte. Además de los motores, cabrestantes, etc., suelen llevar montados sobre el chasis otros elementos mecánicos como bombas de lodos, compresor, etc, según las características de cada equipo. Pero en cambio, son claramente distintos los elementos que constituyen la sarta de perforación.

La mecánica de perforación se basa en el corte por cizallamiento o desgaste por abrasión. Este efecto se produce en esquema mediante una herramienta de corte combinando presión/peso sobre la formación, y un movimiento rotativo, al tiempo que un fluido limpia, transporta y extrae los detritus arrancados.

Los principales parámetros que se definen en la perforación a rotación son: el peso sobre la herramienta, la velocidad de rotación, las características de la herramienta de corte y la naturaleza y sentido de la circulación del fluido de perforación.

#### 7.1.3.1.2.4.3 Dimensionamiento colector geotérmico

Los datos de entrada para el dimensionamiento de una instalación de colector geotérmico combinada con una bomba de calor son:

- Demanda calorífica y coeficiente de prestación de la bomba de calor, del que se deriva la potencia del evaporador
- Caudal volumétrico de la bomba de calor
- Capacidad térmica específica del terreno

La potencia del evaporador se calcula de la siguiente manera, siguiendo los datos técnicos de la bomba DIMPLEX:

$$Potencia\ del\ evaporador = \frac{Potencia\ de\ calefacción * (COP - 1)}{COP}$$

$$P_{ev} = \frac{70.2 * (3.7 - 1)}{3.7} = 51.22\ kW$$

Para un funcionamiento anual de la bomba de calor de 2400 h y tipo de suelo húmedo se obtiene una conductividad térmica de:

Horas de funcionamiento	1800 h	2400 h
<b>Subsuelo</b>	<b>Capacidad térmica específica en W/m de sonda</b>	
<b>Valores orientativos generales:</b>		
Subsuelo inapropiado (sedimento seco) ( $\lambda < 1,5\ W/mK$ )	25	20
Subsuelo normal de roca consolidada y sedimento saturado con agua ( $\lambda < 3,0\ W/mK$ )	60	50
Roca consolidada con elevada conductividad térmica ( $\lambda < 3,0\ W/mK$ )	84	70
<b>Rocas aisladas:</b>		
Gravilla, arena, secas	< 25	< 20
Gravilla, arena, con contenido en agua	65 - 80	55 - 85
Corriente freática fuerte a través de gravilla y arena, para instalaciones individuales	80 - 100	80 - 100
Arcilla, limo, húmedos	35 - 50	30 - 40
Piedra caliza (maciza)	55 - 70	45 - 60
Piedra arenisca	65 - 80	55 - 65
Magmatitas ácidas (p.ej. granito)	65 - 85	55 - 70
Magmatitas básicas (p.ej. basalto)	40 - 65	35 - 55
Gneis	70 - 85	60 - 70

Tabla 7-28 Conductividad térmica del terreno RAUGEO

Luego queda una longitud de sonda geotérmica de:

$$Longitud\ de\ tubo = \frac{P_{ev}}{Conductividad} = \frac{51.22 * 1000\ W/m^2}{50\ W/m} = 1024.4\ m$$

Que repartida entre los sondeos calculados anteriormente, resultan:

- 6 sondas de 150 m cada una.
- 1 sonda de 125 m.

#### 7.1.3.1.2.4.4 Configuración del sistema interior

El suelo radiante está muy de actualidad y muchos fabricantes e instaladores combinan las bombas geotérmicas con este sistema de climatización interior.

Esto se debe a que la bomba de calor produce agua para la calefacción a baja temperatura, alrededor de 55°C, temperatura perfecta para el suelo radiante.

El suelo radiante sin embargo fue descartado debido a que la obra necesaria supone una obra muy cara y de gran envergadura, y se trata principalmente una rehabilitación de un edificio, por lo que se va a intentar aprovechar la instalación anterior.

Por ello se va a optar por el uso de fancoils ya que es un sistema mucho más barato y con un mantenimiento menos costoso. Como la vivienda contaba con un sistema de calefacción por radiadores, esas canalizaciones se van a usar de manera para la instalación actual.

En los baños se instalarán toalleros en vez de fancoils. La única variación será el retiro de los radiadores para sustituirlos por los fancoils.

Los radiadores ofrecen un rendimiento en invierno menor que los fancoils en torno a un 80%, debido a que la temperatura de uso es superior. Además los radiadores no son adecuados para el verano porque no pueden proporcionar frío con lo cual deberíamos instalar fancoils para tal función en el caso de querer climatización en la vivienda para el verano. Por ello, hay una ventaja extra para su instalación.

Solo es posible tener una instalación con mejor rendimiento que los fancoils, instalando un sistema de expansión directa, lo cual puede hacerse con otro tipo de intercambiadores. El problema de la expansión directa aparece al tener un circuito interno tan grande, dado que se necesita demasiado refrigerante, existen problemas para transportarlo conservando sus propiedades térmicas y existe un gran riesgo de fuga hacia el interior de la vivienda, el refrigerante es toxico. La expansión directa solo se utiliza para sistemas con un tramo corto de tubería de refrigerante.

Para el dimensionamiento de los fancoils se va a usar la carga térmica que debe soportar cada uno de los fancoils en función de su localización en la casa. También se va a considerar los fancoils que trae el fabricante DIMPLEX, según las especificaciones de la bomba de calor.

**Fancoils SmartRad SRX**

- Ventilador CE de baja sonoridad y consumo energético
- Regulador electrónico de la temperatura ambiente.
- Regulación automática del nivel de ventilador según el consumo de calor.
- Se puede preajustar el nivel máximo de ventilador.
- Modo de funcionamiento manual.
- Están disponibles diferentes módulos de programación.
- Control a través de línea de control (Pilot-Wire).
- La conexión de agua se puede montar tanto a la izquierda como a la derecha.
- Juego de conexiones VS SRX disponible opcionalmente



Fancoils SmartRad

**Datos técnicos de los fancoils SmartRad**

Modelo	Referencia	Potencia de caldeo 45°C/35°C en kW *)	Potencia de caldeo 55°C/45°C en kW *)	Volumen de caudal Nivel de ventilador en m <sup>3</sup> /h *)	Dimensiones An x Al x Fo en mm
SRX 080EM	367500	0,55	0,9	125	503 x 530 x 145
SRX 120EM	367510	0,85	1,4	190	670 x 530 x 145
SRX 140EM	367520	1,0	1,7	225	740 x 530 x 145
SRX 180EM	367530	1,4	2,3	300	910 x 530 x 145

\*) con un nivel medio de ventilador

**Accesorios para calefacción**

Fancoil para calentar 1400 W	SRX 140M	359100
------------------------------	----------	--------

Ilustración 7-30 Fancoils SRX DIMPLEX

Siguiendo lo anteriormente citado, se va a optar por lo siguiente:

Habitación	Carga térmica (W)	Nº de fancoils SRX (1400 W)
Garaje	14350	10 <sup>*1</sup>
Cocina	3611	3
Salón	5089	4
Despacho	2679	2
Vestíbulo	2748	2
Escalera	1472	1
Dormitorio 1	2180	2
Dormitorio 2	4953	4
Dormitorio 3	2530	2
Tratero 1	3898	3 <sup>*2</sup>
Tratero 2	1475	1
Tratero 3	1482	1

Tabla 7-29 Fancoils según carga térmica

<sup>1</sup> en el garaje se considera que no es necesaria la instalación de tantos fancoils a pesar de su gran carga térmica, ya que es una estancia de uso poco habitual y no es una estancia en la que se vaya a permanecer de manera constante. Se va a instalar un total de 2 fancoils.

<sup>2</sup> al igual que en el garaje es una estancia de baja permanencia, por lo que no se van a necesitar tantos o permanecerán cerrados. Se va a instalar un total de 2 fancoils.

## **Toalleros**

Pueden ser de agua (se conectan a la caldera y se integran como un radiador más dentro del sistema central) o eléctricos (solo necesitan una toma de corriente y su funcionamiento es independiente al resto de equipos).

Para calcular la potencia estima unos 80 W por cada m<sup>2</sup> y suma un 30% más al resultado.

Una de las grandes ventajas que presenta este tipo de radiador es su diseño y estructura. No solo son muy funcionales sino que, además, complementan el estilo decorativo del cuarto de baño. Caldean la estancia y también secan tus toallas, albornoces o trapos.

Existen básicamente dos tipos de radiadores toalleros: de agua o eléctricos. En este sentido, el tipo de instalación que tengamos en casa –caldera que alimenta el circuito de radiadores o calefacción eléctrica- será determinante en la elección.

- **Agua**: Es necesario que cuentes con una caldera y sistema central de radiadores. Va conectado a las tuberías de calefacción y entra en funcionamiento cuando se enciende el sistema central. Su instalación debe hacerla un profesional.
- **Eléctrico**: Solo precisan una conexión eléctrica y funcionan de manera independiente al resto de equipos de calefacción. Destacan por el rápido calentamiento y sencilla instalación (basta con fijarlos a la pared y enchufarlos a la toma de corriente). Incorporan termostato para regular la temperatura.

Para la superficie de los baños, resulta una configuración de:

Habitación	Superficie	Carga térmica (W)	Nº de toalleros
Aseo	3	312	1
Baño 1	7	728	1
Baño 2	11	1144	1

Tabla 7-30 Toalleros según carga térmica

Para el aseo:

## **Radiador toallero de agua Rodríguez Calderón AZORES 45 BLANCO**

### **Ref.17145716**

Radiador toallero de agua blanco, con una potencia de 310 w. Diseñado para su colocación en el cuarto de baño y que a su función de calefacción se une la posibilidad de colgar la toalla para su rápido secado. Medidas 80 x 45 cm.

<b>Ficha Técnica</b>	
Color	Blanco
Potencia	310 w
Termostato	No
Superficie calefactable	Hasta 3 m2
Dimensiones	80 x 45 cm
Programador	No
Tipo de resistencia	No
Más información	Compuesto por 17 tubos
Observaciones	Los radiadores toalleros de agua se suministras sin llave de entrada y salida.

#### Ilustración 7-31 Radiador toallero aseo y baño

- Precio: 39€.

Para el baño 1:

## Radiador toallero de agua Rodríguez Calderón ULISES BLANCO AGUA

### Ref.12719476

Radiador toallero de agua blanco, con una potencia de 730 w. Diseñado especialmente para colocarlo en el baño ya que queda muy estético y es muy útil para usarlo a modo de calefacción y de secatoallas. Tiene unas medidas de: 118 x 50 x 13 cm.

- Diámetro de los tubos de 2,5 cm

<b>Ficha Técnica</b>	
Color	Blanco
Potencia	730 w
Termostato	No
Superficie calefactable	Hasta 7 m2
Dimensiones	118 x 50 x 13 cm
Programador	No
Tipo de resistencia	No
Más información	Diámetro de los tubos de 2,5 cm
Observaciones	Los radiadores toalleros de agua se suministras sin llave de entrada y salida.

#### Ilustración 7-32 Radiador toallero baño 1

- Precio: 69 €.

Para el baño 2:

## Radiador toallero eléctrico Cicsa ZETA T EHD BLANCO ELÉCTRICO

Ref.14378665

Radiador toallero eléctrico blanco, con una potencia de 1200 w. Incorpora termostato electrónico, tiene opción anti-hielo y económico, no incluye programador y tiene una resistencia blindada con fluido caloportador compuesto de óleo térmico (es el material que transmite el calor al calentarse dentro de la resistencia). Diseñado especialmente para colocarlo en el baño ya que queda muy estético y es muy útil para usarlo a modo de calefacción y de secatoallas. Tiene unas medidas de: 50 x 120 x 7,7 cm.

■ Termostato digital

### Ficha Técnica

Color	Blanco
Potencia	1200 w
Termostato	Electrónico
Superficie calefactable	Hasta 11 m2
Dimensiones	50 x 120 x 7,7 cm
Posiciones de calor	Dos posiciones
Programador	No
Tipo de resistencia	Blindada con fluido caloportador
Observaciones	Los radiadores toalleros eléctricos se suministran sin clavija.

#### Ilustración 7-33 Radiador toallero baño 2

- Precio: 139€.

Además de los fancoils y los toalleros se necesitan una serie de componentes más para el correcto funcionamiento de la instalación interior. Los componentes restantes se instalarán según la ficha técnica de la bomba.

Accesorios del sistema hidráulico		
Depósito de inercia universal 500 l	PSW 500	339210
Intercambiador de calor de tubos aletados RWT 500	RWT 500	339840
Calentador de inmersión 4,5 kW; ~230 V	CTHK 630	363610
Calentador de inmersión 2,0 kW	CTHK 631	336180
Calentador de inmersión 2,9 kW CTHK 632	CTHK 632	335910
Calentador de inmersión 4,5 kW CTHK 633	CTHK 633	322140
Calentador de inmersión 6,0 kW CTHK 634	CTHK 634	322150
Calentador de inmersión 7,5 kW; ~400 V	CTHK 635	322160
Depósito de inercia vertical de 1.000 l*	PSW 1000	361640
Módulo de agua caliente / módulo de circuito de calefacción sin mezclador*	WWM 50	364250
Módulo circuito de calefacción combinado con sensor de temperatura*	MMH 50	364260
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 70-32	362800
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 80-32	362820
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 120-32	362830

#### Ilustración 7-34 Accesorios sistema hidráulico (DIMPLEX)

## 7.1.3.1.2.4.4.1 Depósito de inercia

El depósito de inercia del circuito se calcula de manera que dicho depósito pueda sustituir durante un tiempo determinado a la bomba de calor, evitando continuos arranques del compresor ante variaciones pequeñas de la demanda.

Al tener una ocupación de 4 personas, no se considera necesario la instalación del depósito de inercia ya que el caudal de agua caliente es más o menos constante, no hay un aumento de consumo de ACS a lo largo del día. Sin embargo, la bomba no tiene depósito de agua caliente integrado, con lo cual se va a instalar de forma que pueda sustituir al acumulador de agua caliente.



Ilustración 7-35 Depósito de inercia universal (DIMPLEX)

El sistema, se compone de:

- **INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS**



Ilustración 7-36 Intercambiador de tubos

## - CALENTADOR DE INMERSIÓN

### Calentador de inmersión 2,0 kW

#### Referencia de pedido: CTHK 631

Para apoyo eléctrico de la calefacción en el modo monoenergético de la instalación; compuesto por cuerpos individuales con regulador de temperatura, limitador de temperatura de seguridad, modo de protección IP 54, 1½" AG con tapas de plástico, cumple las exigencias de EN 60335-T1.

- Peso: 1,4 kg
- Potencia de cálculo: 2.000,00 W

» [Instruction for use](#)



CTHK ...

Ilustración 7-37 Calentador de inmersión

#### 7.1.3.1.2.4.4.2 Módulo circuito de calefacción combinado con sensor de temperatura

#### Referencia de pedido: MMH 25

Componente combinable provisto de láminas aislantes para conectar un circuito de calefacción combinado. Apto para un caudal de agua de caldeo de máx. 2 m<sup>3</sup>/h. Compuesto por dos llaves esféricas con válvula de retención, 2 termómetros, mezclador de tres vías con servomotor y tiempo de funcionamiento de 140 s, tensión de conexión ~230 V, modo de protección IP 40, sensor de retorno y láminas aislantes, existe la posibilidad de montar una bomba de circulación regulada, calibre de puntas 180 mm, DN 25, que se debe configurar en función de la pérdida de presión de la instalación de calefacción (bomba no incluida en el volumen de entrega).

- Dimensiones (Anchura x Altura x Profundidad):  
250 x 420 x 250 mm
- Peso: 5,0 kg



Ilustración 7-38 Módulo de calefacción

#### 7.1.3.1.2.4.4.2.1 Bomba de circulación de agua de circuito interior

Esta bomba se encargará de hacer circular el agua por el circuito interior de climatización desde la máquina a los fancoils, toalleros y de regreso. Se escoge en función de la potencia máxima que se le exige, la cual se calcula con la demanda de agua de climatización por parte de los fancoils, aunque habitualmente se le exige una potencia muy inferior a la máxima.

La función de la bomba de recirculación es garantizar que el agua caliente siempre se encuentre disponible y tan cerca del punto de consumo como sea posible, con el fin de reducir el desperdicio de agua y de aumentar el confort.

La función de la bomba de recirculación es garantizar que el agua caliente siempre se encuentre disponible y tan cerca del punto de consumo como sea posible, con el fin de reducir el desperdicio de agua y de aumentar el confort.

Las bombas de recirculación se pueden dimensionar para un sistema dado utilizando las siguientes fórmulas:

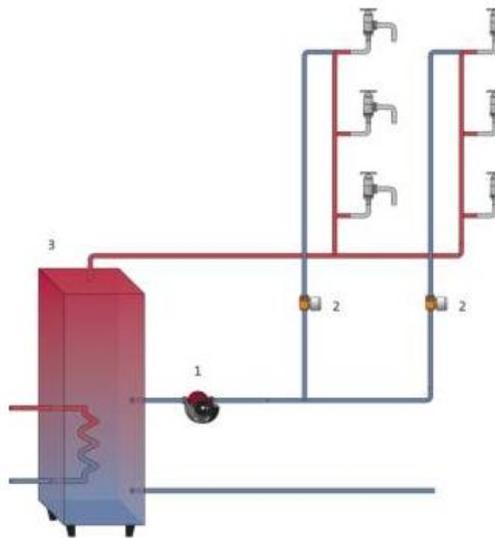
$$\text{Caudal de agua } q_c = \Phi / \Delta T \times 4200$$

$q_c$  = caudal de agua circulante [m<sup>3</sup>/s]

$\Phi$  = pérdida de calor del sistema de circulación [kW]

$\Delta T$  = enfriamiento del agua, normalmente 5°C, determinado en el punto de consumo más alejado [°C]

Normalmente, se utilizan bombas no controladas porque la variación del caudal es relativamente pequeña. Sin embargo, en los sistemas de mayor tamaño puede resultar ventajoso utilizar bombas controladas para permitir el ajuste del caudal cuando se arranca el sistema y para poder aplicar un control de temperatura.



