



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN
FUENTES RENOVABLES PARA 2 000 M2 DE
AULAS UBICADAS EN 6 UNIDADES DE UN
INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
EN VINARÒS (CASTELLÓN)**

AUTORA: ZAIRA LOZANO MARTÍN

TUTOR: CARLOS AFRANIO VARGAS SALGADO

Curso Académico: 2019-20

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer y dedicar este proyecto, en primer lugar, a mis padres. Por vuestra paciencia, apoyo y ayuda a lo largo de estos años y sobretodo en la recta final.

A mi hermana, por hacer más amena y divertida, a la vez que productiva, esta cuarentena. Puede que sea la última vez que convivimos tanto tiempo juntas y ha sido estupendo pasarlo con vosotros.

A mis amigas, las que ya estaban, y las que llegaron, porque a pesar de la distancia estáis siempre presentes y manteneros en mi vida ha traído solo alegrías y buenos momentos.

A mis compañeros de carrera y espero que de vida, por haber hecho de estos cuatro años algunos de los mejores de mi vida. No os cambiaría por nada, gracias a vosotros estos años han sido maravillosos.

A todos los profesores de la carrera que han dado todo para que nos apetezca aprender y a los que agradezco su dedicación.

A mi tutor, por orientarme y encaminarme en este proceso. Sin cuya ayuda no podría haber logrado algo tan especial.

Gracias a todos por ayudarme a conseguir algo de lo que sentirme realmente orgullosa, VOSOTROS.

RESUMEN

El presente proyecto desarrolla los estudios técnico y económico de una instalación de calefacción y ACS, en un edificio destinado a educación, localizado en la provincia de Castellón. El objetivo del mismo es emplear los recursos renovables disponibles en la zona, con el fin de cubrir su demanda térmica íntegra. Se empleará un sistema de climatización de 9 000 metros de suelo radiante/refrescante cuya generación de calor/frío recaerá en una instalación geotérmica. Esta se regirá por una bomba de calor geotérmica reversible de 275/262 kW. En cuanto a la demanda de ACS, se proporcionará mediante una instalación solar térmica, a través de 18 módulos solares, y con apoyo de una caldera de biomasa de 150 kW.

Para poder dimensionar la instalación, inicialmente se realizará un estudio de las cargas térmicas del edificio mediante el software de simulación CypeCAD Mep. Estas se contemplarán como la demanda térmica a cubrir una vez obtenidas. A continuación, por un lado, tras especificar la demanda en ACS, se evaluará la potencia solar térmica necesaria a instalar; más tarde se empleará el software CHEQ4 para evaluar la capacidad del sistema respecto a la legislación. Además, se dimensionará la caldera de biomasa necesaria para asegurar la producción de ACS. Por otro lado, se analizará geofísicamente la parcela, con el fin de sopesar y diseñar el sistema geotérmico de calefacción, mediante suelo radiante más eficiente. Evaluando así, con una simulación informática, mediante CypeCAD Mep, y el consiguiente certificado energético, su viabilidad técnica y legislativa.

Por último, se realizará el estudio económico asociado a la instalación, con subdivisiones referenciadas a cada uno de los recursos renovables, de donde se obtendrá un presupuesto final de 801 649,69€. Finalmente, se determinará la rentabilidad del proyecto, cuyo retorno se encuentra sobre los 15 años. Materializando así, la capacidad de las energías renovables para con grandes instalaciones.

Palabras clave: Agua caliente sanitaria; Calefacción, modelado, renovables térmicas

RESUM

El present projecte desenvolupa els estudis tècnic i econòmic d'una instal·lació de calefacció i ACS, en un edifici destinat a educació, localitzat a la província de Castelló. L'objectiu de la mateixa és emprar els recursos renovables disponibles a la zona, per tal de cobrir la seva demanda tèrmica íntegra. S'emprarà un sistema de climatització de 9 000 metres de sòl radiant /refrescant, la generació de calor/fred del qual recaurà en una instal·lació geotèrmica. Aquesta es regirà per una bomba de calor geotèrmica reversible de 175/162 kW. Pel que fa a la demanda d'ACS, es proporcionarà mitjançant una instal·lació solar tèrmica, a través de 18 mòduls solars, i amb suport d'una caldera de biomassa de 150 kW.

Per poder dimensionar la instal·lació, inicialment es realitzarà un estudi de les càrregues tèrmiques de l'edifici mitjançant el programa de simulació CypeCAD Mep. Aquestes es contemplaran com la demanda tèrmica a cobrir un cop obtingudes. A continuació, d'una banda, després d'especificar la demanda en ACS, s'avaluarà la potència solar tèrmica necessària a instal·lar; més tard es farà servir el programa CHEQ4 per avaluar la capacitat de sistema respecte a la legislació. A més, es dimensionarà la caldera de biomassa necessària per assegurar la producció d'ACS. D'altra banda, s'analitzarà geofísicament la parcel·la, per tal de sospesar i dissenyar el sistema geotèrmic de calefacció, mitjançant sòl radiant més eficient. Avaluant així, amb una simulació informàtica, mitjançant CypeCAD Mep, i el consegüent certificat energètic, la seva viabilitat tècnica i legislativa.

Finalment, es realitzarà l'estudi econòmic associat a la instal·lació, amb subdivisions referenciades a cada un dels recursos renovables, d'on s'obtindrà un pressupost final de 801 649,69 €. Finalment, s'ha de determinar la rendibilitat del projecte, el retorn es troba sobre els 15 anys. Materialitzant així, la capacitat de les energies renovables enfront grans instal·lacions.

Paraules clau: Aigua calenta sanitària; Calefacció, modelat, renovables tèrmiques

ABSTRACT

This project develops the technical and economic studies of a heating and DHW installation, in a building for education, located in the province of Castellón. Its objective is to use the renewable resources available in the area, in order to cover its whole thermal demand. A climate control system of 9 000 meters of radiant/cooling soil will be used, whose generation of heat/cold will fall on a geothermal installation. This will be governed by a reversible geothermal heat pump of 175/162 kW. Regarding the demand for ACS, it will be provided through a thermal solar installation, using 18 solar modules, and with the support of a 150 kW biomass boiler.

In order to size the installation, a study of the thermal loads of the building will initially be conducted using the CypeCAD Mep simulation software. These will be considered as the thermal demand to be covered once obtained. Furthermore, on the one hand, after specifying the demand in ACS, the necessary thermal solar power to be installed will be evaluated; later, the CHEQ4 software will be used to evaluate the system's capacity with respect to the legislation. In addition, the biomass boiler necessary to ensure ACS production will be dimensioned. On the other hand, the plot will be geophysically analyzed, in order to weigh and design the geothermal heating system, using more efficient underfloor heating. Evaluating, with a computer simulation, using CypeCAD Mep, and the subsequent energy certificate, its technical and legislative feasibility.

Finally, the economic study associated with the installation will be conducted, with subdivisions referenced to each of the renewable resources, from which a final budget of 801,649.69€ will be obtained. Finally, the profitability of the project will be determined, whose return is over 15 years. Thus materializing, the capacity of renewable energy for large installations.

Key words: domestic hot water; heating, modelling, renewable thermal energies

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	
RESUMEN.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
1. MEMORIA.....	1
1.1 Objeto del proyecto.....	1
1.2 Alcance.....	1
1.3 Legislación aplicable.....	2
1.4 Herramientas utilizadas	3
1.5 Emplazamiento	5
1.6. Antecedentes.....	6
1.7. Descripción del edificio.....	7
1.7.1 Uso del edificio.....	7
1.7.2 Ocupación máxima según NBE-CPI vigente.....	7
1.7.3 Número de plantas y uso de las distintas dependencias.	8
1.7.4 Superficies y volúmenes por planta. Parciales y totales.....	8
1.7.5 Edificaciones colindantes.	9
1.7.6 Horario de apertura y cierre del edificio.....	9
1.7.7 Locales sin climatizar.	9
1.7.8 Orientación.....	9
1.7.9 Descripción de los cerramientos arquitectónicos.	10
1.7.10 Demanda calefacción y refrigeración.....	12
1.7.11 Demanda térmica ACS	13
1.8 Recursos renovables.....	14
1.8.1 Geotermia	16
1.8.2 Solar térmica	21
1.8.3 Biomasa	26
1.9 Instalación de climatización.....	29
1.9.1 Circuito primario – Instalación geotérmica	30
1.9.2 Circuito secundario – Instalación suelo radiante/refrescante	40
1.10. Instalación de ACS Solar.....	47
1.10.1 Sistema de acumulación.....	47
1.10.2 Sistema de captación	47
1.10.3 Diseño campo colectores	48
1.10.4 Circuito hidráulico primario	52
1.10.5 Sistema de apoyo – Instalación de Biomasa.....	61

1.10.6	Sistemas de control y protección	65
1.10.7	Estructura soporte	66
1.11.	Estudio Económico	67
1.11.1.	Presupuestos	67
1.11.2.	Rentabilidad	68
1.12.	Conclusiones.....	70
1.13.	Bibliografía	71
2.	PLANOS.....	73
3.	ANEXOS.....	85
3.1.	Cálculos Justificativos.....	85
Acumulación Y Captación [1]	85	
Inclinación [2]	86	
Distancias Mínimas Separación [3].....	86	
Pérdidas Por Orientación E Inclinación [4].....	87	
Pérdidas De Carga [5]	88	
Longitudes Equivalentes [6].....	89	
Vaso De Expansión [7]	90	
Cargas Sobre La Estructura [8]	92	
Sistema Auxiliar [9].....	94	
Estimación Número De Perforaciones/Sondeos [10]	94	
Cargas Térmicas [11]	95	
Demanda ACS [12]	96	
3.2.	Fichas técnicas	98
Interacumulador ACS [1]	99	
Captador Solar [2]	100	
Bombas [3].....	102	
Vasos De Expansión [4]	105	
Purgador Y Válvulas [5]	106	
Estructura Solar [6].....	108	
Caldera De Biomasa [7].....	109	
Depósitos De Inercia [8].....	111	
Válvula Anticondensación [9]	113	
Sistema De Gestión [10]	114	
3.3.	Documentos.....	115
Certificado CHEQ4 [1].....	116	
Descripción de materiales y elementos constructivos [2]	118	

Listado resumen de cargas térmicas [3]	139
Datos irradiación PVGIS [4]	152
Pasos simulación CypeCAD Mep [5]	154
Cálculo de la instalación suelo radiante [6]	155
3.4. Presupuestos	172
Instalación ACS solar [1]	172
Instalación geotermia [2]	174
Instalación suelo radiante/refrescante [3]	176

Índice de Figuras

Figura 1: Localización IES José Vilaplana.....	5
Figura 2: Parcelas del IES José Vilaplana.....	6
Figura 3: Bloques del IES José Vilaplana.....	7
Figura 4: Localización y orientación Bloque 4.....	10
Figura 5: Composición fachada.....	11
Figura 6: Composición cubierta superior (azotea).....	11
Figura 7: Composición solera.....	11
Figura 8: Composición ventanas y cristalería.....	12
Figura 9: Gradiente geotérmico terrestre.....	16
Figura 10: Sistemas de intercambio geotérmico.....	17
Figura 11: Mapa de potencia térmica superficial de la Comunitat Valenciana.....	18
Figura 12: Sección mapa Litoestratigráfico.....	18
Figura 13: Mapa de situación de acuíferos de la Comunidad Valenciana.....	19
Figura 14: Esquema hidráulico completo de la instalación climatización.....	20
Figura 15: Tipos energía solar.....	21
Figura 16: Localización y ubicación de la Instalación de captación solar.....	24
Figura 17: Esquema completo instalación ACS.....	24
Figura 18: Captura resultado contribución mínima solar.....	25
Figura 19: Fuentes contributivas al recurso energético de biomasa.....	26
Figura 20: Distribución territorial de la biomasa forestal.....	27
Figura 21: Distribución territorial de la biomasa agrícola.....	28
Figura 22: Esquema completo del sistema de apoyo.....	29
Figura 23: Circuitos primario y secundario hidráulicos de la instalación de climatización.....	30
Figura 24: Funcionamiento estacional e intercambio de focos térmicos.....	30
Figura 25: Funcionamiento reversible de la bomba de calor geotérmica reversible.....	33
Figura 26: Bomba de calor geotérmica reversible.....	34
Figura 27: Captura características técnicas bomba geotérmica de calor reversible (GHP).....	34
Figura 28: Capturas distribución sondas geotérmicas.....	36
Figura 29: Captura características técnicas sondas geotérmicas verticales.....	37
Figura 30: Colector hidráulico geotérmico.....	37
Figura 31: Captura sistema de tuberías hidráulicas (sonda geotérmica-colector).....	38
Figura 32: Depósito de inercia.....	39
Figura 33: Captura simulación sala de máquinas.....	39
Figura 34: Composición panel suelo radiante/refrescante.....	41
Figura 35: Curvas características límites suelo climatizado paso 15 cm.....	42
Figura 36: Captura circuitos radiantes.....	43
Figura 37: Captura conexión hidráulica circuitos radiante a colector.....	44
Figura 38: Esquema sistema de control.....	45
Figura 39: Interacumulador.....	47
Figura 40: Captador solar.....	48
Figura 41: Forma de conexionado de captadores solares para constituir una batería.....	50
Figura 42: Baterías de captadores conectados con ramal de ida invertido.....	50
Figura 43: Pérdidas límite.....	50
Figura 44: Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia por las pérdidas por orientación e inclinación.....	51
Figura 45: Zona de análisis afectada por pérdidas por sombras.....	51
Figura 46: Esquema componentes circuito hidráulico de una instalación solar de ACS.....	52
Figura 47: Concentración propilenglicol.....	53

Figura 48: Viscosidad propilenglicol.....	53
Figura 49: Densidad propilenglicol.....	54
Figura 50: Calor específico propilenglicol.....	54
Figura 51: Sección plano circuito hidráulico primario.....	55
Figura 52: Sistema de bombeo.....	58
Figura 53: Vaso de expansión.....	59
Figura 54: Purgador.....	60
Figura 55: Válvula de seguridad.....	60
Figura 56: Configuración sistema de apoyo (Instalación de biomasa)	62
Figura 57: Caldera de biomasa (pellets)	62
Figura 58: Depósito de inercia biomasa	63
Figura 59: Sistema de regulación y control del sistema de apoyo (biomasa)	64
Figura 60: Sistema de regulación y control del circuito primario de ACS (solar)	65
Figura 61: Estructura soporte con triángulo inclinado	67
Figura 62: Dibujo distancias y sombras entre objetos.....	86
Figura 63: Dibujo distancias y sombras entre paneles.....	87
Figura 64: Pérdidas de carga unitaria para tubería de cobre.....	88
Figura 65: Factor de corrección de la temperatura para las pérdidas de carga unitaria.....	89
Figura 66: Fuerzas ejercidas sobre captador solar	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ocupación máxima por zona/tipo de actividad.....	7
Tabla 2: Superficies y volúmenes por estancia y planta	8
Tabla 3: Transmitancias de los cerramientos arquitectónicos.....	12
Tabla 4: Condiciones de diseño.....	12
Tabla 5: Demanda energética en climatización.....	13
Tabla 6: Consumo diario ACS desglosado.....	13
Tabla 7: Demanda energética en ACS.....	14
Tabla 8: Parámetros medios mensuales climatológicos en Vinaròs.....	15
Tabla 9: Parámetros físicos característicos del terreno.....	19
Tabla 10: Datos recurso solar disponible.....	23
Tabla 11: Tabla resumen recurso disponible biomasa	28
Tabla 12: Características GHP.....	34
Tabla 13: Características depósito de inercia.....	39
Tabla 14: Cuadro resumen distribución y características circuitos radiantes.....	44
Tabla 15: Temperaturas impulsión de calefacción y refrigeración por colector.....	45
Tabla 16: Características térmicas instalación climatización desglosadas.....	45
Tabla 17: Características intercambiador.....	47
Tabla 18: Características captador solar.....	48
Tabla 19: Superficies límites de captación.....	48
Tabla 20: Viscosidad dinámica del agua en función de la temperatura.....	53
Tabla 21: Pérdidas de carga desglosadas.....	56
Tabla 22: Espesores de aislamientos en función del diámetro.....	57
Tabla 23: Cuadro resumen espesores de aislamiento.....	57
Tabla 24: Características intercambiador.....	58
Tabla 25: Características bomba.....	58
Tabla 26: Características vaso de expansión.....	59
Tabla 27: Características válvula de seguridad.....	60
Tabla 28: Características válvulas de corte.....	61
Tabla 29: Características caldera de pellets.....	62
Tabla 30: Características depósito de inercia de la instalación de biomasa.....	63
Tabla 31: Características elementos hidráulicos del sistema de apoyo de ACS.....	64
Tabla 32: Demanda mensual del edificio.....	68
Tabla 33: Costes del sistema de climatización antiguo.....	69
Tabla 34: Cuadro de costes y ahorros actuales.....	69
Tabla 35: Superficie de captación solar recomendada por el IDAE.....	85
Tabla 36: Longitudes equivalente para distintos accesorios.....	89
Tabla 37: Cuadro longitudes equivalentes debido a accesorios.....	90
Tabla 38: Volúmenes contenidos en el circuito hidráulico primario desglosados.....	92
Tabla 39: Datos históricos de velocidades máximas del viento	92
Tabla 40: Relación velocidad del viento y la presión frontal recibida.....	93
Tabla 41: Capacidad térmica específica.....	94
Tabla 42: Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado.....	96

1. MEMORIA

1.1 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el diseño de unas instalaciones de climatización por suelo radiante/refrescante y de producción de ACS. Estas se dimensionan con el fin de acondicionar uno de los nuevos edificios, de la ampliación de un instituto secundario, en Vinaròs (Castellón). Cumpliendo en todo momento las condiciones básicas del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Así mismo, se incluye como objeto del proyecto: el diseño de una instalación energética a través de geotermia de muy baja temperatura, conectada a suelo radiante, una instalación de agua caliente sanitaria (ACS) solar térmica y la instalación de la caldera de biomasa como apoyo a esta última.

1.2 Alcance

El presente proyecto contiene el diseño de la instalación de climatización y agua caliente sanitaria de un edificio de nueva construcción. Este se localiza en el interior de una ciudad costera castellonense.

Para el diseño, se describirá y dimensionará la edificación objeto del proyecto, empleando el software CypeCAD Mep, que proporcionará las cargas térmicas de la edificación, entre otros parámetros esenciales para su desarrollo. Previo a su obtención, deberá proporcionarse a la herramienta informática: la geometría del edificio, la constitución de sus cerramientos, el uso o empleabilidad de los diferentes espacios, y la afluencia de estos, etc.... Con ello se definirán las características arquitectónicas y de uso de la edificación, y como consecuencia, se obtendrán las cargas térmicas asociadas a la demanda que se busca cubrir.

Una parte fundamental del desarrollo del proyecto es el estudio de la viabilidad de explotación de los recursos renovables de la zona. Para dimensionarlos y evaluarlos se recurrirá al IGME, con el cual se caracterizará el terreno. También al software de libre acceso PVGIS, que referenciará la irradiancia disponible en la zona, pudiendo así dimensionar la superficie de colectores. Por último, diversos estudios de iniciativa pública, referenciarán la disponibilidad de biomasa. Más tarde, se comprobará el cumplimiento del CTE con los programas CHEQ4 y CypeCAD Mep.

El diseño y dimensionado de las distintas instalaciones de climatización se realizará mediante la herramienta *Climatización* del software de simulación CypeCAD Mep. El cual, tras su implementación, generará diversos documentos justificativos, tanto del proceso de cálculo, como de la validez de los resultados. En cambio, la instalación de ACS compuesta por solar y biomasa se dimensionará manualmente y se certificará, al final, con el programa homologado CHEQ4.

Por último, se incluye el análisis económico de las diferentes instalaciones climáticas. En su desarrollo se realizará una comparación exhaustiva entre las instalaciones presentes y las propuestas. Evaluando la rentabilidad y el presupuesto financiero del proyecto.

1.3 Legislación aplicable

EUROPEA

- **Directiva 2001/77/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo publicado en el **Diario Oficial de las Comunidades Europeas (D.O.C.E.)** reconocen a la geotermia de alta entalpia como fuente productora en Europa.
- **Directiva 2009/28/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, que incluye el fomento del uso de energías procedentes de fuentes renovables. En ella se estableció el objetivo obligatorio para España de que las energías renovables representen el 20% del consumo de energía final en el año 2020 (**Objetivo 20-20-20**).

ESPAÑA

- **Ley 22/1973** del 21 de julio, de Minas.
- **Ley 54/1980** que modifica parcialmente la Ley 22/1973.
- **Decreto 2857/1978** que contiene el **Reglamento General para el Régimen de la Minería**
- **Real Decreto 863/1985** que recoge el **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera**. Normativa para los equipos de perforación, pilotes o micropilotes y su instalación, anclajes...
- **Real Decreto 1027/2007** por el que se aprueba el **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)**.
- **Real Decreto 314/2006** que aprueba el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, indica los documentos básicos que todo proyecto debe contener y el documento de exigencias básicas de ahorro de energía (**DB-HE**).
- **Real Decreto 732/2019**, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006.
- **Real Decreto 842/2002** con el que se aprobó el **Reglamento de aparatos a presión** y el **Reglamento Electrotécnico para Baja tensión (RBT)** y sus **Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs)**
- **Real Decreto 235/2013** el cual marca los criterios para la certificación de la eficiencia energética de los edificios
- **UNE 100715-1** que incluye el Diseño, ejecución y seguimiento de una instalación geotérmica somera.
- **Real Decreto 21/2006** que regula la adopción de criterios ambientales y de coeficiencia en los edificios.
- **Real Decreto 105/2008** con el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.
- **Real Decreto 1/2008** por el que se aprueba el texto refundido de la **Ley de Evaluación de Impacto Ambiental** de proyectos.
- **Real Decreto 1/2001** por el que se aprueba el **Texto Refundido de la Ley de Aguas**.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

- **Real Decreto 1627/1997** por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.**
- **UNE 164002 sobre Biocombustibles sólidos. Trazabilidad**
- **UNE-EN 15210** de Biocombustibles sólidos. Métodos para la determinación de la durabilidad mecánica de pellets y briquetas.
- **UNE-EN 16126** de Biocombustibles sólidos. Determinación de la distribución de tamaño de partículas de pellets desintegrados.
- **UNE-EN 303-5** de Calderas de calefacción, cuya parte 5 incluye: Calderas especiales para combustibles sólidos, de carga manual y automática y potencia útil nominal hasta 500 kW. Terminología, requisitos, ensayos y marcado.
- **UNE 100155** la cual incluye el método de cálculo utilizado para dimensionar el vaso de expansión.
- **UNE -1057** sobre el Cobre y aleaciones de cobre que aplicará en las conducciones.

COMUNITAT VALENCIANA

- **Ley 6/2006 de Prevención de la contaminación y calidad ambiental.**
- **Decreto 127/2006**, por el que se desarrolla la **Ley 6/2006** de la Generalitat, de **Prevención de la contaminación y calidad ambiental.**

1.4 Herramientas utilizadas

CHEQ4

El programa CHEQ4 es una herramienta promovida por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y por el ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica) para comprobar el cumplimiento de la contribución solar mínima establecida en el CTE DB HE4.

El cumplimiento de la aportación energética mínima, certificado por dicha herramienta, es válido siempre y cuando se disponga de la última versión del software y de una base de datos actualizada. Este punto es de vital importancia en estos momentos debido a las recientes modificaciones en la disposición DB HE4 del CTE, en las que, entre otros factores, se ha variado la contribución solar mínima y las zonas climáticas.

Para una correcta certificación se introducen en sus diferentes pestañas todos los datos referentes a la instalación diseñada, entre ellos se incluyen: el tipo y cantidad de captadores, su conexión, los materiales y aislamientos de los circuitos hidráulicos, así como los sistemas de acumulación y apoyo. Se remarca que este software no cumple una función de diseño, sino de comprobante de condiciones energéticas mínimas.

Tras la introducción de los parámetros y gracias a la base de datos actualizada, anteriormente mencionada, se valoran la demanda de ACS, la radiación disponible en la zona, el patrón de consumo, los rendimientos de la instalación, etc.... Si la instalación cumple con todos los requisitos técnicos, con la contribución mínima especialmente, se genera un certificado justificante. Este se ilustra en el apartado "**Solución técnica**" del punto **1.8.2 Solar térmica** y se localiza en el **Anexo: Documentos [1]**.

CYPECAD MEP

El programa CYPECAD MEP es un software privado de diseño y dimensionamiento, permite la simulación, incluso en modelo 3D, de la envolvente, la distribución, y las instalaciones de un edificio.

Su utilización a nivel mundial crea la peculiaridad de deber instalar la versión del país o región en la cual se ubica el estudio. Gracias a la información asociada a la localización, el programa realiza diferentes comprobaciones y dimensionamientos, teniendo en cuenta la normativa vigente de cada país. Una vez concluido el cálculo de la obra o instalación, el software permite obtener certificado de cumplimiento de algunos de los apartados del Código Técnico de la Edificación (CTE) o incluso exportar el proyecto a programas de certificación estatales.

Para una correcta y fiel evaluación del edificio y sus necesidades térmicas es necesario realizar la introducción y diseño del bloque en cuestión en el software. Se deber seguir todas las consideraciones especiales de la obra y, sobre todo, componer correctamente, con los materiales adecuados y más fieles a la realidad posible, los elementos estructurales y envolventes de la construcción. Este proceso se realiza con la información disponible desde el centro educativo: planos y memoria técnica de la ampliación. Los primero se anexionan en el apartado **2. Planos [1,2,3]**.

Tras el diseño y las comprobaciones técnicas se empleará la aplicación de climatización que incluye el programa. Dicha función permite desarrollar, completamente, y en un único programa, una instalación de climatización, con sus cálculos y comprobaciones pertinentes, e incluso es posible la generación del presupuesto. Para ello es primordial seleccionar el tipo de instalación, centro docente en este caso, y luego el tipo de proyecto. Se indicará, en primer lugar, la opción de estudio térmico y más tarde, una vez obtenidos todos los datos necesarios de este apartado, se variará el tipo de proyecto a climatización, y se procederá al diseño de las instalaciones de suelo radiante y geotermia.

La caracterización del proyecto es muy importante, al igual que la selección de las bases de datos, ya que de estas se obtendrán desde los precios de los elementos o materiales hasta las características climáticas para el cálculo de cargas. Aun así, es recomendable, y ha sido el proceso elegido en el desarrollo del proyecto, introducir a mano los valores climáticos (temperatura, humedad, velocidades del viento, irradiación, ...) o datos del terreno (saturación, composición, temperatura media, conductividad, ...). Ya que externamente se pueden hallar fuentes menos generales y más actuales.

Tras finalizar el diseño el programa calcula la instalación, es decir, proporciona los datos de valores hidráulicos, diámetros, necesidades térmicas, y lo más importante, detecta los fallos. El software comprueba que el diseño que se ha implementado es correcto, tanto físicamente como desde el punto de vista legal. En el caso de errores, estos deben solucionarse, solo entonces es posible obtener los planos, los datos técnicos finales o los presupuestos.

Gracias a la utilización de este software se consiguen los certificados de cumplimiento del CTE, así como los diseños exactos y presupuestos de las instalaciones climáticas objetos del proyecto, además de su justificación de cálculo y dimensionamiento.

AUTOCAD

AutoCAD es un software del tipo **CAD** (Computer Aided Design), es decir, un programa que encuentra un soporte para el diseño en la computación. Con él se pueden realizar simulaciones en 2D y 3D.

En este proyecto, el programa facilitará el diseño de los planos de las diferentes instalaciones, así como del edificio de ampliación. En primera instancia, estos últimos se emplearán como base de diseño en el programa CypeCAD Mep. También ayudarán a la visualización de los diferentes espacios con los que cuenta el centro, así como la localización de recintos de especial interés, como serían las salas de clima, máquinas o almacenes.

Luego, tras el diseño de las instalaciones geotérmica y de suelo radiante, su localización, distribución y conexionado se visualizarán esquemáticamente a través de diversos planos de AutoCAD. En el caso de la instalación solar de ACS, los planos confirmarán la distribución, orientación y conexionado de la selección final. Todos ellos, tanto los de referencia como los de elaboración propia se hallan clasificados en el apartado **2. Planos []**.

1.5 Emplazamiento

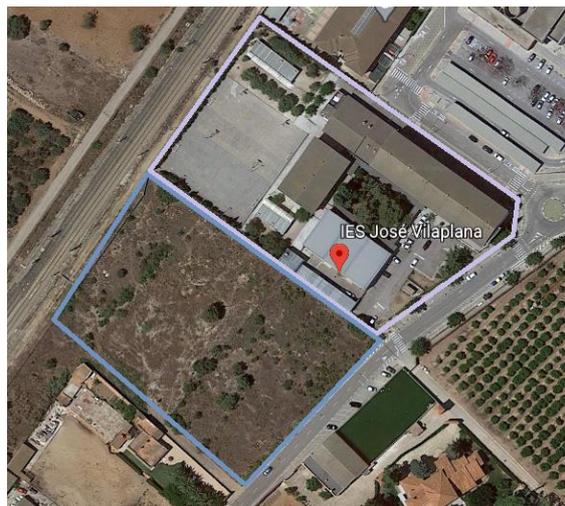
La edificación tratada por el proyecto estará ubicada en la dirección: Av. Gil de Atrocillo, 26, Vinaròs, CP:12500 (Castellón); con referencia catastral 3825504BE8832S0001SR.



*Figura 1: Localización IES José Vilaplana
(Fuente: Google MAPS)*

En la actualidad este centro educativo cuenta con una parcela de 10 566 m², de los cuales 7 127 m² ya están edificados. El plan de ampliación contempla la adhesión de la parcela colindante hacia el sur, de 9 883m².

*Figura 2: Parcelas del IES José Vilaplana
(Fuente: Google MAPS)*



1.6. Antecedentes

La obra de reforma y ampliación responde a diferentes motivos: la eliminación de las 7 aulas prefabricadas que desde hace años conforman parte de los espacios docentes, la disposición de un gimnasio independiente, el aumento de talleres y laboratorios, la mejora de las instalaciones que acogen los ciclos formativos de mecánica y auxiliar de enfermería, etc.... . Otra gran motivación ha sido la creación de espacios diferenciados según el tipo de formación (secundaria, bachillerato y ciclos formativos)

En la actualidad, el centro está conformado por tres bloques y varios módulos prefabricados. Todos estos módulos y el Bloque 1 acogen a los estudiantes de secundaria y bachillerato. Además del aula polivalente, biblioteca, laboratorios y demás servicios requeridos, como serían secretaría, conserjería, despachos de dirección y profesorado, etc... Mientras tanto, el Bloque 2 y el Bloque 3 centran su actividad en FP; En este centro se imparten 3 ciclos formativos: auxiliar de enfermería y dietética en el Bloque 2 y mecánica en el Bloque 3. Los talleres de tecnología para secundaria también se encuentran en este último edificio.

Las instalaciones renovables que abastecerán la demanda climática se situarán en la parcela Sur, donde se construirán también los bloques 4 y 5 y en la azotea del primer bloque nombrado. El Bloque 4 acogerá también las futuras aulas de bachillerato, los laboratorios de ciencias, los talleres de arte y tecnología, los despachos y sala de profesores, la cafetería, la biblioteca y el aula polivalente. Por otro lado, el Bloque 5 se destinará exclusivamente al gimnasio, vestuarios y almacenes de material deportivo. Su visualización aparece en el apartado **2. Planos [1, 2]**.



Figura 3: Bloques del IES José Vilaplana
(Fuente: Google MAPS)

De las dos nuevas edificaciones, es el Bloque 4 el que cuenta con una mayor demanda tanto de ACS como de climatización, siendo por este motivo, la construcción objeto del proyecto.