**Ilustración**  
1. Bomba de recirculación  
2. Válvula termostática  
3. Depósito de agua caliente sanitaria

Ilustración 7-39 Esquema bomba de circulación de agua

Con el programa WebCAPS de la marca Grudnfoss, se selecciona automáticamente la bomba de circulación necesaria para la instalación (ver anexo):

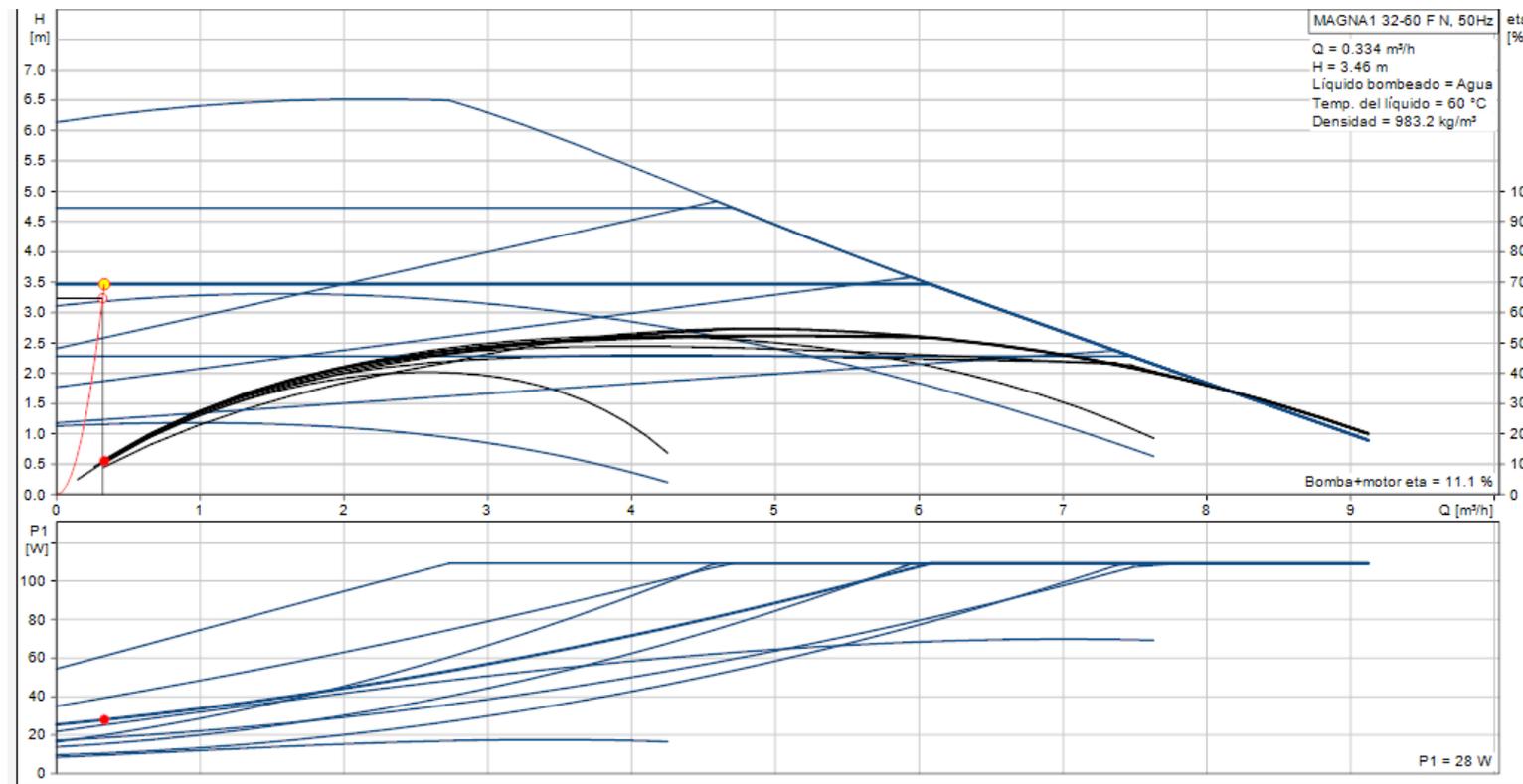


Ilustración 7-40 Gráfico de características altura y caudal bomba de circulación

Descripción	Valor
Producto:	MAGNA1 32-60 F N
Código:	98333846
Número EAN:	5710629850904
Precio:	Bajo pedido
<b>Técnico:</b>	
Altura máxima:	60 dm
Clase TF:	110
Homologaciones en placa:	CE,VDE,EAC
Modelo:	A
<b>Materiales:</b>	
Cuerpo hidráulico:	Acero inoxidable EN 1.4308 ASTM 351 CF8
Impulsor:	PES 30 % FIBRA VIDRIO
<b>Instalación:</b>	
Rango de temperaturas ambientales:	0 .. 40 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Tipo de brida:	DIN
Diámetro de conexiones:	DN 32
Presión:	PN6/10
Distancia entre conexiones de aspiración y descarga:	220 mm
<b>Líquido:</b>	
Rango de temperatura del líquido:	-10 .. 110 °C
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia - P1:	9 .. 111 W
Consumo de corriente máximo:	0.09 .. 0.9 A
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	1 x 230 V
Grado de protección (IEC 34-5):	X4D
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
<b>Otros:</b>	
Etiqueta:	<a href="#">Grundfos Blueflux</a>
Energía (IEE):	0.22
Peso neto:	7.36 kg
Peso bruto:	7.84 kg
Volumen:	0.016 m3

Tabla 7-31 Descripción características bomba de circulación

### MAGNA1 32-60 F N

La bomba circuladora MAGNA1 ofrece una selección sencilla de los ajustes de la bomba. La bomba es de tipo rotor encapsulado, la bomba y el motor forman una unidad sin cierre mecánico y con solo dos juntas para el sellado.

Los cojinetes están lubricados mediante el líquido bombeado.

Para evitar problemas en su eliminación, se ha dado una gran importancia al uso de pocos materiales diferentes en su fabricación.

Es una bomba sin mantenimiento y con un coste del ciclo vital extremadamente bajo.

#### Sistemas de calefacción

- Bomba principal
- bucles de mezcla
- superficies de calefacción
- superficies de aire acondicionado.

Las bombas circuladoras MAGNA1 han sido diseñadas para la circulación de líquidos en sistemas de calefacción con caudales variables donde se requiere optimizar el punto de ajuste de la bomba, reduciendo los costes energéticos.

Las bombas son también adecuadas para sistemas de agua caliente doméstica.

Para asegurar un funcionamiento correcto, es importante que la gama seleccionada en el sistema esté en el rango del punto de trabajo de la bomba.

#### Beneficios

- Selección segura.
- Instalación simple.
- Bajo consumo de energía. Todas las bombas MAGNA1 cumplen que los requisitos de la normativa EUP.
- Nueve campos luminosos para indicar el ajuste de la bomba. Tres curvas de presión proporcional, tres de presión constante y tres curvas de velocidad fija.
- Bajo nivel de ruido.
- Sin mantenimiento y larga vida útil.

#### Líquido:

Rango de temperatura del líquido: -10 .. 110 °C

#### Técnico:

Clase TF: 110  
Homologaciones en placa: CE,VDE,EAC

#### Materiales:

Cuerpo hidráulico: Acero inoxidable  
EN 1.4308  
ASTM 351 CF8  
Cuerpo hidráulico: PES 30 % FIBRA VIDRIO

#### Instalación:

Rango de temperaturas ambientales: 0 .. 40 °C  
Presión de trabajo máxima: 10 bar  
Tipo de brida: DIN  
Diámetro de conexiones: DN 32  
Presión: PN6/10  
Distancia entre conexiones de aspiración y descarga: 220 mm

#### Datos eléctricos:

Potencia - P1: 9 .. 111 W  
Consumo de corriente máximo: 0.09 .. 0.9 A  
Frecuencia de alimentación: 50 Hz  
Tensión nominal: 1 x 230 V  
Grado de protección (IEC 34-5): X4D  
Clase de aislamiento (IEC 85): F

#### Otros:

Etiqueta: Grundfos Blueflux  
Energía (IEE): 0.22  
Peso neto: 7.36 kg  
Peso bruto: 7.84 kg  
Volumen: 0.016 m3

Ilustración 7-41 Descripción bomba



Ilustración 7-43 Modelo de bomba de circulación

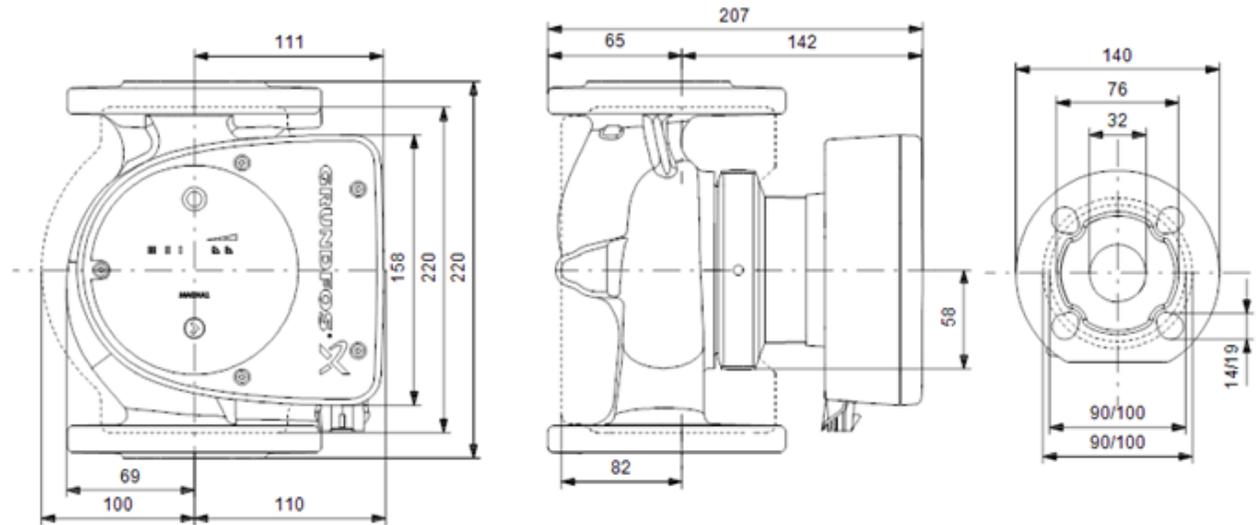


Ilustración 7-44 Medidas bomba de circulación

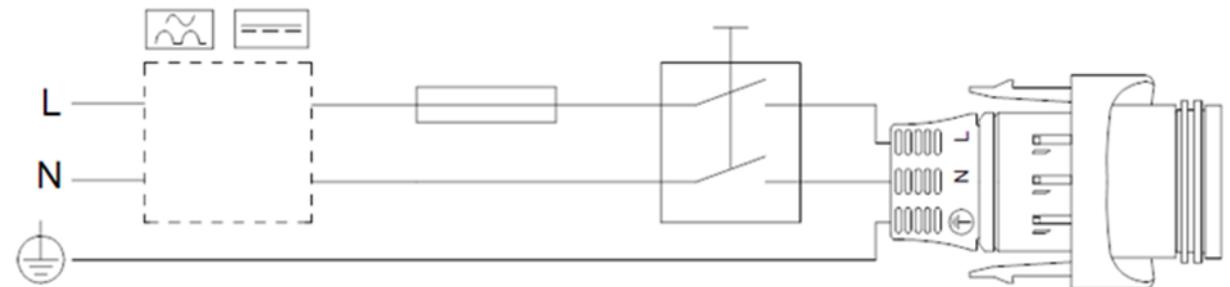


Ilustración 7-42 Conexión bomba

## 7.1.3.1.2.4.4.3 Accesorios sistema de preparación de ACS

<b>Accesorios para el proceso de preparación del agua caliente</b>		
Calentador de inmersión para agua caliente	FLH 60	338060
Calentador de inmersión para agua caliente	FLHU 70	338070
Calentador de inmersión para agua caliente	FLH 90	366130
Calentador de inmersión FLH 25M	FLH 25M	349430
Combinación de válvulas de seguridad	SVK 852	326660
Módulo de agua caliente / módulo de circuito de calefacción sin mezclador	WWM 32	367800

Tabla 7-32 Accesorios para preparación de ACS (DIMPLEX)

**MÓDULO DE AGUA CALIENTE****Referencia de pedido: WWM 32**

Componente combinable con capas aislantes para conectar una preparación de agua caliente o de agua para la piscina. Apto para un caudal de agua de caldeo de hasta un máximo de 2,5 m<sup>3</sup>/h. Compuesto por dos llaves esféricas con válvula de retención, 2 termómetros integrados, llave esférica de bomba, capas aislantes, posibilidad de montaje para bomba de circulación, calibre 180 mm, DN 25, que se deberá configurar en función de la pérdida de presión de la instalación de calefacción (no incluida en el volumen de suministro).

- Dimensiones (Anchura x Altura x Profundidad): 250 x 420 x 250 mm
- Peso: 4,0 kg

Ilustración 7-45 Módulo de agua caliente

**CALENTADOR DE INMERSIÓN****Referencia de pedido: FLH 60**

con regulador de temperatura, regulable entre 15 °C y 85 °C y limitador de temperatura de seguridad, idóneo para todos los acumuladores de agua caliente (WWSP) de una potencia de 6 kW. Tensión de conexión: 3/N/PE~400V, 50 Hz.

- Diámetro: 185 mm
- Peso: 3,5 kg
- Tensión de conexión: 3/PE ~400 V, 50 Hz



FLH 60

Ilustración 7-46 Calentador de inmersión

**COMBINACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

**Nº de referencia de pedido: SVK 852**  
**Referencia: 326660**

Para conectar el agua fría de los acumuladores de agua potable a la red de alimentación según la norma DIN 1988. Conexión de rosca exterior de 1".

- Para tipo de equipo: ACS Z



**SVK 852**

Ilustración 7-47 Combinación de válvulas de seguridad

7.1.3.1.2.4.4.4 Accesorios para regulación

Accesorios para la regulación		
Ampliación para integrar una red Ethernet	NWPM	356960
Ampliación para integrar un bus KNX/EIB	EWPM	356970
Tarjeta enchufable de bus de datos para WPM	LWPM 410	339410
Sensor de temperatura exterior con carcasa	FG 3115	336620
Termostato para calefacción y agua caliente	KRRV 003	322070

Tabla 7-33 Accesorios para regulación (DIMPLEX)

La regulación de la instalación interior, es decir, de la climatización de la vivienda se realiza individualmente para cada uno de los fancoils. Por tanto casi todas las estancias de la vivienda pueden climatizarse por separado. Esta climatización individualizada es muy ventajosa, cuando la instalación está dando servicio, en varios aspectos. En lo que a confort de uso se refiere, ya que cada estancia puede ser climatizada al gusto de su o sus componentes haciendo así que el confort de todos los habitantes de la vivienda sea óptimo. Además se podrá climatizar cada una de las zonas en función del uso al que se vaya a destinar cada estancia.

Se obtiene como resultado la optimización del consumo energético y el beneficio ambiental que el ahorro energético conlleva. Este ahorro energético conlleva además un ahorro económico.

Además de las características de los fancoils instalados, se puede instalar un termostato de regulación para calefacción y agua caliente en el tanque de almacenamiento de agua.

**Referencia de pedido: KRRV 003**

Gama de ajuste del regulador de tubo capilar:  
Potencia de ruptura 0 - 70 °C para 230 V, 50 Hz,  
10 A diferencia de temperatura de conmutación:  
1,0 - 2,0 K, longitud del tubo de protección: 200 mm.

» [Instruction for use](#)



KRRV 003

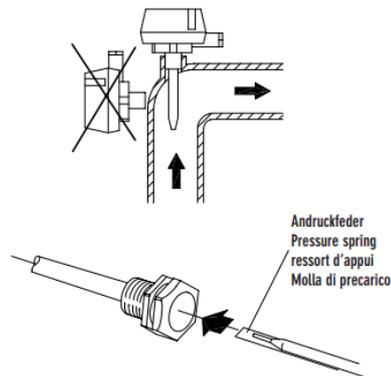


Ilustración 7-48 Termostato (DIMPLEX)

También puede llevar instalado un sensor de temperatura exterior con carcasa

**Nº de referencia de pedido: FG 3115****Referencia: 336620**

Norma NTC-2 sensor de temperatura (2,43 kOhm/20 °C)  
según DIN 44574 con carcasa resistente a la intemperie  
para montaje sobre revoque, conexión a presión.

- RG: RG1
- Anchura: 55 mm
- Altura: 94,3 mm
- Profundidad: 37 mm



FG 3115

Ilustración 7-49 Sensor de temperatura exterior

Este sensor, funciona según el siguiente rango de temperaturas:

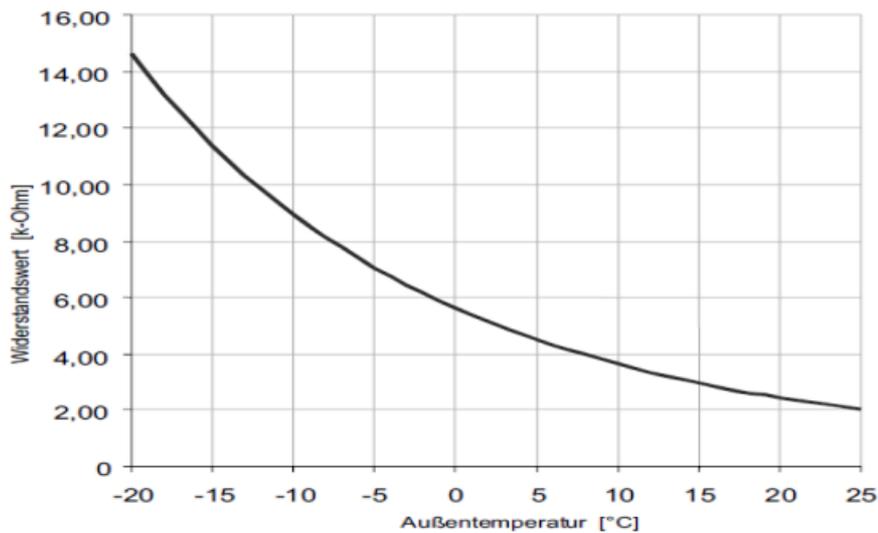


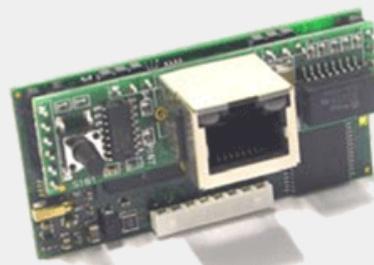
Abbildung: Fühlerkennlinie (DIN 44574) – Temperaturbereich -30°C – 35°C  
 Drawing: Sensor characteristic (DIN 44574) – Temperature range -30°C – 35°C  
 Figure: Caractéristique sonde (DIN 44574) - Gamme de température -30°C – 35°C

Ilustración 7-50 Rango de temperaturas de funcionamiento del sensor

Los demás accesorios que aparecen en la guía técnica, sirven para controlar la climatización de la vivienda de una manera domotizada desde el interior de la casa. No se contempla su instalación, aunque se podría realizar en un futuro una conexión con un servicio de Ethernet con:

### Conexión del controlador de la bomba de calor a una red local Ethernet (NWPM)

- El módulo adicional sirve de interfaz entre el controlador de la bomba de calor y una red Ethernet para monitorear y ajustar a distancia la bomba de calor.
- El módulo permite modificar valores de ajuste en el ordenador así como leer datos de servicio.
- Para ello se requiere un ordenador con conector de red o bien una red Ethernet.
- El sistema requiere un ordenador equipado con un conector de red o mejor con una red doméstica.
- La visualización se efectúa a través del navegador disponible.



Tarjeta interfaz de red

(¡La tarjeta de red se puede utilizar en combinación con el WPM 2004, 2006 y 2007!)

Ilustración 7-51 Conexión del controlador con una red local

#### 7.1.3.2 Introducción del sistema geotérmico en CALENER VYP

La bomba de calor está dentro de los sistemas en expansión directa de bomba de calor aire-agua ya que en este grupo, se definen todos los equipos que producen agua

caliente para calefacción o para uso sanitario (ACS), utilizando la expansión directa de un refrigerante. El evaporador de la unidad obtiene la energía del aire exterior.

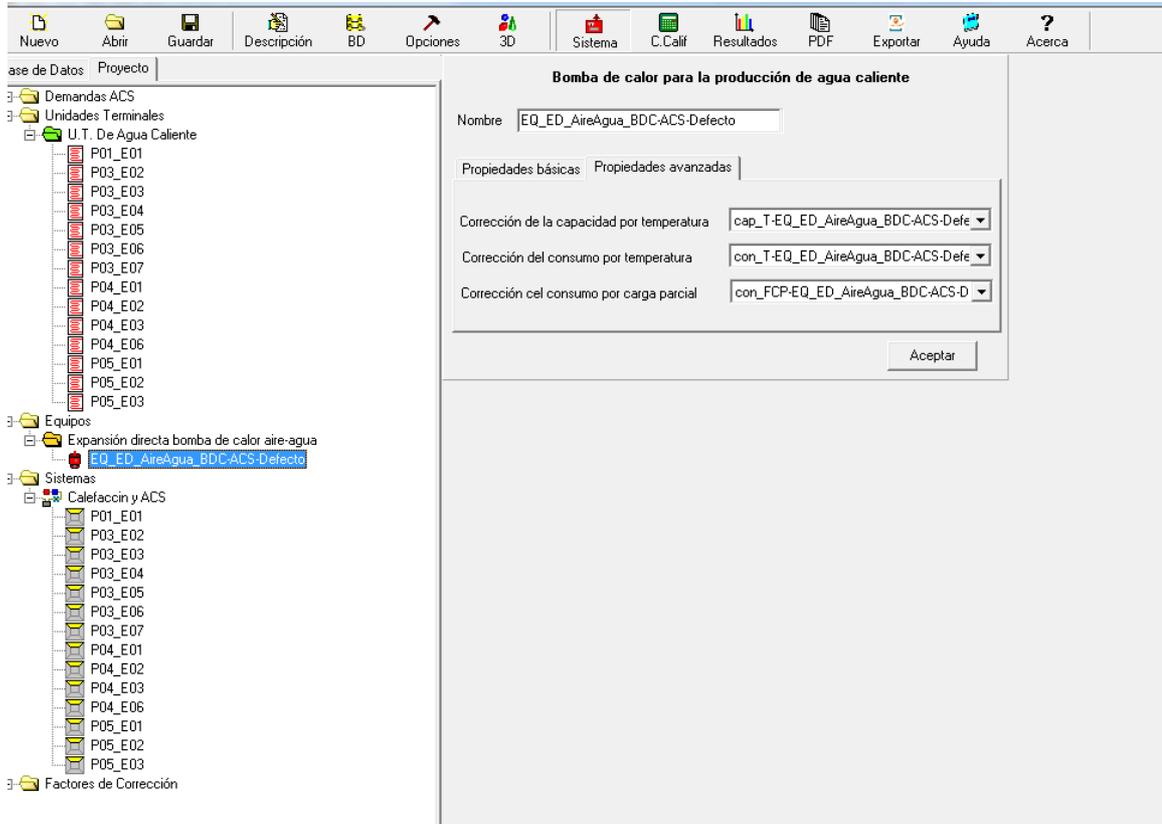


Ilustración 7-52 Equipo de bomba de calor (CALENER VYP)

El sistema de calefacción sigue siendo mixto de calefacción y ACS:

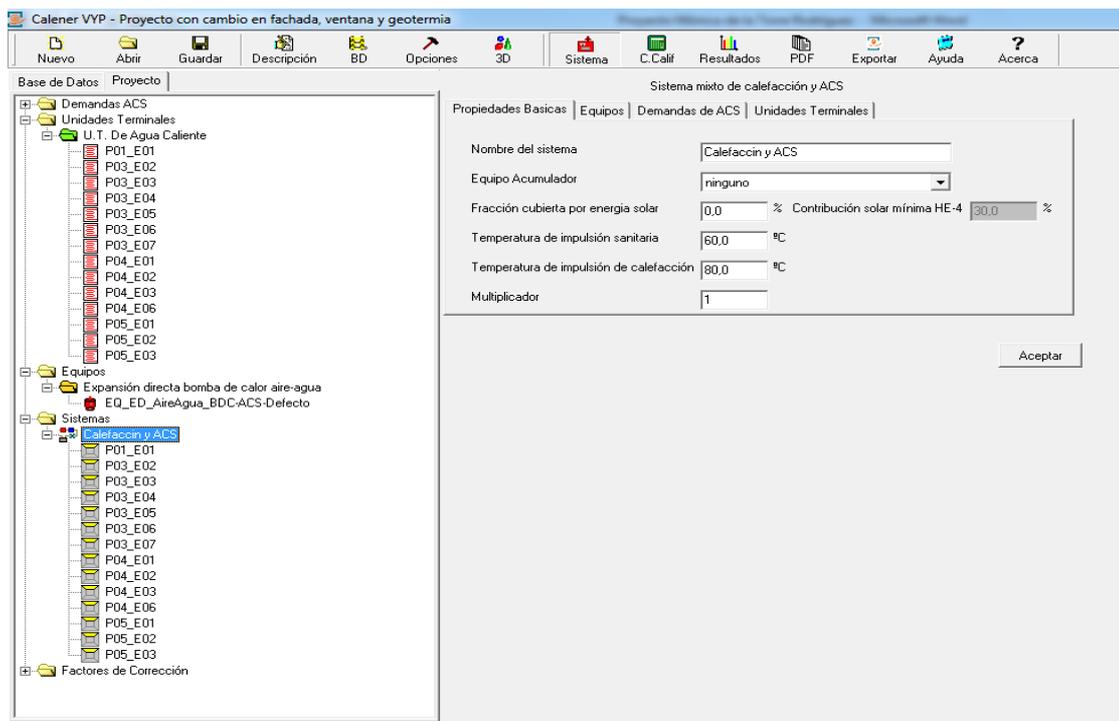


Ilustración 7-53 Sistema de calefacción (CALENER VYP)

## 8 RESULTADOS DE LA MEJORA ENERGÉTICA

Con las mejoras implantadas en la vivienda anteriormente descritas se obtiene la siguiente calificación del edificio:

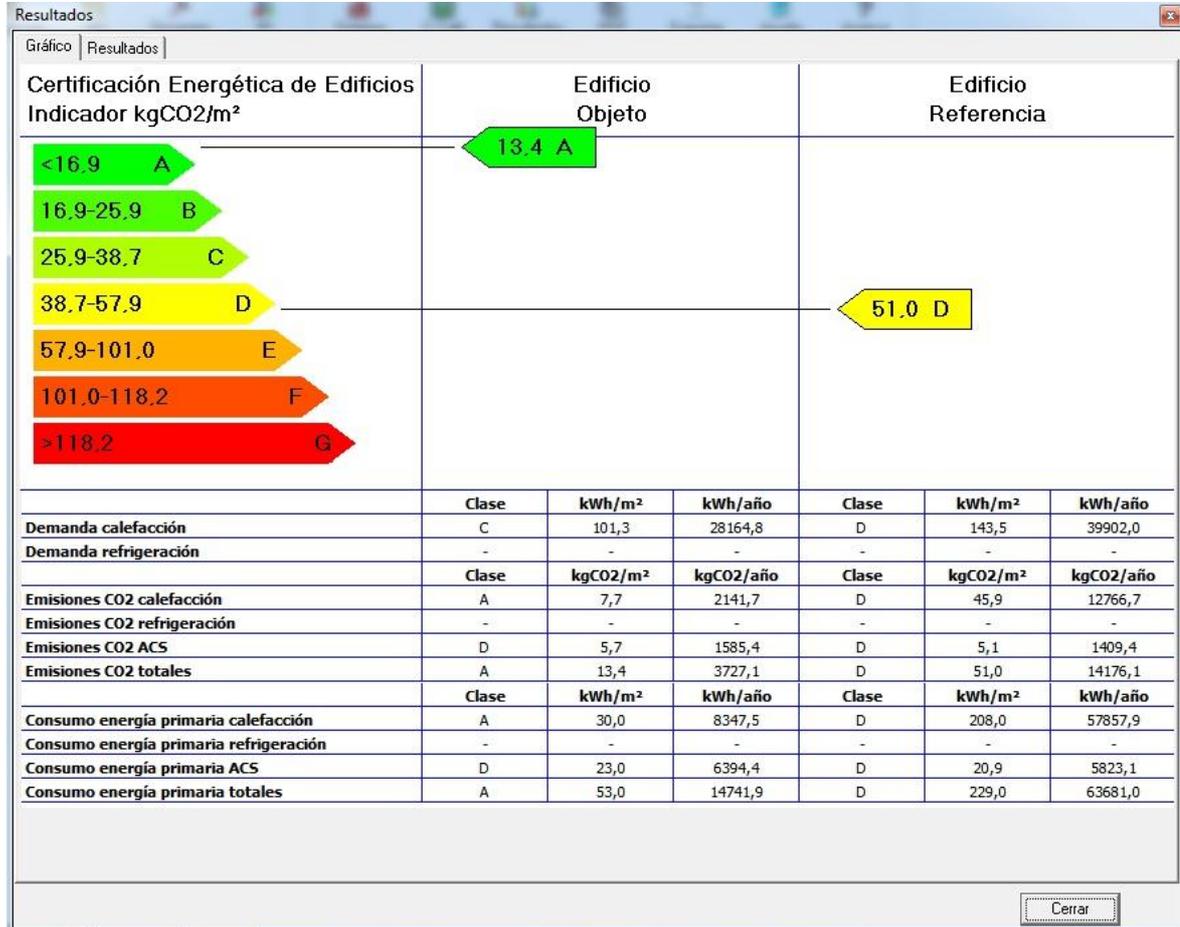


Ilustración 8-1 Nueva calificación energética (CALENER VYP)

## 9 COMPARATIVA ENERGÉTICA

En este apartado se pretende comparar ambos resultados de certificación, poniendo de manifiesto también las limitaciones de cada uno y las ventajas que puedan tener uno frente a otro.

### 9.1 Interpretación de la etiqueta energética

Para interpretar la etiqueta energética se deben tener en cuenta tres aspectos claves:

- Consumo de energía anual: Es la energía final que es consumida por el inmueble, es decir, los kWh que consumen las instalaciones. Este parámetro marca el coste que supone mantener la instalación.

- Emisiones de  $CO_2$  anuales: hace referencia a las emisiones de dióxido de carbono vertidas a la atmósfera, derivadas del uso de la vivienda. Este dato no es proporcional al consumo energético, esto puede significar que aunque el inmueble tenga una alta demanda energética, pero una fuente de energía renovable instalada, las emisiones de  $CO_2$  serán muy bajas pero con un alto consumo energético, lo que implica un coste alto de energía a nivel mensual.
- Letra asignada al inmueble: En función de las emisiones. Cuantas más emisiones, la letra será más cercana a la G. En función de lo anteriormente descrito, el inmueble puede tener una calificación de A pero no ser eficiente.

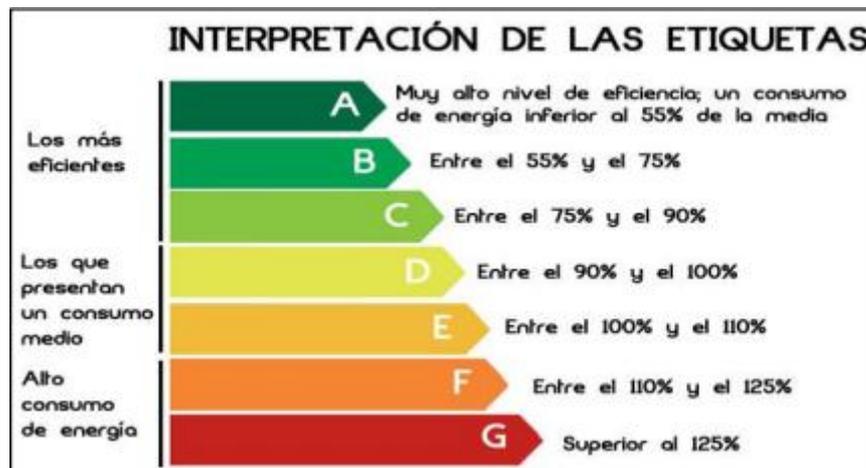
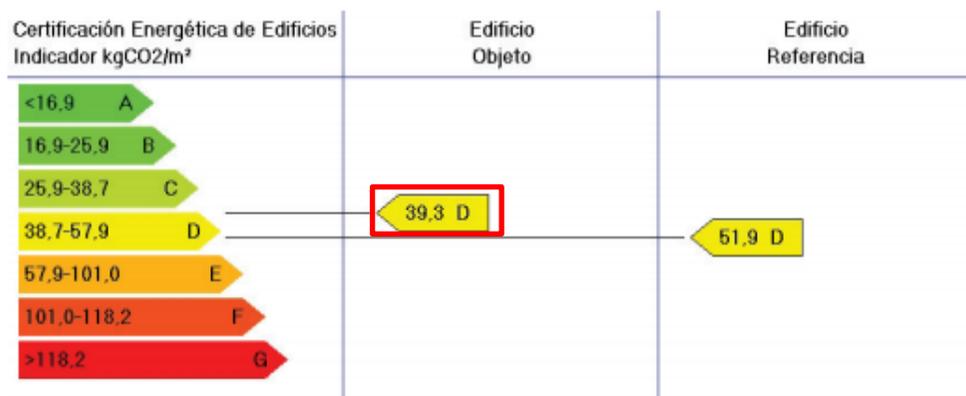


Ilustración 9-1 Interpretación de las etiquetas

Como se puede observar en la imagen anterior, a partir de la letra obtenida se puede conocer el valor de las emisiones. Este parámetro junto con el consumo energético anual da el valor real de la eficiencia del inmueble. Se han de tener en cuenta ambos parámetros por las razones que antes han sido explicadas, pero a grandes rasgos se puede tener una idea de la eficiencia solo teniendo en cuenta la letra obtenida.

## 9.2 Resultados obtenidos comparados

De la certificación del inmueble con CALENER-VYP, se obtienen dos etiquetas y dos informes técnicos, los cuales van a ser comparados entre ellos y comentados a continuación. Los informes técnicos podemos observarlos en el anexo de informes. En ellos podemos observar todas las características que han sido introducidas en materia de geometría, materiales (de cerramientos, particiones y huecos), así como los sistemas instalados (iluminación, ACS y calefacción).



	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	134,5	47957,8	D	146,3	52187,6
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	C	32,9	11733,2	D	46,8	16690,3
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	E	6,4	2282,4	D	5,1	1807,1
Emisiones CO2 totales	D	39,3	14015,6	D	51,9	18497,5
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	123,9	44176,4	D	212,2	75672,0
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	24,3	8648,3	D	20,9	7466,4
Consumo energía primaria totales	C	148,1	52824,7	D	233,1	83138,3



	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	C	101,3	28164,8	D	143,5	39902,0
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	A	7,7	2141,7	D	45,9	12766,7
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	D	5,7	1585,4	D	5,1	1409,4
Emisiones CO2 totales	A	13,4	3727,1	D	51,0	14176,1
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	A	30,0	8347,5	D	208,0	57857,9
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	23,0	6394,4	D	20,9	5823,1
Consumo energía primaria totales	A	53,0	14741,9	D	229,0	63681,0

Ilustración 9-2 Etiqueta energética antes y después de la rehabilitación

En la primera etiqueta se obtiene un valor de emisiones de:  $39,3 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ ; lo que se traduce como un valor de eficiencia de "D". En cambio en la segunda certificación, las emisiones se reducen hasta  $13,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ , con una letra de eficiencia de "A".

Un valor entre "A" y "C" de emisiones, muestran que la vivienda es eficiente, en el segundo caso se observa la reducción de emisiones.

### **DEMANDA ENERGÉTICA**

Demanda calefacción (Primera etiqueta)	$134,5 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $47957,8 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "D"
Demanda calefacción (Segunda etiqueta)	$101,3 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $28164,8 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "C"

Tabla 9-1 Demanda energética comparada

Ahorro de la demanda energética calefacción:

$$134,5 \text{ kWh}/\text{m}^2 - 101,3 \text{ kWh}/\text{m}^2 = 33,2 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

$$47957,8 \text{ kWh}/\text{año} - 28164,8 \text{ kWh}/\text{año} = 19793 \text{ kWh}/\text{año}$$

### **ENERGÍA PRIMARIA**

Energía primaria calefacción (Primera etiqueta)	$123,9 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $44176,4 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "C"
Energía primaria calefacción (Segunda etiqueta)	$30 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $8347,5 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "A"
Energía primaria ACS (Primera etiqueta)	$24,3 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $8648,3 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "D"
Energía primaria ACS (Segunda etiqueta)	$23 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $6394,4 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "D"
Energía primaria total (Primera etiqueta)	$148,1 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $52824,7 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "C"
Energía primaria total (Segunda etiqueta)	$53 \text{ kWh}/\text{m}^2$ $14741,9 \text{ kWh}/\text{año}$	Clase "A"

Tabla 9-2 Energía primaria comparada

Ahorro del consumo de energía primaria total:

$$148,1 \text{ kWh/m}^2 - 53 \text{ kWh/m}^2 = 95,1 \text{ kWh/m}^2$$

$$52824,7 \text{ kWh/año} - 14741,9 \text{ kWh/año} = 38082,8 \text{ kWh/año}$$

En las gráficas que siguen a continuación, se va a apreciar el cambio de consumo de energía primaria consumida en ACS y en calefacción. El valor de la iluminación, sigue intacto ya que se mantiene el valor de  $15 \text{ W/m}^2$ .

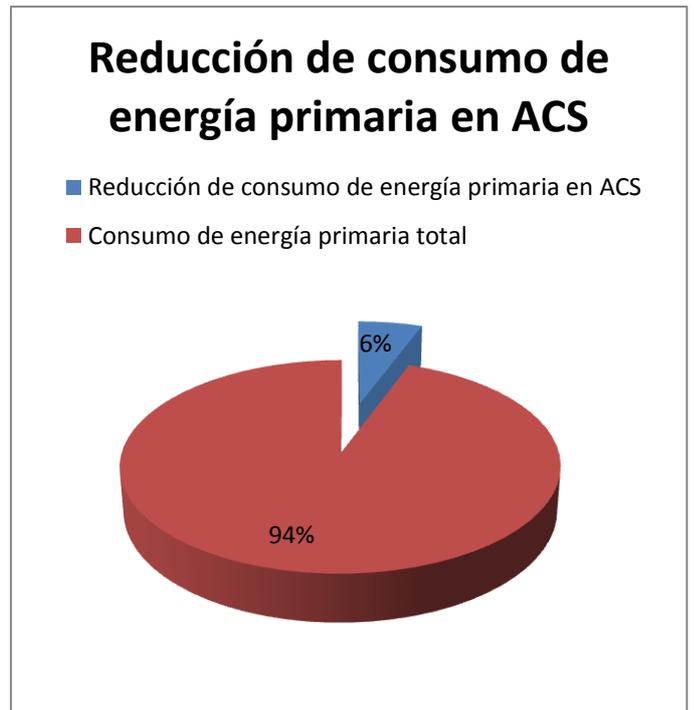


Ilustración 9-3 Consumo y reducción de energía primaria en ACS

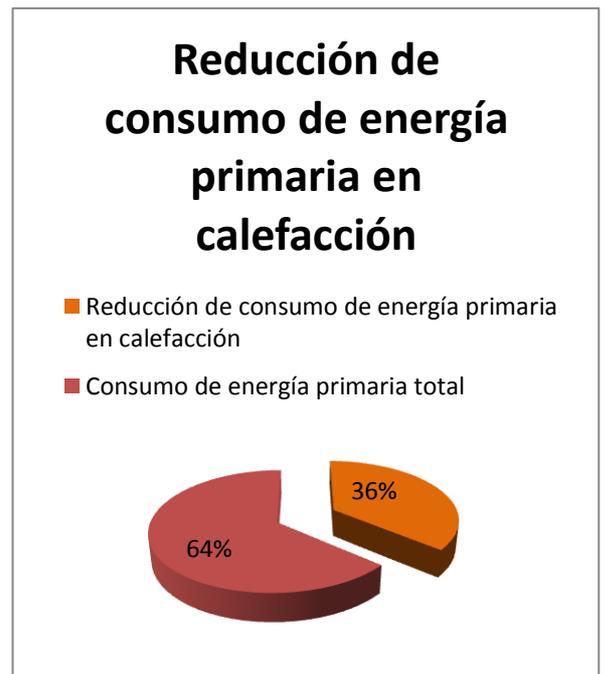
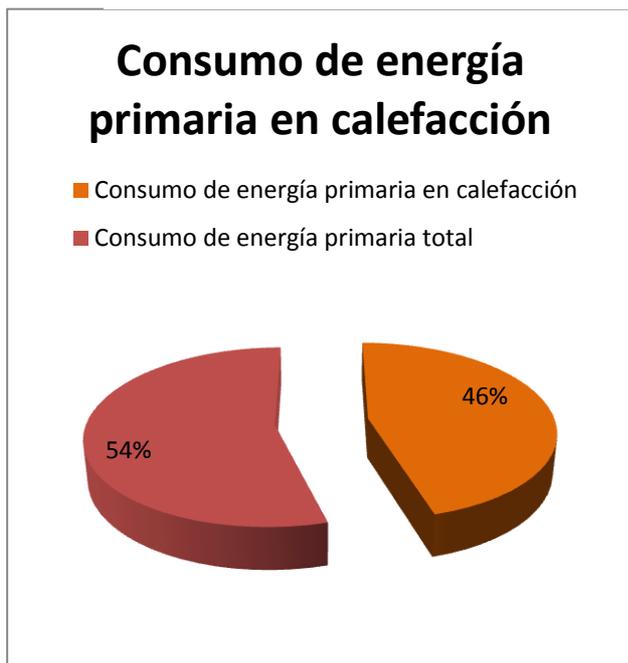


Ilustración 9-4 Consumo y reducción de energía primaria en calefacción

Se observa que la energía consumida de ACS se reduce en un 12%, mientras que en calefacción la energía primaria experimenta un cambio de un 10%.