1.7. Descripción del edificio

1.7.1 Uso del edificio

Según la *Ley de Ordenación de la Edificación de España*, todo el centro clasifica, por ser su **uso principal docente**, en la categoría (a).

1.7.2 Ocupación máxima según NBE-CPI vigente

El CTE-DB-SI-3 (Documento Básico – Seguridad en caso de Incendio – Evacuación de ocupantes – Cálculo de ocupación) proporciona las densidades de ocupación (m²/persona) específicas para cada tipo de espacio. Estas se definen valorando el régimen de actividad y el uso principal de cada uno de ellos. En este caso, docente, y con relación a un centro de educación secundaria, en el edificio se divide en 4 zonas.

Partiendo de este dato y teniendo en cuenta la superficie de cada uno de los diferentes espacios, se obtiene la ocupación máxima.

Zona Tipo de actividad	Superficie (m ²)	Densidad (m ² /persona)	Ocupación máxima (personas)
Aulas	55	1,5	37
Locales diferentes de aulas (talleres, laboratorios, ...)	62 (1)	5	12
Biblioteca	150	2	75
Conjunto de la planta o del edificio	200	10	20

Tabla 1: Ocupación máxima por zona/tipo de actividad

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

- (1) La superficie indicada corresponde al local más pequeño. De este modo, si el número máximo de personas está dentro de la organización prevista para esta aula, el resto de los locales diferentes de aulas también cumplirán.

Según la organización del centro educativo, el máximo número de alumnos por aula, en el tramo educacional no obligatorio, se verá limitado a 25. Aun así, en caso de necesidad, este número podría verse aumentado hasta 35 alumnos, como marca la norma. Ambas situaciones se encuentran dentro de los límites, donde la suma de los alumnos y el profesorado a cargo se encuentra por debajo del máximo. En cuanto a los locales diferentes de aulas, según el número de alumnos por clase, se procederá a realizar dos o más desdobles, situándose así, dentro del marco legislativo.

1.7.3 Número de plantas y uso de las distintas dependencias.

El edificio objeto del proyecto, Bloque 4, se ha diseñado buscando crear un espacio destinado en exclusiva a los alumnos de Bachillerato. Por este motivo, la construcción que contiene sus aulas docentes está separada del resto de edificaciones. A su vez, este edificio, albergará todos los despachos del profesorado, así como las aulas de uso puntual del alumnado general: biblioteca, aula polivalente, talleres, laboratorios. Respetando las diferentes atmosferas de trabajo y concentración, la planta baja se destina a alumnos de los últimos cursos y el profesorado. Mientras que la mayoría de las aulas, destinadas a alumnos genéricos del centro, se situarán en la primera planta. En el siguiente punto se detalla cada uno de los diferentes espacios.

1.7.4 Superficies y volúmenes por planta. Parciales y totales.

		N.º aulas	Superficie (m ²)	Volúmenes (m ³)
Planta Baja	Aula de E.S. Bachillerato	6	55	990
	Aula Desdoblamiento	2	25	150
	Aula Informática	1	100	300
	Aseos Alumnos	1	98	294
	Sala Asociación AMPA	1	25	75
	Conserjería + Reprografía	1	50	150
	Almacén General	1	50	150
	Cuarto general de limpieza	1	25	75
	Cuarto de contadores	1	15	45
	Cuarto instalaciones ambientales	1	20	60
	RACK	1	5	15
	Cuarto Grupo de Incendios	1	20	60
	WC y Vestuarios no docentes	1	25	75
	Sala Polivalente	1	150	525
	Almacén Polivalente	1	15	45
	Cafetería	1	90	270
	Total			1 068

Primera Planta	Aula-Taller de Tecnología	2	87	522
	Seminario de Tecnología	1	13	39
	Aula de Música	2	62	372
	Seminario de Música	1	13	39
	Laboratorio de Ciencias	1	75	225
	Seminario de Ciencias	1	25	75
	Laboratorio de Física y Química	2	75	450
	Aula-Taller de Plástica	2	62	372
	Seminario de Plástica	1	13	39
	Biblioteca	1	150	525
	Total			861

Tabla 2: Superficies y volúmenes por estancia y planta

1.7.5 Edificaciones colindantes.

El Bloque 4 es un edificio de nueva construcción situado en una parcela de 9 883 m². Como se ha justificado anteriormente el independentismo y separación de esta construcción se vincula a la atmosfera de trabajo prediseñada. En deferencia a este objetivo la infraestructura no tiene edificios adosados o construcciones cercanas.

1.7.6 Horario de apertura y cierre del edificio.

El centro escolar IES Vilaplana tiene un horario de apertura de 7:30 am a 5 pm. Por un lado, las clases de secundaria y bachillerato se imparten de 8:15 am a 15:25 pm; después, los docentes y el equipo de limpieza finalizan su jornada laboral.

1.7.7 Locales sin climatizar.

La gran mayoría de los espacios docentes van a contar con climatización, tanto las aulas y despachos, como las zonas comunes. Los únicos exentos de ella serán los almacenes, el cuarto de limpieza, el de instalaciones medioambientales y el de protección contra incendios.

1.7.8 Orientación.

La fachada más amplia y, en esta construcción, la mejor orientada, da al suroeste.

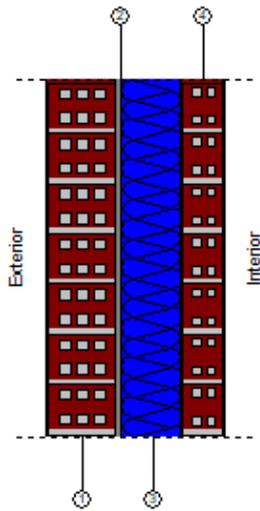


*Figura 4: Localización y orientación Bloque 4
(Fuente: Google MAPS)*

1.7.9 Descripción de los cerramientos arquitectónicos.

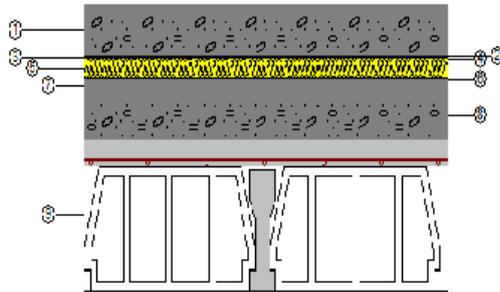
Los cerramientos arquitectónicos son elementos clave para conseguir una alta eficiencia energética. Con ellos se consigue aislar los espacios de las condiciones exteriores, si además se diseñan correctamente, conllevarán la estanqueidad de una zona y reducirán los puentes térmicos en la misma. De este modo, el sistema de climatización interior podrá menguar su consumo energético y las horas de funcionamiento. Es por este motivo que la descripción y análisis de los diferentes cerramientos son esenciales para entender el grado de eficiencia energética del que este dispone por si sola la edificación.

Para obtener datos exactos y verídicos se ha simulado el edificio, partiendo de su memoria constructiva, en el programa CypeCAD Mep. En el **Anexo: Documentos [2]** se encuentran clasificados los documentos generados por el programa, donde se especifican los datos de cada uno de ellos. Aun así, a continuación, se describen algunos de ellos con sus principales características y se comprueba que, acordes a su zona climática cumplan con los valores de transmitancia establecidos en el Anexo E del DB HE incluido en el CTE. Solo se muestran los cerramientos en contacto con el exterior.



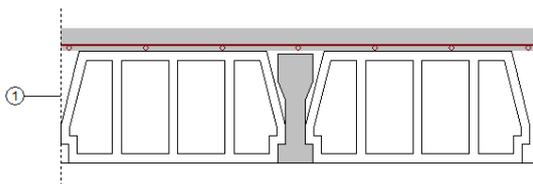
Pared de doble hoja
1 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado, Salmón: 11.5 cm
2 - Enfoscado de cemento a buena vista: 1 cm
3 - Poliestireno extruido: 10 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco: 7 cm
Espesor total: 29.5 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Um: 0.30 W/(m²·K)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 219.00 kg/m²
Masa superficial del elemento base: 215.20 kg/m²
Caracterización acústica por ensayo, Rw(C; Ctr): 57.9(-1; -5) dB
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
Protección frente a la humedad
Grado de impermeabilidad alcanzado: 3
Condiciones que cumple: B1+C2+H1+J2+N1

Figura 5: Composición fachada
(Fuente: CypeCAD Mep)



Tipo: No transitable, con gravas
1 - Capa de grava: 10 cm
2 - Geotextil de poliéster: 0.08 cm
3 - Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida: 0.55 cm
4 - Geotextil de poliéster: 0.08 cm
5 - Poliestireno extruido: 4 cm
6 - Barrera de vapor con lámina asfáltica: 0.27 cm
7 - Capa de regularización de mortero de cemento: 2 cm
8 - Formación de pendientes con hormigón celular a base de cemento y aditivo plastificante-aireante: 10 cm
9 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón): 30 cm
Espesor total: 57.0 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Uc refrigeración: 0.36 W/(m²·K)
Uc calefacción: 0.37 W/(m²·K)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 651.22 kg/m²
Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 56.3(-1; -6) dB
HS 1: Protección frente a la humedad
Tipo de cubierta: No transitable, con gravas
Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Figura 6: Composición cubierta superior (azotea)
(Fuente: CypeCAD Mep)



Forjado sanitario
1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EPS moldeada enrasada): 30 cm
Espesor total: 30.0 cm
Cámara sanitaria
Altura libre: 80 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Us: 0.54 W/(m²·K)
(Para una longitud característica B' = 5 m)
Detalle de cálculo (Us)
Resistencia térmica del forjado, Rf: 0.88 m²·K/W
Coefficiente de transmisión térmica del muro perimetral, Uw: 1.09 W/(m²·K)
Factor de protección contra el viento, fw: 0.05
Tipo de terreno: Arena semidensa
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 221.33 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 48.1(-1; -3) dB
Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 85.9 dB

Figura 7: Composición solera
(Fuente: CypeCAD Mep)



Información técnica	
Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673:	1.8 W/(m ² K)
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410:	57%
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410:	75%
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, R _w (dB) y términos de adaptación espectral C y C _{tr} , según UNE-EN 12758:	41 (-2; -5)

Figura 8 : Composición ventanas y cristalería

(Fuente: CypeCAD Mep)

Todos y cada uno de ellos cumplen con los límites anteriormente nombrados, como se expone en la siguiente tabla, ayudando así a una mayor eficiencia energética del edificio mediante un buen aislamiento:

Cerramientos de la envolvente térmica	Espesor (m)	U proy (W/m ² K)	U máx. (W/m ² K)
Fachada	0.295	0.30	0.38
Cubierta azotea	0.57	0.36/0.37	
Forjado sanitario	0.44	0.54	0.69
Tabique interior 1	0.117	0.44	
Tabique interior 2	0.30	0.33	
Forjado entre pisos	0.35		
Huecos	variable	1.8	2

Tabla 3: Transmitancias de los cerramientos arquitectónicos

1.7.10 Demanda calefacción y refrigeración

La **demanda térmica (kWh)** de calefacción y refrigeración representan la cantidad de energía térmica que necesita un recinto para mantenerlo a una temperatura de confort. El método regularizado para su obtención es a partir de las cargas de refrigeración y climatización de cada uno de los recintos. Estas representan la energía por unidad de tiempo que se intercambia con el entorno y, por ende, la energía que se debe aportar desde el sistema de climatización.

Para poder calcularlas es necesario conocer la envolvente de dichos espacios, los cerramientos (punto anterior), y con ellos, su transmitancia térmica. A partir de estos datos se calcularán las cargas térmicas de cada una de las zonas a climatizar. Se debe añadir que serán necesarios los datos climáticos exteriores y los de diseño del hábitat, así como los caudales de ventilación. Todos estos datos se obtienen tras la simulación de la envolvente térmica.

	Temperatura (°)	Humedad (%)
Verano	24	50
Invierno	21	

Tabla 4: Condiciones de diseño

En el **Anexo: Cálculos Justificativos [11]** se explica en profundidad los cálculos y consideraciones realizados por el programa CypeCAD Mep, el cual provee las cargas a partir de los datos introducidos. En los resultados se obtienen las cargas por refrigeración mensuales, pero no ocurre igual con los datos de calefacción, las cargas finales proporcionadas se obtienen considerando la situación más extrema, motivo por el cual todos los meses comparten carga. El correcto aislamiento del edificio contribuye a este hecho. De este modo, con una calefacción continua de 10h se obtienen las demandas térmicas siguientes. **Anexo: Documentos [3]**.

MES	T _{EXT} media (°)	ΔTemp (°)	Refrigeración Calefacción	Carga (kW)	DE Climatización (kWh)
Enero	13	11	C	262,89	81 495,9
Febrero	13	11	C		76 238,1
Marzo	15	9	C		81 495,9
Abril	17	7	C		78 867
Mayo	20	4	R	153,87	47 699,7
Junio	24	0	R	148,96	44 688
Julio	26	-	-	-	-
Agosto	27	-	-	-	-
Septiembre	25	-1	R	170,02	51 006
Octubre	21	3	C	262,89	81 495,9
Noviembre	16	8	C		78 867
Diciembre	13	11	C		81 495,9

Tabla 5: Demanda energética en climatización

1.7.11 Demanda térmica ACS

Para el dimensionado de la instalación de ACS es esencial conocer la demanda térmica de agua caliente que tendrá el edificio, para ello se pueden emplear dos métodos. El primero supone que un 20% del agua consumida por la edificación es caliente, pero como el edificio se halla en fase de construcción no se disponen de datos reales. La segunda opción, estima el consumo de agua caliente sanitaria en función a valores de referencia establecidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tras las consideraciones y operaciones pertinentes, ubicadas en el apartado **Anexos: Cálculos Justificativos [12]** y partiendo de los siguientes datos:

Consumo (l/día·persona)	N.º Persona	Consumo (l·día)	Total (l·día)
4	395	1 580	1 790
21	10	210	

Tabla 6: Consumo diario ACS desglosado

Se ha calculado la **demanda térmica (DE_{ACS})** mensual que deberá ser cubierta para la plena satisfacción de las necesidades del centro:

	Q_{ACS} (l/día)	T_{AF} (°)	DE_{ACS} (MJ/día)
Enero	1 790	10	374
Febrero	1 790	11	367
Marzo	1 790	12	359
Abril	1 790	13	352
Mayo	1 790	15	337
Junio	1 790	18	314
Julio*	1 790	19	307
Agosto*	1 790	20	299
Septiembre	1 790	18	314
Octubre	1 790	16	329
Noviembre	1 790	12	359
Diciembre	1 790	11	367
Media	1 790	15	340

Tabla 7: Demanda energética en ACS

*Siguiendo el criterio 2 del apartado 7.2.3 de la Guía Técnica de Energía Solar Térmica, se establece que, al ser un edificio docente con menos de 3 meses no operativos, pese a cerrar en julio y agosto, no se tiene en cuenta ninguna reducción del consumo.

1.8 Recursos renovables

Tradicionalmente la calefacción y producción de ACS se han asociado con el uso de combustibles fósiles o fuentes de energía no renovables; ya que, desde su inicio y aún en el presente, la mayoría de estos sistemas, basan sus principios de funcionamiento en la combustión de alguno de ellos (carbón, madera, gasoil, gas natural, ...). Ante esta preferencia histórica en la sociedad, cabe destacar que, actualmente, las fuentes de energías renovables, con las que poder dotar a edificios de sistemas de climatización, electricidad y ACS completamente fiables, son abundantes y variadas. Prescindir de combustibles fósiles, más (gasoil) o menos (gas natural) contaminantes, es una opción social, técnica y económicamente viable.

Décadas de investigación y desarrollo tecnológico a lo largo y ancho del mundo, buscando la sustitución de fuentes convencionales de energía por otras fuentes alternativas mucho menos contaminantes y más duraderas, han dado lugar a la posibilidad de responder, a la necesidad energética actual, a través de múltiples opciones. Permitiendo hallar en ellas, una alternativa sostenible, eficiente y cuya contaminación asociada es prácticamente nula. El desarrollo de nuevas soluciones técnicas durante la última década se ha centrado en el ámbito doméstico, debido a la creciente demanda de energía en este en forma de climatización y ACS. Según el informe *Potencial de la Energía Solar Térmica en Europa*, esta ha llegado a ser el 50% de la energía final mundial demandada.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

El mayor estigma asociado a estas tecnologías es su dependencia a factores medioambientales, como serían el viento, el sol, vegetación propicia del terreno, Se alega que dependen de agentes ajenos al control humano, muy variables. Respondiendo a este principio, y manteniéndolo siempre presente, ya que se precisa obligatoriedad de cubrir una demanda continua, se han seleccionado las tres energías renovables más favorables: geotermia, biomasa y termosolar. La selección se ha orientado según la calidad de los recursos en la zona proyectada, recurriendo, para ello, al estudio del clima y el terreno.

CLIMATOLOGÍA

Vinaròs es una ciudad y municipio español, situada en la costa este de la Península Ibérica. Es la capital de la comarca del Baix Maestrat, localizada al norte de la provincia de Castellón, en la Comunidad Valencia. Está situada en la costa mediterránea al sur de la desembocadura del río Sénia.

Las condiciones climáticas, como la temperatura, humedad, precipitaciones o viento, son los parámetros que definen el clima de una zona. Según el CTE, " *la tabla a - Anejo B permite obtener la zona climática (Z.C.) de un emplazamiento en función de su provincia y su altitud respecto al nivel del mar*". En este caso la ZC es B3, con esta, en su momento, se compararán los valores límites establecidos en el CTE. Por otro lado, la clasificación del clima de Köppen-Geiger es Csa: clima mediterráneo típico; conformado por factores tanto de clima mediterráneo como de subtropical. Se caracteriza por sus veranos calurosos y secos, con temperaturas por encima de los 22° y por inviernos húmedos y lluviosos con temperaturas suaves. La temperatura es en promedio de 17.1 °C, con precipitaciones aproximadas de 43mm. Los valores promedio de la localidad se exponen a continuación:

MES	TM (°)	Tm (°)	T (°)	R (mm)	H (%)
Enero	13,9	5,7	9,8	30	67
Febrero	15,3	6,5	10,9	29	66
Marzo	17,7	8,3	13	36	64
Abril	20	10,5	15,2	38	63
Mayo	23	13,7	18,3	53	63
Junio	26,6	17,5	22	37	63
Julio	29,5	20,2	24,8	13	64
Agosto	29,5	20,5	25	29	66
Septiembre	27,2	18,2	22,7	71	68
Octubre	19,9	13,9	16,9	80	69
Noviembre	16,1	9,5	12,8	50	68
Diciembre	19,6	6,8	13,2	49	68
Anual	21,53	12,61	17,05	43	66

Tabla 8: Parámetros medios mensuales climatológicos en Vinaròs

Tanto los datos proporcionados en la tabla anterior como las características o límites constructivos o de dimensionamiento asociados a la zona climática del CTE, serán tomados en cuenta en el proceso de diseño de las instalaciones. Pero además del clima, en las fuentes renovables seleccionadas, geotermia, biomasa y solar térmica, influyen otros medios naturales, que se expondrán a continuación.

1.8.1 Geotermia

PRESENTACIÓN

La geotermia es la fuente inagotable de energía almacenada en forma de calor bajo el manto terrestre, disponible los 365 días, 24 horas al día. Su origen se atribuye en mayor medida a la actividad del núcleo terrestre mediante la desintegración de isótopos radiactivos (U-235, U-238, T-282 K-40), y en menor medida, al calor inicial que se liberó en la formación del planeta, los movimientos entre placas tectónicas o capas y a la cristalización del núcleo.

En consonancia al origen y naturaleza de la fuente, la Tierra está caliente y, además, la temperatura de esta aumenta con la profundidad. Por este motivo se define el gradiente geotérmico: la variación de temperatura en función de la profundidad (K/km); cuyo valor medio es de $3,3^{\circ}$ cada 100 m, es decir 33 K/km. Este es un parámetro de vital importancia en el análisis del potencial geotérmico de una zona. En base al mismo principio que define el gradiente geotérmico se clasifican los diferentes tipos de energía geotérmica y su uso principal:

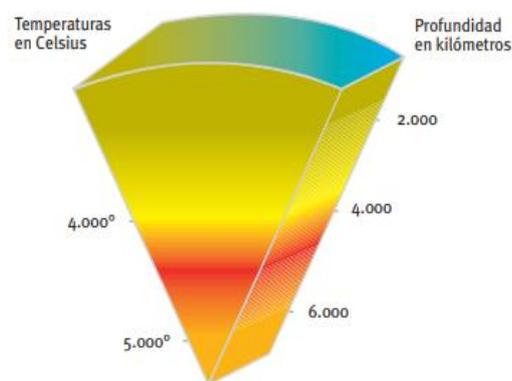


Figura 9: Gradiente geotérmico terrestre

Fuente: Evaluación del potencial de energía geotérmica.

- Alta temperatura: más de 150° ; Transformación directa del vapor de agua en energía eléctrica.
- Media temperatura: entre 90 y 150° ; Permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta una central.
- Baja Temperatura: entre 30 y 90° ; Insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción y procesos.
- Muy Baja Temperatura: menos de 30° ; Puede ser utilizada para calefacción y climatización, mediante el uso de bombas de calor geotérmicas (GHP).

Esta última, también llamada de baja entalpía o somera, es de especial interés en la aplicación de la instalación, debido a la localización. La energía geotérmica somera es la que más influencia climática recibe de entre todas, en la zona más superficial se regenera constantemente por efecto del sol, la lluvia y la humedad. Pudiendo llegara a afectar a la calidad del recurso en algunas de las opciones de explotación. Por definición, esta aprovecha la inercia térmica del terreno cuya profundidad se encuentre entre 2 y 150 m.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

La tecnología asociada a esta fuente renovable se manifiesta mediante diferentes sistemas de captación que realizan el intercambio de calor con el terreno, conformando el sistema geotérmico de climatización. Puede tratarse de una instalación de sistema abierto o cerrado, según el fluido caloportador sea agua subterránea o no, respectivamente; de buble horizontal o vertical, como se ilustra a continuación, operando a diferentes profundidades; y con equipo terminal de bomba agua-aire, con distribución, bomba agua-agua, mediante fancoils o suelo radiante. Cada uno de estos métodos se rige bajo diferentes parámetros y factores de dimensionamiento, pero en general, todos constituyen un circuito instalado en los sondeos que provoca un intercambio de calor entre el fluido circulante y el terreno.

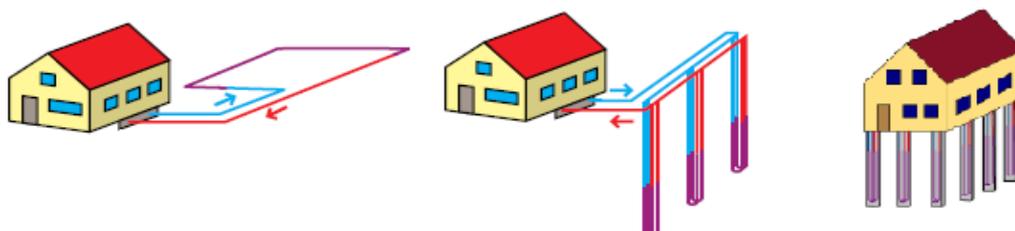


Figura 10: Sistemas de intercambio geotérmico

Fuente: Guía técnica del diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Actualmente la tecnología desarrollada se ha centrado en tres formas de explotación: captación horizontal, vertical e intercambio con acuífero.

- **Sondas horizontales:** se necesita una gran superficie de captación y por ende muchísimo terreno, pero es más económica que otras opciones.
- **Sondas verticales:** el terreno disponible es menor y debido a la profundidad de trabajo tienen una eficiencia muy elevada, pero el coste es considerablemente mayor.
- **Intercambio con acuífero:** se necesita disponibilidad del recurso y puede conllevar problemas técnicos o medioambientales según la naturaleza del recurso; pero es más económica.

RECURSO

El terreno y sus características geológicas son un factor determinante en el aprovechamiento del calor disponible bajo el manto terrestre. Las propiedades fisicoquímicas del terreno, su composición o el periodo en el que se conformó forman los parámetros fundamentales de reconocimiento y evaluación del recurso, así como su temperatura y conductividad.

La evaluación y caracterización del recurso se realiza mediante el estudio de dos mapas. El primero de ellos, Figura 11, muestra el potencial térmico superficial de la zona en cuestión; el segundo, Figura 12, por otro lado, muestra la composición del terreno y su época de formación. Su información coincide y se puede contrastar con el Mapa Geológico Nacional, MAGNA50, del IGME en su hoja 571. Los datos obtenidos se utilizan para conocer la conductividad del terreno a partir de sus componentes.

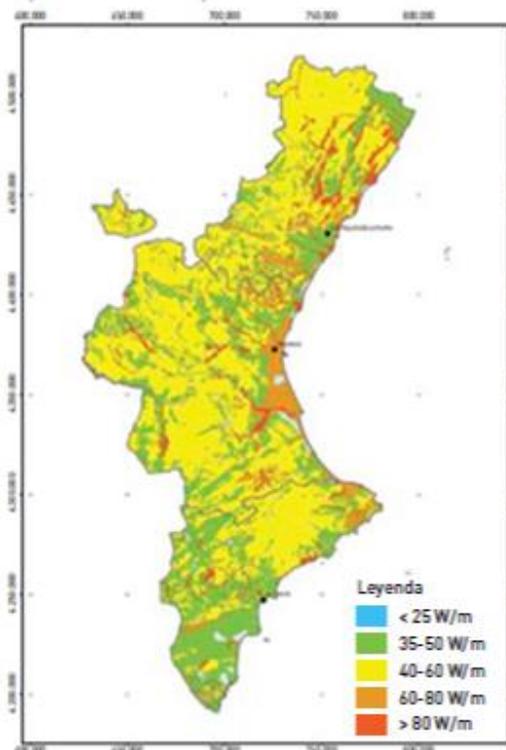


Figura 11: Mapa de potencia térmica superficial de la Comunitat Valenciana (Fuente: Evaluación del potencial de energía geotérmica)

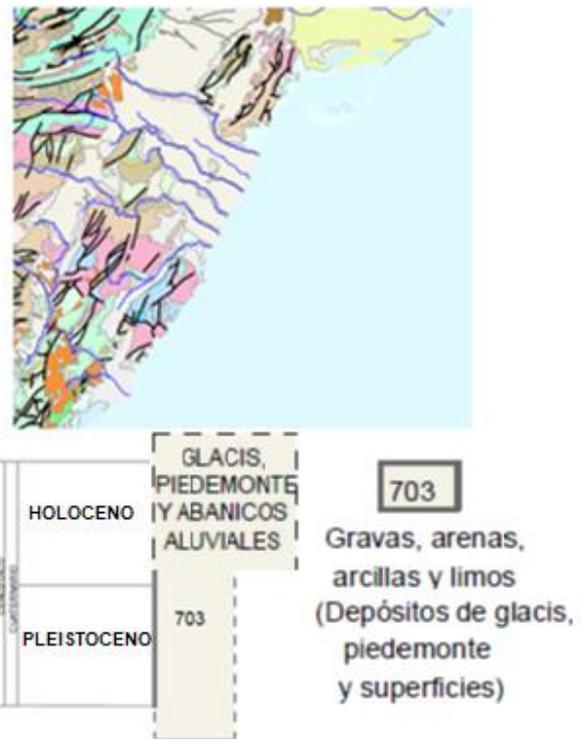


Figura 12: Sección mapa Litoestratigráfico (Fuente: IGME)

Como se lee en el Mapa de Potencia Térmica superficial de la CV, la localización cuenta con un valor medio de potencial térmico de 43 W/m. Si, por otro lado, valoramos la composición del terreno que se muestra en el Mapa Litoestratigráfico de España, se obtienen más datos del proceso de asentamiento. La zona se compone de gravas, arenas, arcillas y limos que, según la Norma VDI4640, clasifican como arcillas y margas, presentando un terreno húmedo, factor representativo de la alta conductividad del suelo, cuyo potencial es de 30-50 W/m. La capa superior fue conformada durante el Pleistoceno y parte del Holoceno, en el periodo Cuaternario del Cenozoico.

De la consulta al MAGNA50 se obtiene que las capas un poco más profundas están formadas por conglomerados, gravas, arenas y arcillas. Estos materiales clasifican dentro de la categoría C de la Tabla 7.2: Grupos de litologías establecidas en función de características térmicas de la roca y potencial térmico correspondiente, del documento Evaluación del Potencial de Energía Geotérmica del IDAE. En él se establece un potencial térmico de 40-60 W/m. Elevándose respecto al anterior, como instruye el gradiente térmico.

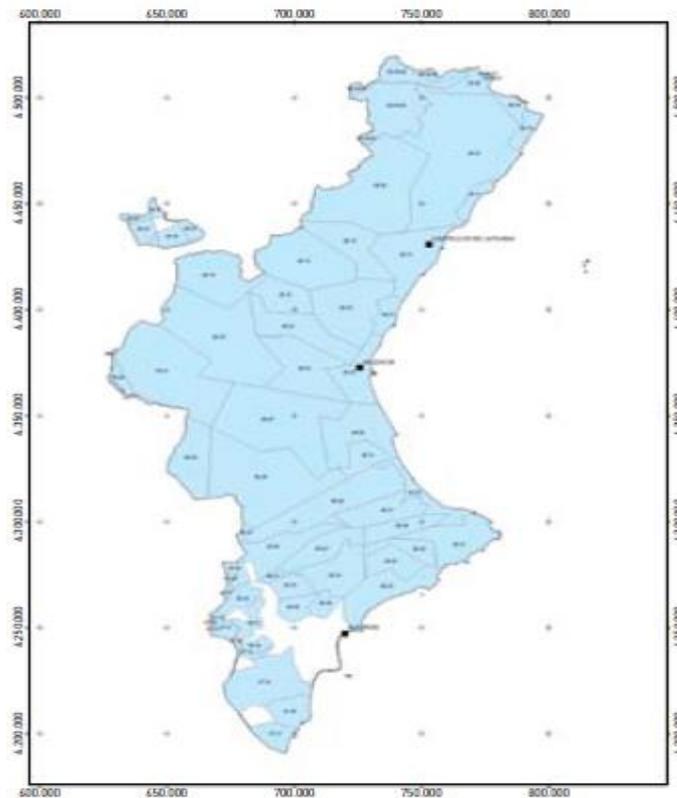
Una vez establecida la composición del terreno es posible obtener algunos parámetros característicos, como serían la permeabilidad, conductividad o la capacidad térmica específica. Se parte de los campos de datos medidos y se realiza una media aritmética con sus componentes.

Tipo de suelo	Permeabilidad	Conductividad térmica	
		(W/mK)	
	(m/s)	seco	saturado
Arcilla	$10^{-8} - 10^{-10}$	0,3	1,6
Limo	$10^{-5} - 10^{-8}$	0,3	2,5
Arena	$10^{-3} - 10^{-4}$	0,4	3,2
Grava	$10^{-1} - 10^{-3}$	0,4	3,3

Finalmente, se define el terreno como **NORMAL** según el IDAE, con una conductividad de 2.625 W/m·K y una permeabilidad de 0.00275 m/s. Se resume su composición como elementos rocosos saturados de agua.

Tabla 9: Parámetros físicos característicos del terreno

Por otro lado, la otra gran fuente de este recurso se haya profundizado en conocer la presencia, calidad y temperaturas de los acuíferos en la zona.



UH	Nombre	Naturaleza	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Conductividad (μs/cm)
08.10	Plana de Vinaroz-Peñíscola	Detrítico	10-20	18-20	500-5.000

Figura 13: Mapa de situación de acuíferos de la Comunidad Valenciana.

Fuente: Evaluación del potencial de energía geotérmica.

A pesar de la abundancia de recurso hidráulico, la falta de legislación, de herramientas de desarrollo técnico y del recurso y, sobre todo, la localización del agua del acuífero más cercano, que además debe ser sometida a largos tratamientos, se ha desestimado su utilización.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

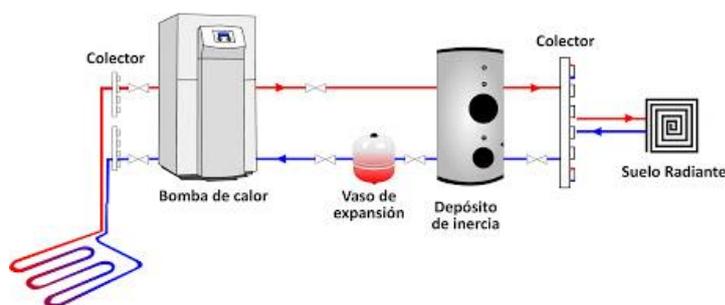
A causa de la enorme demanda del edificio y a las características del terreno una de las mejores opciones de captación sería un campo de sondeo vertical.

SOLUCIÓN TÉCNICA

El aprovechamiento de este recurso va a materializarse en una instalación energética de geotermia de muy baja temperatura. Esta, mediante una bomba de calor geotérmica reversible (GHP – Geothermal Heat Pump), será la encargada de generar la potencia térmica que requiera la instalación de suelo radiante/refrescante que climatiza el edificio.

De entre todas las opciones de explotación, la seleccionada estará conformada por 28 sondas verticales en tubo de U doble, situadas en la parte sur de la parcela. Con una profundidad de 122 metros, se encontrarán separadas 7 metros entre ellas y 15 m de la construcción.

Técnicamente, la instalación se divide en dos circuitos unidos por un elemento que actúa como separador hidráulico, con el objetivo de evitar problemas de interferencias entre ellos. En este caso esta función la realiza el depósito de inercia.



*Figura 14: Esquema hidráulico completo de la instalación climatización
(Fuente: Catálogo Cenit Solar)*

La figura debe plasmar las diferencias físicas entre las dos partes de la instalación de climatización. El circuito primario de la instalación contiene los componentes cuya función es generar el agua fría y caliente mediante intercambio térmico directo con el terreno. Veintiocho sondas, tres colectores, una bomba de calor geotérmica reversible, el depósito de inercia y los elementos hidráulicos necesarios son los encargados de la generación. A su vez, también muestra esquemáticamente algunos de los componentes principales ya enumerados.

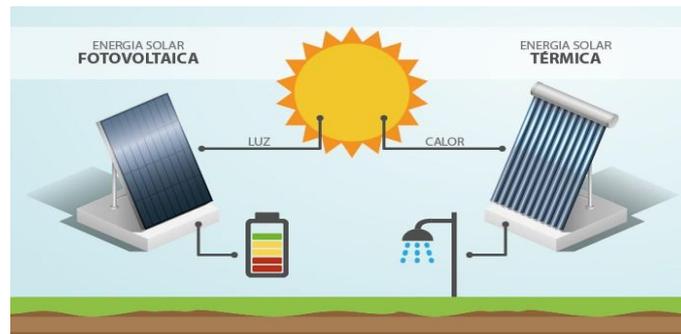
Por otro lado, el circuito secundario es el encargado de emplear esta generación calorífica para su distribución y regulación en busca del confort térmico de los estudiantes. Principalmente, está compuesta por los circuitos, el bombeo y los colectores.

Todos los elementos y características fundamentales para la instalación se desarrollan en los puntos **Circuito primario - Instalación Geotérmica (1.9.1)** y **Circuito secundario - Instalación Suelo Radiante (1.9.2)** y se justifican en el **Anexo: Cálculos Justificativos [7, 10]**

1.8.2 Solar térmica

PRESENTACIÓN

La mayoría de las energías renovables deben su origen y comportamiento a la acción indirecta del sol. Desde los cambios de presión que provocan vientos, hasta la evaporación del agua que conlleva a la lluvia, e incluso, el calentamiento de la superficie terrestre. Considerando esta última la única de origen paralelo, ya que la mayor parte del recurso (calor acumulado en el manto terrestre) se atribuye al núcleo terrestre. Por otro lado, si el foco es la consecuencia directa de la acción solar, aparecen dos alternativas principales: **energía solar fotovoltaica y energía solar térmica.**



*Figura 15: Tipos energía solar
(Fuente: SonergyBrasil)*

La primera de ellas realiza una transformación directa entre la energía de la radiación solar a energía eléctrica, mientras que la segunda, efectúa el cambio a energía térmica. Aun siendo cierto que ambos procesos pueden ser métodos de producción de calor, se asocia una mayor eficiencia térmica al segundo (80-90%), frente al primero (20%), por representar una transformación directa. Teniendo asociadas un menor número de pérdidas energéticas por transformación de tipo de energía.

En esencia, esta energía aprovecha la radiación solar incidente en la superficie terrestre, 4500 veces superior a la consumida en todo el planeta, para calentar un fluido. Las diferentes tecnologías se clasifican según las temperaturas alcanzadas:

- Alta temperatura: más de 500°; Generación de energía eléctrica en grandes centrales.
- Media temperatura: entre 80 y 250°; Permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta a la central. También se usa en procesos de desalinización y refrigeración.
- Baja Temperatura: entre 65 y 85°; Uso doméstico e industrial tanto para generación de fluidos caloportadores como de ACS.

Basándose en esta clasificación, la energía solar térmica de baja temperatura es el método, extendido en todo el globo terrestre, debido a la calidad del recurso y al desarrollo de su tecnología, perfecto para el objeto del proyecto.

RECURSO Y DESARROLLO

La energía termosolar de baja temperatura es aquella que emplea la energía del sol para calentar un fluido, en la mayoría de los casos líquido. Se suele utilizar para calefacción, agua caliente sanitaria, antiguamente usos domésticos directos... Permite la producción de frío cuando actúa en máquinas de absorción que no utilizan electricidad como fuente principal. Y también, se promueve la transformación de la energía solar a energía final mecánica para producir electricidad. Pero el uso más común se realiza mediante tecnología de captador solar: plano, de vacío...

A favor de una solución renovable, la Península Ibérica es una de las zonas europeas con mayor tiempo de exposición solar, horas de sol. Si se relaciona este factor con los compromisos europeos y con la búsqueda de independencia energética, se encuentra en la energía solar térmica, una alternativa de explotación atractiva y viable.

Desde los 80, frente a la incipiente preocupación por una crisis energética producto del encarecimiento de los combustibles, y durante un largo periodo de tiempo, España ha sido líder mundial en materia termo solar, específicamente enfocada a producción eléctrica en grandes centrales. Fue el crecimiento de demanda energética y su origen, ya explicado anteriormente, el causante del cambio del foco de interés de soluciones energéticas en las últimas décadas. Como consecuencia, en la actualidad, el principal cliente de la energía solar térmica se localiza en pequeñas instalaciones de captadores solares de baja temperatura. Incluyendo aplicaciones en ACS, calefacción, refrigeración, calentamientos de piscinas, procesos industriales, ...

En esta sección es de especial interés la normativa que respalda este tipo de instalaciones. La naturaleza de dicha fuente renovable en este país, unida a las normas de construcción en España (CTE 2007) abrieron un amplio campo de instalación de esta tecnología; aumentando la potencia total instalada a más de 3 GWth en el conjunto del estado, según datos de ASIT. El repunte en 2019 de la construcción de viviendas, respecto a anteriores años, supone un incremento considerable de la potencia solar instalada y marca una clara tendencia de consolidación del sector. Cabe añadir que se prevé un aumento de potencia instalada ante la homogeneización y endurecimiento del DB HE4 del CTE de este año. Con el Real Decreto 732/2019, del 20 de diciembre, que se modifica y aprueba el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) varían factores esenciales para el aprovechamiento de la energía solar. Las modificaciones buscan una mayor eficiencia, a través de condiciones constructivas más restrictivas y una mayor contribución energética solar. Esta última pasa de depender de la zona climática y el consumo a establecerse en un 70%, pudiendo reducirse al 60 %, cuando la demanda sea inferior a 5000 l/día.

Para los proyectos de esta índole, el estudio del recurso solar de baja temperatura depende de la radiación de la zona y en gran medida, debido a la trayectoria terrestre, de la inclinación y orientación de los módulos. Estos son los encargados de transformar la energía de los rayos solares en energía térmica y es por ello importante su situación o posicionamiento respecto al astro.

Aun habiendo establecido que la instalación se localizará en un clima favorable, los datos de radiación en la ubicación son esenciales. Para su obtención se recurre al software PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). Este es una aplicación oficial desarrollada por la Unión Europea, en él, mediante un mapa interactivo de los continentes vía satélite, o con coordenadas, se obtienen los datos de radiación solar del área geográfica determinada. El documento generado por el programa se halla en **Anexo: Documentos [4]**. A continuación, se muestran algunos parámetros de especial interés del emplazamiento:

MES	GHI (kWh/m ²)	DNI (kWh/m ²)	GI ópt (kWh/m ²)	GHI 45° (kWh/m ²)	HS (h)
Enero	65,54	103,05	113,96	122,52	9,7
Febrero	95,71	147,29	147,41	154,83	10,7
Marzo	144,84	172,07	185,08	187,14	12
Abril	169,71	181,00	184,63	179,11	13,3
Mayo	203,18	191,47	197,16	185,26	14,4
Junio	227,18	224,34	211,38	195,59	15
Julio	237,2	256,72	224,7	209,12	14,7
Agosto	210,3	237,1	219,66	210,22	13,7
Septiembre	156,66	182,69	189,5	188,87	12,5
Octubre	101,84	122,66	139,37	143,31	11,1
Noviembre	66,98	102,11	109,02	115,91	9,9
Diciembre	40,32	41,49	58,38	61,15	9,3
Anual	143,29	163,50	165,02	163	12

Tabla 10: Datos recurso solar disponible
(Fuente: PVGIS)

Donde:

GHI: Global Horizontal Irradiation
 DNI: Direct Normal Irradiation
 GI ópt: Global Irradiation optimum angle
 GHI 45°: Global Irradiation at user angle
 HS: Horas de luz solar al día

Pese a que la irradiación en el plano inclinado a 45°, justificada en **Anexo: Cálculos Justificativos [2]**, es el dato de más relevancia, junto a las horas solares, todos ellos indican la buena disposición del recurso solar en la zona. De todos modos, será el programa CHEQ4 el encargado de evaluar la calidad de la fuente en mensualmente y estimar la aportación solar a la instalación.

SOLUCIÓN TÉCNICA

La instalación propuesta para cubrir la demanda de ACS está conformada por la combinación de dos energías renovables, donde la energía solar térmica es la principal y la biomasa actúa como aporte auxiliar.

La instalación principal, situada en la cubierta superior del bloque 4, está compuesta por 18 módulos solares, orientados totalmente al sur e inclinados 45°. Se distribuyen por la cubierta superior del bloque 4 en dos filas. La situada más al sur contiene dos baterías mientras que la segunda solo una, ambas tres compuestas por 6 paneles. Y se conectan entre sí en paralelo con un diseño de las tuberías que proporciona el retorno invertido.

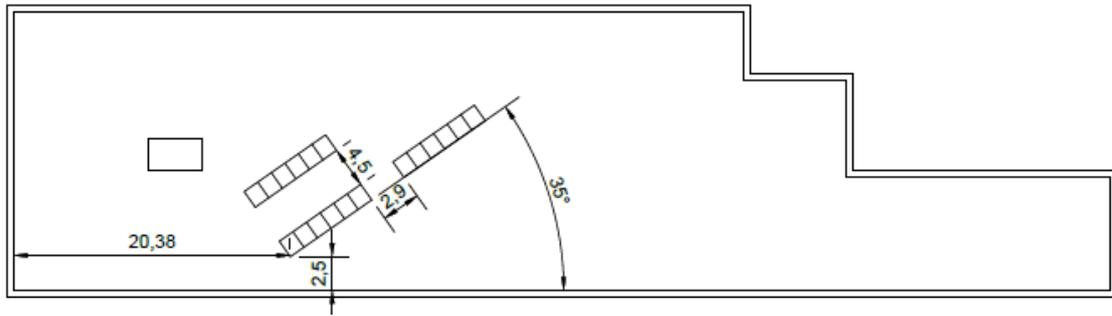


Figura 16: Localización y ubicación de la Instalación de captación solar
(Fuente: Elaboración propia - AutoCAD)

La segunda parte del circuito hidráulico primario se sitúa en la sala de clima, en la planta baja. Para ello, se hacen descender los conductos de impulsión y retorno entre dos tabiques desde la azotea hasta nivel del suelo. En dicha sala se localiza un interacumulador de 3000 litros y, junto a él, el resto de elementos hidráulicos esenciales para la instalación: vaso de expansión, sistema de bombeo, etc.... Sin necesidad de nombrar todas las válvulas de corte, seguridad, antirretorno, purgadores o demás equipos de medida que se sitúan a lo largo de todo el circuito primario.

La instalación no necesita circuito secundario debido al interacumulador, como se muestra en la imagen; se ha logrado así ocupar menor espacio y un intercambio térmico más eficiente. La fuente de calor secundaria o de apoyo es una caldera de biomasa, de 160 kW, que se sitúa en la misma sala. Esta instalación se describirá en el siguiente punto del proyecto: **Solución técnica Biomasa**.



Figura 17: Esquema completo instalación ACS
(Fuente: Catálogo técnico)

Todos los elementos y características fundamentales para la instalación se desarrollan en el punto **Instalación de ACS Solar (1.11)** y se justifican en el **Anexo: Cálculos Justificativos [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]**

La solución técnica solo diseña y dimensiona el circuito primario, en ningún caso los cálculos realizados se podrán aplicar al circuito de consumo de ACS. Este se considera, normativa y energéticamente correcto tras su simulación en CYPECAD Mep. Tras su implementación y cálculo, el programa genera un documento: *Exigencia de Bienestar e Higiene*, en cuyo apartado 3, *Justificación del cumplimiento de la Exigencia de Higiene* se establece que "La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las

especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación."

En cuanto a la instalación de ACS, su simulación a través del mismo software se considera, en el documento *Exigencia de Eficiencia Energética*, que "La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico." Aun así, se recurre al programa certificador CHEQ4 para verificar el cumplimiento de la aportación solar mínima a la instalación establecida en el CTE DB HE4.

En este proceso es importante destacar varios factores esenciales para la correcta certificación. En primer lugar, se recurre a la versión de base de datos más actualizada del software. A continuación, se introducen todos los datos de la instalación, pestaña a pestaña. La localización es importante para disponer de los datos correspondientes de radiación y temperaturas, que se obtienen de la base de datos anteriormente mencionada. Se debe considerar también el sistema de intercambio más cercano a la realidad con el fin de valorar bien las pérdidas. La demanda diaria de ACS se establece en función del tipo de consumo que se introduzca y el patrón de consumo de la instalación. En el apartado del captador solar, ante la ausencia entre las opciones del modelo elegido, se ha seleccionado uno cuya curva de rendimiento se asemeja más al modelo definitivo. Por último, se define el sistema de apoyo y las características del circuito de consumo.

Tras la simulación los resultados muestran una **contribución solar del 70%**, muy superior a la mínima establecida en el CTE DB HE4 de 60%, certificando energéticamente la instalación. El documento expedido se halla en los **Anexos: Documentos[1]**.

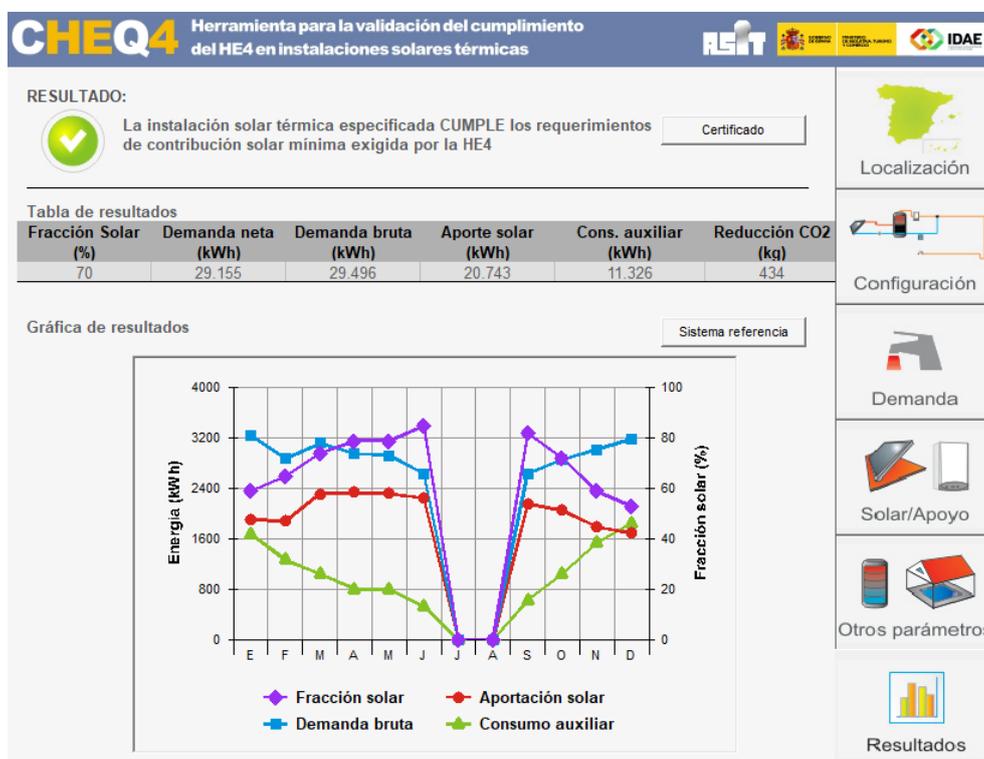


Figura 18: Captura resultado contribución mínima solar (Fuente: CHEQ4)

1.8.3 Biomasa

PRESENTACIÓN

Como todo el mundo sabe, y se ha expuesto anteriormente, el modo más antiguo de generación de energía, y específicamente calor, es mediante la combustión. Curiosamente, la primera muestra de esta aparece cuando el *Homo erectus* consigue dominar el fuego. En un principio su uso se reducía a cocinar alimentos, resguardarse del frío y en ocasiones, como arma defensiva. Para obtenerlo, utilizaban choques entre piedras o frotar una cuerda sobre un palo, y así conseguían incendiar una rama o hierba seca.

A lo largo del transcurso de la historia, esta práctica se ha desarrollado y perfeccionado hasta alcanzar los métodos actuales de producción de calor: centrales de carbón, estufas de gasoil, cocinas de gas... Pero nunca ha dejado de emplearse la quema de madera como fuente de calor; en una chimenea o un horno de leña, por ejemplo. Y a este principio se remite la biomasa.



Figura 19: Fuentes contributivas al recurso energético de biomasa
(Fuente: Web energética)

La obtención de energía a través de la biomasa consiste básicamente en utilizar materia orgánica como fuente de energía. Esta puede ser de origen animal o vegetal, este último es más utilizado debido a la heterogeneidad y variedad del recurso. Específicamente, se entiende, según la UNE EN 16559/2015, como biomasa a "Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas y/o que han sufrido un proceso de fosilización", por lo cual, el recurso es amplio y variado. Frente a tanta diversidad es necesario acotar el tipo de recurso que se va a emplear.

La biomasa puede estar formada por leña, arbustos, residuos forestales, residuos agrícolas (paja), restos de poda, residuos de industrias madereras, papeleras y agroalimentarias, estiércol, residuos de explotaciones agroganaderas, residuos sólidos urbanos y aguas residuales urbanas, entre otros. La mayoría de estos componentes pueden utilizarse como combustible, ya sea quemándolos o transformándolos en otros combustibles, como biogás o biocombustibles. Usarla como combustible supone un recurso renovable porque se consume al ritmo que se produce; en caso contrario, con sobreexplotación, su carácter renovable puede verse comprometido. Las aplicaciones de combustión más comunes de este recurso son en forma de estufa, caldera o, en menor medida, central eléctrica. Por otro lado, aunque

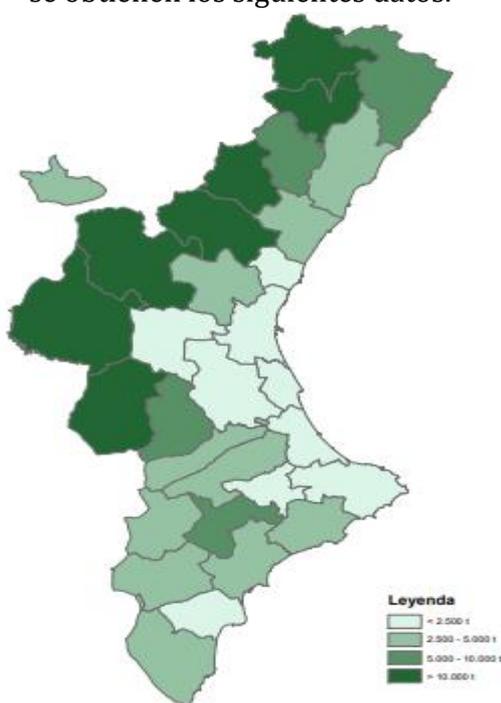
no aplican al proyecto, se hallarían las plantas de refinado y obtención de biogás o biocombustibles.

Un factor relevante, y a tener en cuenta, que diferencia este de otros procesos de combustión, son las emisiones de partículas o gases contaminantes. A pesar de que con la combustión de biomasa se produce, entre otros, CO₂, esta fuente de energía cuenta con el llamado Emisión Cero. Este factor establece a la Biomasa como una fuente renovable de energía con cero emisiones perjudiciales a la atmosfera. Y se considera así basándose en un balance neutro de CO₂, es decir, se estima que la cantidad emitida de CO₂ en la combustión es equivalente a la absorbida durante la vida de la materia orgánica, por lo que, al final, la emisión total es nula. Por ende, toda la contaminación asociada a este proceso se localiza en la recolección y transporte, cuanto más cercano sea el recurso, mejor. Aparece así, uno de los mayores problemas de esta tecnología, la localización del recurso y su tratamiento.

RECURSO Y DESARROLLO

La opción seleccionada en respuesta a las necesidades de la instalación es una caldera de biomasa. Entre los combustibles para caldera más comunes se hallan los pellets y las astillas. Los pellets son una masa de restos vegetales comprimidos en forma de pequeños cilindros; las astillas por otro lado son pequeños trozos de madera de entre 5 y 100 mm de longitud. Objetivamente, se decide emplear el combustible que se procese más cerca de la zona, así se reduce el impacto medioambiental a la par que se fomenta la industria local.

Para conocer la disponibilidad del recurso en la zona se recurre al Plan Integral De Fomento De La Biomasa Para Uso Térmico de la Comunidad Valenciana, desarrollado en conjunto por la Generalitat Valenciana y la empresa VAERSA. En él se estudia el potencial según la comarca y la naturaleza de la biomasa. En el caso del Baix Maestrat se obtienen los siguientes datos.

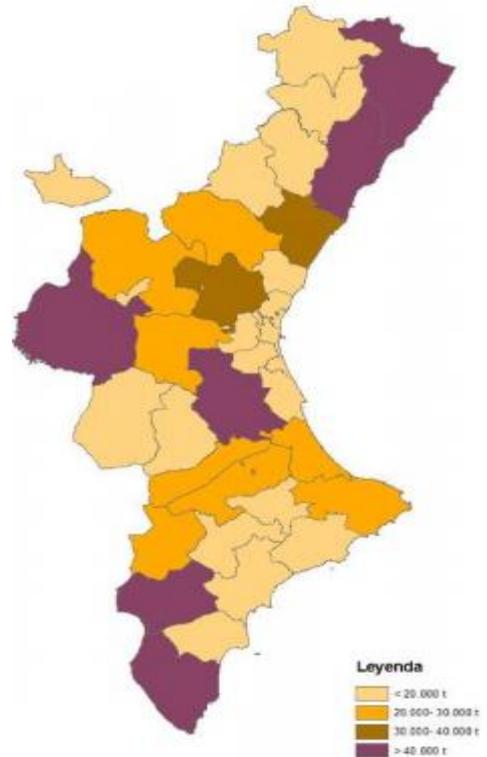


El mapa a la izquierda, en tonos verdosos, muestra la cantidad de toneladas anuales de biomasa forestal que se encuentran disponibles anualmente. Este tipo de biomasa, forestal residual, está compuesta por fustes menores y restos de desrame y descope de mayor tamaño, lo que significa una masa considerablemente homogénea. Debido a este motivo, la astilla es ideal para uso industrial o pellet/astilla de calidad inferior. Otra opción es la producción de pellet HTC negro, con ello la tecnología HTC busca valorizar la biomasa residual mediante un proceso de carbonización. En él se obtiene carbón, que después de secar y comprimir, se pelletiza. La comarca cuenta con unas 7500 t/año disponibles de media.

*Figura 20: Distribución de la biomasa forestal
(Fuente: VAERSA)*

Por otro lado, el mapa de la derecha ayuda a visualizar el recurso disponible de biomasa agrícola zonificado. Este se calcula en función de los tipos de cultivos y el coeficiente de producción de biomasa asociado. En este caso, el Baix Maestrat es la tercera comarca en oferta, con más de 40000 t/año. Los usos de esta serían idénticos a los de la biomasa forestal debido a sus características.

Figura 21: Distribución territorial de la biomasa agrícola
(Fuente: VAERSA)



	Forestal residual	Forestal total	Residual agrícola
Tonelada/año	5 388	7 808	53 848
TEP/año	2 383	3 453	22 517

Tabla 11: Tabla resumen recurso disponible biomasa

La tabla anterior muestra los datos exactos recolectados de la comarca en cuestión, haciendo de esta un lugar destacable en materia utilizable. Por otro lado, el documento de donde se ha extraído la información ofrece el nombre de empresas pertenecientes a diferentes sectores propios de esta energía. Entre ellas se encuentran varias en la localidad de Vinaròs, dedicadas a la recepción, tratamiento y almacenamiento de la biomasa.

Por lo que, se puede establecer que habrá un proveedor de pellets cercano al centro educativo. Obteniendo un combustible renovable y apto para la caldera de biomasa.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Como se ha explicado en la solución técnica de la energía solar térmica, la biomasa se integra en la instalación como sistema de apoyo a la energía anterior.

Este sistema auxiliar consistirá en una caldera de pellets de 160 kW de potencia cuyo fluido intercambiador será almacenado dentro de un depósito de inercia de 2500 litros. A su vez, este será el sistema que intercambie calor con el acumulador principal de la instalación, manteniendo así la temperatura necesaria. Por tanto, este sistema de apoyo está constituido por dos circuitos hidráulicos independientes cuyo núcleo de conexión es el depósito de inercia.

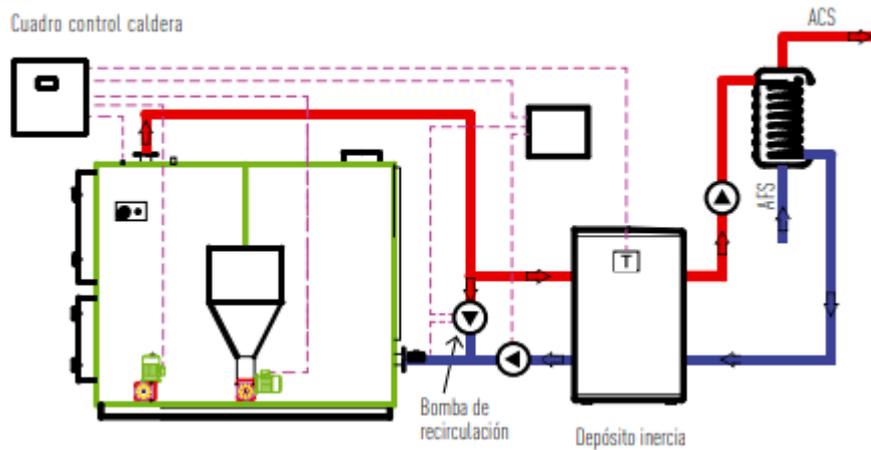


Figura 22: Esquema completo del sistema de apoyo
(Fuente: Catálogo técnico)

Se ha diseñado esta configuración con el objetivo de reducir el número de arranques de la caldera, la cual cuenta con un mayor gasto y menor rendimiento durante este proceso. La consigna del sistema de apoyo es mantener la temperatura en el acumulador a más de 60, por ese motivo el depósito de inercia contendrá agua a 80° y la caldera se accionará cuando esta baje a 63°. proceso regulado por el sistema de control TELE MANAGER.

Todos los elementos y características fundamentales para la instalación se desarrollan en el punto **Sistema de apoyo - Instalación de Biomasa (1.10.5)** y se justifican en el **Anexo: Cálculos Justificativos [7, 9]**.

1.9 Instalación de climatización

Barajando la cantidad ingente de opciones para climatización, actualmente, los sistemas que mejor relación confort/consumo energético ofrecen son los sistemas radiantes de baja temperatura; si además se alimentan de una fuente renovable, la eficiencia energética es mucho mayor.

Como se ha indicado anteriormente, la solución técnica es una instalación climatizadora por suelo radiante/refrescante alimentada por una bomba de calor geotérmica reversible. Esta última, extrae la energía térmica necesaria de una instalación geotérmica a través de sondas verticales situadas al sur del edificio.

La instalación está formada por dos circuitos hidráulicos divididos por un separador hidráulico: el acumulador de inercia, evitando así interferencias entre ambos.

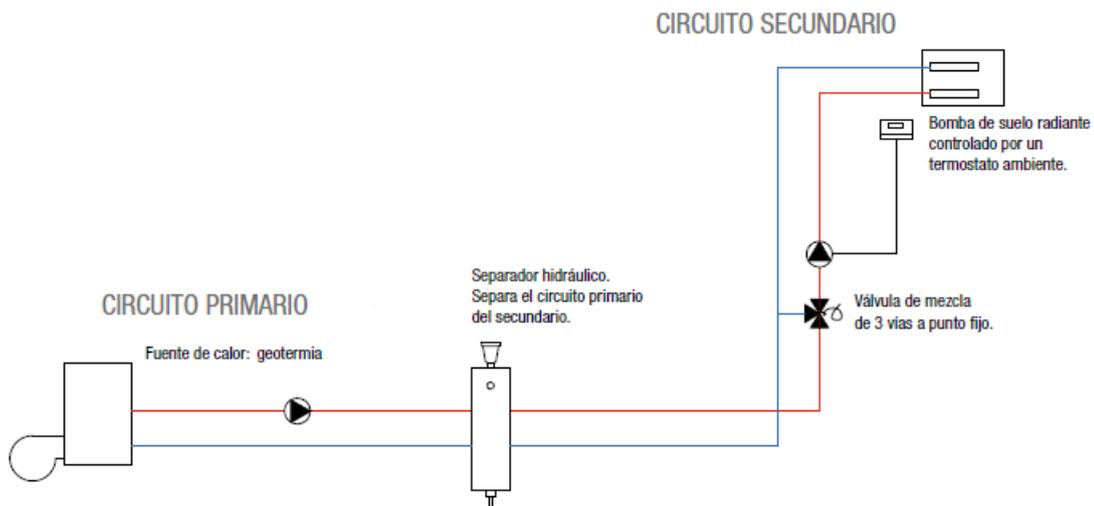


Figura 23: Circuitos primario y secundario hidráulicos de la instalación de climatización
(Fuente: Catálogo técnico ENERTRES)

A continuación, se exponen los circuitos que conforman la totalidad de la instalación y también se incide en sus características y elementos. El separador hidráulico se incorporará en el circuito primario, donde se describirá.

1.9.1 Circuito primario - Instalación geotérmica

La instalación geotérmica diseñada actuará como medio intercambiador de calor entre el terreno, fuente de calor, y la instalación climatizadora. Además, uno de los factores más relevantes para concluir la idoneidad de esta fuente para climatización, es que el principio de funcionamiento bajo el que trabaja no es constante, sino estacional.