### **EMISIONES**

Emisiones $CO_2$ calefacción (Primera etiqueta)	$32,9 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $11733,2 \text{ kWh/año}$	Clase "C"
Emisiones $CO_2$ calefacción (Segunda etiqueta)	$7,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $2141,7 \text{ kgCO}_2/\text{año}$	Clase "A"
Emisiones $CO_2$ ACS (Primera etiqueta)	$6,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $2282,4 \text{ kgCO}_2/\text{año}$	Clase "E"
Emisiones $CO_2$ ACS (Segunda etiqueta)	$5,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $1585,4 \text{ kgCO}_2/\text{año}$	Clase "D"
Emisiones $CO_2$ total (Primera etiqueta)	$39,3 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $14015,6 \text{ kgCO}_2/\text{año}$	Clase "D"
Emisiones $CO_2$ total (Segunda etiqueta)	$13,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ $3727,1 \text{ kgCO}_2/\text{año}$	Clase "A"

Tabla 9-3 Emisiones  $CO_2$  comparadas

Reducción de emisiones de  $CO_2$ :

$$39,3 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 - 13,4 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 = 25,9 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$$

$$14015,6 \text{ kgCO}_2/\text{año} - 3727,1 \text{ kgCO}_2/\text{año} = 10288,5 \text{ kgCO}_2/\text{año}$$

Con las siguientes gráficas se aprecia la reducción de emisiones en cada una:

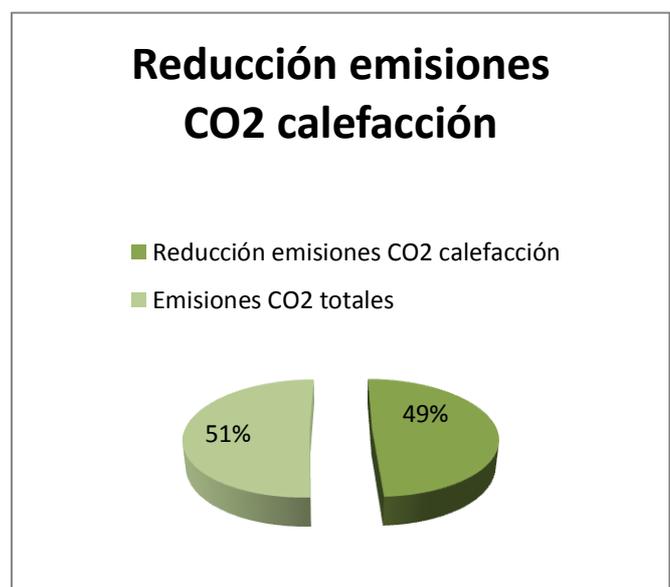
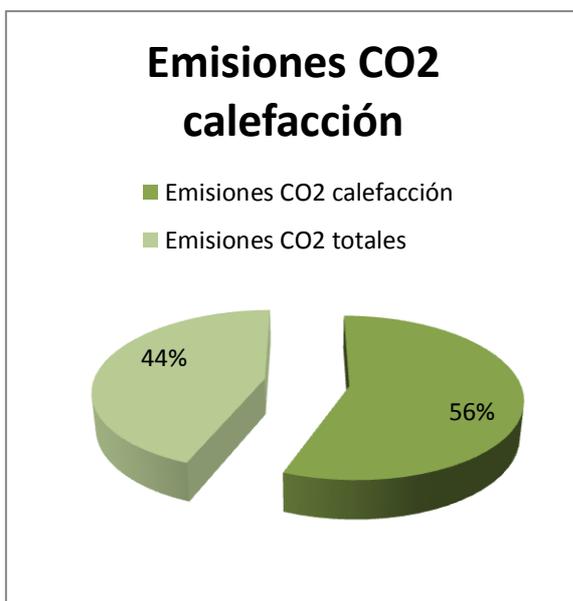


Ilustración 9-5 Emisiones y reducción de  $CO_2$  en calefacción

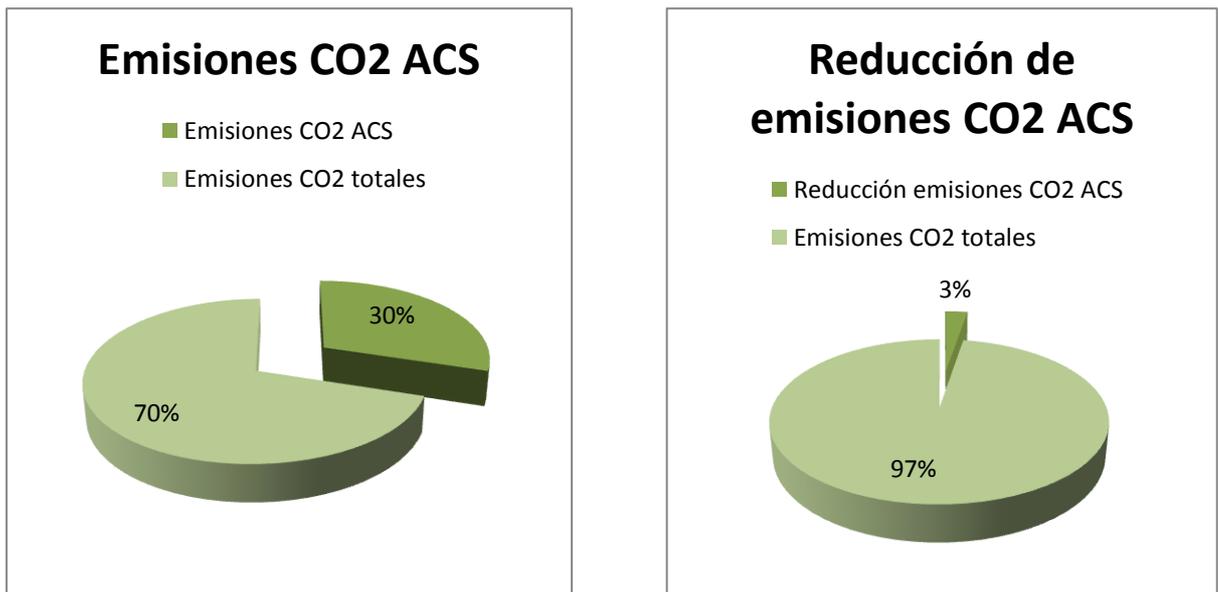


Ilustración 9-6 Emisiones y reducción de CO2 en ACS

Se observa que las emisiones de CO2 se reducen en un 7% en calefacción, mientras que en ACS hay una diferencia del 27% con respecto al original.

Este ahorro, reduce las siguientes emisiones anuales de dióxido de carbono a la atmósfera:

$$10288,5 \text{ kgCO}_2 * \frac{1}{1,84 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}} = 5591,57 \text{ m}^3$$

### 9.3 Comparación entre las distintas fuentes energéticas

La anterior fuente energética instalada era una calefacción por gasóleo o gasoil. Una de las grandes ventajas de este sistema, es que tiene un rendimiento alto y sobre todo rápido, por lo que calienta antes que otros sistemas de calefacción, así que es idóneo para lugares donde se va a estar poco tiempo.

La calefacción de gasoil es la única que llega a todas partes. El gasoil se encuentra fácilmente en cualquier lugar del mundo y su instalación no necesita ningún complejo sistema. Además son más seguras en condiciones adversas, trabajan a altas temperaturas por lo que una explosión es menos probable que en sistemas de calefacción de gas.

El mayor problema de usar este tipo de calefacción es sin duda que su fuente de energía proviene del petróleo. Esto hace que el precio del gasoil varíe según las condiciones del mercado y en los últimos años hay una clara alza de estos precios.

Por sus características, una caldera de gasoil se puede fabricar de muchos tamaños, incluso a mayor tamaño el rendimiento suele ser mejor, ya que generan mayor potencia. Por esto, es una solución válida para todo tipo de lugares, sin importar el tamaño del recinto a calentar.

A pesar de las ventajas que conlleva la instalación de la caldera de gasoil, se pone en manifiesto el fenómeno del cambio climático, ha habido una variación de temperatura de entre 0.75°C. Esto es consecuencia de la quema del carbón, gas natural y combustibles de automoción y otros derivados del petróleo.

El sistema energético actual está basado en el consumo masivo de combustibles fósiles, según los datos de la Agencia Internacional de la Energía, el 87.5% de todo el consumo mundial proviene de estas fuentes no renovables, y solo el restante 12.5% tiene su origen en las energías renovables. Por ello, el sistema energético es incompatible con la preservación del medio ambiente.

En el caso de España, la dependencia energética de los combustibles fósiles es la misma que en el resto del mundo, además la gran proporción de los combustibles son importados y provienen de la compra a terceros países, así el 40% del gasóleo proviene de refinerías extranjeras.

En el caso de los aspectos medioambientales, los procesos de generación de electricidad en sus diversas formas, constituyen una de las actividades de mayor impacto ambiental. En el caso de la energía geotérmica, los impactos medioambientales son destacadamente menores que los existentes en las centrales térmicas de combustibles fósiles y nucleares, incluso menores en comparación con otras fuentes de energías renovables. Los residuos y emisión de gases que produce son muy bajos en comparación con otras fuentes térmicas de energía, además de ocupar un espacio reducido de terreno y su indudable carácter autóctono. Sin embargo, los impactos en los yacimientos geotérmicos vienen derivados de la propia naturaleza del recurso, por los componentes salinos y los gases disueltos que lleva el fluido hidrotermal, los principales problemas que se pueden encontrar son:

- Gases disueltos en el fluido geotérmico como el dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno, los cuales deben eliminarse porque alteran el normal funcionamiento de los equipos que componen la instalación como condensadores, intercambiadores de calor, etc. Y algunos gases como el sulfuro de hidrógeno, son tóxicos, por lo que pueden liberarse directamente a la atmósfera.
- Composición salina del recurso, si el almacén geotérmico está saturado de sales, al enfriarse, éstas precipitan y se pueden producir incrustaciones, lo que provocará problemas de estrangulación progresiva del pozo de extracción y mal funcionamiento de las bombas, válvulas, etc. Si el fluido contiene una gran concentración de sales y/o sustancias tóxicas, se deberá evitar cualquier vertido a las aguas superficiales.

- Para el correcto dimensionamiento de la instalación, es muy importante realizar sondeos de exploración y reconocimiento para determinar la temperatura del yacimiento, el gradiente térmico, el flujo de calor, el nivel hidráulico y la calidad química del agua; con todo ello se determinará la ubicación final y dimensiones del sondeo de explotación.

El aprovechamiento de la geotermia, conlleva unos impactos ambientales como:

- Impacto visual: como consecuencia de la perforación del suelo y la ocupación del terreno colindante.
- Impacto atmosférico: sobretodo en la producción de energía eléctrica.
- Impacto de ruido: en la fase de construcción y en la de aprovechamiento. Aunque siempre por debajo de los límites máximos.

Si se produce un reventón de algún pozo, se puede producir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

La probabilidad y gravedad de impactos queda reflejada en la siguiente tabla:

Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Gravedad de consecuencias
Contaminación del aire	B(bajo)	M
Contaminación del agua superficial	M(medio)	M
Contaminación del subsuelo	B	M
Subsidencia de terreno	B	B a M
Altos niveles de ruido	A(alto)	B a M
Reventones de pozos	B	B a M
Conflictos con aspectos culturales y arqueológicos	B a M	M a A
Problemas socioeconómicos	B	B
Contaminación química o térmica	B	M a A
Emisión de residuos sólidos	M	M a A

Tabla 9-4 Probabilidad y gravedad de impactos de los proyectos de uso directo de geotermia.

Fuente: Dickson y Fanelli 2007

En cuanto a los aspectos económicos, los costes a considerar son más numerosos y complicados que cualquier otra fuente de energía renovable. El aprovechamiento de la energía geotérmica supone un desembolso inicial de la inversión muy alto y con un riesgo elevado.

En el desarrollo de un proyecto geotérmico los costes de perforación son un componente económico significativo. Los costes de inversión deben ser analizados y estudiados detenidamente. La estimación de los costes de perforación en los proyectos de baja entalpía representa casi un 60% de la inversión total. Hay diversos factores que afectan a la viabilidad económica de un sistema geotérmico:

- Profundidad del recurso y del pozo.
- Caudal y temperatura del recurso.
- Composición del fluido geotermal.

- Distancia entre el recurso y el lugar de utilización.
- Características de los consumidores.
- Tipos de usuarios y curva de la demanda de calor.
- Clima.
- Rentabilidad.
- Subvenciones.
- Precio de la energía, el costo del dinero y la tasa de inflación.

Un sistema con bomba de calor geotérmica para una casa individual supone un coste de inversión elevado, por regla general el doble de una instalación clásica de calefacción. Sin embargo, los costes de explotación son mucho más bajos que los de otros equipos, pues los costes de mantenimiento son generalmente muy reducidos y fundamentalmente porque su rendimiento energético elevado reduce el consumo de energía de pago.

Como la vivienda a estudio tiene una necesidad principal de calefacción y ACS únicamente, la opción geotérmica se ve favorecida por el menor consumo de electricidad y por no consumir gas natural o fuel-oil más caros.

El acceso a un recurso geotérmico de baja temperatura es muy caro, la inversión disminuye a medida que se reduce el área a investigar y se lleva a cabo el desarrollo del yacimiento. Siendo la inversión inicial elevada, el coste de explotación es bajo y cada vez será más competitivo con la existencia de la energía fósil, donde los precios irán creciendo con el agotamiento de los recursos y restricciones ambientales.

Una instalación que utilice energía geotérmica, comparada con instalaciones clásicas de bombas de calor o climatización, permite ahorros de energía de 30 a 70% en calefacción. En general se produce el doble de energía geotérmica que la energía eléctrica consumida para activar el compresor de la bomba de calor, las bombas de circulación y los sistemas de control. Esto significa que estos sistemas tienen rendimientos de 200 a 400 % muy superiores a las resistencias eléctricas, donde el rendimiento máximo es del 100%.

La tecnología que emplean las bombas de calor ha sido calificada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos como la más eficiente para calefacción y refrigeración existente hoy en día, considera que la bomba de calor geotérmica es ideal para aplicaciones en edificios residenciales, comerciales y gubernamentales.

## **10 ESTUDIO ECONÓMICO Y DE VIABILIDAD**

### **10.1 Subvenciones**

Actualmente, está vigente el Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios existentes (PAREER):



Ilustración 10-1 Programa PAREER+CRECE

(Fuente: IDAE)

*“Con el fin de incentivar y promover la realización de actuaciones de reforma que favorezcan el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética, el aprovechamiento de las energías renovables y la reducción de emisiones de dióxido de carbono, en los edificios existentes, con independencia de su uso y de la naturaleza jurídica de sus titulares, así como contribuir a alcanzar los objetivos establecidos en la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, y en el Plan de Acción 2014-2020, a la vez que se crearán oportunidades de crecimiento y empleo en distintos sectores económicos, en especial en el sector de la construcción, favoreciendo la regeneración urbana el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), pone en marcha un programa específico de ayudas y financiación, dotado con 200 millones de euros.*

*Las actuaciones deberán encuadrarse en una o más de las tipologías siguientes:*

- *Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica.*
- *Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación.*
- *Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas.*
- *Sustitución de energía convencional por energía geotérmica en las instalaciones térmicas.*

*Las actuaciones objeto de ayuda deben mejorar la calificación energética total del edificio en, al menos, 1 letra medida en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año), con respecto a la calificación energética inicial del edificio. Esta mejora de su calificación energética podrá obtenerse mediante la realización de una tipología de actuación o una combinación de varias.*

*Podrán ser beneficiarios de las ayudas de este Programa:*

- a) *Los propietarios de edificios existentes destinados a cualquier uso, bien sean personas físicas, o bien tengan personalidad jurídica de naturaleza privada o pública.*

- b) Las comunidades de propietarios o las agrupaciones de comunidades de propietarios de edificios residenciales de uso vivienda, constituidas como Propiedad Horizontal.
- c) Los propietarios que de forma agrupada sean propietarios de edificios y no hubiesen otorgado el título constitutivo de propiedad horizontal.
- d) Las empresas explotadoras, arrendatarias o concesionarias de edificios.
- e) Las empresas de servicios energéticos.

Tipo de ayudas:

Todas las tipologías y beneficiarios tendrán derecho a recibir una ayuda dineraria sin contraprestación complementada con un préstamo reembolsable.

- I. Ayuda dineraria sin contraprestación: El importe de la ayuda directa a otorgar será la suma de la Ayuda Base y la Ayuda Adicional.

<u>Tipologías de actuación</u>		<u>MÁXIMO ENTREGA DINERARIA SIN CONTRAPRESTACIÓN</u>		<u>MÁXIMO PRÉSTAMO REEMBOLSABLE</u>  (% s/ coste elegible)
		<u>Ayuda BASE</u>	<u>Ayuda Adicional por criterio social, eficiencia energética o actuación integrada</u>	
EFICIENCIA ENERGÉTICA	Tipo 1. Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica	30%	En función del uso del edificio y de acuerdo a lo establecido en Anexo I, para el tipo de actuación. Hasta los límites de la normativa de ayudas de Estado o tasa de cofinanciación FEDER en la Comunidad Autónoma donde radique el proyecto, según el Anexo V.	60%
	Tipo 2. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación	20%		70%
ENERGÍAS RENOVABLES	Tipo 3. Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas	25%		65%
	Tipo 4. Sustitución de energía convencional por energía geotérmica en las instalaciones térmicas	30%		60%

Tabla 10-1 Ayuda dineraria Programa PAREER. Fuente: IDAE

La ayuda adicional hasta alcanzar una ayuda máxima, que dependerá de los siguientes criterios:

- a) *Criterio social: actuaciones que se realicen en edificios que hayan sido calificados como Viviendas de Promoción Pública y Viviendas de Protección Oficial en Régimen Especial, por el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente, o bien las actuaciones sean realizadas en edificios de viviendas situados en las Áreas de Regeneración y Renovación Urbanas, de acuerdo con el Plan Estatal de Fomento del Alquiler de Viviendas, la Rehabilitación Edificatoria, y la Regeneración y Renovación Urbanas 2013-2016.*
- b) *Eficiencia energética: actuaciones que eleven la calificación energética del edificio para obtener una clase energética "A" o "B", en la escala de CO<sub>2</sub>, o bien, incrementen en (2) dos letras la calificación energética de partida.*
- c) *Actuación integrada: actuaciones que realicen simultáneamente la combinación de dos o más tipologías de actuación.*

II. *Los préstamos reembolsables tendrán las condiciones siguientes:*

*Tipo de interés: Euribor + 0,0 %*

*Plazo máximo de amortización de los préstamos: 12 años (incluido un período de carencia opcional de 1 año)*

*Garantías: Aval bancario, contrato de seguro de caución, o depósito en efectivo a favor del IDAE en la Caja General de Depósitos del Ministerio de Economía y Competitividad, por importe del 20% de la cuantía del préstamo.*

*Las ayudas otorgadas en el marco del presente Programa, podrán ser objeto de cofinanciación con fondos FEDER del periodo 2014-2020, dentro del Programa Operativo de Crecimiento Sostenible.*

Con esto, se puede deducir, que la vivienda objeto de estudio, podría estar subvencionada hasta en un 60%, al combinar mejora de la envolvente térmica con la incorporación de un sistema de geotermia.

## **10.2 Costes de la rehabilitación y de la integración del sistema de geotermia**

### Rehabilitación

SATE	Precio unitario	Área fachada exterior	Total (€)	Subvención (-30%) (€)
	65 €/m2	337,08 m2	21910,2	15337,14

Ventanas PVC	Precio unitario	Nº de ventanas	Total (€)
	179 €/ventana	12	2148

**Coste total rehabilitación 17485,14 €**

### Sistema de geotermia

#### Sondeos

Perforación por rotación directa	Precio unitario	Metros de sondeo	Nº de sondeos	Total (€)
	37 €/m	150	6	33300
		94	1	3478

## Sondas

Sonda geotérmica simple, para instalación vertical, de 100 m de longitud y 90 mm de diámetro, Turbo Collector "MUOVITECH", formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 100) de 40 mm de diámetro, PN=16 atm y 3,7 mm de

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt37sgg020e	Ud	Sonda geotérmica para instalación vertical, de 100 m de longitud y 90 mm de diámetro, Turbo	1,000	637,00	637,00
mt37sge030a	m	Tubo de inyección, de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 25 mm de diámetro	102,000	1,24	126,48
mt08var100a	kg	Mortero preparado de bentonita y cemento, de conductividad térmica mínima 2,35 W/(mK),	1800,000	0,70	1260,00
mo003	h	Oficial 1ª calefactor.	3,192	18,62	59,44
mo101	h	Ayudante calefactor.	3,192	17,59	56,15
	%	Medios auxiliares	2,000	2139,07	42,78
	%	Costes indirectos	3,000	2181,85	65,46
Coste de mantenimiento decenal: 157,31€ en los primeros 10 años.				Total:	2247,31

## ICU010

## Ud Sonda geotérmica vertical.

Sonda geotérmica simple, para instalación vertical, de 150 m de longitud y 90 mm de diámetro, Turbo Collector "MUOVITECH", formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 100) de 40 mm de diámetro, PN=16 atm y 3,7 mm de

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt37sgg020j	Ud	Sonda geotérmica para instalación vertical, de 150 m de longitud y 90 mm de diámetro, Turbo	1,000	913,00	913,00
mt37sge030a	m	Tubo de inyección, de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 25 mm de diámetro	152,000	1,24	188,48
mt08var100a	kg	Mortero preparado de bentonita y cemento, de conductividad térmica mínima 2,35 W/(mK),	2700,000	0,70	1890,00
mo003	h	Oficial 1ª calefactor.	4,788	18,62	89,15
mo101	h	Ayudante calefactor.	4,788	17,59	84,22
	%	Medios auxiliares	2,000	3164,85	63,30
	%	Costes indirectos	3,000	3228,15	96,84
Coste de mantenimiento decenal: 232,75€ en los primeros 10 años.				Total:	3324,99

Total		
1 sonda simple	2247,31	€
6 sondas 150 m	19949,94	€

	Precio unitario	1 bidón de salmuera 20 l (€)
Fluido circulante	40 €/bidón	40

### Sistema de distribución

Toalleros	Precios			Total (€)	Instalación toalleros y fancoils 100€	TOTAL (€)
	39€/ud	69€/ud	139 €/ud	247		4925
Fancoils	Precio unitario	Termostato	Instalación	Nº de fancoils	Total (€)	
	647 €/ud	80 €/ud	36 €/ud	26	4578	

Accesorios distribución	Depósito de inercia	Instalación	Módulo hidráulico	Circuito de calefacción	Válvulas y accesorios	Total (€)
	310 €	2.000 €	229,79 €	441,87 €	90 €	3071,66

Bomba de circulación de agua	Precio	Total (€)
	409,50 €	409,5

### Bomba de calor geotérmica

Materiales y accesorios	Intercambiador de calor	Instalación intercambiador	Accesorios	Total (€)
	850 €	1.500 €	902 €	3252

Bomba DIMPLEX SI75TU	32.366,40 €
-------------------------	-------------

<b>TOTAL GEOTERMIA</b>	<b>103039,81 €</b>
------------------------	--------------------

Subvención (30%) (€)	72127,867
-------------------------	-----------

**TOTAL REHABILITACIÓN CON  
SUBVENCIONES: 89613 €**

Tabla 10-2 Coste total rehabilitación de vivienda

El coste total de la rehabilitación y de la sustitución del antiguo sistema de gasóleo por el sistema de calefacción y producción de ACS por medio de geotermia es de OCHENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS TRECE EUROS.