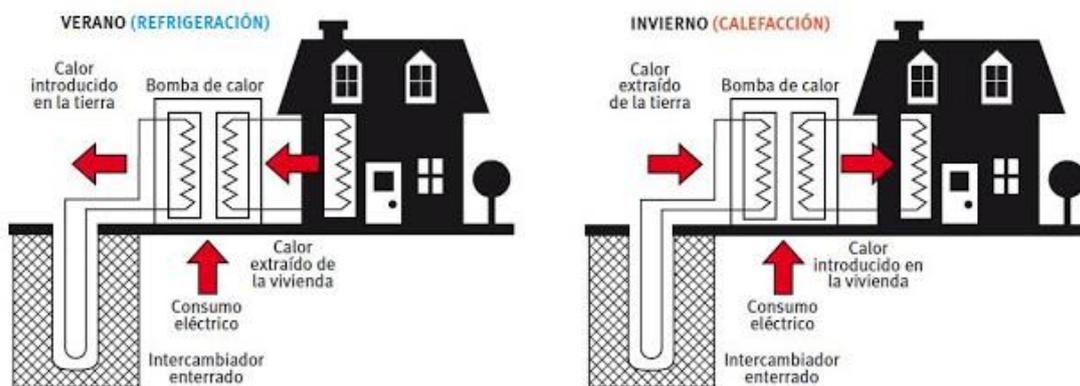


Figura 24: Funcionamiento estacional e intercambio de focos térmicos.
(Fuente: IDAE)

En invierno el terreno actuará como foco caliente, y el fluido caloportador que se introduzca en las sondas extraerá calor de él, ya que su temperatura es mayor a la del exterior del recinto; en cambio, durante la época estival, el mismo terreno, a una temperatura prácticamente imperturbable, actuará como foco frío, porque en este caso su temperatura será menor a la del ambiente. La imagen siguiente ayuda a esquematizar este funcionamiento visualizando la dirección del intercambio de calor.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

El hecho de modificar los focos y, por ende, el funcionamiento técnico del intercambiador es posible únicamente si se emplea una bomba de calor geotérmica reversible (GHP). El modo en el que intercambia sus dos estados de funcionamiento se explica en detalle posteriormente.

Además, este principio de funcionamiento aporta, junto a las características físicas del recurso y las técnicas de la instalación una serie de ventajas a tener muy en cuenta. Algunas de ellas se exponen a continuación:

- **Recurso ininterrumpido.** Una de las pocas fuentes naturales renovables cuya disponibilidad es totalmente ilimitada. El ser totalmente independiente de la climatología y de factores meteorológicos oferta una energía continua, perpetua e inagotable.
- **Posibilidad de generar frío.** En las épocas más calurosas, el terreno se encuentra a menor temperatura que el ambiente. Por ese motivo este se puede usar como depósito receptor de calor y así refrigerar el espacio climatizado.
- **Equilibrio térmico.** El sistema de intercambio de focos, con la consiguiente cesión/absorción del calor en un mismo punto, favorece al terreno en el equilibrio de temperaturas. Es decir, durante la época estival se recuperaría la poca temperatura que se perdería en el terreno en invierno. De este modo, a lo largo de los años, no se deterioraría el recurso y su calidad, sino que se recompone cíclicamente.
- **Baja contaminación acústica y visual.** Este tipo de instalaciones no contienen ningún elemento visual en el exterior del espacio climatizado. Al no necesitar chimenea, como otros sistemas de combustión, ni unidades evaporadoras/condensadoras, que es el caso de la aerotermia, no se genera ruido ni ningún efecto visual que disturbe la estética de la edificación.
- **Larga vida útil.** Instalaciones tienen una vida útil de más de 50 años. Su periodo de amortización ronda los 6-7 años bajo un buen dimensionamiento, 1 200-2 000 h de trabajo, como es el caso. Puede que la GHP deba renovarse antes, pero este es el elemento menos costoso de la instalación.
- **Bajo coste de mantenimiento.** La única parte de la instalación accesible está conformada por los elementos en la sala de calderas. Estos, al no trabajar con ningún tipo de combustión, no necesitan un mantenimiento tan elevado. Además, el mercado ofrece buena calidad y garantía en el compresor de la bomba geotérmica, posiblemente el elemento más vulnerable. Esto supone un importante ahorro asociado a estos costes.
- **Ahorro importante.** Se cuenta con una fuente de energía renovable y perpetuamente disponible y gratuita, los sistemas con geotermia consumen en torno a un 70-80% menos otros sistemas para obtención de calefacción y frío.
- **Subvenciones.** En la actualidad, al tratarse de una energía renovable, el gobierno y, específicamente, la Generalitat Valencia ofrecen diferentes tipos de ayudas para fomentar su empleo. Entre ellas se hallan los préstamos con un 0 % de interés (*Financiación Bonificada*), que en algunos casos permiten financiar hasta el 50 % de la instalación; también es posible declararlas para deducir con el IRPF (*Deducciones fiscales para energías renovables*) e incluso, hay localidades que ofrecen bonificaciones del IBI.

Por estos motivos y ante un estudio favorable de las condiciones y recursos del terreno, es posible establecer que la geotermia es una muy buena solución para cubrir el aporte de climatización en el proyecto.

CÁLCULO

Para el diseño y dimensionamiento se ha recurrido al software de diseño de instalaciones CypeCAD Mep. Gracias a sus herramientas y aplicaciones ha sido posible la configuración completa de la instalación geotérmica y la posterior comprobación de su correcto funcionamiento a nivel físico y técnico.

En primer lugar, se deben introducir los datos de localización de la instalación, así el programa puede recurrir a sus bases de datos para obtener los valores climáticos y físicos externos. Una opción disponible, una vez introducida la ubicación, es la introducción manual de los parámetros necesarios para los cálculos térmicos y de disponibilidad del recurso. En esta ocasión, y ante la importancia de estos, se ha optado por emplear los datos obtenidos de fuentes ajenas a sus bases de datos. En el **Anexo: Documentos [5]** se puede visualizar una secuencia de imágenes con los pasos seguidos y los parámetros introducidos en el programa. En resumen, las temperaturas de diseño y ambientes, que se han evaluado mensualmente, se han obtenido de los valores medios históricos de la estación meteorológica de Vinaròs, cuya fuente de procesamiento es la AEMET. De la misma fuente se han obtenido los valores de humedad ambiental o de las ráfagas de viento. Por otro lado, los diferentes mapas elaborados por el IGME y el Estudio del Potencial Geológico de España han aportado la composición del terreno, y por ende, su conductividad y la temperatura media del terreno, datos de especial interés debido a la naturaleza de la instalación.

Tras este paso se deben introducir los diferentes componentes de la instalación geotérmica. El orden recomendado es el siguiente: sondas verticales, colectores, bomba geotérmica reversible y depósito de inercia y, por último, los conductos hidráulicos.

A la hora de diseñar el campo de sondas verticales surge un problema, variar su número es costoso informáticamente. Se debe a que para comprobar si el número de perforaciones es suficiente previamente se deben conectar todos los elementos y en el caso de que haya o bien un exceso o un déficit de longitud de intercambio se debe rehacer toda la instalación. Para evitar un exceso de tiempo probando aleatoriamente números de perforaciones, se realiza un cálculo orientativo previo. En el apartado **Anexo: Cálculos Justificativos [10]** se encuentran todos los detalles y así se consigue reducir notablemente el número de simulaciones necesarias antes de encontrar la más eficiente.

Tras este inconveniente solventado solo se deben instalar el resto de elemento y conectarlos. Es necesario tener en cuenta que el número máximo de entradas por colector es de 12 y que las características de la bomba geotérmica se deben introducir a mano, ya que el software no incorpora el modelo seleccionado. Además, para que el programa evalúe si la instalación será capaz de cubrir toda la demanda térmica, cuando se seleccione el tipo de bomba geotérmica, se deben introducir las demandas de calefacción y climatización mensuales. Así como las temperaturas de entrada en verano e invierno del agua a la GHP.

Tras conectar todos los elementos, habiendo seleccionado sus características, se procede al cálculo de la instalación. En este momento aparecerán los errores que pueda sufrir, por ejemplo, la necesidad de un equipo de bombeo. Uno que es frecuente es que el número de Reynolds sea inferior a 2300. En ese caso la velocidad del fluido debe elevarse. Para solucionarlo se puede o bien aumentar el caudal de la bomba o disminuir o las perforaciones o los diámetros de las conducciones; en todas las ocasiones que se ha materializado este error se ha procedido a disminuir el diámetro.

En la última simulación no deben parecer errores, solo entonces será posible la comprobación de eficiencia, de los presupuestos y los planos.

BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

La **bomba de calor geotérmica** es el dispositivo técnico principal de la instalación, es una máquina que cede y absorbe calor del terreno a través del conjunto tuberías enterradas. La máquina funciona aprovechando la ventaja de la temperatura constante del interior del suelo. En modo calefacción, el calor es extraído del terreno y bombeado hacia el suelo radiante del edificio; en cambio, en modo refrigeración, el calor se extrae del edificio y se disipa por el terreno. Para que sean posibles las dos alternativas: cesión/absorción del calor, debe emplearse una bomba de calor geotérmica reversible. En caso contrario, solo actúa en modo hibernal.

Mecánicamente está compuesta por un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de expansión. Al cambiar el modo, calefacción- refrigeración, el evaporador y el condensador invierten su funcionamiento, e intercambian calor con focos diferentes.

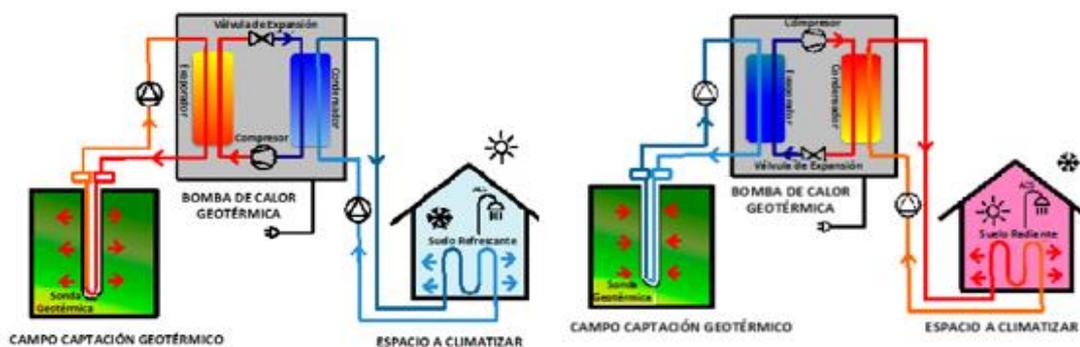


Figura 25: Funcionamiento reversible de la bomba de calor geotérmica reversible (Fuente: IDAE)

En la figura anterior se visualiza claramente como varían los focos según el modo de funcionamiento y el intercambio de trabajo de los elementos. Además, se debe destacar que cuenta con un alto rendimiento térmico; justificado porque la diferencia de temperatura entre el foco frío y el caliente es reducida, por lo que el ciclo se acerca más al comportamiento ideal.

Finalmente, siendo consecuente con las cargas máximas de calefacción y refrigeración (262,89 kW y 170,02) y las demandas mensuales, introducidas en las necesidades térmicas, se ha seleccionado una **bomba de calor geotérmica reversible de la marca ENERTRES, modelo TERRA SW MAX** cuyas características son las siguientes:

MARCA	ENERTRES	
MODELO	TERRA SW MAX	
Potencia cal.	KW	275,59
Potencia ref.	KW	262,5
Temp máx imp.	°	62
COP		5,61
EER		4,39
Refrigerante		R410a

Tabla 12: Características GHP



Figura 26: Bomba de calor geotérmica reversible (Fuente: Ficha Técnica ENERTRES)

Pese al exceso en potencia refrigerante, el modelo es adecuado por la capacidad de potencia en calefacción y por las características de los ensayos de terrenos. Es decir, los parámetros contemplados en las pruebas de funcionamiento se asemejan bastante a las condiciones reales: Máxima temperatura de calefacción (35°) y temperatura extracción terreno (10°). además, la segunda cuenta con un valor menor en el ensayo que en la realidad, por lo que funcionará más eficientemente.

Por último, para el correcto diseño y un mejor cálculo y comprobación de la instalación se establecen las temperaturas de entrada y salida de la bomba. Se recomienda una temperatura de entrada a la bomba geotérmica de 5-10° menor a la del terreno para invierno y 10-20° mayor en época estival. Debido a este motivo las temperaturas consideradas son de 16° y 20°, valorando un salto térmico de 7,5 °. Por indicación del software ese suele ser menor (5°), pero para simular una situación más real se varia.

Modelo
TERRA SW Max 170

Descripción
Sin calificación energética debido a sus altas potencias (no es obligatorio por Norma). Con refrigerante R410A

Datos técnicos Geometría

Circuito interior de climatización

Agua fría	Agua caliente
Potencia frigorífica: 262.50 kW	Potencia calorífica: 275.59 kW
Temperatura de impulsión: 18.00 °C	Temperatura de impulsión: 35.00 °C
Temperatura de retorno: 22.00 °C	Temperatura de retorno: 30.00 °C

Con grupo hidráulico Sin grupo hidráulico

Agua fría	Agua caliente
Pérdida de carga: 30.00 kPa	Pérdida de carga: 30.00 kPa

Circuito de geotermia

Ciclo de refrigeración	Ciclo de calefacción
EER: 4.39	COP: 5.61
Temperatura de entrada a la bomba de calor: 16.00 °C	Temperatura de entrada a la bomba de calor: 20.00 °C

Con grupo hidráulico Sin grupo hidráulico

Agua fría	Agua caliente
Pérdida de carga: 50.00 kPa	Pérdida de carga: 50.00 kPa

Cálculo acústico

Potencia sonora: 40.00 dBA

Carga eléctrica

Potencia nominal: 38.00 kW
Intensidad absorbida: 50.00 A
Tensión: Monofásica Trifásica

Figura 27: Captura características técnicas bomba geotérmica de calor reversible (GHP) (Fuente: CypeCAD Mep)

Se destaca que ante la incompatibilidad de los equipos ofertados por el programa para con la potencia climatizadora necesaria, se ha seleccionado un modelo independiente. Sus características técnicas se han incorporado manualmente al software para su procesamiento y cálculo. Algunas de ellas aparecen en la imagen anterior.

SONDAS

En la instalación diseñada, el sistema de intercambio está conformado por sondas verticales. Se emplean tuberías plásticas que se introducen en la tierra hasta 150 metros de profundidad. A partir de esa profundidad el rendimiento de la instalación decrece, al igual que la eficiencia. Entre ellas existen diferentes modelos y configuraciones; la empleada en este caso ha sido una tubería vertical en doble U con conexión en paralelo. Además, las tuberías se han distribuido de manera que se consigue retorno invertido y, por tanto, un sistema equilibrado.

En conjunto, el campo geotérmico está formado por 28 sondas geotérmicas verticales con tubería de doble U separadas 7 metros entre ellas y con una profundidad de 122 m. El software dio por bueno este sistema tras 5 pruebas, en las cuales se fue aumentando el número de perforaciones. La longitud necesaria de intercambio para cubrir las necesidades térmicas del edificio, valorando las condiciones del terreno, se establece en 3 414,6 metros. Los cálculos de la aplicación Climatización de CypeCAD Mep contemplan la siguiente operación:

$$L_H = \frac{q_{h,H}R_b + q_a R_{10y} + q_{m,H}R_{1m} + q_{h,H}R_{6h}F_{SC}}{T_m - (T_g + T_p)}$$

Donde:

LH = Longitud intercambiador de calor geotérmico

qh,H = Potencia térmica máxima horaria transferida al terreno

qa = Potencia térmica neta anual transferida al terreno

qm,H = Potencia térmica transferida al terreno en el mes más desfavorable

Rb = Resistencia térmica equivalente de la perforación

R10y = Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor de 10 años

R1m = Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor mensual

R6h = Resistencia térmica efectiva del terreno para un pulso de calor de 6 horas

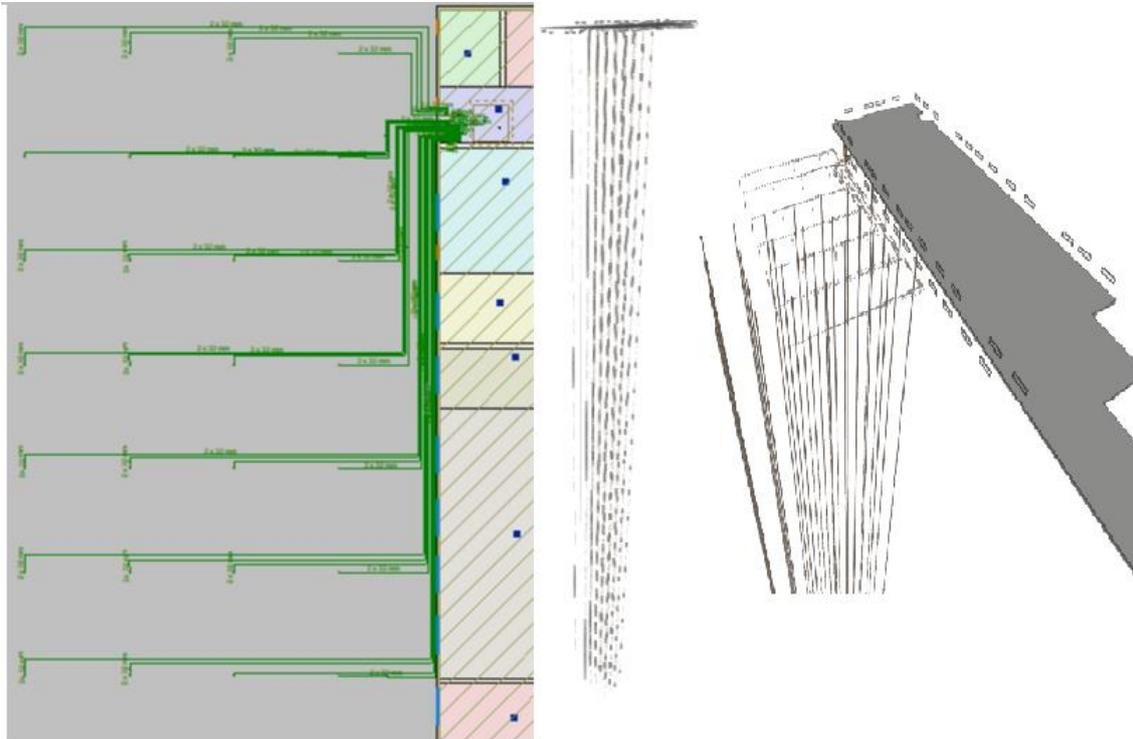
FSC = Factor de pérdida por cortocircuito térmico

Tm = Temperatura media del fluido en la perforación

Tg = Temperatura no perturbada

Tp = Temperatura de penalización, efecto de interacción entre perforaciones adyacentes

Por lo que la solución alcanzada es la que contempla un menor número de perforaciones, otra opción hubiera sido reducir la longitud de perforación y aumentar el número de sondas. En ese caso, después de simular ambas opciones, se llega a la conclusión de que el precio se ve considerablemente aumentado.



*Figura 28: Capturas distribución sondas geotérmicas
(Fuente: CypeCAD Mep)*

En la imagen anterior se aprecia la distribución final, siete filas con 4 perforaciones en cada una, las más cercanas al edificio se sitúan a 16 metros de este. Del mismo modo, se facilita la visualización del sistema de sondeo completo en 3D.

El material para rellenar tanto la envolvente de las sondas como los espacios libres manipulados, es tierra de la misma perforación. Se procede así debido a las buenas cualidades de conductividad térmica y humedad del terreno y se compactará con pistón vibrante. Se emplean sondas dobles con 4 tubos de polietileno reticulado (PE-Xa), por defecto la marca ofertada y más competitiva ha sido UPONOR, en su modelo Geo Vertis. Por seguridad, aunque no es excesivamente necesario, debido a la localización, se emplea un fluido compuesto por agua-monopropilenglicol al 25%. Los diámetros y distancias, así como la geometría se visualizan en la siguiente figura.

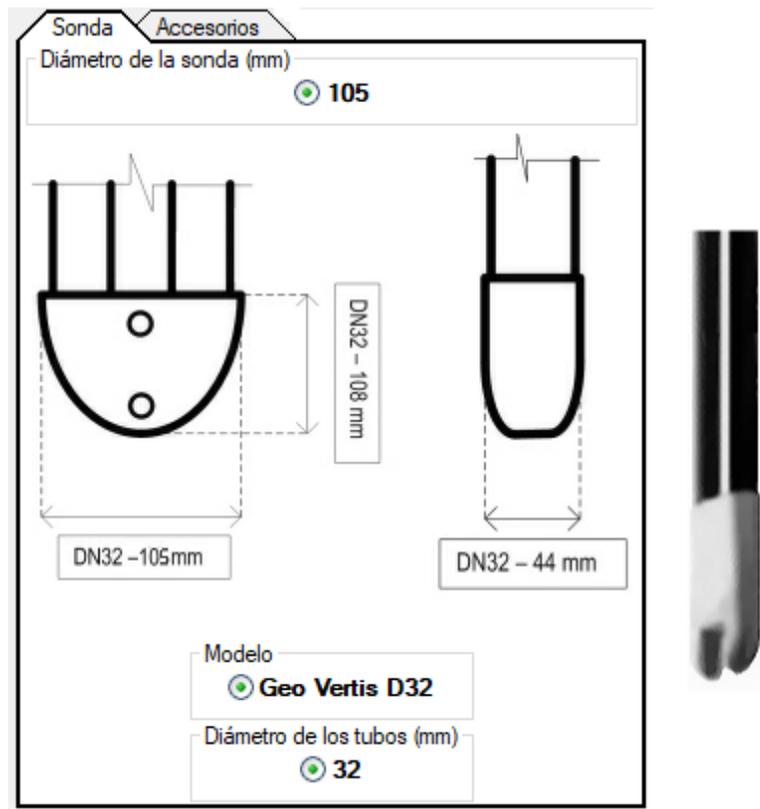


Figura 29: Captura características técnicas sondas geotérmicas verticales
(Fuente: CypeCAD Mep)

COLECTORES

Los tres colectores de la instalación se ubican en la sala de máquinas, junto al resto de elementos de la instalación geotérmica. Este elemento se encarga de la distribución homogénea hacia la bomba de calor. Para un ahorro en costes, se han seleccionado 2 colectores con entrada de 12 circuitos y un tercero con 4 conexiones únicamente, así se completa la distribución de las 28 sondas.

Los colectores Uponor empleados se caracterizan por su alta calidad, debido a la utilización de plásticos técnicos en su fabricación, sus características los hacen idóneos para instalaciones de climatización geotérmica. Están fabricados en polietileno de alta densidad (PE-100 16 AT) y son resistentes a la oxidación, abrasión y agentes químicos, así como los impactos (golpes de ariete). Además, para facilitar su escaso mantenimiento cuentan con poco peso.



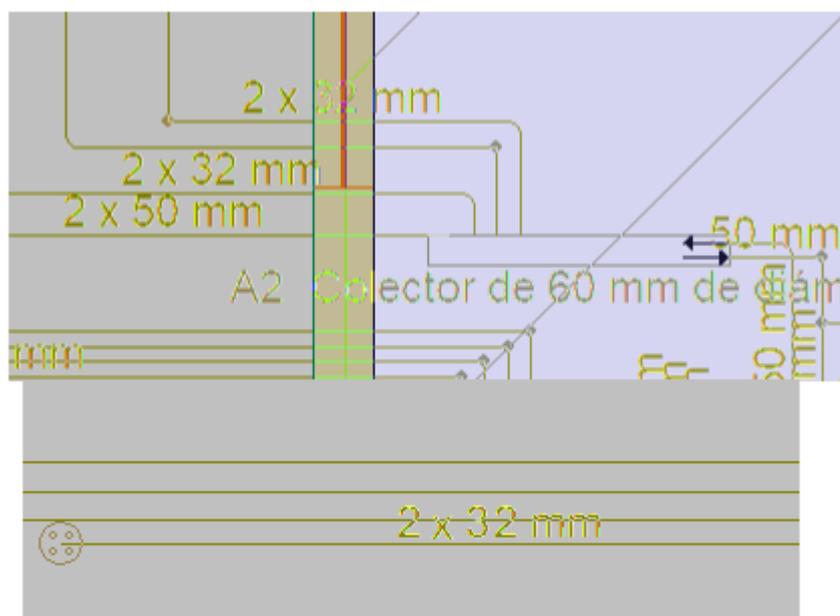
Figura 30: Colector hidráulico geotérmico
(Fuente: CypeCAD Mep)

CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMARIO

Todas las tuberías exteriores se situarán en zanjas; estas contendrán la instalación de ramales de conexiones de las ida y retorno de las sondas verticales y con el colector de distribución.

El proceso de instalación consiste en abrir las zanjas y limpiarlas, eliminando rocas o cantos punzantes. Sobre el fondo se colocará la tubería, y después se rellenará toda la zanja con la tierra previamente extraída; esta habrá sido triada para evitar posibles elementos que dañen los conductos los tubos. Para alcanzar una mayor compactación y así mayor transmisión, cada pocos centímetros se prensará la tierra. Aunque no esté prohibido, se recomienda no ubicar las tuberías cerca de otros servicios; como el diseño de la instalación se realiza previa construcción, este hecho se tendrá en cuenta en la arquitectura final del edificio

Este conjunto de tuberías finaliza en los colectores, como muestra la Figura 31; ya dentro del edificio los conductos deben unir el grupo de colectores, conectados en paralelo, con el final del circuito hidráulico. En esta sala se localizarán el equipo de bombeo y vaso de expansión, elementos previos a la bomba y al elemento separador. No se debe olvidar las válvulas de corte, de seguridad y antirretorno esenciales para el perfecto funcionamiento de la instalación. Todos ellos forman parte de la mayoría de instalaciones hidráulicas, así que, para evitar la repetición de cada uno de ellos, su funcionamiento se irá exponiendo a lo largo de la memoria y los cálculos de sus dimensiones se adjuntan en el **Anexo: Cálculos justificativos [7,1]**.



*Figura 31: Capturas sistema de tuberías hidráulicas (sonda geotérmica-colector)
(Fuente: CypeCAD Mep)*

DEPÓSITO DE INERCIA

La función básica y principal del depósito de inercia en esta instalación es actuar como elemento separador hidráulico, así se elimina cualquier sobrepresión, desequilibrio hidráulico o solapamiento entre las bombas. Con él se independizan los dos circuitos hidráulicos de la instalación de climatización.

Además, aporta a la instalación un factor extra, estos son empleados para dar suministro al circuito de climatización. Almacenan el agua y su energía calorífica después de ser calentada por la bomba de calor, teniendo así acceso al agua caliente siempre que sea necesario. Otra de sus ventajas es que permiten abastecer cualquier instalación en momentos de alta demanda térmica.

MARCA	FERGO	
MODELO	VSDN-4000	
Volumen	litros	4 000
Material	Acero teflonado	
T máx	°	70
P. máx	bar	6
Aislante	Poliuretano flexible	

Tabla 13: Características depósito de inercia.

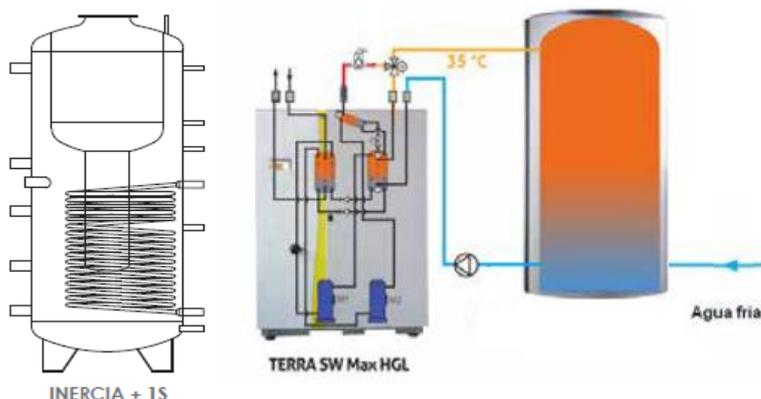


Figura 32: Depósito de inercia (Fuente: Ficha técnica FERGO)

Para un correcto funcionamiento se recomienda que la disponibilidad de este se encuentre entre los 15-30 l por cada kW instalado, es por ese motivo que el **depósito de inercia de la instalación es de 4 000 litros de la marca FERGO**.

En conjunto y finalmente, la mayoría de elementos, a excepción de las sondas y las tuberías exteriores, se ubican en la sala de máquinas. Por lo que, esta dispondrá de una pared libre para la ubicación de la bomba de calor y los colectores de entrada y salida con todos sus elementos, colocados en el suelo.

Tanto la bomba de calor como los colectores y accesorios deberán quedar accesibles para trabajos de mantenimiento y reparaciones, dejando como mínimo las distancias especificadas en el catálogo del fabricante de la bomba de calor. En general se buscará cumplir con todo lo especificado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

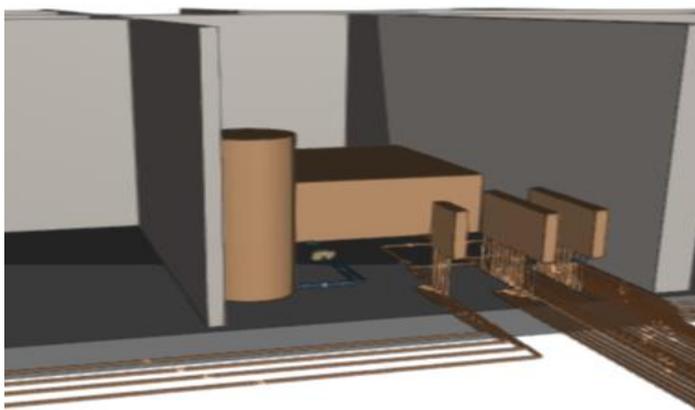


Figura 33: Captura simulación sala de máquinas (Fuente: CypeCAD Mep)

1.9.2 Circuito secundario – Instalación suelo radiante/refrescante

El funcionamiento de un sistema de calefacción/refrigeración a través de áreas radiantes consiste en impulsar agua a temperatura media, más o menos elevada según el modo en el que actúe, mediante circuitos de tuberías distribuidos a lo largo de los espacios climatizados.

Dichos circuitos se colocan encima de un aislante térmico y se recubren por una capa de mortero cemento, material que favorece la transmisión de calor. Por último, este se recubre con el pavimento final, con posibilidad de utilizar cerámica, linóleo, madera u otros.

Gracias a este funcionamiento, el sistema presenta una gran cantidad de ventajas frente a otras opciones de climatización, algunas de ellas se exponen a continuación:

- **Mejora del confort térmico.** Se debe a que se considera que el intercambio ideal en el proceso regulador de energía entre una persona y su entorno es, en un 50%, por radiación, tal y como funciona mayoritariamente este sistema. Por lo que es más agradable que transmitir por aire caliente.
- **Menor necesidad de energía.** Al trabajar a bajas temperaturas, la energía térmica necesaria para alcanzarlas (40°) es menor. La aerotermia y la geotermia son buenas fuentes de alimentación. También influye el hecho de que el aire, al tener menor densidad y mayor volumen supone más trabajo de calentamiento que el agua del circuito radiante.
- **Reducción de las emisiones de CO2.** Beneficio ligado a un menor consumo en la instalación. En conjunto, ambos factores ayudan a obtener una mejor certificación energética.
- **Homogeneidad de temperatura.** Como la superficie de instalación, en este caso, es el suelo, se consigue una gran área de intercambio que favorece la homogeneidad del ambiente.
- **Ausencia de corrientes de aire.** Debido a la homogeneidad ambiental la diferencia de temperatura entre este y la superficie radiante es pequeña y por tanto los movimientos provocados por la convección poco notables. Además, ni se genera, ni se impulsa polvo en el espacio.

Todas estas características hacen que la combinación geotermia y suelo radiante/refrescante sea una de las opciones de climatización con mayor eficiencia energética.