### 10.3 Ahorro económico anual

<b>Ahorro económico</b>			
<b>Ahorro de consumo de energía primaria</b>		<b>38082,8</b>	<b>kWh/año</b>
<b>Coste de la instalación</b>		<b>89613</b>	<b>€</b>
<b>Recuperación de la inversión</b>	<b>Precio de la electricidad con IVA</b>	<b>Ahorro/año (€)</b>	<b>Ahorro acumulado (€)</b>
año 0	0,17	6470	6470
año 1	0,17	6664	13135
año 2	0,18	6864	19999
año 3	0,19	7070	27069
año 4	0,19	7282	34352
año 5	0,20	7501	41852
año 6	0,20	7726	49578
año 7	0,21	7958	57536
año 8	0,22	8196	65732
año 9	0,22	8442	74174
año 10	0,23	8695	82870
año 11	0,24	8956	91826
año 12	0,24	9225	101051
año 13	0,25	9502	110553
año 14	0,26	9787	120340
año 15	0,26	10080	130420
año 16	0,27	10383	140803
año 17	0,28	10694	151498
año 18	0,29	11015	162513
año 19	0,30	11346	173859
año 20	0,31	11686	185545
año 21	0,32	12037	197581
año 22	0,33	12398	209979
año 23	0,34	12770	222748
año 24	0,35	13153	235901
año 25	0,36	13547	249449

Tabla 10-3 Ahorro anual y periodo de amortización de la inversión

Con la tabla anterior, se demuestra que el ahorro anual de energía es de 38082 kWh, que se traduce a un ahorro económico anual de 6470 €, amortizándose los 89613 € de costes de instalación en 11 años.

## 11 CONCLUSIONES

El ahorro económico que supone esta rehabilitación es perfectamente ejecutable y compensa los gastos de instalación y de sustitución del antiguo sistema de gasóleo por el sistema de geotermia. Además aplicando el programa de ayudas y subvenciones PAREER-crece, la instalación ahorra más de un 50% de costes.

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética.

Como se ha explicado previamente, la energía geotérmica es una energía limpia, es decir, ninguna instalación que la emplee precisa la quema de combustibles, por consiguiente su contribución es mínima a la emisión de gases de efecto invernadero y como se ha observado se evita una gran cantidad de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

A escala del planeta, la energía geotérmica es el recurso energético más grande que existe, el calor de la Tierra es ilimitado a escala humana y estará disponible muchos años en sus yacimientos. Todo lo contrario de las energías fósiles que se agotan a medida que se extraen.

La vida útil de una instalación geotérmica y de las explotaciones ronda entre los 20 y 40 años. En resumen, se trata de una energía autóctona, limpia, segura, de producción ininterrumpida y que utiliza espacio reducido en el terreno, permitiendo una respuesta local, ecológica y eficiente para reducir costes energéticos.

## Lista de referencias

[1] Código Técnico de la Edificación (CTE).

<http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>

[2] Determinación de las necesidades térmicas de la vivienda y Reglamento de las Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

[3] Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.

<http://www.sedecatastro.gob.es/>

[4] Documento Básico HE Ahorro de Energía de CTE.

[5] Documento Básico HS Salubridad CTE.

[6] Guía Técnica de diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. IDAE (Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía).

[7] IDAE Rehabilitación energética de edificios.

[8] Manual de usuario CALENER VYP.

[9] Manual RAUGEO de dimensionamiento de sondeos.

[10] Página web y catálogo DIMPLEX.

<http://www.dimplex.de/es.html>

[11] Programa PAREER-CRECE.

<http://www.idae.es/index.php/id.858/relmenu.409/mod.pags/mem.detalle>

# **ANEXO I:**

**CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS  
OBTENIDAS CON CALENER VYP**

## **Contenido**

1. Certificación obtenida antes de la rehabilitación
2. Certificación obtenida después de la rehabilitación

# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Burgos. Cartuja de Miraflores.**

**Fecha: 13/04/2015**

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad Autónoma</b> Castilla y León
<b>Dirección del Proyecto</b> Calle Cartuja de Miraflores, 6	
<b>Autor del Proyecto</b> Mónica de la Torre Rodríguez	
<b>Autor de la Calificación</b> Universidad de León	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Unifamiliar	
<b>Edificio existente</b>	<b>Referencia catastral</b> 3280001VM4637N0003HR

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	54,47	2,40
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	6,55	2,40
P01_E03	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	15,45	2,40
P02_E01	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	78,49	1,00
P03_E02	P03	Residencial	3	22,45	2,50
P03_E03	P03	Residencial	3	32,53	2,50
P03_E04	P03	Residencial	3	10,60	2,50
P03_E05	P03	Residencial	3	5,95	2,50
P03_E06	P03	Residencial	3	3,69	2,50
P03_E07	P03	Residencial	3	3,03	2,50
P04_E01	P04	Residencial	3	13,69	2,50
P04_E02	P04	Residencial	3	8,76	2,50
P04_E03	P04	Residencial	3	8,00	2,50
P04_E04	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	1,78	2,50
P04_E05	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	2,91	2,50
P04_E06	P04	Residencial	3	10,69	2,50
P04_E07	P04	Residencial	3	32,69	2,50
P04_E09	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	4,61	2,50
P04_E08	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	7,46	2,50
P05_E01	P05	Residencial	3	49,96	2,50
P05_E02	P05	Residencial	3	9,93	2,50

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P05_E03	P05	Residencial	3	11,71	2,50
P05_E04	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	6,86	2,50
P06_E01	P06	Residencial	3	78,49	4,50

## 2.2. Cerramientos opacos

### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
Ladrillo de hormigón perforado de áridos den	1,091	1258,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,800	1525,00	1000,00	-	10
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,037	30,00	1000,00	-	20
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,556	1000,00	1000,00	-	10
Cámara de aire sin ventilar horizontal 1 cm	-	-	-	0,15	-
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
BC con mortero aislante espesor 190 mm	0,302	910,00	1000,00	-	10
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Basalto [2700 < d < 3000]	3,500	2850,00	1000,00	-	10000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,410	1000,00	1000,00	-	10
EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2,300	2395,00	1000,00	-	30
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,031	40,00	1000,00	-	1
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040	40,00	1000,00	-	1

## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
Muro exterior	0,50	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Ladrillo de hormigón perforado de áridos densos	0,120
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,050
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,040
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 1 cm	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Tabique interior	2,63	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,050
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020
Sotano	5,30	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020
Forjado techo	2,78	Con capa de compresión -Canto 300 mm	0,300
Cubierta	1,14	Teja de arcilla cocida	0,020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,020
		FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0,300

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
VER_DC_4-12-331	2,80	0,75
VER_DC_4-12-4	2,80	0,75

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00
VER_Madera de densidad media alta	2,20

### 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	Ventana tipo
<b>Acrislamiento</b>	VER_DC_4-12-331
<b>Marco</b>	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
<b>% Hueco</b>	15,88
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	25,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,99
<b>Factor solar</b>	0,65

<b>Nombre</b>	Puerta
<b>Acrislamiento</b>	VER_DC_4-12-4
<b>Marco</b>	VER_Madera de densidad media alta
<b>% Hueco</b>	99,00

 Calificación Energética	Proyecto	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad	Comunidad
	Burgos	Castilla y León

<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	60,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,21
<b>Factor solar</b>	0,07

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	ACS Y CALE
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Caldera-Convencional-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre unidad terminal</b>	P01_E01
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E02
<b>Zona asociada</b>	P03_E02
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E03
<b>Zona asociada</b>	P03_E03
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E04
<b>Zona asociada</b>	P03_E04
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E05
<b>Zona asociada</b>	P03_E05
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E06
<b>Zona asociada</b>	P03_E06
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E07
<b>Zona asociada</b>	P03_E07
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E01
<b>Zona asociada</b>	P04_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E02
<b>Zona asociada</b>	P04_E02

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E03
<b>Zona asociada</b>	P04_E03
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E06
<b>Zona asociada</b>	P04_E06
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E01
<b>Zona asociada</b>	P05_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E02
<b>Zona asociada</b>	P05_E02
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E03
<b>Zona asociada</b>	P05_E03
<b>Nombre demanda ACS</b>	ACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	ninguno
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	0,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0

## 4. Equipos

<b>Nombre</b>	EQ_Caldera-Convencional-Defecto
<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	10,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,85
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>de la temperatura de impulsión</b>	
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convencional-Defecto
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
<b>Tipo energía</b>	Gasoleo

## 5. Unidades terminales

<b>Nombre</b>	P01_E01
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	18,85

<b>Nombre</b>	P03_E02
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,94

<b>Nombre</b>	P03_E03
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,73

<b>Nombre</b>	P03_E04
---------------	---------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E04
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,85

<b>Nombre</b>	P03_E05
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E05
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,50

<b>Nombre</b>	P03_E06
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E06
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,85

<b>Nombre</b>	P03_E07
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E07
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,54

<b>Nombre</b>	P04_E01
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,30

<b>Nombre</b>	P04_E02
---------------	---------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,30

<b>Nombre</b>	P04_E03
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,77

<b>Nombre</b>	P04_E06
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E06
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,50

<b>Nombre</b>	P05_E01
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,34

<b>Nombre</b>	P05_E02
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,21

<b>Nombre</b>	P05_E03
---------------	---------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Burgos	Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,20

## 6. Justificación

---

### 6.1. Contribución solar

---

<b>Nombre</b>	<b>Contribución Solar</b>	<b>Contribución Solar Mínima HE-4</b>
ACS Y CALE	0,0	30,0

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

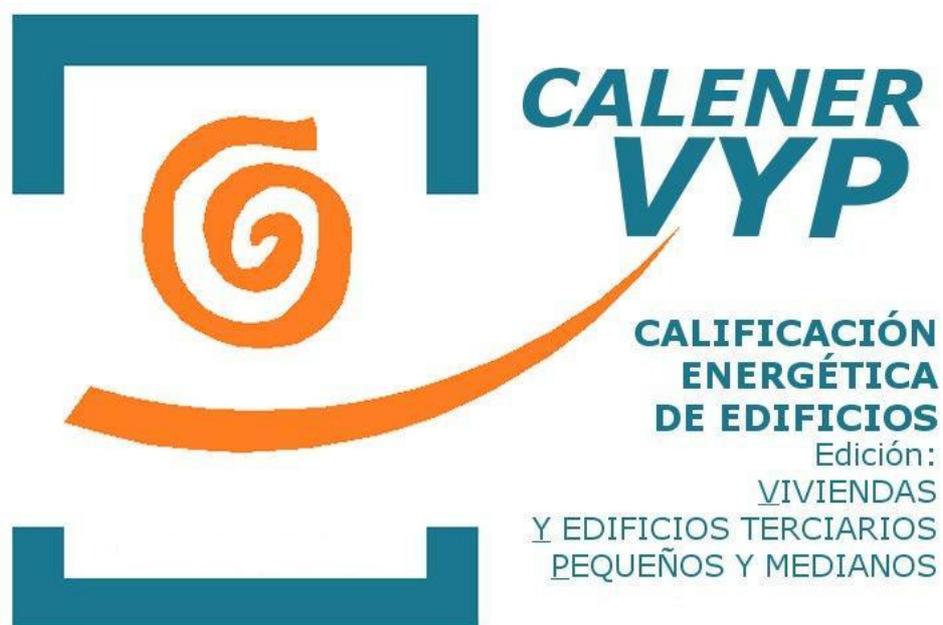
## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	134,5	47957,8	D	146,3	52187,6
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	C	32,9	11733,2	D	46,8	16690,3
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	E	6,4	2282,4	D	5,1	1807,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	D	39,3	14015,6	D	51,9	18497,5
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	123,9	44176,4	D	212,2	75672,0
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	24,3	8648,3	D	20,9	7466,4
Consumo energía primaria totales	C	148,1	52824,7	D	233,1	83138,3

# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Burgos. Cartuja de Miraflores.**

**Fecha: 25/05/2015**

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Burgos	Castilla y León

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
Burgos. Cartuja de Miraflores.	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Burgos	Castilla y León
<b>Dirección del Proyecto</b>	
Calle Cartuja de Miraflores, 6	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Mónica de la Torre Rodríguez	
<b>Autor de la Calificación</b>	
Universidad de León	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
	(null)
<b>Tipo de edificio</b>	
Unifamiliar	
<b>Edificio existente</b>	<b>Referencia catastral</b>
	3280001VM4637N0003HR

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad	Comunidad
	Burgos	Castilla y León

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	54,47	2,40
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	6,55	2,40
P01_E03	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	15,45	2,40
P02_E01	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	78,49	1,00
P03_E02	P03	Residencial	3	22,45	2,50
P03_E03	P03	Residencial	3	32,53	2,50
P03_E04	P03	Residencial	3	10,60	2,50
P03_E05	P03	Residencial	3	5,95	2,50
P03_E06	P03	Residencial	3	3,69	2,50
P03_E07	P03	Residencial	3	3,03	2,50
P04_E01	P04	Residencial	3	13,69	2,50
P04_E02	P04	Residencial	3	8,76	2,50
P04_E03	P04	Residencial	3	8,00	2,50
P04_E04	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	1,78	2,50
P04_E05	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	2,91	2,50
P04_E06	P04	Residencial	3	10,69	2,50
P04_E07	P04	Residencial	3	32,69	2,50
P04_E09	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	4,61	2,50
P04_E08	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	7,46	2,50
P05_E01	P05	Residencial	3	49,96	2,50
P05_E02	P05	Residencial	3	9,93	2,50

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P05_E03	P05	Residencial	3	11,71	2,50
P05_E04	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	6,86	2,50
P06_E01	P06	Nivel de estanqueidad 1	3	78,49	4,50

## 2.2. Cerramientos opacos

### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	1,020	2170,00	1000,00	-	10
XPS Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	0,034	37,50	1000,00	-	20
Cámara de aire ligeramente ventilada vertical	-	-	-	0,09	-
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,556	1000,00	1000,00	-	10
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
BC con mortero aislante espesor 190 mm	0,302	910,00	1000,00	-	10
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Basalto [2700 < d < 3000]	3,500	2850,00	1000,00	-	10000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,410	1000,00	1000,00	-	10
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2,300	2395,00	1000,00	-	30
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,031	40,00	1000,00	-	1

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040	40,00	1000,00	-	1

## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
Muro exterior	0,24	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,080
		1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,123
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,030
		Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 10	0,000
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,060
		Yeso, baja dureza d < 600	0,012
Tabique interior	2,63	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,050
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020
Sotano	5,30	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020
Forjado techo	2,78	Con capa de compresión -Canto 300 mm	0,300
Cubierta	1,14	Teja de arcilla cocida	0,020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,020
		FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0,300

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
VER_DC_4-12-4	2,80	0,75

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_PVC dos cámaras	2,20
VER_Madera de densidad media alta	2,20

### 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	Ventana tipo
<b>Acristalamiento</b>	VER_DC_4-12-4
<b>Marco</b>	VER_PVC dos cámaras
<b>% Hueco</b>	15,88
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	25,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,64

<b>Nombre</b>	Puerta
<b>Acristalamiento</b>	VER_DC_4-12-4
<b>Marco</b>	VER_Madera de densidad media alta
<b>% Hueco</b>	99,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	60,00

 Calificación Energética	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<table border="1"> <tr> <td>           Localidad Burgos         </td> <td>           Comunidad Castilla y León         </td> </tr> </table>	Localidad Burgos
Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León	

<b>U (W/m²K)</b>	2,21
<b>Factor solar</b>	0,07

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	Calefaccin y ACS
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Expansión directa bomba de calor aire-agua
<b>Nombre unidad terminal</b>	P01_E01
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E02
<b>Zona asociada</b>	P03_E02
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E03
<b>Zona asociada</b>	P03_E03
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E04
<b>Zona asociada</b>	P03_E04
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E05
<b>Zona asociada</b>	P03_E05
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E06
<b>Zona asociada</b>	P03_E06
<b>Nombre unidad terminal</b>	P03_E07
<b>Zona asociada</b>	P03_E07
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E01
<b>Zona asociada</b>	P04_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E02
<b>Zona asociada</b>	P04_E02

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Burgos	Castilla y León

<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E03
<b>Zona asociada</b>	P04_E03
<b>Nombre unidad terminal</b>	P04_E06
<b>Zona asociada</b>	P04_E06
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E01
<b>Zona asociada</b>	P05_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E02
<b>Zona asociada</b>	P05_E02
<b>Nombre unidad terminal</b>	P05_E03
<b>Zona asociada</b>	P05_E03
<b>Nombre demanda ACS</b>	ACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	ninguno
<b>Porcentaje abastecido con energia solar</b>	0,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0

## 4. Equipos

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>Nombre</b>	EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto
<b>Tipo</b>	Expansión directa bomba de calor aire-agua
<b>Capacidad nominal</b>	5,70
<b>Consumo nominal</b>	2,10
<b>Capacidad en función de las temperaturas</b>	cap_T-EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto
<b>Consumo en función de las temperaturas</b>	con_T-EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto
<b>Consumo en función de la carga parcial</b>	con_FCP-EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

## 5. Unidades terminales

<b>Nombre</b>	P01_E01
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	18,85

<b>Nombre</b>	P03_E02
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,94

<b>Nombre</b>	P03_E03
---------------	---------



Calificación  
Energética

Proyecto	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
Localidad	Burgos	Comunidad Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,73

<b>Nombre</b>	P03_E04
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E04
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,85

<b>Nombre</b>	P03_E05
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E05
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,50

<b>Nombre</b>	P03_E06
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E06
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,85

<b>Nombre</b>	P03_E07
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P03_E07
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,54

<b>Nombre</b>	P04_E01
---------------	---------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Burgos	Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,30

<b>Nombre</b>	P04_E02
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,30

<b>Nombre</b>	P04_E03
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,77

<b>Nombre</b>	P04_E06
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P04_E06
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	0,50

<b>Nombre</b>	P05_E01
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,34

<b>Nombre</b>	P05_E02
---------------	---------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	<b>Localidad</b> Burgos	<b>Comunidad</b> Castilla y León

<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E02
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,21

<b>Nombre</b>	P05_E03
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P05_E03
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1,20

## 6. Justificación

---

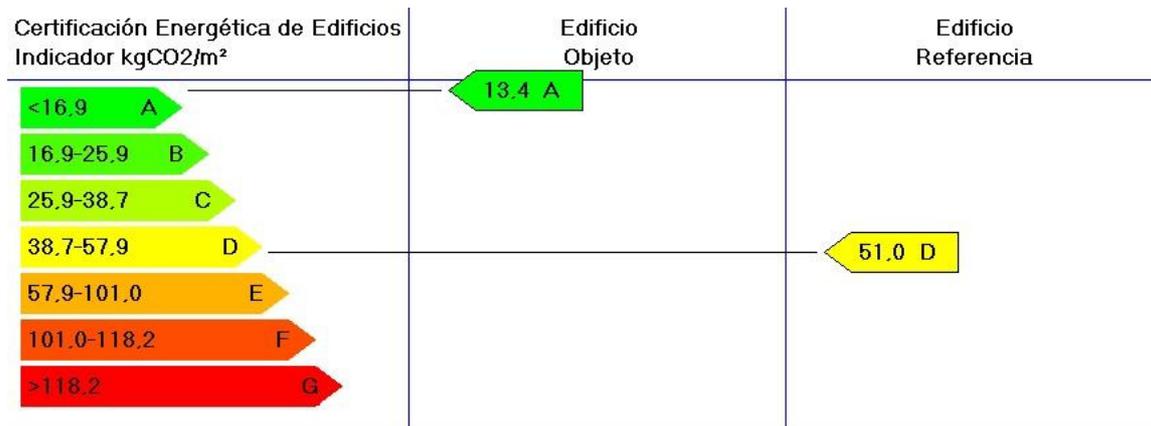
### 6.1. Contribución solar

---

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
Calefaccin y ACS	0,0	30,0

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Burgos. Cartuja de Miraflores.	
	Localidad Burgos	Comunidad Castilla y León

## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	101,3	28164,8	D	143,5	39902,0
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	7,7	2141,7	D	45,9	12766,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	D	5,7	1585,4	D	5,1	1409,4
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	A	13,4	3727,1	D	51,0	14176,1
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	A	30,0	8347,5	D	208,0	57857,9
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	23,0	6394,4	D	20,9	5823,1
Consumo energía primaria totales	A	53,0	14741,9	D	229,0	63681,0

# **ANEXO II**

## **CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CALOR DIMPLEX Y BOMBA DE CIRCULACIÓN**

## **Contenido**

1. Bomba de circulación
2. Bomba de calor

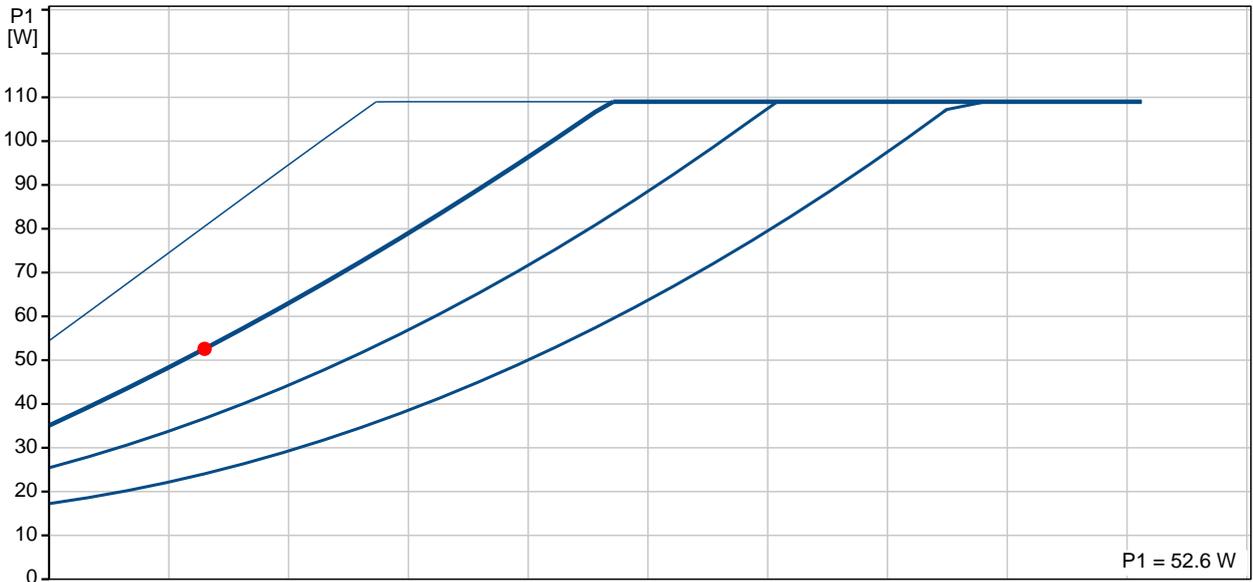
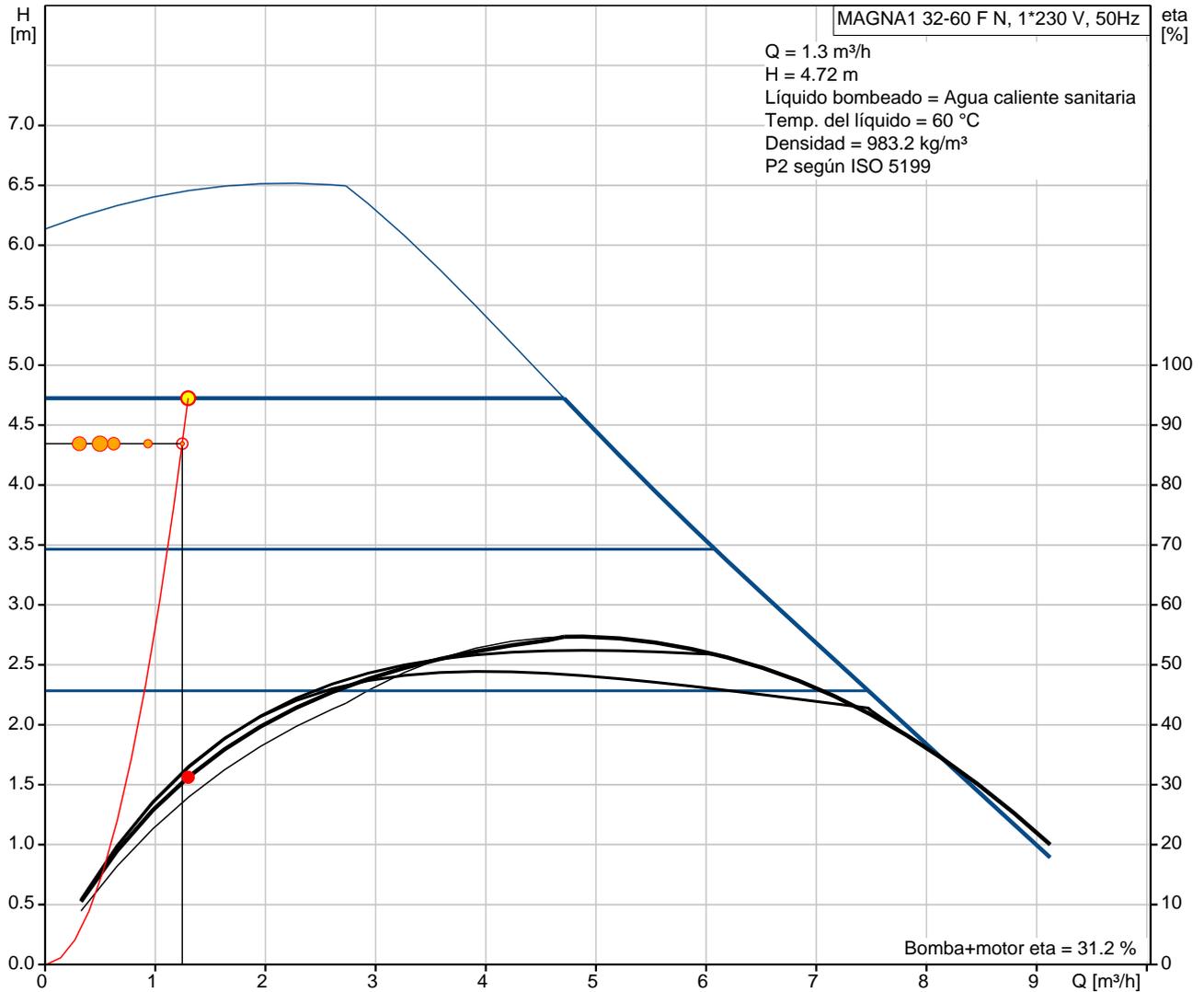


Posición	Contar	Descripción
	1	<p><b>MAGNA1 32-60 F N</b></p>  <p style="text-align: right;"><b>Advierta! la foto puede diferir del actual producto</b></p> <p>Código: <a href="#">98333846</a></p> <p>La bomba circuladora MAGNA1 ofrece una selección sencilla de los ajustes de la bomba. La bomba es de tipo rotor encapsulado, la bomba y el motor forman una unidad sin cierre mecánico y con solo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados mediante el líquido bombeado. Para evitar problemas en su eliminación, se ha dado una gran importancia al uso de pocos materiales diferentes en su fabricación. Es una bomba sin mantenimiento y con un coste del ciclo vital extremadamente bajo.</p> <p><b>Sistemas de calefacción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba principal</li> <li>• bucles de mezcla</li> <li>• superficies de calefacción</li> <li>• superficies de aire acondicionado.</li> </ul> <p>Las bombas circuladoras MAGNA1 han sido diseñadas para la circulación de líquidos en sistemas de calefacción con caudales variables donde se requiere optimizar el punto de ajuste de la bomba, reduciendo los costes energéticos.</p> <p>Las bombas son también adecuadas para sistemas de agua caliente doméstica. Para asegurar un funcionamiento correcto, es importante que la gama seleccionada en el sistema esté en el rango del punto de trabajo de la bomba.</p> <p><b>Beneficios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección segura.</li> <li>• Instalación simple.</li> <li>• Bajo consumo de energía. Todas las bombas MAGNA1 cumplen que los requisitos de la normativa EuP.</li> <li>• Nueve campos luminosos para indicar el ajuste de la bomba. Tres curvas de presión proporcional, tres de presión constante y tres curvas de velocidad fija.</li> <li>• Bajo nivel de ruido.</li> <li>• Sin mantenimiento y larga vida útil.</li> </ul> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Agua caliente sanitaria  Rango de temperatura del líquido: -10 .. 110 °C  Temp. líquido: 60 °C  Densidad: 983.2 kg/m³  Viscosidad cinemática: 1 mm²/s</p> <p><b>Técnico:</b></p> <p>Caudal real calculado: 1.3 m³/h  Altura resultante de la bomba: 4.72 m  Clase TF: 110  Homologaciones en placa: CE,VDE,EAC</p>

Posición	Contar	Descripción
		<p><b>Materiales:</b></p> <p>Cuerpo hidráulico: Acero inoxidable EN 1.4308 ASTM 351 CF8</p> <p>Impulsor: PES 30 % FIBRA VIDRIO</p> <p><b>Instalación:</b></p> <p>Rango de temperaturas ambientes: 0 .. 40 °C            Presión de trabajo máxima: 10 bar            Tipo de brida: DIN            Diámetro de conexiones: DN 32            Presión: PN6/10            Distancia entre conexiones de aspiración y descarga: 220 mm</p> <p><b>Datos eléctricos:</b></p> <p>Potencia - P1: 9 .. 111 W            Consumo de corriente máximo: 0.09 .. 0.9 A            Frecuencia de alimentación: 50 Hz            Tensión nominal: 1 x 230 V            Grado de protección (IEC 34-5): X4D            Clase de aislamiento (IEC 85): F</p> <p><b>Otros:</b></p> <p>Etiqueta: Grundfos Blueflux            Energía (IEE): 0.22            Peso neto: 7.36 kg            Peso bruto: 7.84 kg            Volumen: 0.016 m3</p>



**98333846 MAGNA1 32-60 F N 50 Hz**



**Descripción** **Valor**

**Información general:**

Producto::	MAGNA1 32-60 F N
Posición	
Código::	98333846
Número EAN::	5710629850904

**Técnico:**

Altura máxima:	60 dm
Clase TF:	110
Homologaciones en placa:	CE, VDE, EAC
Modelo:	A

**Materiales:**

Cuerpo hidráulico:	Acero inoxidable EN 1.4308
	ASTM 351 CF8
Impulsor:	PES 30 % FIBRA VIDRIO

**Instalación:**

Rango de temperaturas ambientes:	0 .. 40 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Tipo de brida:	DIN
Diámetro de conexiones:	DN 32
Presión:	PN6/10
Distancia entre conexiones de aspiración y descarga:	220 mm

**Líquido:**

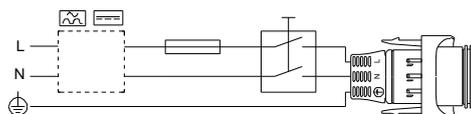
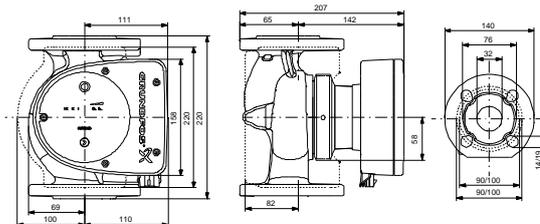
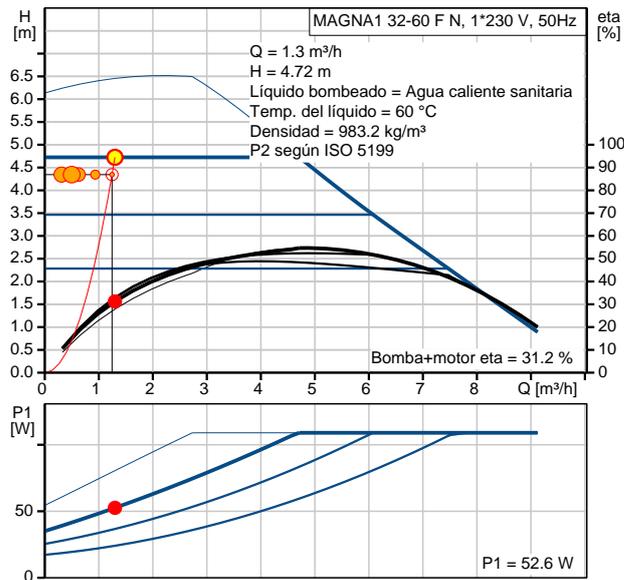
Rango de temperatura del líquido:	-10 .. 110 °C
Viscosidad cinemática:	1 mm <sup>2</sup> /s

**Datos eléctricos:**

Potencia - P1:	9 .. 111 W
Consumo de corriente máximo:	0.09 .. 0.9 A
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	1 x 230 V
Grado de protección (IEC 34-5):	X4D
Clase de aislamiento (IEC 85):	F

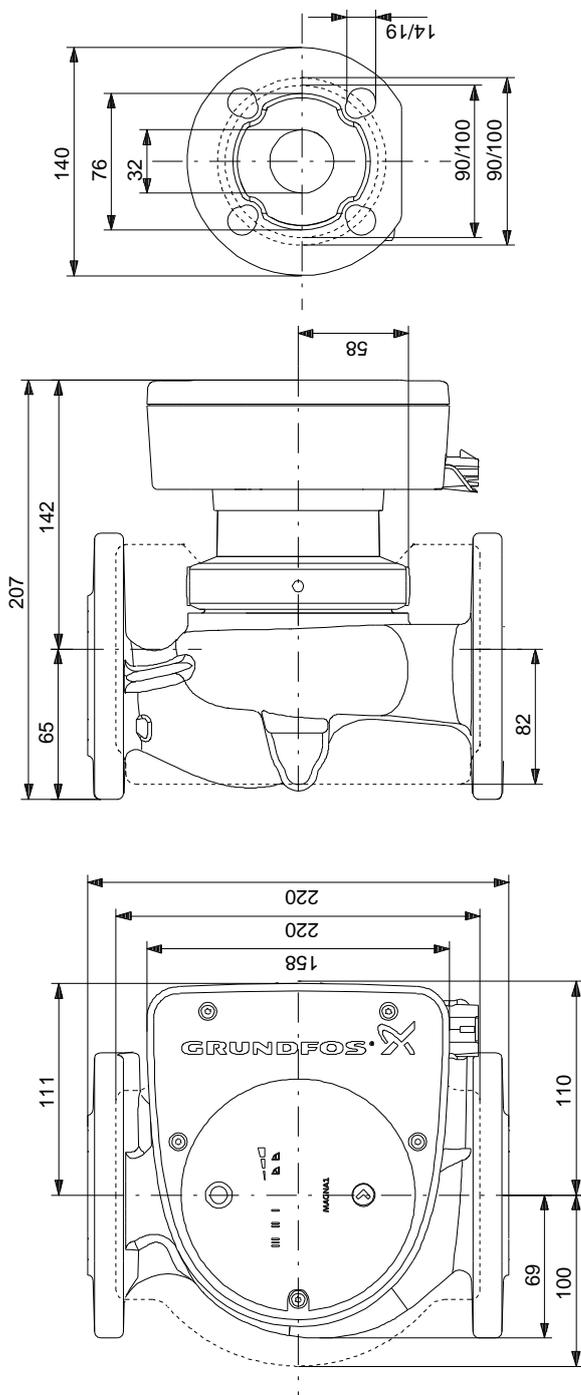
**Otros:**

Etiqueta:	Grundfos Blueflux
Energía (IEE):	0.22
Peso neto:	7.36 kg
Peso bruto:	7.84 kg
Volumen:	0.016 m <sup>3</sup>





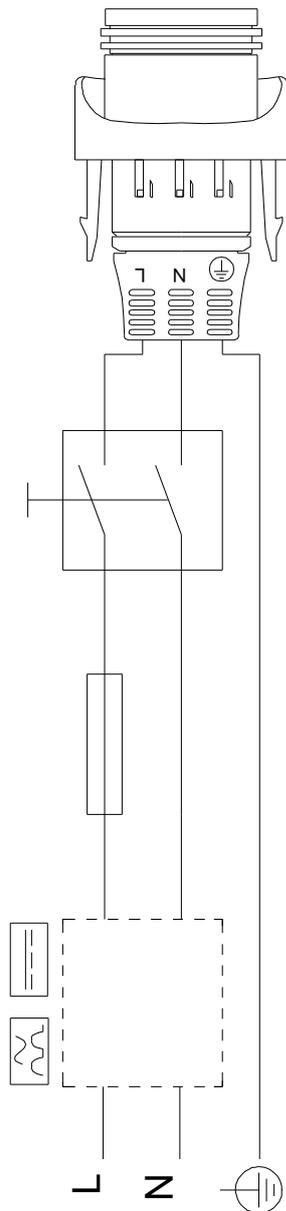
**98333846 MAGNA1 32-60 F N 50 Hz**



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.