CÁLCULO

En este caso, al igual que la instalación geotérmica, el diseño y dimensionado se realiza a través del programa CypeCAD Mep. Partiendo de unas consideraciones previas se distribuyen los elementos y se trazan las tuberías sobre la construcción, y una vez conectados, el programa procede con su Cálculo.

En primer lugar, a la hora de diseñar los circuitos de radiación de cada espacio es muy importante la planificación de su distribución; la longitud de dichos circuitos es un factor que tener muy en cuenta a la hora del dimensionamiento, debido al efecto

sobre el sistema de impulsión, las pérdidas de carga ,etc... Un diseño sin planteamiento previo puede provocar un exceso de trabajo corrigiendo los errores de funcionamiento.

Por otro lado, para poder implementar sistemas de suelo radiante, en este software, se debe indicar previamente que el suelo lo contiene y, al mismo tiempo, definir sus componentes. Esta instalación diferencia en los tipos de pavimentos según sea un aula o aseos y vestuarios, sus características se exponen más adelante.

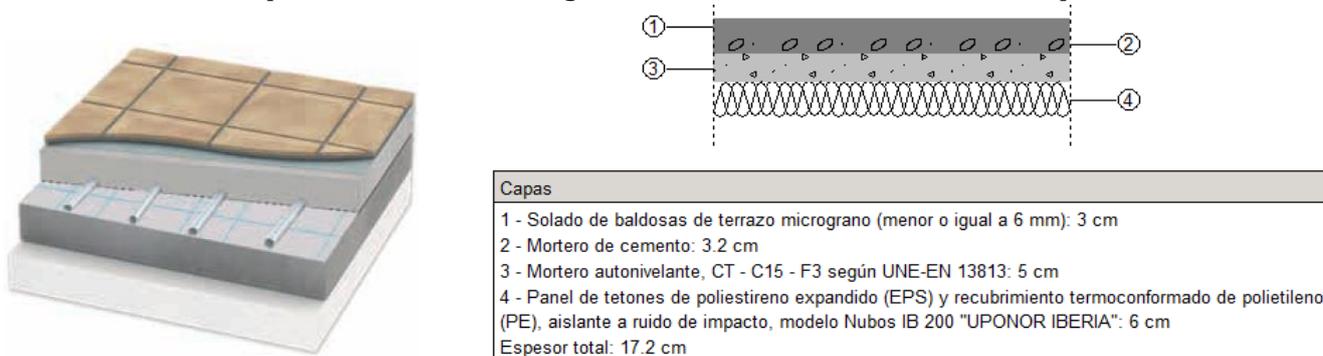
Tras estas consideraciones iniciales, el proceso es sencillo, se colocan los circuitos radiantes/refrescantes, se seleccionan los diferentes colectores, el número de entradas que tendrá y su ubicación. A continuación, se selecciona una bomba de calor geotérmica reversible cuya potencia calor/frío cubra la demanda del edificio. Por último, se conectan los circuitos a los colectores y estos a la bomba y se Calcula la instalación. Cabe destacar que el programa solo realizará dicho cálculo si los elementos son correctos en características y valores y no hay errores asociados.

Entre los diversos errores, por ejemplo, puede que se necesite un sistema hidráulico de impulsión si el equipo no dispone de él; o puede que un circuito sea demasiado largo y se deba dividir la zona en dos o más circuitos.

Como consideraciones especiales, en este diseño no se cubre con suelo radiante la zona de duchas o aseos, el almacén o los pasillos. Estos últimos albergan bajo su pavimento las tuberías de distribución que conectan los circuitos con los colectores y estos con la GHP. Los documentos generados por el software tras su dimensionamiento se localizan en el apartado **Anexo: Documentos [6]**.

PANEL

Las capas que constituyen la totalidad del suelo radiante se escogen por su función específica con el fin de lograr una transmisión lo más eficiente posible.



*Figura 34: Composición panel suelo radiante/refrescante
(Fuente: CypeCAD Mep)*

Para evitar la transferencia de calor hacia el forjado, los tubos se sitúan sobre la **plancha aislante**. Es uno de los elementos más importantes ya que sujeta y distribuye el circuito. Además, favorece la disminución de la temperatura de impulsión, gracias al aislamiento que ofrece. Se ha empleado un panel de tetones Nubos IB de 60 mm de espesor.

Como ya se ha indicado, sobre esta se coloca el circuito de tubos plásticos radiantes, este se detallará en el siguiente punto.

La siguiente capa, el **mortero**, es el emisor final del suelo radiante. Previo a su vertido se habrá realizado una prueba de presión, a 6 bar mínimos, para comprobar que no hay ninguna fuga; como se establece en la UNE EN 1264. Según normativa, se exige un espesor mínimo de 45 mm por encima del tubo, en la instalación el empleado conforma una capa de mortero autonivelente de cemento con un espesor de 50mm

Para evitar las pérdidas de calor hacia estancias no calefactadas y absorber las dilataciones se emplea un **zócalo perimetral** de 10 mm de altura, modelo Magna. Además, como las zonas calefactadas son de más de 40 m² en su mayoría, la cinta perimetral no es capaz de absorber todas las dilataciones, por lo que se emplean también **juntas de dilatación**.

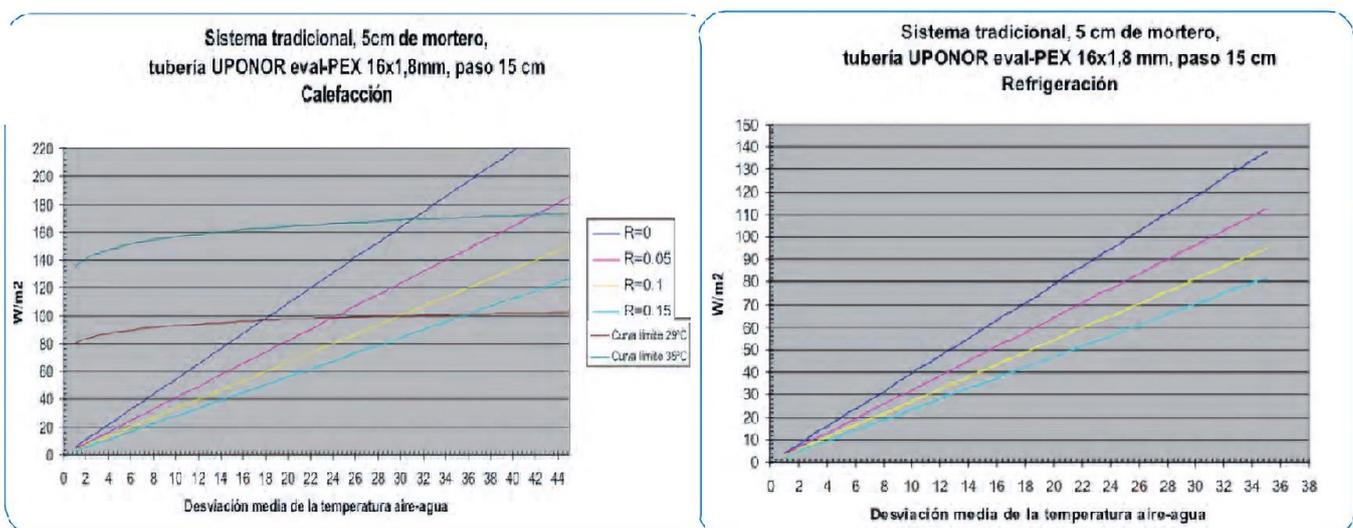
La **capa superior** es de un material u otro según se trate de una estancia normal o de un aseo/vestuario. Las primeras se acaban con baldosas de terrazo micrograno, mientras que las segundas son de baldosas cerámicas de gres porcelánico.

Por último, hay que mencionar que, en las zonas calefactadas de la planta baja, al estar en contacto con el terreno, se ha dispuesto una capa de **film antivapor**; su función es actuar de barrera, evitando las humedades que pueden filtrarse a través del forjado.

CIRCUITOS

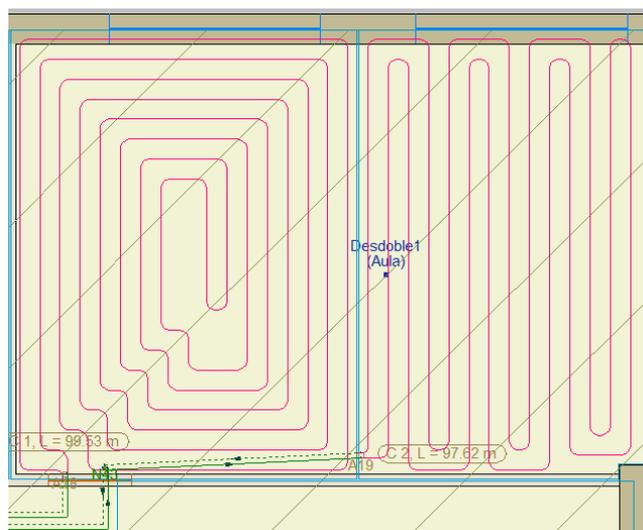
El circuito de tubos está formado por tuberías de PEX con barrera de oxígeno y capa de protección, modelo **Confort Pipe** de 20mm. Se ha seleccionado este modelo para cumplir que, tanto los tubos de los circuitos como los que unen el generador y el colector, tengan barrera anti-difusión de oxígeno, conforme a la UNE EN 1264.

Por otro lado, el tipo de instalación delimita el paso entre tuberías. Su valor medio suele situarse entre 15 y 20 cm, pero al tratarse de un suelo con producción de frío este se ve limitado a 15 cm, para evitar condensaciones. En los baños y vestuarios, comprobando siempre que se cubra la carga de calefacción, se ha optado por un paso de 20cm.



*Figura 35: Curvas características limites suelo climatizado paso 15 cm
(Fuente: Guía técnica del suelo radiante Uponor)*

El diseño de los circuitos es un paso muy importante y a la hora de distribuirlos dentro de una superficie, y se deben tener en cuenta algunas consideraciones. Por ejemplo, la longitud del circuito no puede ser mayor a 200 m, por tratarse de una instalación de sector terciario. Las pérdidas de carga en cada uno de ellos deben ser menores a 400 Pa/m, en caso superior, el programa detecta error y no calcula la instalación completa. Para solucionar estos errores una de las opciones sería aumentar el paso, pero al estar limitado a 15 cm por su función frío/calor se ha recurrido a variar el tipo de circuito de espiral a doble serpentín. Como se muestra en la siguiente imagen, para una misma superficie, la longitud del circuito de serpentín es menor.



*Figura 36: Captura circuitos radiantes
(Fuente: CypeCAD Mep)*

Por otro lado, para la conexión de los circuitos a los colectores y la de estos a la unidad productora se utilizan tuberías horizontales en una misma planta, y conductos verticales desde la planta baja a la primera. Todas ellas están compuestas de polietileno reticulado con barrera de oxígeno y capa de protección, al igual que los tubos de suelo radiante. Su diámetro varía entre los 40 y los 62 mm en función de las condiciones técnicas de la instalación.

En el **Anexo: Documentos [6]** se presenta el documento de resultados expedido por CYPECAD Mep donde se caracteriza la instalación y se justifica el proceso y método de cálculo. En las tablas resumen que aparecen en este capítulo se muestra el número de colectores y los circuitos asociados a ellos y a las estancias, así como el paso, la longitud, el diámetro, la potencia térmica que consiguen y, por ende, conociendo la superficie que abarcan, la densidad térmica. Por otro lado, en los **Planos [9, 10]** se visualiza la instalación al detalle.

COLECTORES

El colector es el elemento que distribuye los caudales de calefacción/refrigeración exactos de impulsión y retorno para cada uno de sus circuitos. Opera con caudales variables en función de la temperatura de operación designada a cada uno de los circuitos. La temperatura de impulsión es igual en para todos los circuitos que alimenta un mismo colector, pero la de retorno puede ser diferente.

En esta instalación se han seleccionado colectores industriales modelo Magna de Uponor con un máximo de 12 salidas, dependiendo del número de circuitos a conectar. Estos están dotados de detentores y caudalímetros y se colocan dentro de un armario que los protege y aísla frente al ruido por la circulación de los fluidos. Se han situado a unos 40 cm del suelo y ubicado en sitios estratégicos, en el almacén, huecos de escalera o armarios. Para evitar manipulación o desprendimiento se fijarán a los tabiques. En total la instalación cuenta con 8 colectores, 4 en la planta baja y 4 en la primera. La siguiente tabla clasifica todos los circuitos de la instalación según su trazado y por colector.

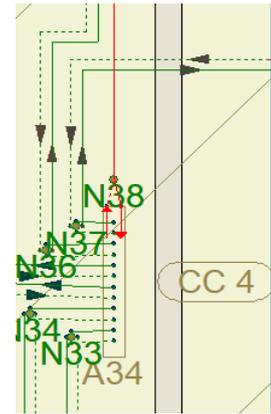


Figura 37: Captura conexión hidráulica circuitos radiante a colector (Fuente: CypeCAD Mep)

	Conjunto de recintos	Colector	Circuito	Trazado		Conjunto de recintos	Colector	Circuito	Trazado							
Planta Baja	Desdoble 2	CC1	C1	Doble	Primera planta	Lab. Ciencias	CC5	C1	Doble							
	Desdoble 1		C2	Serpentín		C2		Serpentín								
	Aula 1		C3	Espiral		WC1		C3	CC6	C3	WC2	C4	Espiral			
			C4					C4		Espiral						
	Aula 2		C5			WC no doc.		Taller Tecno 1		C5	S. Tecno	C5	S. Ciencia	C6	Doble	
			C6							C6		Serpentín				
	Vest. Limp.		C7			Doble		C7		Serpentín	C7	Espiral	Lab. FyQ 1	C8	Doble	
	Aula 3		C8			Serpentín		C8		Serpentín	C8			Serpentín		Taller Tecno 2
		C1	CC2			S. Tecno		C9		Aula Música 1	C9	Aula Música 1	C10			
	C2	C10						Espiral			C10		Aula Plástica 1			C11
	Aula 4	C3		Espiral		Lab. FyQ 1	C11	Aula Plástica 2		C11	S. Música	C1				CC7
		C4					C12			Aula Música 2		C2	Aula Música 2			
	Aula Informática	C5				Taller Tecno 2	Lab. FyQ 2	C12	S. Plástica		C3	S. Plástica				C3
		C6						C1		Aula Plástica 2	C4		Aula Plástica 2			C4
	Aula 5	C7				Doble	Aula Música 1	C2	Aula Plástica 2		C5	Aula Plástica 2				C5
		C8						Serpentín		C3	Biblioteca		C6			Biblioteca
	Aula 6	C9	Espiral			Aula Plástica 1	C4	Biblioteca	C7	Biblioteca		C7	Espiral			
		C1					CC3		S. Música		C5	Biblioteca				C8
	RACK3	C2	Doble	S. Música		C6		Biblioteca		C8	Biblioteca		C8			
		C3				Serpentín	C7		Biblioteca	C8						
Reprografía	C4	Espiral	Aula Plástica 1	C8	Biblioteca	C8	Biblioteca	C8								
AMPA	C5			CC4		Aula Plástica 1		C1	Biblioteca	C8	Biblioteca	C8				
WC1	C6	Doble	Aula Plástica 1		C2		Biblioteca	C8		Biblioteca		C8				
WC2	C7			Serpentín	C3	Biblioteca		C8	Biblioteca		C8					
Aula Polivalent	C8	Espiral	S. Música	C4	Biblioteca		C8	Biblioteca		C8						
	C9			Doble		Aula Plástica 1	C5		Biblioteca	C8	Biblioteca	C8				
Cafetería	C1	CC4	S. Música		C6		Biblioteca	C8		Biblioteca		C8				
	C2			Doble	Aula Plástica 1	C7		Biblioteca	C8		Biblioteca	C8				
C3	Serpentín	C8	Biblioteca			C8	Biblioteca		C8							
C4	Espiral	Aula Plástica 1		C8	Biblioteca	C8		Biblioteca	C8							
C5			Doble	Aula Plástica 1		C8	Biblioteca		C8	Biblioteca	C8					
C6	Serpentín	C8			Biblioteca	C8		Biblioteca	C8							

Tabla 14: Cuadro resumen distribución y características circuitos radiantes

REGULACIÓN

En las instalaciones de suelo radiante de grandes dimensiones, como es el caso, es muy importante un sistema de regulación y control. Este es el encargado de modular las temperaturas de los diferentes caudales para satisfacer la demanda y alcanzar el confort térmico en cada una de las estancias. En la tabla 15 se ven las temperaturas de impulsión de cada colector.

	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8
$\theta_{v \text{ cal}} (^{\circ})$	39,4	39,4	37,2	36,5	39,4	38,4	37,1	36,1
$\theta_{v \text{ ref}} (^{\circ})$	15,6	14,8	13,9	13,8	15,8	15,1	13,9	13,8

Tabla 15: Temperaturas impulsión de calefacción y refrigeración por colector

Si en alguna ocasión la GHB genera más temperatura de la necesaria en los circuitos, esta debe reducirse. El proceso que lo regula es el mezclado; en él se utiliza el retorno para generar una mezcla y reducir así la temperatura del fluido de impulsión.

El sistema empleado clasifica como regulación modulante de 3 puntos, gestionando un reparto de agua a nivel colector, **marca ALB**. Mediante este tipo de control es posible regular diferentes condiciones interiores de climatización en distintos espacios. El equipo está formado por válvulas mezcladoras cuya acción se regula desde la centralita. En ella se realizan los cálculos de la temperatura de impulsión a partir de las sondas térmicas: una exterior, una interior (en cada uno de los termostatos) y otra de humedad. Esta última es de especial interés cuando la instalación funciona en modo refrigeración, para evitar condensaciones.

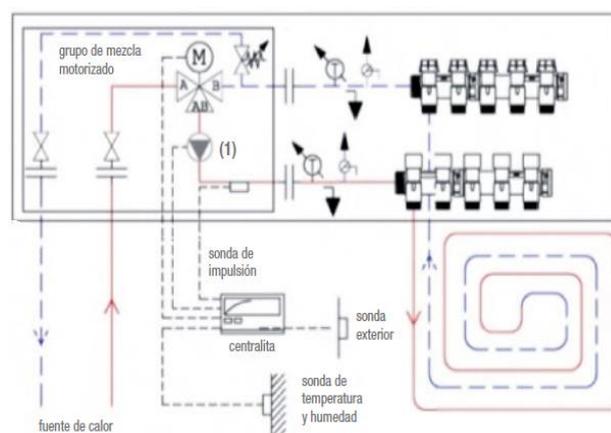


Figura 38: Esquema sistema de control
(Fuente: CypeCAD Mep)

Gracias a este sistema es posible ofrecer a los usuarios un confort particularizado en función de la estancia en la que se encuentren. Además, al tratarse de un sistema centralizado, cuyas consignas de temperaturas límites se fijan en función de las recomendaciones generales, la eficiencia global de la instalación crece. Haciendo del suelo radiante refrescante la mejor opción de climatización.

La Tabla 17, a continuación, se muestra para poder contemplar resumidas las características técnicas de la instalación. Para más detalle, como se ha indicado anteriormente, consultar el **Anexo: Documentos [6]**.

	Colector	Circuito	S (m ²)	Paso (cm)	Q cal (W)	Q ref (W)	\dot{m} cal (l/h)	\dot{m} ref (l/h)	Long (m)	q cal (W/m ²)	q ref (W/m ²)
Planta Baja	1	C1	25	15	2 250	683	250,01	250,32	167	90,00	27,30
		C2	25		2 418	962	254,20	290,45	167	96,70	38,50
		C3	27,5		2 526	1 006	571,51	572,23	150	84,20	33,50
		C4	27,5		2 527	1 006	571,51	572,23	150	84,20	33,50
		C5	27,5	2 510	1 000	568,00	568,71	150	83,60	33,30	
		C6	27,5	2 510	1 000	568,00	568,71	150	83,60	33,30	
		C7	25	2 458	0	485,00	0,00	78	98,30	0,00	
		C8	15	2 435	0	496,00	0,00	78	97,40	0,00	

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

Primera planta	2	C1	27,5	15	2 394	954	541,66	542,34	158	97,40	34,69
		C2			2 394	954	541,66	542,34	158	79,80	34,69
		C3	27,5		2 521	1 004	570,51	571,23	160	79,80	36,51
		C4			2 521	1 004	570,51	571,23	160	84,00	36,51
		C5	25		2 260	900	511,41	553,35	138	90,40	36,00
		C6			2 375	946	537,51	512,06	138	95,00	37,84
		C7			2 219	884	502,10	538,19	130	88,76	35,36
		C8			2 771	1 104	626,91	502,19	140	98,00	44,16
	3	C1	27,5	20	2 462	981	557,11	557,82	155	89,53	35,67
		C2			2 462	981	557,11	557,82	155	89,53	35,67
		C3	27,5		2 442	973	552,65	553,35	159	88,80	35,38
		C4			2 442	973	552,65	553,35	159	88,80	35,38
		C5	5		1 616	906	500,00	515,00	146	58,70	45,60
		C6	15		1 180	538	99,00	133,60	133	78,67	35,87
		C7	10		519	252	45,58	62,63	68	51,90	25,20
		C8	25		2 443	0	504,00	0,00	78	97,70	0,00
	C9	25	2 415	0	517,00	0,00	78	96,60	0,00		
	4	C1	37,5	15	3 625	1 432	615,45	617,58	185	96,65	38,19
		C2			3 520	1 350	645,58	650,48	187	93,88	36,00
		C3			3 718	1 490	689,00	690,00	180	99,16	39,73
		C4			3 615	1 380	657,00	658,00	176	96,41	36,80
		C5	30		2 571	1 024	581,85	582,58	159	85,70	34,13
		C6			2 158	860	488,26	488,86	144	71,93	28,67
	5	C1	25	20	2 365	1 017	193,63	212,12	142	94,58	40,68
		C2			2 451	1 025	185,52	245,00	146	98,04	41,00
		C3	2 299		1 010	190,45	221,45	138	91,95	40,40	
		C4	25		2 315	0	524,00	0,00	78	75,70	0,00
		C5	25		2 315	0	524,00	0,00	78	73,50	0,00
		C6	29		2 578	1 027	553,31	554,52	170	88,90	35,41
		C7			2 489	1 048	561,80	562,20	168	85,83	36,14
		C8			2 636	1 018	581,24	582,30	172	90,88	35,10
		C9			1 692	674	365,42	362,79	112	130,15	51,85
		C10	25		2 112	909	174,70	191,81	121	84,48	36,36
	6	C1	25	15	2 292	987	193,33	213,14	133	91,69	39,47
		C2			2 311	876	197,48	199,56	140	92,42	35,02
		C3			2 154	951	189,25	191,56	135	86,17	38,02
		C4			2 114	842	456,62	453,34	140	72,89	29,03
		C5	29		2 213	834	464,52	465,85	142	76,29	28,77
		C6			2 046	846	449,47	450,12	137	70,54	29,18
		C7	2 432		1 047	199,84	219,10	145	97,28	41,87	
C8		25	2 512		1 100	187,56	188,25	154	97,89	44,00	
C9			2 398		1 020	191,45	192,45	148	95,92	40,80	
C10			1 887		843	408,59	305,15	118	91,16	40,74	
C11			20,7		1 900	856	405,36	309,00	120	91,79	41,36
C12		1 876	827		410,84	304,05	114	90,63	39,94		
7	C1	20,7	15	1 865	803	153,27	168,04	114	90,11	38,78	
	C2			1 875	801	157,56	169,56	120	90,56	38,68	
	C3			1 851	808	155,87	170,06	115	89,41	39,02	
	C4			13	1 635	651	360,08	359,60	168	48,40	50,08
	C5	1 867		845	409,89	300,76	115	90,19	40,82		
	C6	20,7		1 884	852	411,78	308,68	117	91,01	41,16	
	C7	1 895		839	415,46	306,40	108	91,55	40,51		
8	C1	13	1 609	692	132,20	144,94	174	48,40	33,43		
	C2	20,7	1 864	805	156,45	178,95	110	90,05	38,89		
	C3		1 874	807	157,95	160,28	119	90,53	38,99		
	C4		1 845	802	154,34	165,74	111	89,13	38,72		
	C5		2 970	1 183	653,99	653,20	182	79,19	31,55		
	C6	37,5	2 975	1 188	659,47	658,68	187	79,34	31,69		
	C7		2 965	1 178	649,41	648,62	177	79,07	31,42		
	C8		2 970	1 184	654,57	653,78	182	79,21	31,56		

Tabla 16: Características térmicas instalación climatización desglosadas

1.10. Instalación de ACS Solar.

Teniendo en cuenta los límites y recomendaciones del RITE y del CTE, se ha diseñado una instalación de ACS híbrida, combinando así las características más eficientes y beneficiosas de ambas tecnologías.

Para el diseño de la esta se ha realizado una primera estimación y en función de los resultados energéticos obtenidos y del objetivo del proyectista, se ha ido adaptado hasta el dimensionamiento final. A continuación, se exponen cada uno de los elementos que conforman dicha instalación; la justificación de cada una de las elecciones y parámetros se encuentra en el **Anexo: Cálculos Justificativos [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]**.

1.10.1 Sistema de acumulación

Atendiendo a las directrices del CTE, este indica que el volumen mínimo de acumulación debe ser igual a la demanda diaria, 1790 litros, para, como mínimo poder abastecer a todo el centro docente. Acatando el límite inferior marcado y en pos de la maximización de la aportación solar para los meses fríos, se opta finalmente por un acumulador de **3000 litros**. Cuyas características se muestran a continuación y cuya justificación se localiza en el **Anexo: Cálculos Justificativos [1]**.

La instalación contará con un interacumulador centralizado que unirá los aportes de las dos fuentes renovables y estará situado en la sala de máquinas.

MARCA	TERMICOL	
MODELO	ATK 3000 S2	
Volumen	l	3 000
Serpentín 1	m2	7,2
Serpentín 2	m2	3,5
Diámetro	mm	1 460

Tabla 17: Características interacumulador



Figura 39: Interacumulador
(Fuente: Ficha técnica Termicol)

1.10.2 Sistema de captación

Los captadores y el diseño de su distribución conforman una de las bases del dimensionado final, debido a la importancia de este elemento en el conjunto de la instalación. El tipo de panel seleccionado es **captador plano**, sus altos rendimientos a temperaturas medias, como las de la zona de instalación, y el gran desarrollo tecnológico hacen de él una gran alternativa operativa.

Esta tecnología se basa en el efecto invernadero que se crea entre la cubierta transparente y el absorbedor. La radiación solar incide y calienta el fluido caloportador

que circula por los tubos adheridos al absorbedor, transformando así la energía electromagnética de la radiación solar en térmica. La cubierta transparente debe ser opaca a ciertas longitudes de onda, las largas, dejando pasar esencialmente las del espectro visible; por otro lado, el absorbedor debe tener un alto coeficiente de absorción para longitudes de onda corta y bajo coeficiente de refracción para las largas. De este modo se crea un espacio donde los rayos van rebotando para mejorar su aprovechamiento.

Atendiendo a estos factores y a las recomendaciones de uso, el captador seleccionado es el siguiente:

MARCA	SACLIMA	
MODELO	L-21	
Área total	m2	2,43
Área apertura	m2	2,23
Rendimiento	0,785	
Vol. Primario	l	1,7

Tabla 18: Características captador solar



Figura 40: Captador solar
(Fuente: Ficha técnica Saclima)

1.10.3 Diseño campo colectores

Para realizar un diseño y dimensionamiento óptimo es esencial conocer la superficie de captación que se empleará, su localización y orientación. Una vez establecidos estos factores, se deberá comprobar que las pérdidas asociadas no superan los límites establecidos por el CTE.

SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

La superficie de captación se dimensiona en función al volumen de acumulación del que dispone la instalación. A pesar de que en el DB HE4 del CTE se establece un rango V/S amplio [$50 \text{ l/m}^2 < V/S < 180 \text{ l/m}^2$], las condiciones recomendadas para que el rendimiento general de la instalación no se vea perjudicado es: [$60 \text{ l/m}^2 < V/S < 100 \text{ l/m}^2$]. Por lo que, con un $V = 3000 \text{ l}$, las superficies de captación máximas y mínimas recomendables serán:

		Recomendado	CTE
Sup. mín	m2	30	16,6
Sup. máx	m2	50	60

Tabla 19: Superficies límites de captación

Aun así, la relación recomendada por el CTE es de $V/S = 75 \text{ l/m}^2$, lo que marca un área de captación de 40 m^2 . Si se tiene en cuenta que el área de absorción del captador seleccionado es de $2,23 \text{ m}^2$, se emplearán 18 paneles que ocuparán una **superficie de $43,74 \text{ m}^2$** .

LOCALIZACIÓN Y ORIENTACIÓN

La instalación de ACS Solar se localizará en la azotea del BLOQUE 4. Gracias a la superficie disponible de esta, pese a que su fachada principal sufre una desviación de 35° hacia el oeste, los paneles se dispondrán con **orientación sur ($\alpha = 0$)**.

Atendiendo a esta decisión, es importante determinar la distancia mínima sobre la cual el muro perimetral no proyecte ninguna sombra sobre los colectores. Dicha distancia, que es obtenida mediante trigonometría y contemplando en el cálculo el día más desfavorable, es de **1,53 metros. Anexo: Cálculos Justificativos [3]**.

Para el cálculo de la inclinación óptima existen diversos métodos de cálculo, los más utilizados, el método numérico y el método gráfico. Para el cálculo de esta instalación se procede a emplear el cálculo numérico. A través de su utilización y algunas consideraciones extra, como la optimización para meses fríos, la **inclinación definitiva es de 45°** . Todos las operaciones y consideraciones se clasifican en el **Anexo: Cálculos justificativos [2]**.

DISTRIBUCIÓN

El diseño final contempla dos filas de captadores distribuidas transversalmente (35°) a lo largo de los 82 metros de la cubierta superior. Tal y como se muestra en la siguiente imagen:

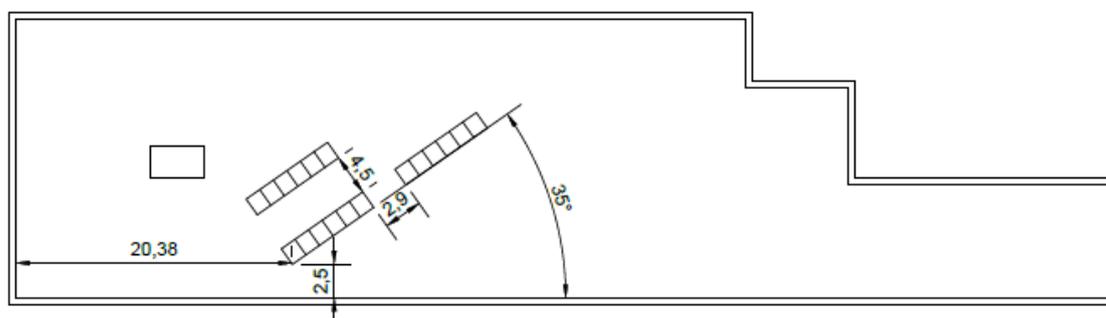


Figura 16: Localización y ubicación de la Instalación de captación solar

Según el CTE, el máximo número de colectores por batería es de 10. Finalmente, se ha elegido coordinar **3 baterías de 6 captadores**. Tanto estas como los módulos se conectarán en **paralelo**, en el caso de los colectores se realizará una conexión paralela interna. Toda la instalación utilizará un sistema de conexión **equilibrado con retorno invertido**, para que todas las canalizaciones de agua tengan las mismas pérdidas de carga totales. Otro parámetro de gran importancia para minimizar las pérdidas por sombras y maximizar la eficiencia de la instalación es la separación entre las baterías, en la Figura 16 se visualizan las dos, (2,5 m y 4,5 m) y sus cálculos justificativos se encuentran en **Anexo: Cálculos Justificativos [3]**.