**98333846 MAGNA1 32-60 F N 50 Hz**



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas



## 98333846 MAGNA1 32-60 F N 50 Hz

### Entrada

#### General

Aplicación	Calefacción
Área de aplicación	Edificios comerciales
Instalación	Bomba circuladora principal
Caudal (Q)	1.25 m³/h
Altura (H)	4.35 m

#### Sus requisitos

Líquido bombeado	Agua de calefacción
Temperatura mínima del líquido	20 °C
Temperatura del líquido en trabajo	60 °C
Temperatura máxima del líquido	60 °C
Presión de entrada mínima	1.5 bar
Caudal min. permitido	2 %

#### Modo de control

Modo de control	Presión Proporcional
Disminuye a bajo caudal	50 %
Convertidor de frecuencia	Externo para 1 bomba
Grado de protección	IP20

#### Edite Perfil de Carga

Temporada de calefacción	285 días
Perfil de consumo	Explotación estándar
Funcionamiento nocturno	Sí
¿Se apaga la bomba durante la noche?	No
Longitud del trabajo en ahorro nocturno	8 h/d
Consumo Q1	100.0 %
Consumo Q2	75.0 %
Consumo Q3	50.0 %
Consumo Q4	25.0 %
Consumo Q5	40.0 %
Consumo Q1	1.3 m³/h
Consumo Q2	0.9 m³/h
Consumo Q3	0.6 m³/h
Consumo Q4	0.3 m³/h
Consumo Q5	0.5 m³/h
Tiempo T1	273 h/a
Tiempo T2	684 h/a
Tiempo T3	1596 h/a
Tiempo T4	2007 h/a
Tiempo T5	2280 h/a

#### Configuración

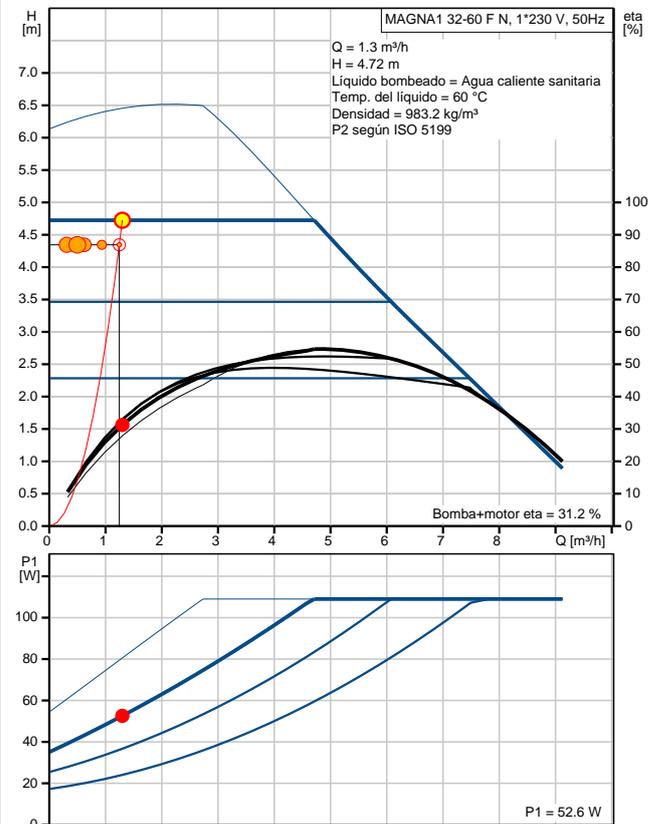
Número preferido de polos	Sencilla
	2

#### Diseño de la bomba

Material de la bomba	Acero inoxidable
Rotor encapsulado en línea	Sí
Purgador automático	No
Multicelular en línea	Sí
Mnoncelular en línea	Sí
Asp. axial acoplamiento largo	Sí
Asp. axial acoplamiento cerrado	Sí
Multicelular horizontal	Sí

### Resultado de la selección

Tipo	MAGNA1 32-60 F N
Cantidad	1
Caudal	1.3 m³/h (+4%)
Alt.	4.72 m (+9%)
Entrad presión mín	0.29 bar (60 °C, contra la atmosfera)
Pot. P1	0.053 kW
Bomb+motor Eta	31.2 % =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	31.2 % =Eta relativa punto de trabajo
Consumo energía	290 kWh/Año
Emisión CO2	165 kg/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /15Años
Cte ciclo vital	1864 €/15Años



Bomba de bancada horizontal Sí  
 Tipo de conexión de la bomba Brida  
 Dimensión de brida DN32  
**Condiciones de funcionamiento**  
 Frecuencia 50 Hz  
 Fase 1 o 3  
 Tipo de arranque trifásico DOL  
 tension 1 x 230 o 3 x 400 V

Temperatura ambiente 20 °C  
 Altitud 800 m

**Coste c. vida**

¿Quiere hacer una comparación? Ninguna comparación  
 ¿Con qué nivel de detalle desea realizar el análisis del coste de ciclo vital? Análisis simple del LCC  
 Coste inicial de inversión / Sistema de bombeo 1586.57 €

**Ajustes de la lista de selección**

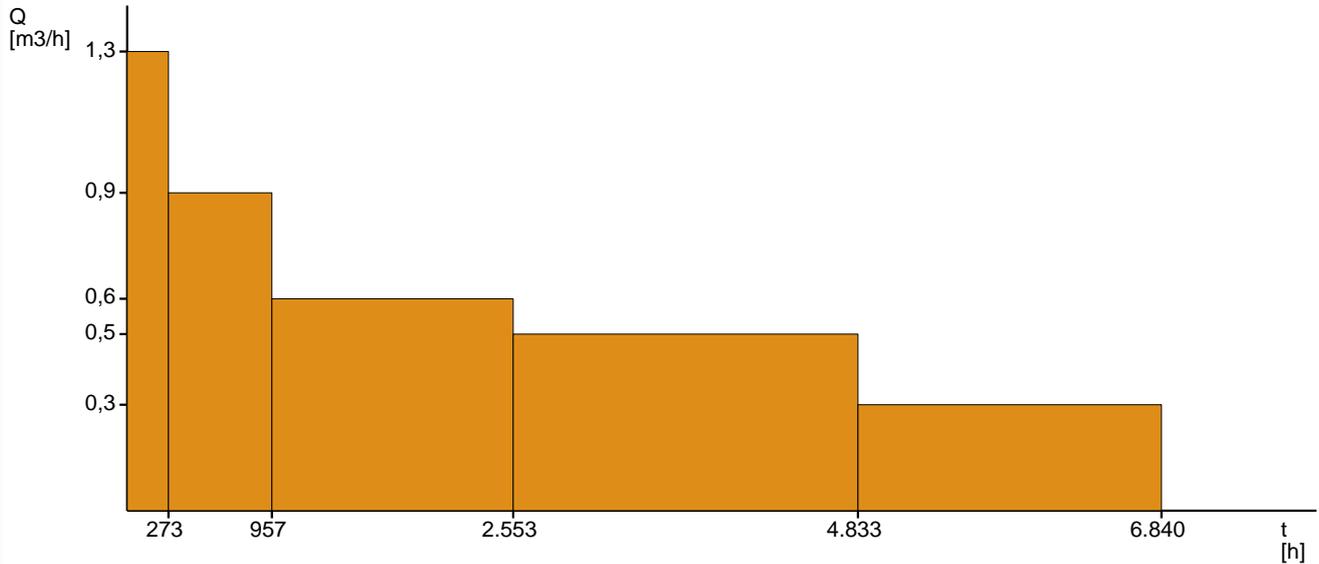
Número max. por grupo de productos 2  
 Número máximo de resultados 8  
 Criterio de evaluación Índice preferencia  
 Incluir sol. más barata Sí  
 Precio de energía 0.15 €/kWh  
 Incremento del precio de la energía 6 %  
 Interés 20 %  
 Periodo de cálculo 15 años

**Perfil func.**

	1	2	3	4	5
Caud	100	75	50	25	40 %
Alt.	109	109	109	109	109 %
P1	0.052	0.047	0.043	0.039	0.042 kW
Total Eta	30.4	24.9	18.2	10.1	16.1 %
Time	273	684	1596	2007	2280 h/a
Consumo energía	14	32	69	78	96 kWh/Año
Cantidad	1	1	1	1	1



## Perfil carga



	1	2	3	4	5
Caud	100	75	50	25	40 %
Alt.	109	109	109	109	109 %
P1	0.052	0.047	0.043	0.039	0.042 kW
Total Eta	30.4	24.9	18.2	10.1	16.1 %
Time	273	684	1596	2007	2280 h/a
Consumo energía	14	32	69	78	96 kWh/Año
Cantidad	1	1	1	1	1

### Altura total calculada

**4.35 mH**

Ajustes de la pérdida de presión	30 %
Trayecto más largo	48.2 m
Resistencia sencilla 1	Válvula termostática de 100 mbares
Resistencia sencilla 2	Intercambiador de calor 100 mbar
Resistencia sencilla 3	Intercambiador de calor 100 mbar
Material de la tubería principal	Tubería roscada
Dimensión de la tubería	St 1" 33.7x3.25

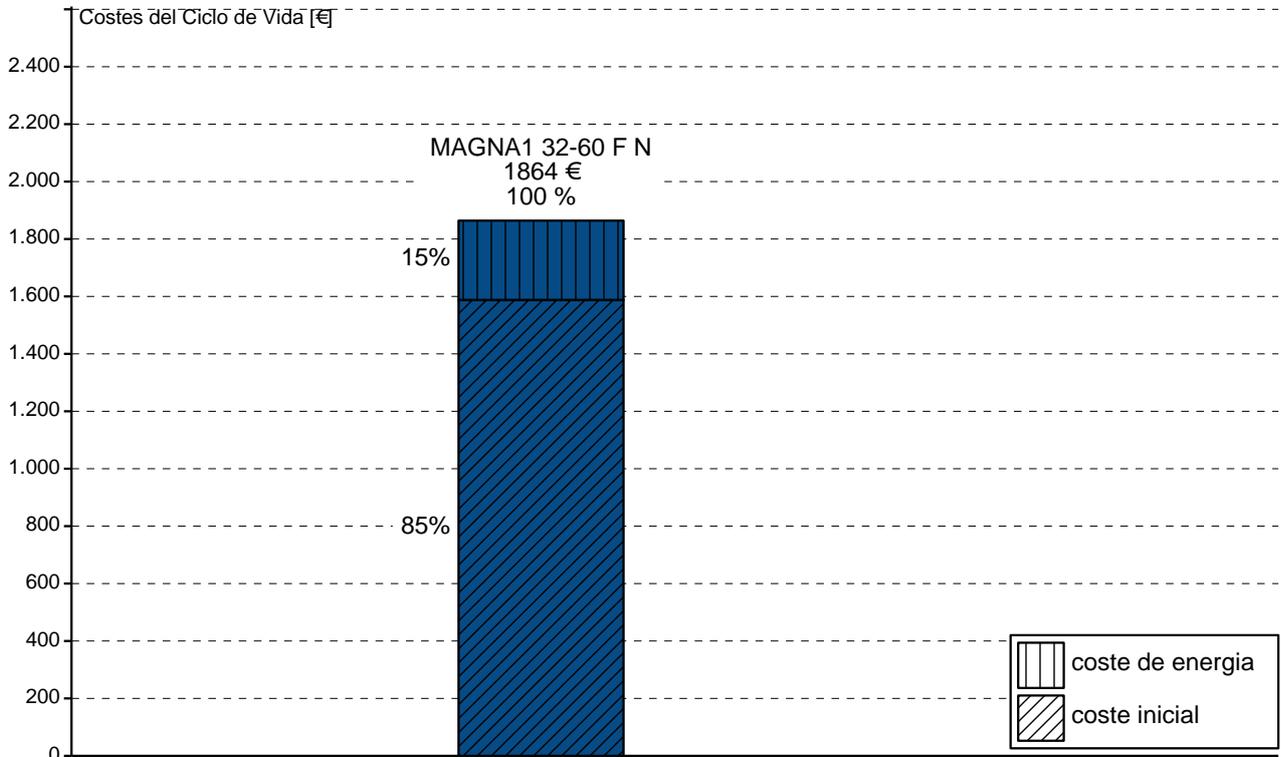
### Caudal requerido calculado

**1.25 m3/h**

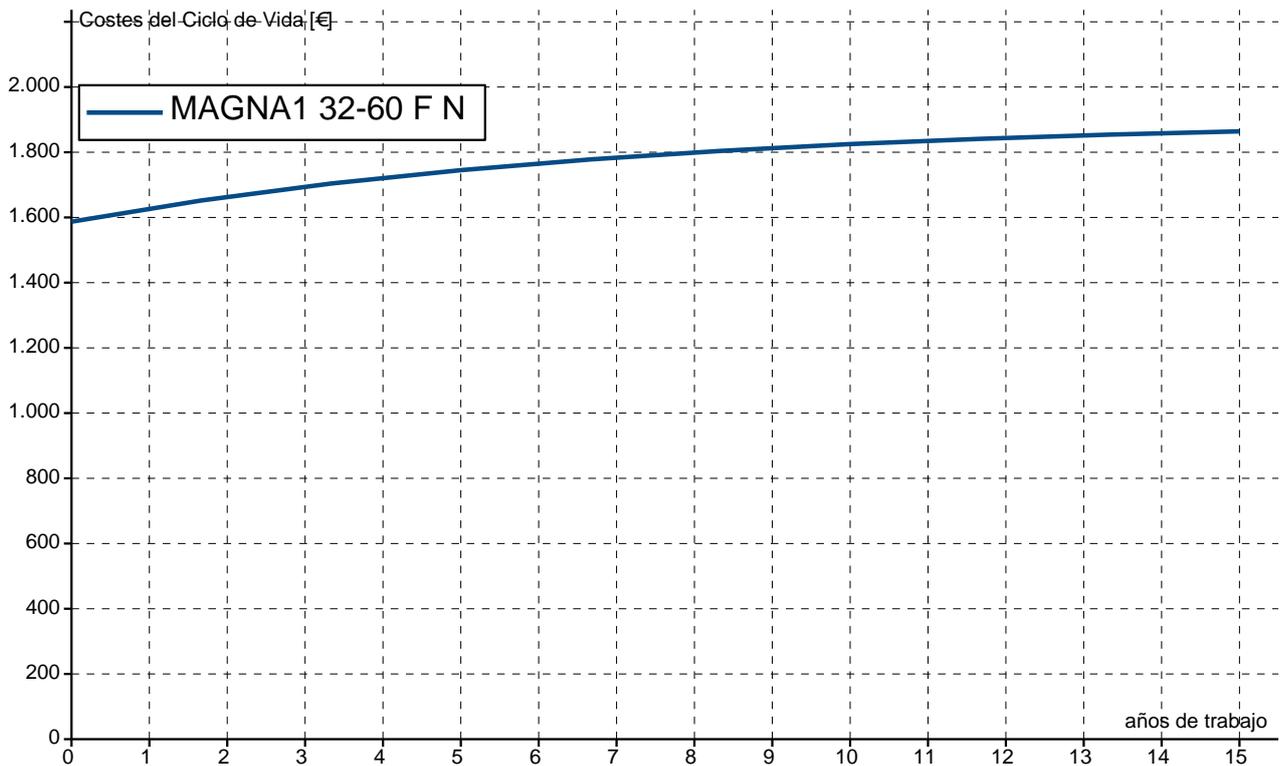
Zona a calentar	280 m <sup>2</sup>
Número de suelos	3
Altura de todos los suelos aprox.	3 m
Diseño del aislamiento	Normal (1977 hasta 1982)
Diseño de las ventanas	Vidrio aislante, k=2.8
Proporción de las ventanas contra las paredes	20 %
Temperatura interna (valor principal)	20 °C
Temperatura externa mínima	-10 °C
Intercambiador de aire	Viento fuerte, ventanas aisladas
Temperatura de entrada del agua	60 °C
Temperatura de retorno del agua	45 °C



### Costes del Ciclo de Vida - 15 años de trabajo



### periodo de amortizacion





## Informe Cte CicloVital

Requisitos:	Datos general:	
Caudal: 1.3 m <sup>3</sup> /h Capacidad anual: 3817 m <sup>3</sup> /año Altura: 4.72 m	Precio energía (alto): 0.15 €/kWh	n - Vida en años: 15 i - Tipo interés: 20 % p - Inflación: 6 %

Entrada	A:	
Sistema	MAGNA1 32-60 F N	
	por año	total (vida)
<b>Cte inversión inicial [€]</b>		<b>1587</b>
Sistema bombeo [€]		1587
Inversión futura [€]		
<b>Cte instalación/puesta en marcha [€]</b>		
<b>Cte energía [€]</b>	<b>43</b>	<b>277</b>
Consumo energía [kWh/Año]	290	
Energía especif [kWh/m <sup>3</sup> ]		
Cambio rendimiento por año [%/Año]		
<b>Costes funcion [€/Año]</b>		
<b>[€/Año]</b>		
Cte mantenim. rutinario [€/Año]		
Cte reparación [€/Año]		
Otros costes/año [€/Año]		
<b>Ctes perdidas/paradas de producción [€/Año]</b>		
<b>Coste ambiental [€]</b>		
<b>Coste desmontaje y reciclaje [€]</b>		

### Salida

<b>Valor neto LCC [€]</b>	<b>1864</b>
del cual los costes energ. son [€]	277
y el coste mantenim es [€]	
del cual cte energía neto actual % es [%]	14.9
y cte mantenimiento % es [%]	0.0

Temperatura de ida máx.: 62 °C

Distintas posibilidades de conexión de calefacción y de salmuera a la pared posterior de la carcasa. Una carcasa metálica aislada con optimización acústica y el desacoplamiento del sonido por cuerpos sólidos integrado con placa base de compresor de libre oscilación permiten una conexión directa al sistema de calefacción. Acceso frontal para realizar los trabajos de mantenimiento, no se requiere una distancia lateral mínima y apta para el transporte con transpaleta manual. El dispositivo de mando integrado en un panel de diseño marrón rojizo se puede utilizar también como mando a distancia alámbrico con un kit de montaje mural (accesorio especial MS PGD). Diseño universal con dos compresores para reducir la potencia en el modo de carga parcial, preparación de agua caliente opcional y diversas posibilidades de ampliación para:

- Funcionamiento bivalente o bivalente regenerativo
- Sistemas de distribución con circuitos de calefacción con y sin mezcladores

**El paquete de salmuera deberá pedirse por separado.**



## Datos técnicos

### Dimplex (Temperatura media)

Referencia de pedido	SI 75TU
Temperatura de ida máx.	62 °C
Límite inferior de funcionamiento fuente de calor (modo calefacción) / Límite superior de funcionamiento fuente de calor (modo calefacción)	-5 a 25 °C
Potencia de caldeo B0/W35 / COP B0/W35*	37,90 kW / 5,00
/ COP B0/W35	73,50 kW / 4,80
/ COP B0/W45	36,70 kW / 3,90
/ COP B0/W45	70,20 kW / 3,70
Absorción nominal de corriente según EN 14511 con B0/W35	15,3 kW
Refrigerante / Volumen de refrigerante	R410A / 23 kg
Caudal de agua de caldeo según EN14511 / Pérdida de presión	12,7 m³/h / 13800 Pa
Caudal de la fuente de calor mín.	14,3 m³/h
Dimensiones (An x Al x Fo)**	1350 x 1900 x 805 mm
Peso	565 kg
Tensión de conexión	3/N/PE ~400 V, 50 Hz
Corriente de arranque con arrancador suave	62 A
Fusible***	C 50 A
Conexión de la calefacción	2 pulgada
Conexión de la fuente de calor	2 ½ pulgada
Sello de calidad EHPA (válida hasta el)	Sí / 24.11.2016

\*¡En caso de uso de sondas geotérmicas que funcionan con agua como medio portador de calor debe utilizarse una bomba de calor agua/agua!

\*\*Tenga en cuenta que para la conexión de tubos, así como para el manejo y mantenimiento se necesita espacio adicional.

\*\*\*Die Absicherung ist als allpolige Trennvorrichtung auszuführen (gemeinsame Abschaltung aller Phasen)!

Descripción	Ref. de pedido	N° de artículo	Ejemplo cantidad	Unidad	Precio
<b>Bomba de calor</b>					
Franja de aislamiento elástica para colocar debajo	SYL 250	352260			
Compensador de goma de doble fuelle DN 50	KOMP 50	362080			
Colector de suciedad DN 50	SMF 50	362160			
Brida de conexión para circuito de calefacción y de salmuera	AF 50	351910			
Brida de conexión para circuito de calefacción y de salmuera	AF 65	351920			
<b>Accesorios de la fuente de calor</b>					
Anticongelante para el circuito de salmuera 200 l	AFN 824	324610	2		
Anticongelante para el circuito de salmuera 20 l	AFN 825	328610	2		
Intercambiador de calor de placas para SI 75	WTE 75	358450			
Intercambiador de calor de placas de titanio para SI 75	WTT 75	358500			
presostato de baja presión de salmuera	SWPR 200	359470	1		
<b>Accesorios del sistema hidráulico</b>					
Depósito de inercia universal 500 l	PSW 500	339210	1		
Intercambiador de calor de tubos aletados RWT 500	RWT 500	339840			
Calentador de inmersión 4,5 kW; ~230 V	CTHK 630	363610			
Calentador de inmersión 2,0 kW	CTHK 631	336180			
Calentador de inmersión 2,9 kW CTHK 632	CTHK 632	335910			
Calentador de inmersión 4,5 kW CTHK 633	CTHK 633	322140			
Calentador de inmersión 6,0 kW CTHK 634	CTHK 634	322150			
Calentador de inmersión 7,5 kW; ~400 V	CTHK 635	322160			
Depósito de inercia vertical de 1.000 l*	PSW 1000	361640			
Módulo de agua caliente / módulo de circuito de calefacción sin mezclador*	WWM 50	364250			
Módulo circuito de calefacción combinado con sensor de temperatura*	MMH 50	364260			
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 70-32	362800			
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 80-32	362820			
Bomba de contador de agua tipo húmedo regulada electrónicamente de 0 - 10 V con relé de acoplamiento	UPE 120-32	362830			
<b>Accesorios para calefacción</b>					
Fancoil para calentar 1400 W	SRX 140M	359100			
<b>Accesorios para el proceso de preparación del agua caliente</b>					
Calentador de inmersión para agua caliente	FLH 60	338060	1		
Calentador de inmersión para agua caliente	FLHU 70	338070			
Calentador de inmersión para agua caliente	FLH 90	366130			
Calentador de inmersión FLH 25M	FLH 25M	349430			
Combinación de válvulas de seguridad	SVK 852	326660			
Módulo de agua caliente / módulo de circuito de calefacción sin mezclador	WWM 32	367800			
<b>Accesorios para la regulación</b>					
Ampliación para integrar una red Ethernet	NWPM	356960			
Ampliación para integrar un bus KNX/EIB	EWPM	356970			
Tarjeta enchufable de bus de datos para WPM	LWPM 410	339410			
Sensor de temperatura exterior con carcasa	FG 3115	336620			
Termostato para calefacción y agua caliente	KRRV 003	322070			
<b>Accesorios para el proceso de refrigeración pasiva</b>					
Intercambiador de calor de placas para SI 50	WTE 50	358440			
Intercambiador de calor de placas para SI 75	WTE 75	358450			
Intercambiador de calor de placas para SI 100	WTE 100	358460			
Intercambiador de calor de placas para SI 130	WTE 130	358470			
Intercambiador de calor de placas soldado con cobre	WTU 50	362370			
Intercambiador de calor de placas soldado con cobre	WTU 75	362380			
Intercambiador de calor de placas soldado con cobre	WTU 100	362390			
Intercambiador de calor de placas soldado con cobre	WTU 130	362400			
<b>Accesorios para la regulación (refrigeración)</b>					
Regulador de refrigeración pasivo*	WPM Econ PK	360000			
Estación de climatización para medición de temperatura y humedad del aire	RKS WPM	342220			

Descripción	Ref. de pedido	N° de artículo	Ejemplo cantidad	Unidad	Precio
Regulador de temperatura calentamiento/refrigeración*	RTK 601U	355610			
Regulador de temperatura calentamiento/refrigeración	RTK 602U	355620			
Control del punto de rocío*	TPW WPM	350970			
<b>Accesorios para solartermia</b>					
Agua caliente de estación solar	SST 25	348430			

\* Otros accesorios específicos disponibles / necesarios

**Advertencia importante:**

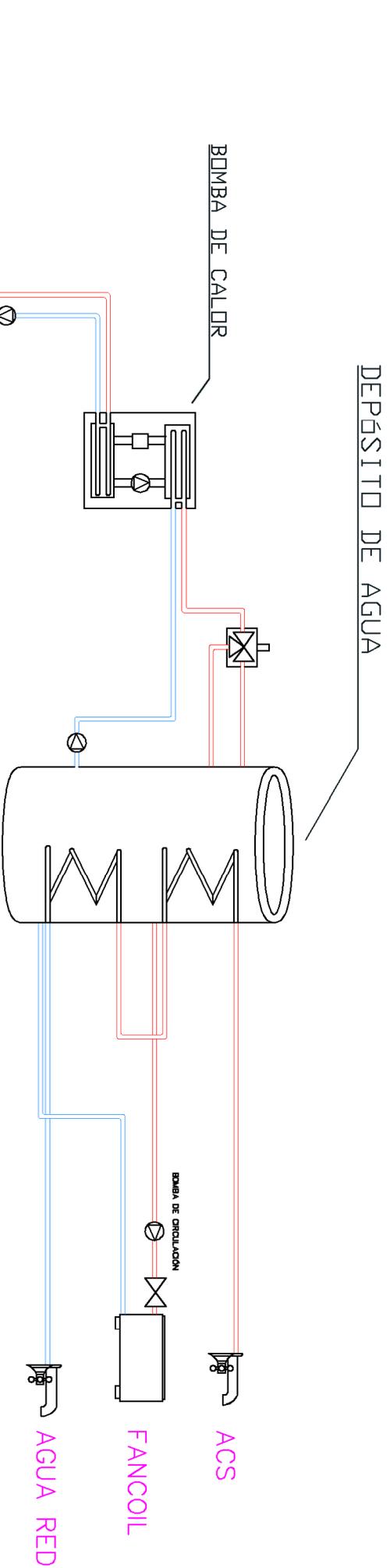
La combinación de los componentes y las cantidades indicadas representan un modelo de instalación sin compromiso. Este modelo de instalación debe ser comprobado y adaptado individualmente según las necesidades del cliente. El dimensionado de la bomba debe ser comprobado, teniendo en cuenta la pérdida de presión de la instalación y el caudal mínimo de agua de calefacción.

# **ANEXO III**

## **PLANOS**

## **Contenido**

1. Esquema circuito geotermia
2. Plano sótano
3. Plano planta baja
4. Plano planta primera
5. Plano bajo cubierta



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO TÉCNICO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN BURGOS

PLANO DE ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN GEOTERMICA

ESCALA

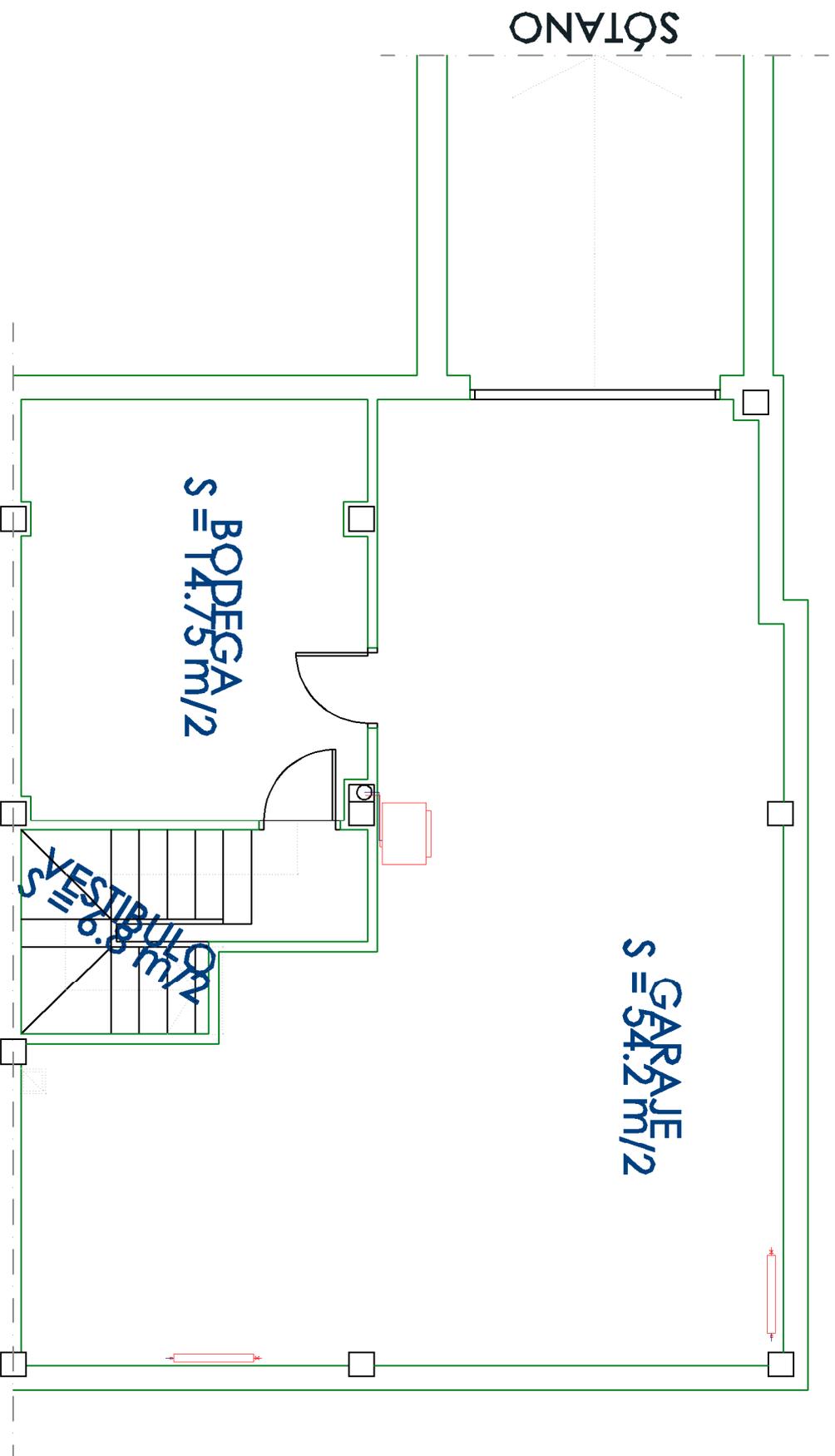
PLANO Nº

FECHA

JULIO 2015

1

Fdo.: Mónica de la Torre Rodríguez



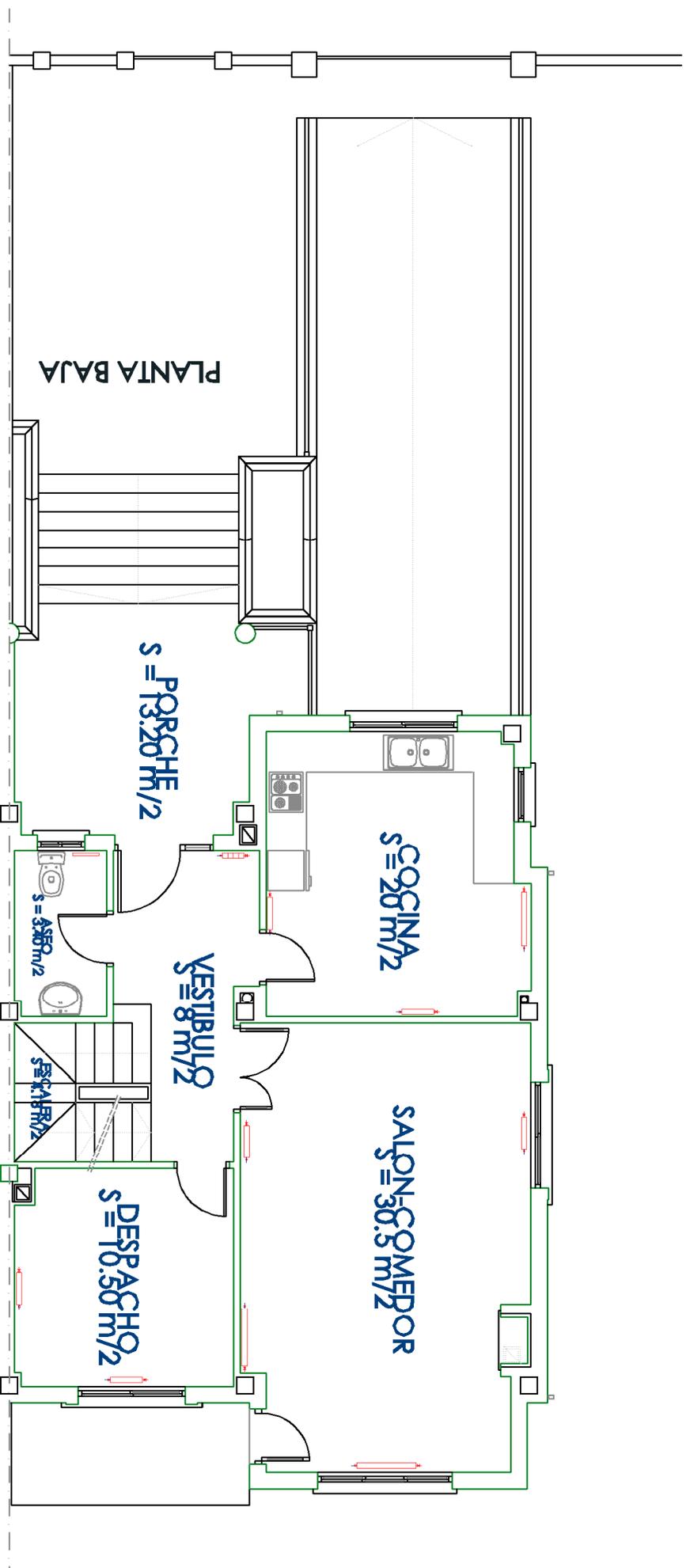
UNIVERSIDAD DE LEÓN  
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO TÉCNICO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN BURGOS

PLANO DE	PLANTA SÓTANO CON POSIBLES LOCALIZACIONES FANCOILS Y BOMBA DE CALOR	
ESCALA	1:100	PLANO Nº
FECHA	JULIO 2015	2
Fdo.: Mónica de la Torre Rodríguez		



PLANTA BAJA

S = 13.20 m<sup>2</sup>

S = 20 m<sup>2</sup>

S = 8 m<sup>2</sup>

S = 3.80 m<sup>2</sup>

ESCALERA

S = 10.50 m<sup>2</sup>

SALON-COMEDOR  
S = 30.5 m<sup>2</sup>



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO TÉCNICO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN BURGOS

PLANO DE PLANTA BAJA CON POSIBLES LOCALIZACIONES FANCOILS

ESCALA 1:100

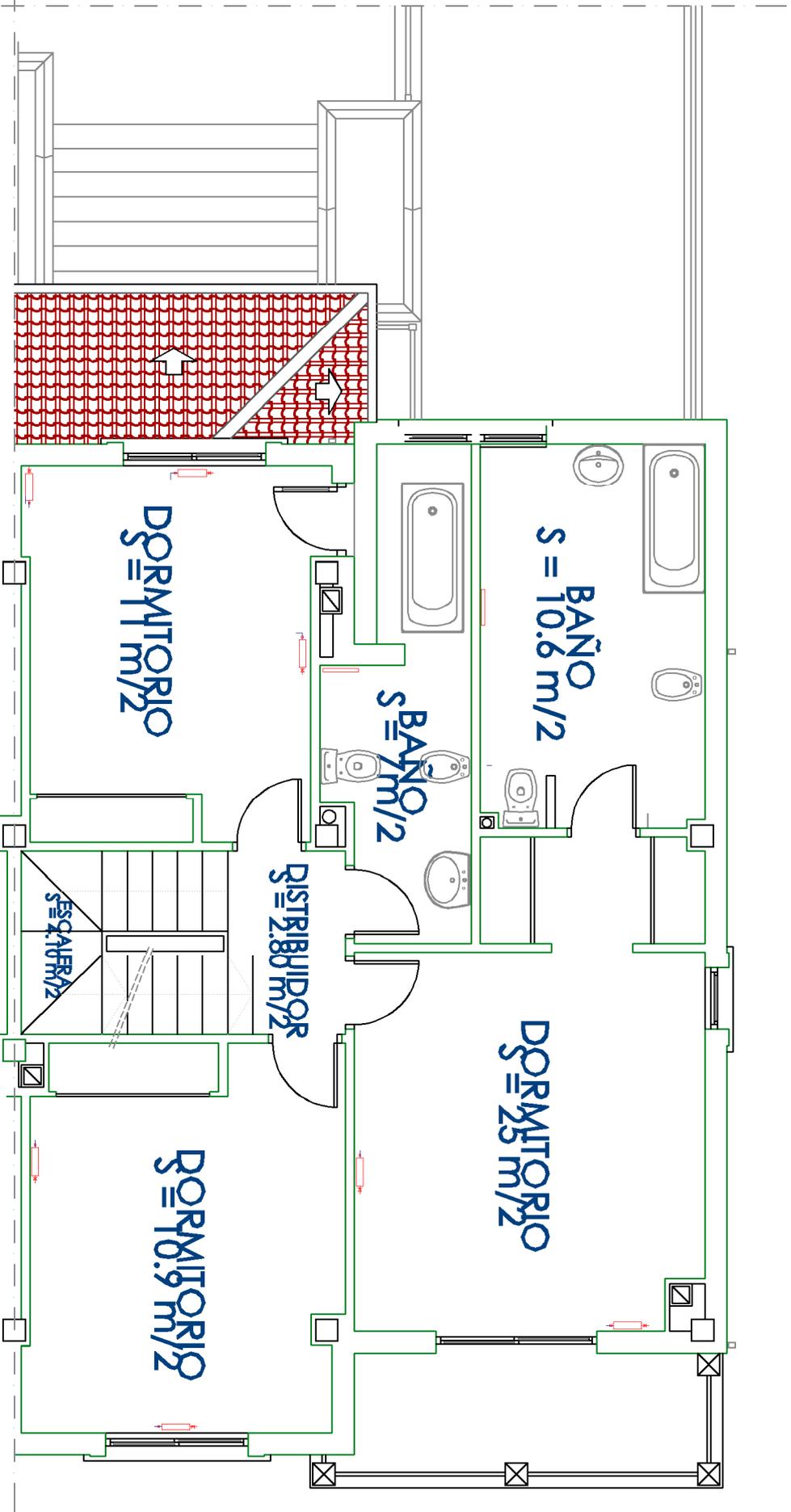
PLANO Nº

FECHA JULIO 2015

Fdo.: Mónica de la Torre Rodríguez

3

# PLANTA PRIMERA



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO TÉCNICO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN BURGOS

PLANO DE PLANTA PRIMERA CON POSIBLES LOCALIZACIONES FANCOILS Y TOALLEROS

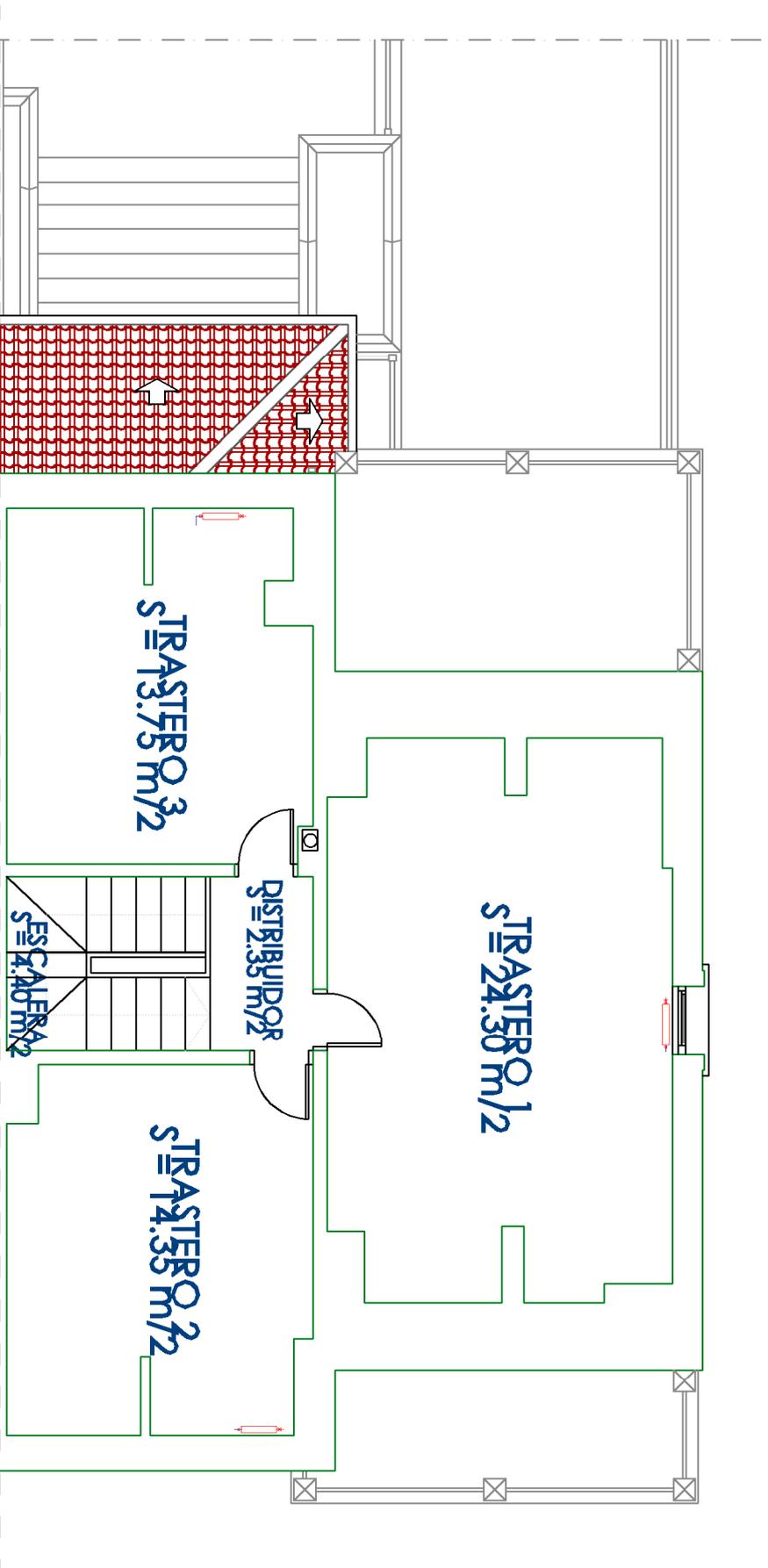
ESCALA 1:100

PLANO Nº

FECHA JULIO 2015

Fdo.: Mónica de la Torre Rodríguez

4



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO TÉCNICO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL CON SISTEMA DE GEOTERMIA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN BURGOS

PLANO DE BAJO CUBIERTA CON POSIBLES LOCALIZACIONES FANCOILS

ESCALA 1:100

PLANO Nº

FECHA JULIO 2015

Fdo.: Mónica de la Torre Rodríguez

5