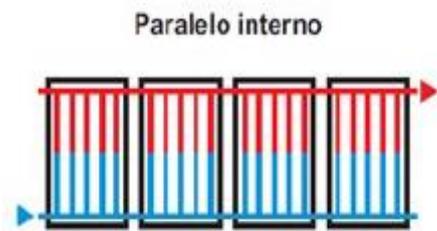
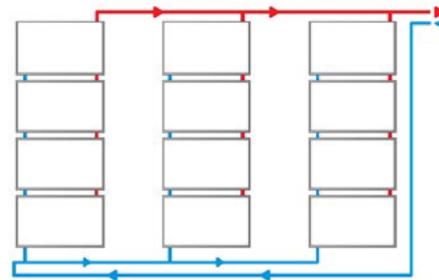


Figura 41 (izquierda): Forma de conexionado de captadores solares para constituir una batería
(Fuente: Guía Técnica de Energía Solar Térmica)

Figura 42 (derecha): Baterías de captadores conectados con ramal de ida invertido
(Fuente: Guía Técnica de Energía Solar Térmica)



PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El criterio para evaluar si la orientación e inclinación establecidas para los captadores solares de la instalación es factible, se remite a los mínimos establecidos el Código Técnico de la Edificación (CTE). La instalación solar que se desea implementar, caso general, no puede sufrir unas pérdidas individuales por orientación/inclinación y sombras superiores al 10%, y en total, estas no pueden ser mayores al 15%. Es de obligatorio cumplimiento tanto cada límite por separado, como el límite conjunto total.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Figura 43: Pérdidas límite
(Fuente: CTE DB HE5)

Operando, por tanto, con una inclinación de 45° y un azimut de 0° se establecen unas **pérdidas por orientación/inclinación de 1,49%**; cuya justificación se puede localizar en el **Anexo: Cálculos Justificativos [2]**. A continuación, aparece una imagen que identifica el cálculo gráfico de dichas pérdidas.

Es importante destacar que la superficie de análisis, que se acaba de mostrar, no ajusta perfectamente al área real, es un poco mayor, para asegurar, en cualquier caso, un valor más restrictivo.

Después del análisis, para el cual se ha empleado un Excel de apoyo desarrollado en la asignatura Energías Renovables Térmicas del grado de GIE, se establecen las **pérdidas por sombras en 0%**. Lo que indica que la instalación no verá reducido su rendimiento global en ningún momento del año debido a sombras por elementos constructivos cercanos.

1.10.4 Circuito hidráulico primario

El circuito hidráulico primario abarca la parte de la instalación que comunica el fluido caloportador desde los captadores hasta el intercambiador. El conjunto de tuberías, baterías de captadores, intercambiador y el vaso de expansión o la bomba del primario son los elementos principales de este circuito. Como se ha indicado anteriormente, la disposición de los captadores contempla 3 baterías de 6 colectores cada una. Dos de ellas estarán alineadas con una separación de 2 metros entre ellas, mientras que la tercera se dispondrá detrás de la primera batería, dotándola de una separación mínima de 3 metros. La distribución acotada del conjunto de tuberías frío/caliente se puede consultar en la sección de **Planos [8]**.

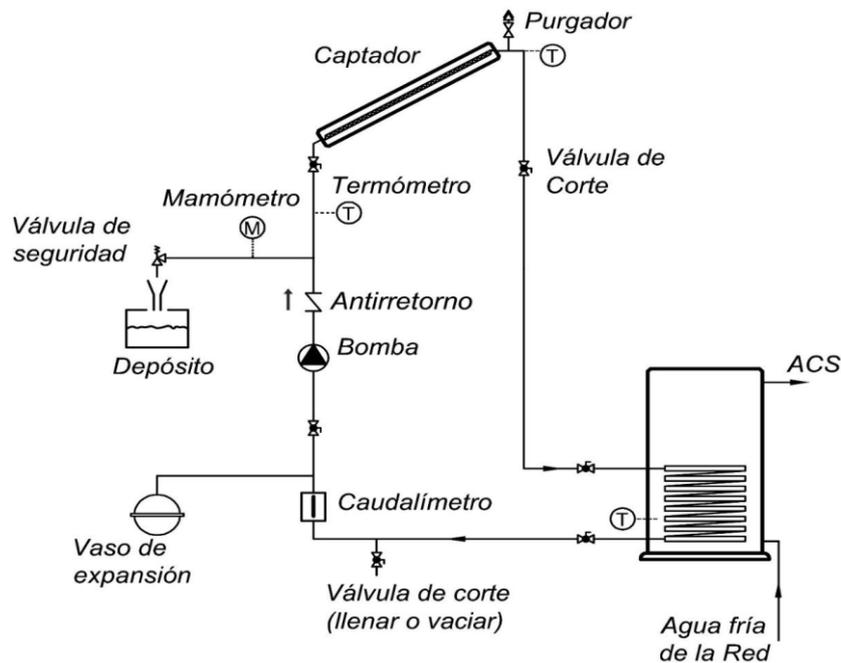
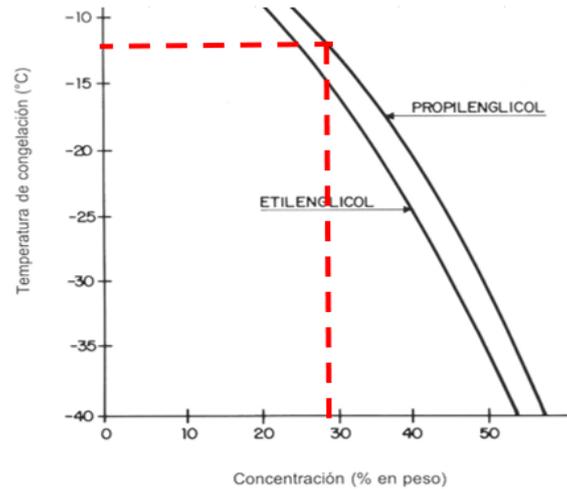


Figura 46: Esquema componentes circuito hidráulico de una instalación solar de ACS
(Fuente: Web)

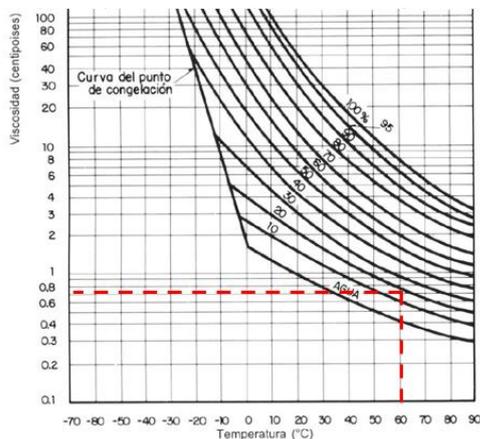
FLUIDO CALOPORTADOR

Como fluido caloportador se ha seleccionado el propilenglicol con una **concentración del 28%**, marcada por la temperatura mínima histórica (-7,3°) y asumiendo un margen de -5° para evitar su congelación. Se ha tenido en cuenta la mínima temperatura de la capital de provincia por su semejanza climática y la fiabilidad de Lafuente de datos.



*Figura 47: Concentración propilenglicol
(Fuente: Carpemar)*

La viscosidad de la mezcla y del agua serán datos relevantes a la hora de calcular las pérdidas de carga, así que se deben obtener también. La del agua tiene un valor **0,467 cP** de y la mezcla tiene una viscosidad de **0,85 cP**.



*Figura 48: Viscosidad propilenglicol
(Fuente: Carpemar)*

Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)
34	0,000734
35	0,000720
36	0,000705
37	0,000692
38	0,000678
39	0,000666
40	0,000653
57	0,000489
58	0,000481
59	0,000474
60	0,000467
61	0,000460
62	0,000453

*Tabla 20: Viscosidad dinámica del agua
en función de la temperatura*

Por otro lado, la densidad de la mezcla, mientras se sigue tomando como referencia una temperatura de 60° es de **0,999 g/cm³**. Obteniendo también un valor de calor específico de **0,945 kcal/kg·°C**. Valor válido por ser superior al mínimo exigido por el CTE (0,72 kcal/kg·°C).

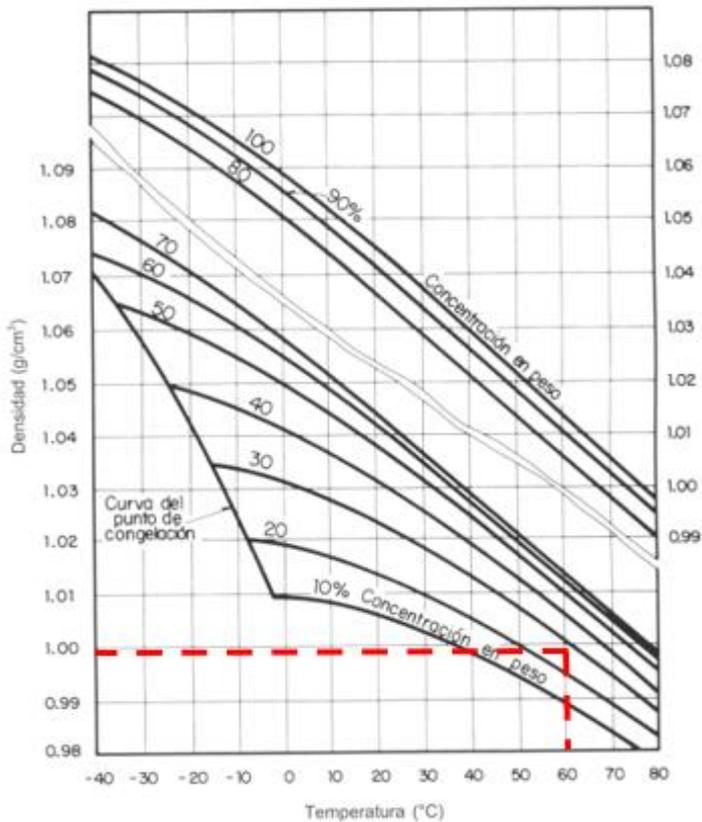


Figura 49: Densidad propilenglicol
(Fuente: Carpemar)

Además, algunas de estas propiedades son muy relevantes a la hora de diseñar la instalación, como por ejemplo la densidad o viscosidad, que afectará al dimensionamiento de la bomba. La densidad, con un valor, prácticamente de **1g/cm³ = 1kg/l**, y conociendo el caudal que circula por los captadores, se lee en su ficha técnica, 60 l/h m², establece un caudal másico de 60 kg/h·m². Se destaca que este valor de caudal se encuentra dentro del rango óptimo para el trabajo de los captadores.

Así mismo, como ya han seleccionados los captadores y se conoce el número de ellos que se emplean, se puede establecer el caudal total circulante por el circuito primario:

$$Q_T = Q_{\text{unitario}} \times \text{Sup} \times N^{\circ}_{\text{cap}}$$

$$Q_T = 2624,4 \text{ l/h}$$

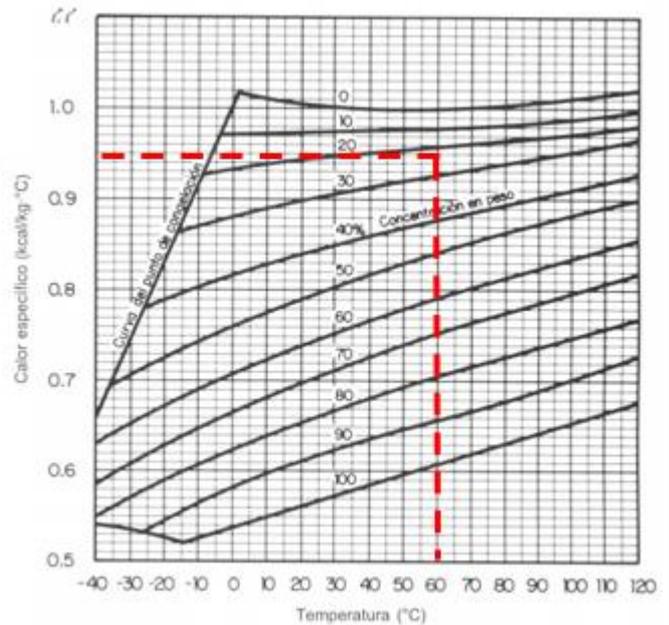


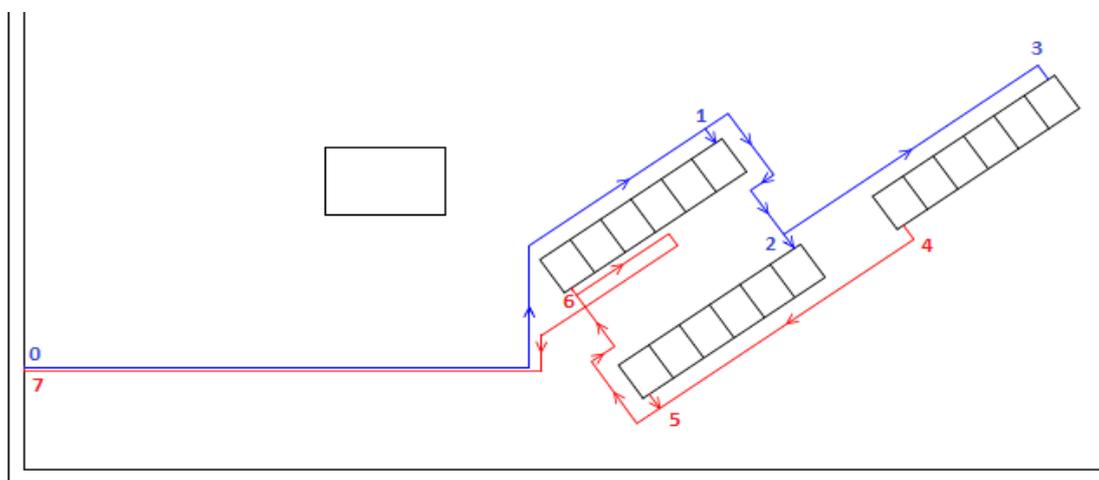
Figura 50: Calor específico propilenglicol
(Fuente: Carpemar)

CANALIZACIÓN

Para el circuito hidráulico primario de agua caliente y fría, reflejado en el **plano [8]**, se emplearán canalizaciones de **cobre** con el correspondiente aislante de lana de vidrio según las condiciones de los diferentes tramos.

El material seleccionado para las tuberías ha sido el cobre debido a la recomendación de su empleo por el CTE. Las canalizaciones de este material son ligeras, por lo que su transporte resulta sencillo y cómodo, no es inflamable y debido a su elasticidad soportan bien las altas presiones. A pesar de no verse afectadas por el agua o el sol, se recurrirá a dotarlas de una capa protectora de pintura anticorrosiva.

Se ha indicado anteriormente que la conexión del circuito se realiza en paralelo con retorno invertido equilibrado. El objetivo del retorno invertido es equilibrar las pérdidas de carga, asegurando una distribución uniforme de la circulación en la línea de captadores, permitiendo a todos los captadores tener las mismas pérdidas de carga y, por ende, disponer del mismo caudal y salto térmico. Dicho efecto se consigue estableciendo longitudes iguales para cada una de las secciones de ida y vuelta a cada batería. Gracias a este principio, se puede clasificar todo el sistema de tuberías según el caudal de diseño, diferenciándolas en tramos, como se muestra a continuación:



*Figura 51 : Sección plano circuito hidráulico primario
(Fuente: Elaboración propia- AutoCAD)*

Partiendo del caudal total de la instalación: 2624,4 l/h, se establece que por el tramo de circuito que abastece a la segunda batería (1—2) circulan 1 749.6 l/h, mientras que, la última sección (2—3) es recorrida por 874,8 l/h. Se proyecta la anterior figura con la intención de visualizar los diferentes tramos del circuito hidráulico primario; los puntos 0 y 7 se encuentran a cota 0.

PÉRDIDAS DE CARGA

Las pérdidas de cargas en tuberías y elementos constitutivos del sistema son muy importantes, ya que desmejoran el rendimiento global de la instalación y afectan a las condiciones de trabajo de la bomba de impulsión. A continuación, se representan los diferentes tramos de la instalación en función del caudal, se determina el diámetro seleccionado, la velocidad del fluido, así como las pérdidas unitarias asociadas. En base a los datos del fabricante el caudal recomendado se encuentra entre 50 y 60 l/h·m², los cálculos de distribuciones se harán considerando un caudal constante de 60 l/h·m².

Además, se comprueba que tanto las pérdidas de carga unitarias y la velocidad se encuentren dentro de los límites establecidos por el CTE. Todas las consideraciones anteriormente nombradas se exponen y justifican en el **Anexo: Cálculos Justificativos [5]**.

Tramo	Caudal (l/h)	Ø interior (mm)	Vel. (m/s)	L (m)	Longitud equivalente (m)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Perdida de carga total (mmca)
0---1	2 624,4	30	0,85	34		31	1 224,33
Accesorios					6,9	31	248,47
1---2	1 749,6	26	0,6	5,5		22	140,55
Accesorios					5,2	22	132,89
2---3	874,8	22	0,52	10,5		18	219,54
Accesorios					1,65	18	34,50
4---5	874,8	22	0,52	10,5		18	219,54
Accesorios					1,65	18	34,50
5---6	1 749,6	26	0,6	5,5		22	140,55
Accesorios					4,03	22	102,99
6---7	2 624,4	30	0,85	34		31	1 224,33
Accesorios					12,48	31	449,40
Captadores							16
Interacumulador							3 000
TOTAL							7 187,58

Tabla 21: Pérdidas de carga desglosadas

Para el cálculo de las pérdidas asociadas a los accesorios de la red de distribución se utilizan dos métodos. Una opción es considerar estas un 30% de las pérdidas de cargas totales de las tuberías, pero puesto que se ha diseñado toda la instalación y se conocen los elementos que la conforman se puede emplear el método de longitudes equivalentes. En este, se relaciona el efecto de cada una de las piezas con una distancia que produciría las mismas pérdidas; las tablas de asociación y los elementos por tramos se encuentran en **Anexo Cálculos Justificativos [6]**, presentando en la tabla anterior el cómputo final. En calidad de comprobación de los valores, se expone el resultado de los dos métodos: 30% de pérdidas = 7 135,50 mmca; **longitudes equivalentes = 7 189,58 mmca**.

Se han tenido en cuenta también las pérdidas que se producen en los captadores, que solo se tendrán en cuenta una vez gracias a la disposición en paralelo y, por último, las pérdidas de carga asociadas al interacumulador. Ante la ausencia del dato del fabricante se toma un valor tipo en el interacumulador. Se establece pues, que la pérdida de carga total del circuito hidráulico primario es de **7.2 mca**.

AISLAMIENTOS

Los espesores de aislamiento necesarios para los conductos vienen determinados en el RITE en función de diversos factores. La localización de la tubería (interior o exterior), la temperatura del fluido transportado y el diámetro de la conducción son los parámetros bajo los cuales se rigen los aislamientos mínimos. Como se trabaja con un fluido de referencia a 60°, se ha establecido para toda la instalación una conductividad térmica de 0.04 W/m K.

Diámetro exterior (mm)	Fluido caliente interior			Diámetro exterior (mm)	Fluido caliente exterior		
	Temperatura máxima del fluido (°C)				Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	>100...180		40...60	> 60...100	>100...180
D ≤ 35	25	25	30	D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	30	30	40	35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	30	30	40	60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	90 < D ≤ 140	40	50	60
140 ≤ D	35	40	50	140 < D	45	60	60

Tabla 22: Espesores de aislamientos en función del diámetro

A este valor de aislante, expuesto en la tabla 23, se le añadirán 10 mm si el conducto se encuentra en el exterior y otros 5 mm si el funcionamiento es continuo. En esta instalación los tramos fríos solo reciben aislante por localización y continuidad debido a que la temperatura de impulsión no puede considerarse fría $T > 10^\circ$. Resultando así los siguientes espesores de aislamiento:

Tramo	∅ (mm)	Aislamiento (mm)	Ext +10 Int +0 (mm)	Func. continuo +5 (mm)	Aislamiento total (mm)
Subida					30
Bajada			0		30
0--1	30				40
6--7		25			40
1--2	26		10	5	40
5--6					40
2--3	22				40
4--5					40
Depósito	>140	35	0		40

Tabla 23: Cuadro resumen espesores de aislamiento

INTERCAMBIADOR

La transferencia de calor entre el circuito primario y el de consumo podría realizarse de dos modos; mediante un interacumulador, es decir, un depósito con serpentín interior, o con un intercambiador independiente. Según el CTE, para la primera opción, la superficie del serpentín debe cumplir la siguiente condición:

$$S_{\text{serpentin}} > 0.15 \times S_{\text{captación}}$$

En esta instalación la longitud del serpentín debería ser de 6.02 m². Además, en la Guía Técnica de la Energía Solar Térmica se recomienda esta configuración para instalaciones menores de 50 m², como es el caso.

Por lo que esta es la solución técnica escogida para el intercambiador del sistema primario, implementada mediante **un interacumulador con serpentín interior de la marca TERMICOL de 7.2 m²**, cuyas características esenciales se hallan en el apartado sistema de acumulación de la memoria.

MARCA	TERMICOL	
MODELO	ATK 3000 S2	
Sup. intercambio	m ²	7,2

Tabla 24: Características intercambiador

BOMBA IMPULSIÓN

El sistema hidráulico de bombeo del circuito primario debe ser capaz de cubrir la totalidad de las pérdidas de carga ocasionadas por las tuberías, sus accesorios, el intercambiador y las baterías de captadores. Así, la bomba podrá impulsar todo el caudal del primario para un funcionamiento óptimo de la instalación.

Ante estas premisas, para una selección adecuada del equipo, son esenciales los datos de las condiciones bajo las cuales trabajará: un caudal de 2,6 m³ y una altura equivalente de 7,2mca; el CTE recomienda aplicarles un margen de seguridad del 20-25%. Una vez establecidos dichos parámetros se consultan curvas características en diversos catálogos, finalmente se selecciona **una bomba de impulsión del primario de la serie N de la marca VOGT**.

MARCA	VOGT	
MODELO	N 610	
Potencia	W	735,5
Velocidad	rpm	1 450
Caudal máx.	m ³ /h	11
Altura imp.	mmca	9 000

Tabla 25: Características bomba



Figura 52: Sistema de bombeo
(Fuente: Ficha técnica VOGT)

VASO DE EXPANSIÓN

Ante la necesidad de absorber las dilataciones del fluido de trabajo del sistema primario, se recurre a un vaso de expansión, esencial en cualquier circuito cerrado de una instalación solar térmica. En la actualidad, el CTE solo permite el modelo cerrado, cuyo funcionamiento consiste en transformar el aumento de volumen por dilataciones térmicas en aumentos de presión; además, esta variante presenta grandes ventajas frente al abierto. Su fácil montaje, la eliminación de las pérdidas por evaporación y como consecuencia, la desaparición del gasto en reposición de fluido y la no-absorción de oxígeno del aire son algunas de ellas, que compensan, en gran medida, su mayor inconveniente: el coste.

Para su dimensionamiento se han de tener en cuenta el volumen total del circuito al que pertenece y diferentes coeficientes moduladores, su expresión reguladora viene marcada por la UNE100.155-04:

$$V_t = V \times C_{pre} \times C_e$$

Pero además se debe atender a la función definida por el CTE, que indica que el vaso de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen de fluido en todos los captadores solares incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores multiplicado por 1.1, por lo que la expresión finalmente empleada para el cálculo de su volumen es:

$$V_t = (V \times C_e + V_{vap} \times 1.1) \times C_{pre}$$

Tras los cálculos y consideraciones, alojados en el **Anexo: Cálculos Justificativos [7]**, se obtiene como necesario un volumen de 81.3 litros. Finalmente, se ha seleccionado como **vaso de expansión** del circuito primario uno con un volumen de **100 l de la marca IBAIONDO**, cuyos datos se presentan a continuación:

MARCA	IBAIONDO	
MODELO	100 CMR-P	
Volumen	l	100
P. máx	bar	10

Tabla 26: Características vaso de expansión



Figura 53: Vaso de expansión
(Fuente: Ficha técnica IBAIONDO)

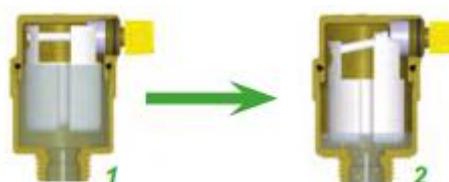
VÁLVULAS

Purgador

El purgador es un tipo de válvula necesario en instalaciones solares térmicas cerradas para eliminar de modo automático el aire liberado en el circuito, permitiendo garantizar así un mejor intercambio térmico. A su vez, se mitigan los problemas de ruidos ligados a una incorrecta circulación del fluido caloportador. Su funcionamiento consiste en una pequeña boya que evita la entrada de cuerpos externos o la salida de fluido cuando el nivel de agua + glicol es óptimo, en el momento en que aparece aire en el circuito en nivel de la boya baja y permite su salida.

En esta instalación se ha instalado en el punto más alto, verticalmente, garantizando así su perfecto funcionamiento. El modelo empleado es manual, no automático, de la **marca SOLARFAR**.

*Figura 54: Purgador
(Fuente: Ficha técnica SOLARFAR)*



Válvula de seguridad

La válvula de seguridad sigue el principio de funcionamiento de protección de todo el circuito y sus elementos ante las sobrepresiones. La válvula libera líquido cuando se adquieren los límites de presión, es decir, se alcanza el valor de tarado, disminuyendo así la presión en el sistema. Este último parámetro es de vital importancia, ya que no se puede calibrar a posteriori y, además, condiciona el dimensionamiento del vaso de expansión. Son válvulas de resorte donde el obturador permanece cerrado por la acción de un muelle. Cuando la presión en el circuito es superior a la que ejerce el resorte, éste cede y el obturador se desplaza dejando salir al fluido.

Para la instalación se ha seleccionado una válvula de la **marca SOLARFAR** que se colocará encima del vaso de expansión.

MARCA	SOLARFAR
MODELO	1234-40
Pres. tarado	bar 4

Tabla 27: Características válvula de seguridad

*Figura 55: Válvula de seguridad
(Fuente: Ficha técnica SOLARFAR)*



Válvulas de corte

Estas válvulas son esenciales en cualquier tipo de instalación debido a su función: cerrar de forma parcial o total el flujo del fluido que se encuentra por las tuberías. Su principal objetivo es poder intervenir por secciones la instalación en caso de avería o mantenimiento.

En este circuito primario se situarán en varias posiciones: después del purgador, antes y después de la bomba, intercambiador o vaso de expansión, también en diferentes tramos para poder cortar la alimentación de una batería de colectores,... Y al igual que con el resto de válvulas, la marca elegida es **SOLARFAR**.

MARCA	SOLARFAR
MODELO	2042-38
Pres. nominal	bar 10

Tabla 28: Características válvulas de corte

Válvula antirretorno o de retención

Las válvulas de retención evitan completamente el paso del fluido caloportador en un sentido de circulación al mismo tiempo que permiten su paso en el contrario. Su principal uso se da en tuberías que están unidas a sistemas de bombeo para impedir que la bomba trabaje en vacío. En la instalación, esta se sitúa detrás del sistema de bombeo para evitar posible cavitación.

1.10.5 Sistema de apoyo – Instalación de Biomasa

En toda instalación ACS solar es imprescindible contar con un sistema de apoyo, que es el encargado de calentar el agua en el momento en que, o bien no se alcanza la temperatura adecuada, por escasa radiación solar, o hay un aumento notable de la demanda.

Como se muestra al exponer la solución técnica seleccionada, el sistema de apoyo de ACS, es una caldera de pellets cuyo intercambio de calor directo se realiza con un depósito de inercia. Este mantiene el fluido a una temperatura elevada para así poder emplearlo como fuente caliente para el acumulador siempre que sea necesario. En la siguiente figura se muestra un esquema del sistema auxiliar completo.

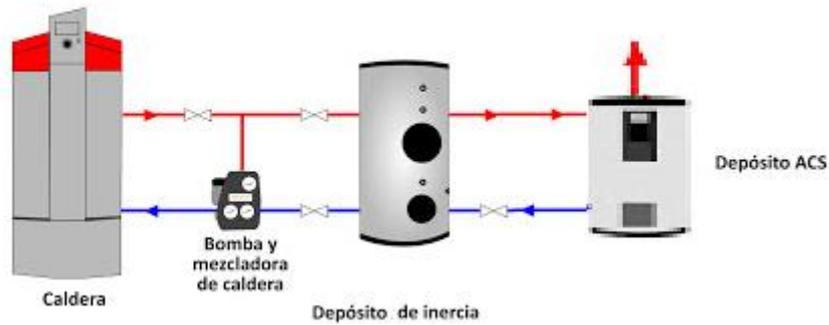
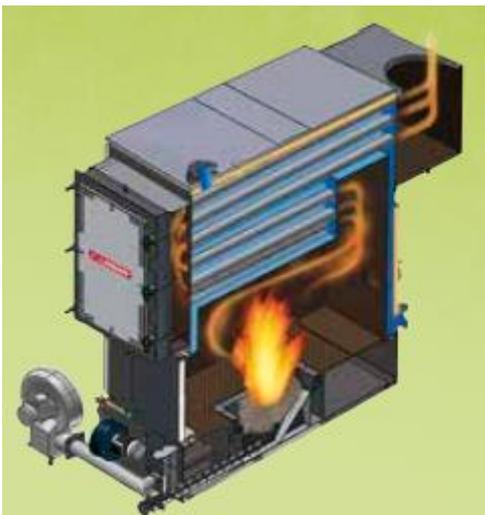


Figura 56: Configuración sistema de apoyo (Instalación de biomasa)
(Fuente: Catálogo Cenit Solar)

CALDERA

Para esta instalación se podían utilizar diferentes tipos de caldera de biomasa: pellets, astillas, leña... Pero siguiendo el objetivo general del proyecto, se ha buscado un sistema con la menor contaminación asociada a su producción. Por este motivo, y ante la existencia de una distribuidora local de combustible pelletizado, la caldera de pellets ha sido la selección final.

Aun así, no hay que olvidar que, pese a que una caldera de biomasa puede producir todo el ACS necesario del bloque, en esta ocasión, esta es un elemento del sistema de apoyo a la instalación productora principal. Por lo que su potencia viene marcada por el sistema de ACS solar y su acumulador. Es en el **Anexo: Cálculos Justificativos [9]** donde se han realizado los cálculos para obtener la potencia mínima necesaria, siendo esta de 156,75 kW. Finalmente, para no sobredimensionar el sistema auxiliar y con el apoyo del depósito de inercia, que permite la disminución de la potencia pico, se ha seleccionado una **caldera de pellets de 150 kW de la marca LASIAN**.



MARCA	LASIAN	
MODELO	BIOCOMPACT 150	
Potencia	kW	150
Combustible	pellet	
Rendimiento	%	85
Presión máx	bar	3

Tabla 29: Características caldera de pellets

Figura 57: Caldera de biomasa (pellets)
(Fuente: Ficha técnica Lasian)

Una de las desventajas de las calderas de biomasa, frente a las de gas o gasoil, es que esta necesita más tiempo para alcanzar el régimen permanente de funcionamiento. Es decir, el punto donde se entrega la máxima potencia bajo el máximo rendimiento. En

una instalación pequeña o donde la caldera sea el elemento calorífico principal, puede que este no se aun gran inconveniente. Pero la instalación productora de ACS puede necesitar tanto grandes aportes de calor como pequeños; por ejemplo, aumentar la temperatura del acumulador de 59° a 61°. En este caso, la caldera necesitaría activarse para aumentar 2° el fluido; para evitar este inconveniente se instala, entre esta y el acumulador, un depósito de inercia. Como el equipo para y arranca dependiendo de la temperatura del depósito y no de la demanda del circuito de calefacción. Hay menos paradas y arranques, lo que incide en una mayor vida útil de todos los elementos del sistema de calefacción y un menor consumo.

Además, para una mayor eficiencia y eliminar cualquier problema de condensación cuando la temperatura de entrada a la caldera es demasiado baja, el circuito hidráulico entre estos dos elementos incorporará una válvula mezcladora.

DEPÓSITO DE INERCIA

El depósito de inercia es un elemento hidráulico encargado de acumular la energía o el calor residual procedente de la caldera de biomasa para redistribuirlo por el circuito cuando sea necesario. Así se consiguen ciclos de funcionamiento largos en lugar de arranques y paros continuados.

Para que se intercambie calor con el depósito, la temperatura de circulación debe alcanzar un mínimo, de esto se encarga el sistema by-pass, que se explicará posteriormente. Cuando la temperatura de entrada a la caldera se estabiliza ($T_{\text{recirculación}} > 50^\circ$), la caldera empieza a intercambiar calor con el agua contenida en el depósito. Se mantendrá este funcionamiento hasta que este alcanza la temperatura de consigna ($T_{\text{paro}} = 80^\circ$), la cual se mide en la parte inferior del depósito, entonces se interrumpe la producción. A partir de ese momento es el depósito de inercia el elemento que aporta calor al acumulador cuando se requiere. En cuanto la temperatura en la parte superior disminuya por debajo de su valor predeterminado ($T_{\text{arranque}} = 63^\circ$), la caldera se pondrá de nuevo en funcionamiento.

Partiendo de las recomendaciones técnicas de la caldera, 15 l/kW, el volumen del depósito de inercia será de como mínimo 2 400 litros. Ante esto y por su especial diseño y recomendación para instalaciones de biomasa, se ha seleccionado uno de la **marca VALINOX con un volumen de 2 500 litros** que cuenta con dos serpentines, uno para cada etapa del intercambio.

MARCA	VALINOX	
MODELO	PFS2	
Volumen	litros	2 500
Sup. 1º inter	m ²	4,86
Sup. 2º inter	m ²	5,67
Presión máx.	bar	8

Tabla 30: Características depósito de inercia de la instalación de biomasa

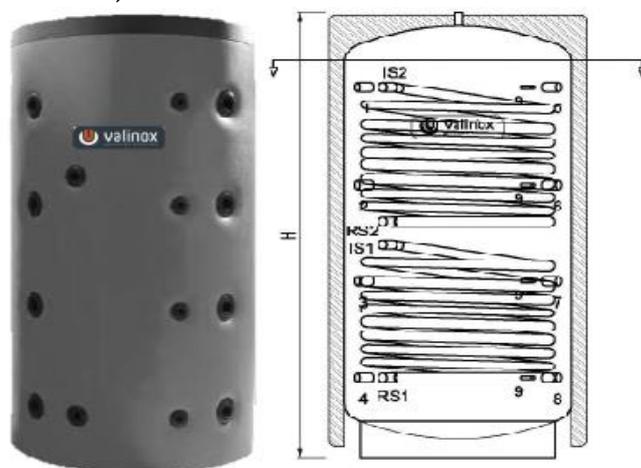


Figura 58: Depósito de inercia biomasa (Fuente: Ficha técnica Valinox)

CIRCUITO HIDRÁULICO Y CONTROL

Para un correcto funcionamiento y, por indicación del fabricante, tanto el circuito hidráulico primario como el secundario, contarán con válvulas de corte, antes y después de cada elemento, válvulas antidepresión y tarado, bombeo y vaso de expansión. El primario, además, contará con una válvula de 3 vías anticondensación (Bypass). Los cálculos de los volúmenes de los vasos de expansión se encuentran en el Anexo: Cálculos Justificativos [] y las bombas se seleccionan según el caudal y las pérdidas estimadas, se debe tener en cuenta que son circuitos pequeños.

Vál. Tarado	SOLARFAR	8	bar
Vaso Expansión	IBAIONDO	50	litros
Vál. antidepresión	FUTORMAT		
Vál. corte	SOLARFAR		
Bomba	VOGT	1 450	rpm
Vál. anticondensación	CALEFFI		

Tabla 31: Características elementos hidráulicos del sistema de apoyo de ACS

El sistema de control consiste en un circuito by-pass. Cuando la temperatura de retorno sea menor a 50°, hará recircular el fluido desde la impulsión y así se evitarán las condensaciones en el cuerpo de la caldera.

Debido a la distribución de la temperatura en el depósito de inercia, la parte inferior será la última en alcanzar mayor temperatura y, por tanto, regula el paro. Por el contrario, por distribución y al ubicar el serpentín secundario, la temperatura en la parte superior marca el arranque de la caldera. En estos dos lugares y en la entrada y salida de la caldera están localizadas las sondas de temperatura. Como consecuencia, el control de arranco-paro de la caldera se realiza mediante un sistema de TELECONTROL como aparece en la figura siguiente.



*Figura 59: Sistema de regulación y control del sistema de apoyo (biomasa)
(Fuente: Ficha técnica Lasian)*

TELE MANAGER es un sistema de telecontrol y telemetría basado en la tecnología GSM que permite monitorizar instalaciones remotas de un modo sencillo y eficaz. Gracias a la batería de LiPo interna cuenta con varias horas de independencia frente a un fallo en la red, por lo que el sistema no se detendría ante una subida de tensión o un corte de luz. Cuenta además con 8 entradas digitales, 2 salidas a relé para sondas de temperatura y humedad. Una de sus funciones abarca la detección y fallos en el sistema y modulación del comportamiento y la otra abarca el registro de datos (datalogger) de cualquiera de sus entradas, para enviarlas más tarde mediante llamada de datos GSM o GPRS al centro de control. El software gratuito incorporado, Zeus, permite la descarga

de los históricos, visualización gráfica, vista en tiempo real de los distintos canales y la recepción y registro de alarmas.

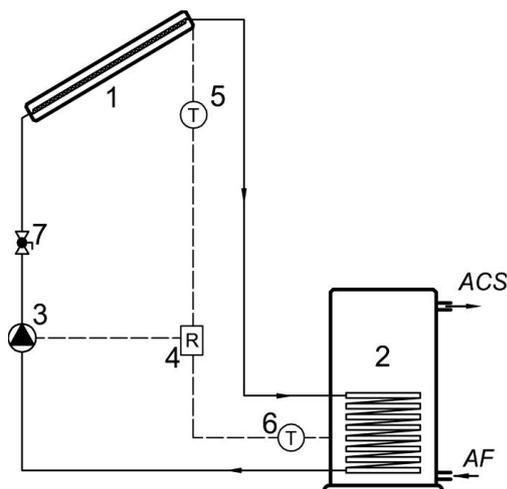
Todos estos elementos se deben integrar en la sala de caldera, la cual dispone de espacio suficiente y cuenta con la ventilación necesaria. Por último, hay que destacar que las cenizas producto de la combustión contienen las propiedades ideales para actuar como buen fertilizante, por lo que se recomendará al centro emplearlas en el huerto educativo o cederlas a los campos cercanos a sus instalaciones.

1.10.6 Sistemas de control y protección

CONTROL

Temperaturas Instalación

El parámetro que controla el funcionamiento de la instalación es la temperatura, específicamente la del fluido a la salida de los captadores y la del volumen de acumulación. Su regulación protege todo el circuito y sus componentes de un deterioro acelerado y al conjunto de la instalación de un funcionamiento erróneo. La regulación se realiza mediante un **sistema de control con termostato diferencial**.



El regulador diferencial (4) compara las temperaturas que miden las sondas (5) y (6).

$$T_5 > T_6 + \Delta T$$

Siempre y cuando la T_5 sea más alta que la T_6 , con un diferencial mínimo aconsejable entre 4 a 7°, la bomba está activa. En el momento en que dicho diferencial es menor de 2°, el sistema de impulsión se detiene. Evitando así la circulación de un fluido caloportador cuya temperatura momentánea es menor que la del depósito de consumo.

Figura 60: Sistema de regulación y control del circuito primario de ACS (solar)
(Fuente: Web)

Temperaturas consumo

Como medida de prevención para la legionela en algún punto del sistema de consumo, normalmente en el acumulador, el fluido debe alcanzar los 60°, este principio y funcionamiento se explica más en detalle en apartados posteriores. Además, en sistemas solares las temperaturas producidas por la radiación solar pueden llegar a ser de hasta 90°. Por otro lado, en el circuito de consumo es importante el confort de las personas, por lo que la temperatura de consumo no debe superar los 50°, con el fin de evitar quemaduras. Para ello se utiliza una válvula mezcladora termostática. Esta controla la temperatura de salida según preferencia del consumidor. Esto se logra

gracias al elemento termosensible de la válvula, que tensa o se expande de acuerdo con cualquier variación de temperatura y presión.

PROTECCIÓN

Congelación y ebullición

Anteriormente, en el apartado de fluido caloportador se ha expuesto la mezcla que circula por el sistema primario. Atendiendo a las necesidades climáticas de la localización, esta es una mezcla agua etilenglicol al 28%, la cual evitará la congelación del fluido en cualquier punto del circuito. Como consecuencia del uso de esta mezcla se obtiene también un aumento de la temperatura de ebullición de esta.

Circuito primario

Entre la selección de válvulas del circuito primario se encuentran un purgador y una válvula de seguridad. Su función respectiva es evacuar las burbujas de aire que se puedan formar dentro de las canalizaciones, evitando así un mal funcionamiento de la bomba; y evitar las sobrepresiones en el circuito mediante la expulsión de su fluido en el caso de que ocurra.

Legionela

La *Legionella pneumophila* es una bacteria que provoca legionelosis, una enfermedad que se manifiesta en forma de neumonía o con fiebre ligera. En algunas zonas de la Comunitat Valenciana, como la zona de Alcoy, esta enfermedad es muy común y acarrea graves consecuencias. Una correcta protección de los sistemas de climatización y ACS evitaría esta situación.

Para evitar la legionela, ya sea en instalaciones de ACS, agua fría o en sistemas de refrigeración, es fundamental cumplir la normativa, en particular, la norma UNE 100030:2017 sobre prevención y control de la proliferación y diseminación de *legionella* en instalaciones.

Su desarrollo se produce en agua a temperaturas entre 20 y 45º, por lo que para asegurarse de que la bacteria no está presente en la instalación, el sistema de calentamiento será capaz de llevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su pasteurización. Por este motivo el acumulador es de acero al carbono y tratamiento interior vitrificado, materiales capaces de soportar temperaturas bastante más elevada de los 70º necesarios para la pasteurización.

1.10.7 Estructura soporte

Ante las múltiples alternativas que se encuentran actualmente en tipos de estructuras y soportes a cubierta, la premisa a seguir son las recomendaciones del CTE. Entre ella, se deben cumplir los valores establecidos de cargas por nieve y viento.

Así, para su anclaje a la cubierta de la terraza superior se ha seleccionado una estructura de la marca SACLIMA que proporciona un gran rango de inclinación a los paneles. Se trata de un sistema de fijación con tirafondos, cuya sujeción y anclaje se realizará a la superficie lisa de la cubierta, reubicando posteriormente la capa de graba en cada una de las estructuras.

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)



Figura 61: Estructura soporte con triángulo inclinado
(Fuente: Ficha técnica Saclima)

Este modelo ancla unidos los 6 módulos de la batería, por lo que habrá que adquirir 3 de estos para tener completa toda la instalación.

Tras el estudio de cargas (viento y nieve) sobre la estructura y de esta sobre la cubierta del edificio, se la considera apta para su función en esta instalación solar de ACS. Todas las hipótesis y cálculos se encuentran en el **Anexo: Cálculos Justificativos [8]**.

1.11. Estudio Económico

1.11.1. Presupuestos

Debido a las divisiones expositivas de los elementos de las instalaciones de climatización y ACS, los presupuestos cuentan con una longitud considerable, subdividiéndose en capítulos diferentes. Por este motivo estos se hallan clasificados en el Anexo: Presupuestos [1,2,3]. A continuación, se muestran los resúmenes de los presupuestos asociados a las 3 instalaciones que recoge la memoria del proyecto.

Presupuesto Instalación ACS solar	
Mano de obra	1 255,72 €
Instalación Solar	17 349,63 €
Sistema de Apoyo	29 815,40 €
Total	48 420,75 €

Presupuesto Instalación Geotermia	
Mano de obra	135 253,60 €
Acondicionamiento del terreno	339 666,16 €
Instalación	130 154,00 €
Total	605 073,76 €

Presupuesto Instalación Climatización	
Mano de obra	28 499,92 €
Materiales	138 261,61 €
Total	166 761,53 €

Si unimos las tres instalaciones el coste total montante es de:

Presupuesto conjunto	
Instalación ACS Solar	29 815,40 €
Instalación Geotermia	605 072,76 €
Instalación Suelo Radiante	166 761,53 €
Total	801 649,69 €

Ochocientos y un mil seiscientos cuarenta y nueve euros con sesenta y nueve céntimos.

1.11.2. Rentabilidad

Si bien es cierto que un factor esencial de las energías renovables es el ahorro en emisiones que se produce con su uso, en instalaciones de gran tamaño hay más parámetros a considerar. Una parte fundamental a la hora de implementar en hogares e industria nuevos sistemas de climatización y ACS renovable es el tiempo en el que tarda en amortizarse la instalación. Y cuánto dinero ahorramos frente a un sistema convencional, considerando si merece la pena o no la inversión.

	Demanda (kWh)		
	Climatización	ACS	Total
Enero	81 495,90	3 221,76	84 717,66
Febrero	76 238,10	2 851,78	79 089,88
Marzo	81 495,90	3 092,89	84 588,79
Abril	78 867,00	2 930,76	81 797,76
Mayo	47 699,70	2 899,58	50 599,28
Junio	44 688,00	2 618,98	47 306,98
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	51 006,00	2 618,98	53 624,98
Octubre	81 495,90	2 835,15	84 331,05
Noviembre	78 867,00	2 993,12	81 860,12
Diciembre	81 495,90	3 157,33	84 653,23
Anual	703 349,40	29 220,33	732 569,73

Tabla 32: Demanda mensual del edificio

En la tabla anterior se exponen los consumos que deben cubrir las instalaciones. Aun así, para poder realizar una comparación sobre el ahorro de costes se debe conocer la tecnología empleada anteriormente. Dicha instalación está ubicada en un edificio de nueva obra, por lo que se recurre al sistema de climatización que se emplea en el resto de los bloques: calefacción por caldera de gasóleo, y radiadores en aulas, sin refrigeración en verano. Si se considera que el precio medio del gasóleo para calefacción en la Comunitat Valenciana durante el 2019 fue de 0,875€/l y que su PCI, según el IDAE es de 10,28 kWh/l se obtienen los siguientes consumos y costes asociados.

	Demanda (kWh)	Consumo gasóleo (l)	Coste anterior (€)
Enero	84 717,66	8 241,02	7 210,89
Febrero	79 089,88	7 693,57	6 731,87
Marzo	84 588,79	8 228,48	7 199,92
Abril	81 797,76	7 956,98	6 962,36
Mayo	50 599,28	4 922,11	4 306,85
Junio	47 306,98	4 601,85	4 026,62
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	53 624,98	5 216,44	4 564,38
Octubre	84 331,05	8 203,41	7 177,98
Noviembre	81 860,12	7 963,05	6 967,67
Diciembre	84 653,23	8 234,75	7 205,41
Anual	732 569,73	71 261,65	62 353,94

Tabla 33: Costes del sistema de climatización antiguo

Para obtener los ahorros es necesario saber el consumo, aunque es mínimo, de la instalación actual; y este se divide en el compresor de la bomba de calor geotérmica reversible y los pellets. Al no poder estimar los ciclos de encendido y apagado de la caldera de pellets, se contempla su coste en el mercado y se aproxima un gasto de 75€ al mes. En cambio, al conocer que el COP de la bomba 5,61 se puede obtener el consumo del compresor. Considerando el precio estándar de la electricidad en la factura del centro escolar: 0,0694 €/kWh se obtienen los costes y ahorros siguientes:

	Demanda climatización (kWh)	Consumo compresor (kWh)	Coste geotermia (€)	Coste pellet (€)	Coste actual (€)	Ahorro mensual (€)
Enero	81 495,90	14 526,90	1 008,17	75,00	1083,17	6 127,72
Febrero	76 238,10	13 589,68	943,12	75,00	1018,12	5 713,75
Marzo	81 495,90	14 526,90	1 008,17	75,00	1083,17	6 116,75
Abril	78 867,00	14 058,29	975,65	75,00	1050,65	5 911,71
Mayo	47 699,70	8 502,62	590,08	75,00	665,08	3 641,76
Junio	44 688,00	7 965,78	552,82	75,00	627,82	3 398,79
Julio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Septiembre	51 006,00	9 091,98	630,98	75,00	705,98	3 858,40
Octubre	81 495,90	14 526,90	1 008,17	75,00	1083,17	6 094,82
Noviembre	78 867,00	14 058,29	975,65	75,00	1050,65	5 917,02
Diciembre	81 495,90	14 526,90	1 008,17	75,00	1083,17	6122,24
Anual	703 349,40	125 374,22	8 700,97	750,00	9450,97	52902,97

Tabla 34: Cuadro de costes y ahorros actuales

Finalmente, sopesando el coste total del proyecto (**801.649,69 €**) y el ahorro anual (**53.052,97 €**), se obtiene un **periodo de retorno de 15,15 años**.

Pese a que el Pay back no muestra un valor muy favorable se debe considerar la vida útil de las instalaciones, la geotermia suele rondar los 40-50 años y las instalaciones solares térmicas se están acercando a los 30. Por lo que, en conclusión, el periodo de retorno es favorable pese a la gran inversión necesaria.

Debido al carácter renovable de las instalaciones es importante reseñar que esta inversión supondría un ahorro de 192,1 toneladas de CO2 anuales a la atmosfera. Considerando valores tipo de emisión adjudicados a cada combustible por el IDAE.

1.12. Conclusiones

El desarrollo de la memoria de un proyecto se enfoca en la exposición y justificación de los medios y procesos a realizar para alcanzar el objetivo en cuestión. En esta, tras la exposición detallada de las características del edificio y el análisis de su demanda energética, se ha mostrado claramente la necesidad de las instalaciones de climatización y ACS objetos del proyecto. Con ellas se busca cubrir una demanda media en climatización de **80 000 kWh** en invierno y de **45 000 kWh** en verano. Además de los **340 MJ** diarios medios en ACS.

El análisis de los recursos renovables ha ilustrado la capacidad y características de las fuentes de energía limpias para con instalaciones de grandes dimensiones. Y, por último, con el desarrollo tecnológico se ha conseguido ejemplificar que, mediante energías alternativas, este tipo de instalaciones son perfectamente viables, corroborando así una de las motivaciones del proyecto. Para ello se han empleado **18 paneles solares térmicos** que abastecen un depósito de 3000 litros en la instalación de ACS. En esta el sistema de apoyo se halla configurado por una caldera de pellets de **150 kW** y un depósito de inercia de 2 500 litros. En cuanto a la instalación de climatización. Se ha empleado una bomba de calor geotérmica reversible cuya potencia calefacción/refrigeración es **275,59/262,5 kW** y unos **9 000 metros** de conducciones radiantes.

En la actualidad, los recursos renovables son abundantes y fructíferos, es deber de los consumidores el reclamar más desarrollo en esta área y de empresas e instituciones el realizarlo. Se conseguiría así, aún más tecnología para aprovechar estas fuentes, que no tienen prácticamente impacto ambiental y cuyo mantenimiento y coste anual es muy reducido. Además, ofrecen una independencia energética muy apreciada en un mundo globalizado con continuos conflictos.

Financieramente, la instalación con menor coste es la de ACS, con un montante total de **48 420,75 €**, de los cuales unos 30 000 € se invierten en el sistema de auxiliar por biomasa. Debido a la naturaleza de los trabajos y el tiempo de instalación el coste de la instalación de geotermia asciende a **605 076,73€** considerándose así la más costosa tanto técnica como económicamente. Por último, la instalación de climatización por suelo radiante y refrescante supondrá una inversión de **166 761€**. Siendo el coste total de **801 650€**, este, pese a suponer un gran desembolso inicial se recupera en un periodo de **15 años** gracias a los **52 900€** que se obtienen como ahorro anual.

Como consecuencia de todo el desarrollo, exposición y cálculo se ha demostrado que: apreciando y con tecnología desarrollada, aunque ya presentes en el mercado, es viable y recomendable el empleo de estos recursos. Se pueden realizar proyectos altamente eficientes y ecológicos con una gran optimización técnica. Qué, además, como se muestra en el análisis económico, son viables financieramente.

1.13. Bibliografía

- Documento básico HE Ahorro de Energía del CTE
<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>
- Sede electrónica del Catastro
[https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVConCiud.aspx?UrbRus=U&RefC=3825504BE8832S0001SR&RCCompleta=&via=GIL@ATROCILLO&tipoVia=AV&numero=28&kilometro=&bloque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=CASTELLO N&prov=12&muni=138&DescMuni=VINAROS&TipUR=U&codvia=180&comVia=GIL.%20ATROCILLO%20\(AVENIDA\)&pest=urbana&from=OVBusqueda&del=12&mun=138](https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVConCiud.aspx?UrbRus=U&RefC=3825504BE8832S0001SR&RCCompleta=&via=GIL@ATROCILLO&tipoVia=AV&numero=28&kilometro=&bloque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=CASTELLO N&prov=12&muni=138&DescMuni=VINAROS&TipUR=U&codvia=180&comVia=GIL.%20ATROCILLO%20(AVENIDA)&pest=urbana&from=OVBusqueda&del=12&mun=138)
- Ley de Ordenación de la Edificación de España
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-21567>
- Climate Data.org
<https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/vinaroz-886723>
- Instituto Geológico y Minero de España, Mapa MAGNA, página 571
http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d5_G50/Magna50_571.pdf
- Artículo 229 del DECRETO 143/2015, de 11 de septiembre, del Consell, por el que aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley 14/2010, de 3 de diciembre, de la Generalitat, de Espectáculos Públicos, Actividades Recreativas y Establecimientos Públicos. [2015/7544]
http://www.dogv.gva.es/datos/2015/09/15/pdf/2015_7544.pdf
- Código Técnico de la Edificación -- CTE
<https://www.arquiparados.com/t895-cte-codigo-tecnico-de-la-edificacion-descargas>
- La Orden de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo establece el contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales, así como de los certificados finales de obra que posibilitan.
- Ocupación de personas -- CTE DB SI 3 Apartado 2
<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadIncendio/DBSI.pdf>
- Dimensionado clima -- RITE IT 1.2.2 P48
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Comentarios_RITE_GT7_07_2200d691.pdf
- Cálculo emisiones CO2/TEWI -- RITE 1.2.3 P49 -- Factores de emisión
https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf

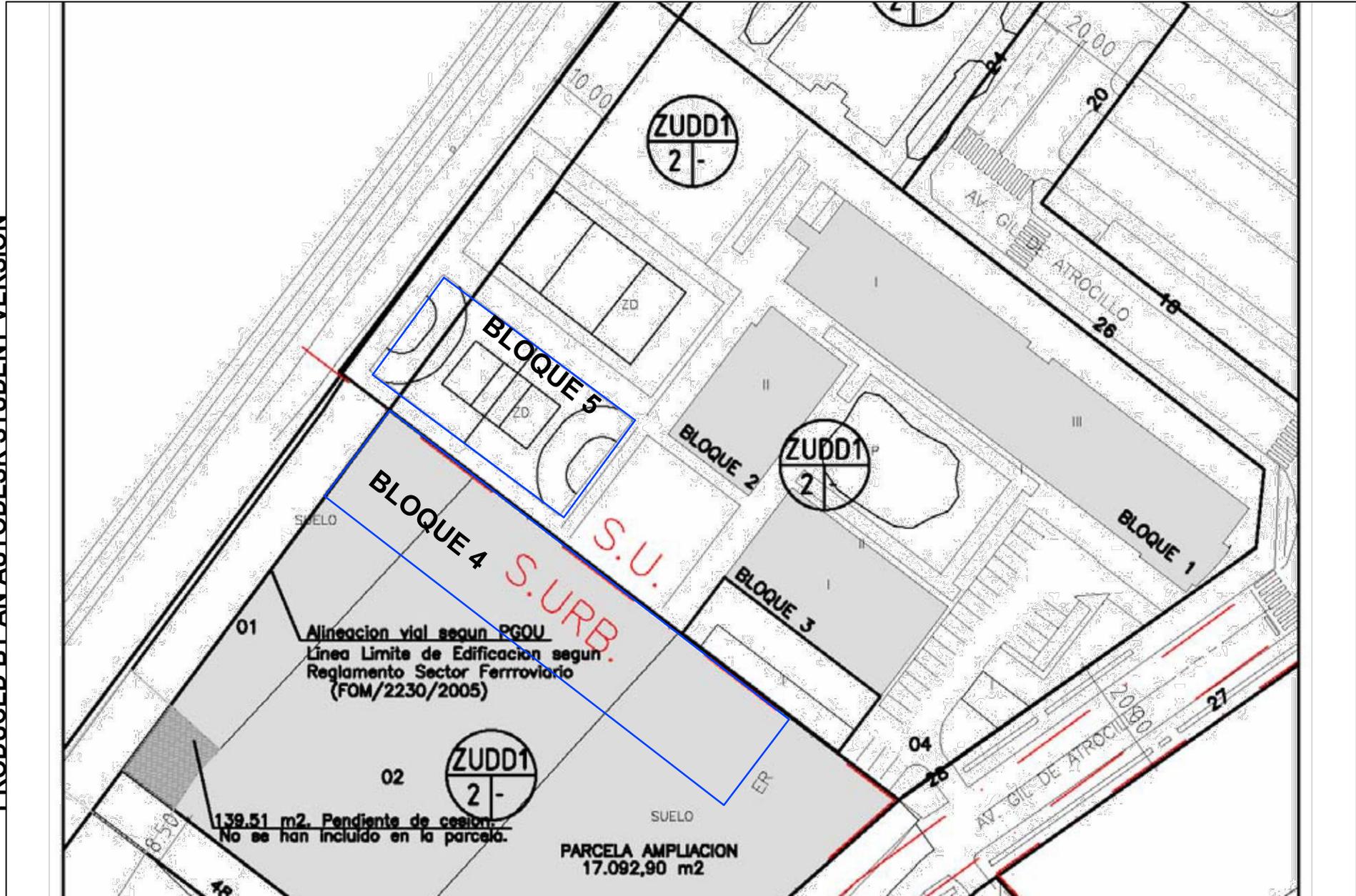
- Legionela (protección)
<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm>
- Plan integral de fomento de la biomasa
<http://www.agroambient.gva.es/documents/20551003/163934046/Plan+Integral+de+fomento+de+la+biomasa+residual+agr%C3%ADcola+y+forestal+-+Diagnostico+-+Versi%C3%B3n+Preliminar/561a0a55-637e-4059-b4c2-2f98030909be>
- Guía de Instalaciones CypeCAD
<http://www.cype.net/pdfs/manuales/20071/iegui01.pdf>
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
<http://personales.upv.es/emsaes/apuntes/PROYECTOS CLIMATIZACION docs/guia%20rite.pdf>
- Geotermia y aguas subterráneas para climatizar Madrid de forma sostenible
<https://www.efeverde.com/noticias/geotermia-acuifero-climatizar-madrid/>
- Guía de la energía geotérmica
<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-geotermica.pdf>
- Estimación de sondeos
<https://www.ingenierosindustriales.com/estimacion-de-la-longitud-de-un-sondeo-geotermico/>
- IDAE Guía técnica. Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_14_Guia_tecnica_diseno_de_sistemas_de_intercambio_geotermico_de_circuito_cerrado_1a7cff37.pdf
- Memoria técnica IES José Vilaplana
<https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/1bfd7393-fa57-4667-8499-8f5cbe1cb701/DOC20190509134152II+1+MEMORIA+TECNICA+IES+JOSE+VILAPLANA+modificada+SEPT+2018.pdf?MOD=AJPERES>
- Guía del suelo radiante (FEGECA)
<https://www.fegeca.com/docs/fegeca-guia-suelo-radiante.pdf>
- Manual Técnico de Climatización Invisible
<http://www.solarcondicionado.pt/files/catalogs/Cat%C3%A1logo-Piso-Radiante-Uponor-2017.pdf>
- Apuntes Asignatura Energías Renovables Térmicas UPV

2. PLANOS

- 1. Parcelas y bloques.**
- 2. Ubicación instalaciones.**
- 3. Vista plantas del Bloque 4.**
- 4. Azotea.**
- 5. Ubicación zona análisis de sombras.**
- 6. Ubicación puntos análisis de sombras.**
- 7. Ubicación módulos solares.**
- 8. Sistema de canalizaciones de la instalación de ACS Solar.**
- 9. Instalación de suelo radiante/refrescante en Planta Baja.**
- 10. Instalación de suelo radiante/refrescante en Primera Planta.**
- 11. Instalación geotérmica.**

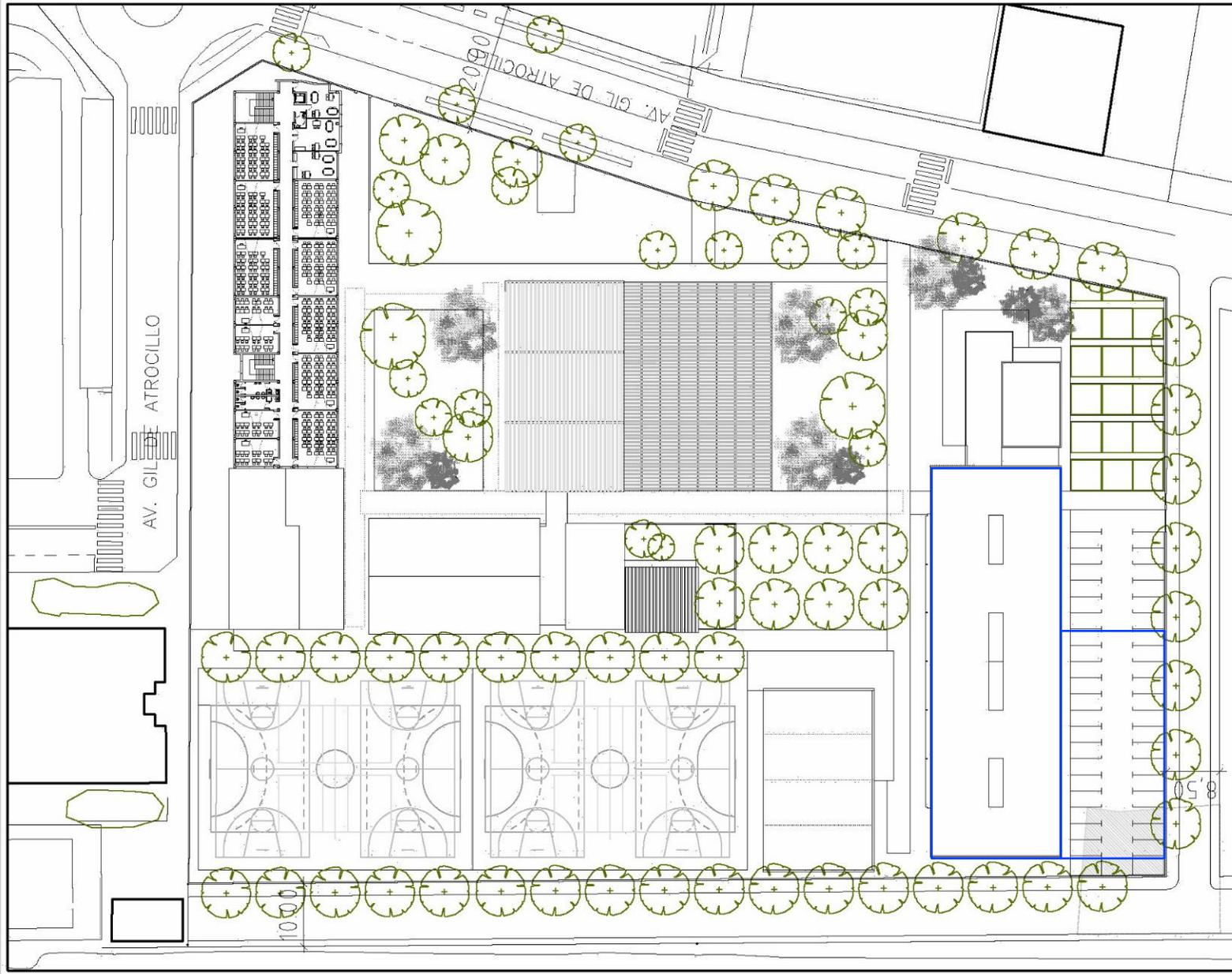
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA</p>	<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA DE LA ENERGIA</p> <p>Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)</p>	<p>Plano: Parcelas y bloques</p>	<p>Fecha: Julio 2020</p>	<p>Nº Plano: 1</p>
		<p>Autor: Memoria técnica: Ampliación IES José Vilaplana</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PLANTA SEGUNDA

ANTEPROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACION
PLANTAS DE CONJUNTO

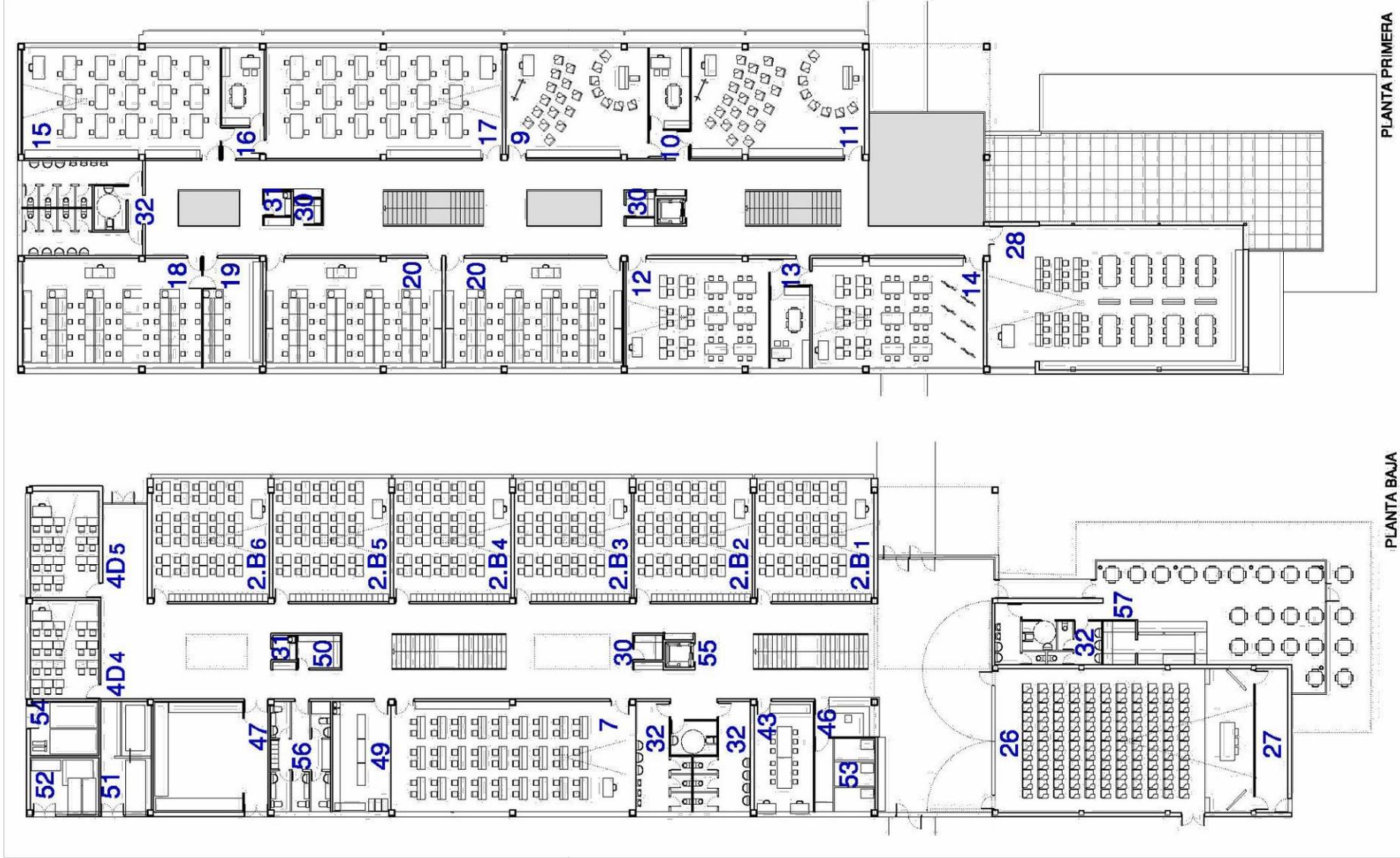
Página 37 de 56

VINARÒS - IES JOSE VILAPLANA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Ubicación instalaciones	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 2
		Autor: Memoria técnica: Ampliación IES José Vilaplana	Escala: 1:1500	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PLANTA PRIMERA

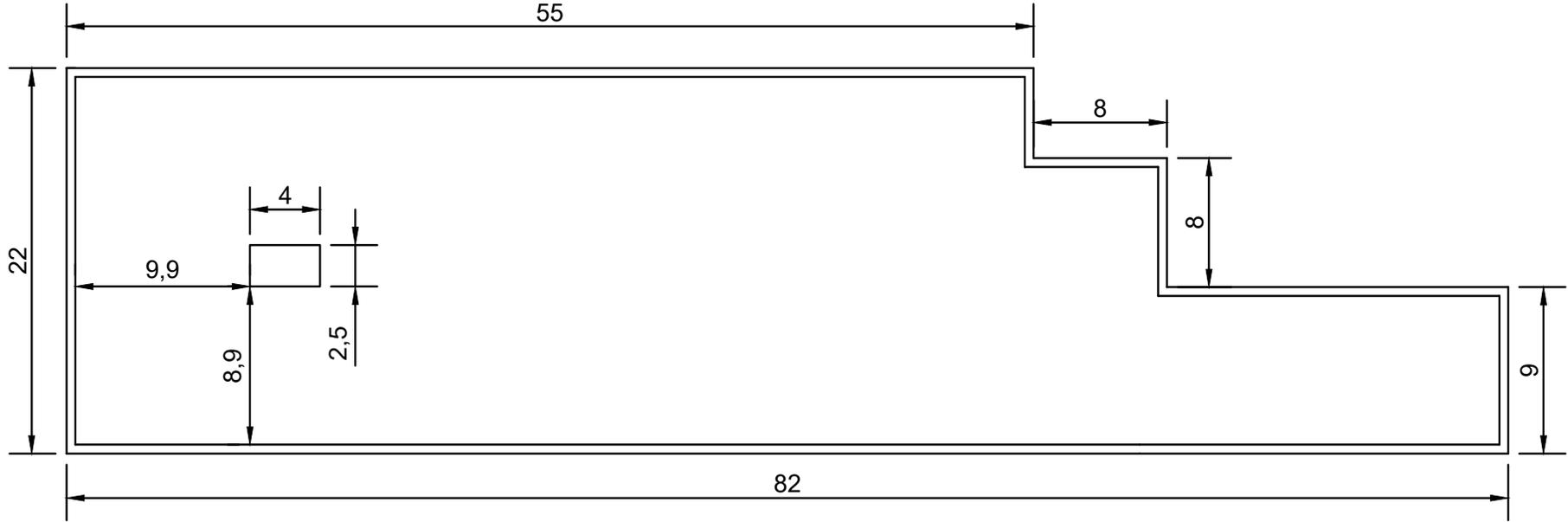
PLANTA BAJA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Vista plantas del Bloque 4	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 3
			Autor: Memoria técnica: Ampliación IES José Vilaplana	Escala: 1:400	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

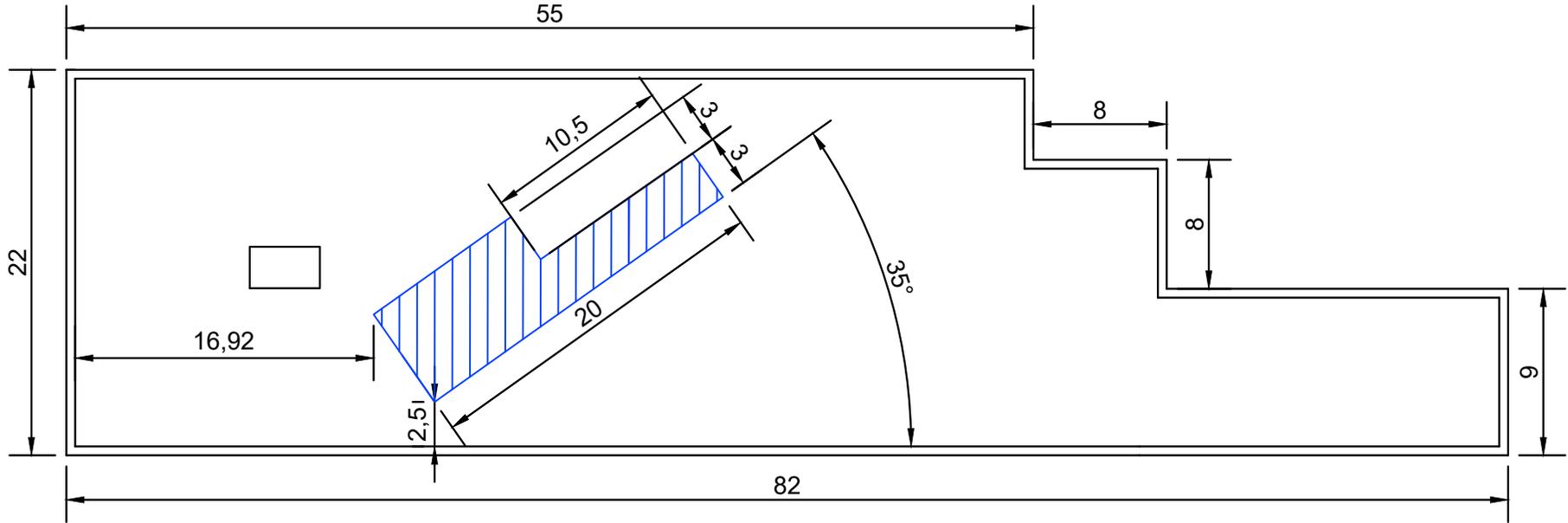
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Azotea	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 4
		Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:370		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

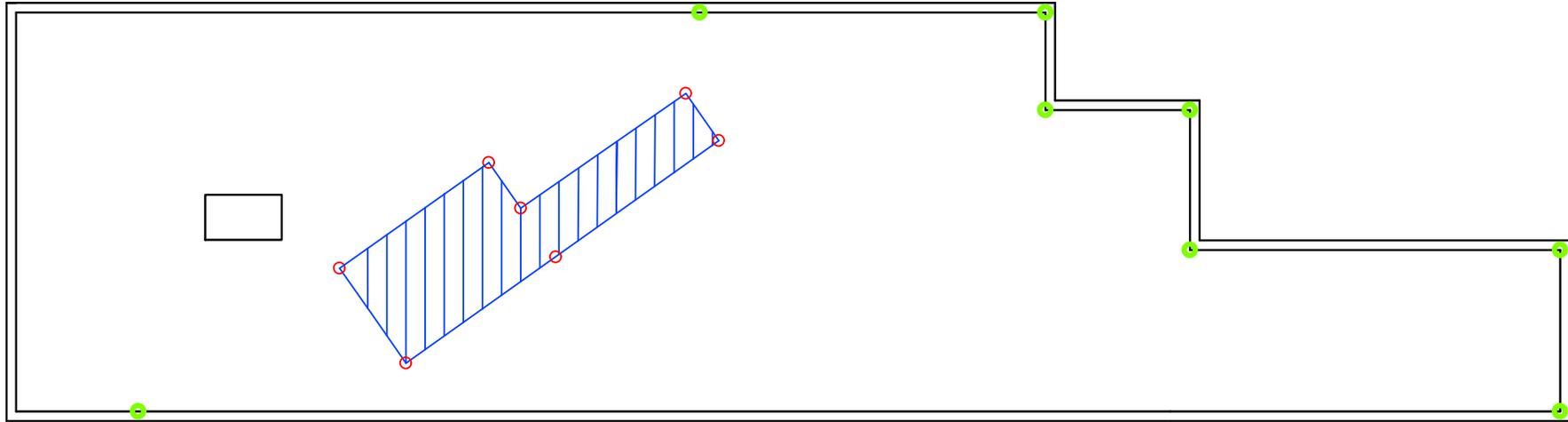
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Ubicación zona análisis de sombras	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 5
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:370	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

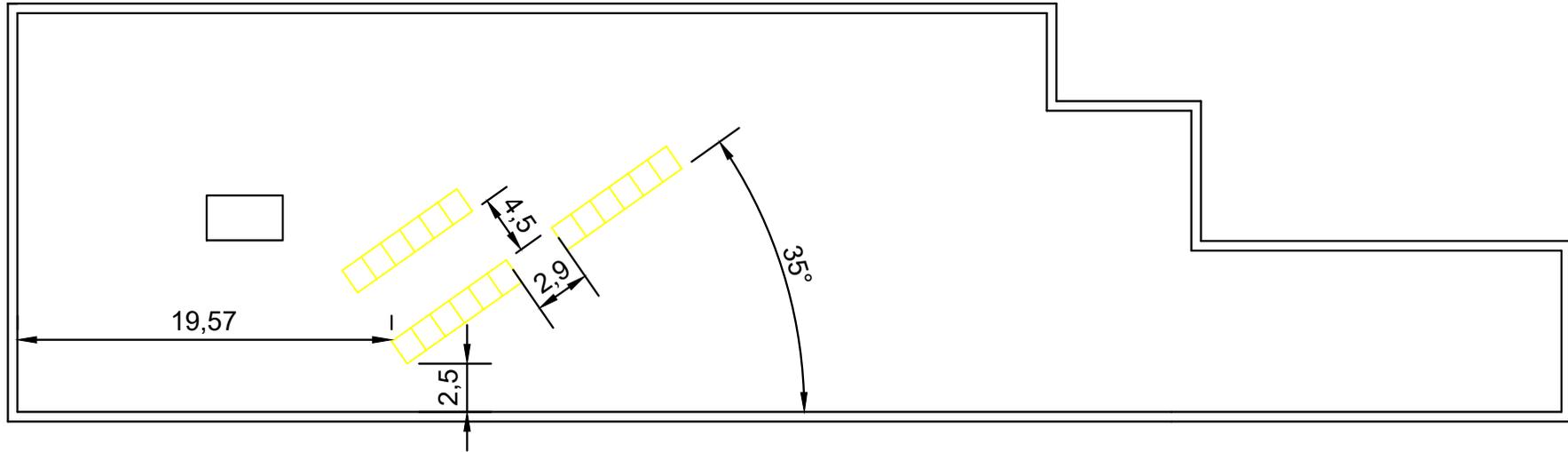
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Ubicación puntos análisis de sombras	Fecha: Julio 2020	Nº Plano: 6
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:350	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

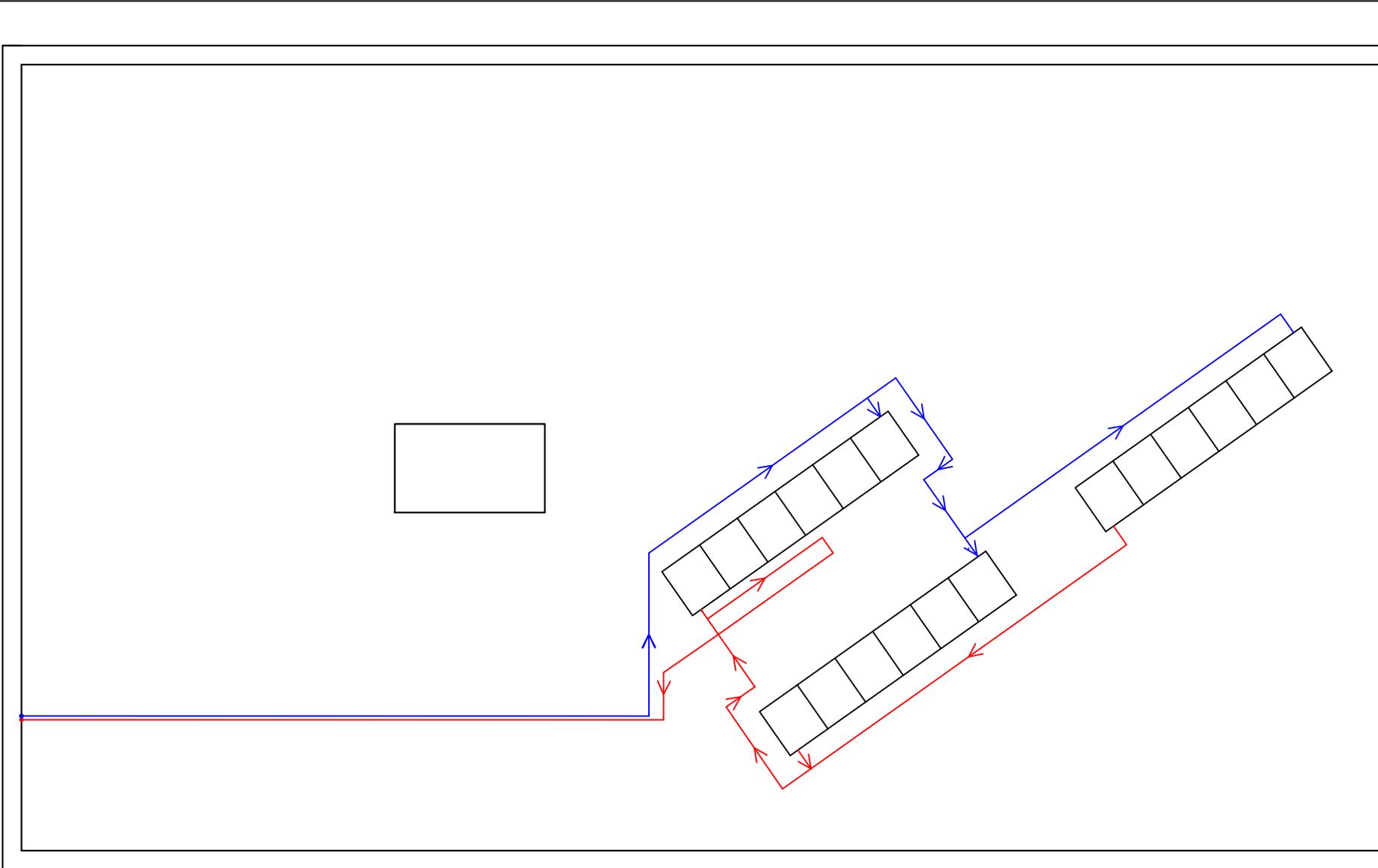
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Ubicación módulos solares	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 7
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:350	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

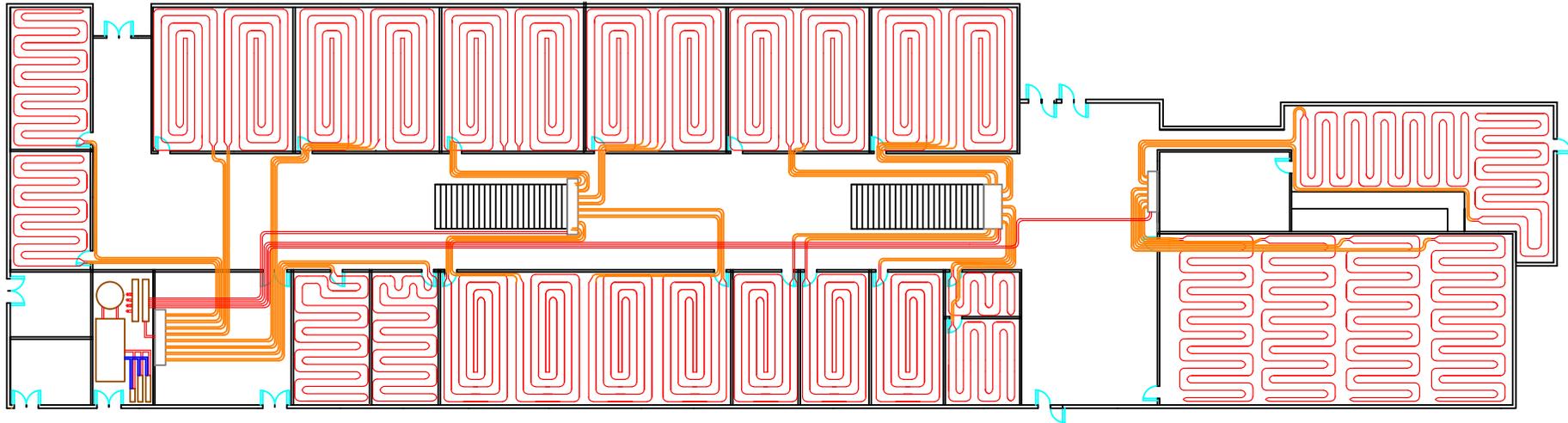
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Sistema de canalizaciones de la instalación de ACS Solar	Fecha: Julio 2020	Nº Plano: 8
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:150	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

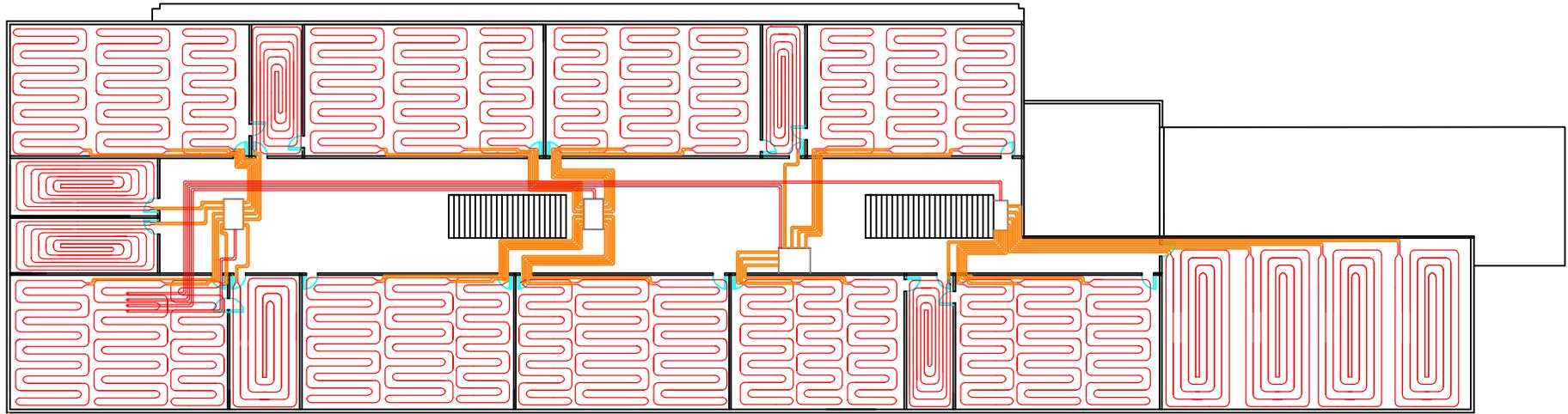
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Instalación de suelo radiante/refrescante en Planta Baja	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 9
		Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:350		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

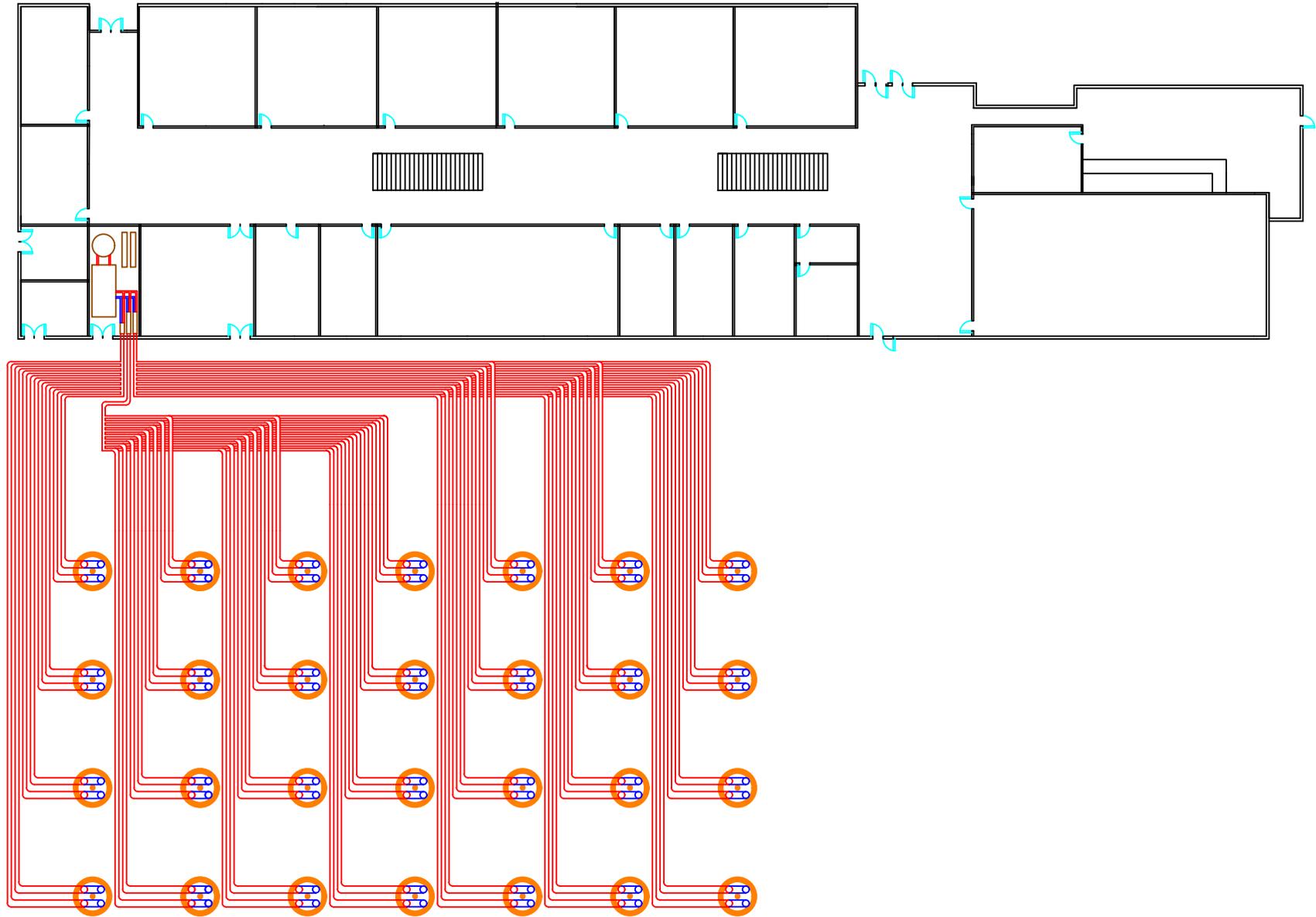
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Instalación de suelo radiante/refrescante en Primera Planta	Fecha: Julio 2020	N° Plano: 10
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:350	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALÈNCIA	Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 m ² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)	Plano: Instalación exterior de geotermia	Fecha: Julio 2020	Nº Plano: 11
			Autor: Zaira Lozano Martín	Escala: 1:380	

3. ANEXOS

3.1. Cálculos Justificativos

Acumulación Y Captación [1]

El dimensionamiento del acumulador de la instalación (circuito secundario) y el de la superficie de captación están intrínsecamente relacionados, es decir, dependen uno del otro.

En el primer planeamiento, se supuso, atendiendo a las recomendaciones del CTE, un volumen de acumulación igual a la demanda diaria del centro escolar.

$$V_1 = 1\ 800 \text{ litros} \approx 1\ 790 \text{ litros} = \text{Demanda diaria}$$

A continuación, respetando las recomendaciones del CTE otra vez, pese a que en el CTE DB HE4 se establece un rango V/S más amplio [$50 \text{ l/m}^2 < V/S < 180 \text{ l/m}^2$], las condiciones recomendadas para que el rendimiento general de la instalación no se vea perjudicado son: $60 \text{ l/m}^2 < V/S < 100 \text{ l/m}^2$, específicamente $V/S = 75 \text{ l/m}^2$. Por lo que, teniendo un $V = 1\ 800 \text{ l}$ las superficies de captación máximas y mínimas serán:

		Recomendado	CTE
Sup. Mín.	m ²	18	10
Sup. Máx.	m ²	30	36
Recomendada	m ²	24	

Tabla 35: Superficie de captación solar recomendada por el IADE

Con este dato y conociendo la superficie de captación de cada módulo se establece el número de captadores y la superficie real.

$$N^{\circ} \text{ Captadores} = S_{\text{recomendada}} / S_{\text{módulo}}$$

$$N^{\circ} \text{ Captadores} = 24 / 2.23$$

$$N^{\circ} \text{ Captadores} = 10.76$$

Lo que llevará a seleccionar un total de 12 captadores, debido a que todas las baterías deberán tener el mismo número de módulos y, por ende, este debe ser par. Pero al realizar la comprobación de contribución mínima esta se encuentra muy al límite. Y ante el objetivo de la instalación, que es actuar como fuente principal renovable en la contribución de ACS, decide aumentar el número de paneles, añadiendo una batería más: 18 paneles. Esto conlleva una **superficie total de captación recomendada de 40.14 m²**. Y cumpliendo la recomendación, queda un **volumen de acumulación de 3 000 litros**.

Inclinación [2]

La inclinación óptima para un mayor rendimiento anual de los colectores solares se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\beta_{\text{opt}} = 3.1 + \text{latitud} \times 0.76$$

Aun así, es de vital importancia resaltar que la instalación de ACS objeto del proyecto está destinada para un centro docente, que permanece cerrado los meses de julio y agosto y con pocos alumnos en junio. Como consecuencia, se procede a optimizar la instalación para el periodo frío, en especial para el 21 de diciembre, día más desfavorable. Por este motivo, la inclinación óptima para los meses de invierno se obtiene añadiendo 10 ° a la óptima anual.

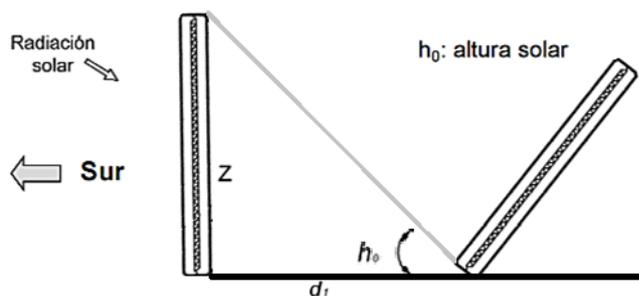
Teóricamente, la inclinación óptima sería de 33.85°, pero si se sigue el criterio anteriormente expuesto, esta resulta 43.85°. En comparación, según el programa PVGIS, como media de los meses de invierno, la inclinación óptima será de 48°. Así que, como decisión final se ha elegido que estos estén **inclinados 45°**.

Dato: latitud = 40,46°

Distancias Mínimas Separación [3]

Para situar los módulos solares en la azotea con la orientación óptima ($\alpha=0$) es importante delimitar el espacio en el cual pueden localizarse. Para ello es necesario conocer la distancia de la instalación hasta el muro perimetral y la que habrá entre ellos. Como estos se han orientado completamente al sur las sombras se pueden calcular por medio de trigonometría, como se muestra a continuación:

Muro perimetral: $h=0.75$ m



La disposición del panel no será exactamente esa respecto al muro, pero la sombra sí que se ve representada por la distancia 1.

*Figura 62: Dibujo distancias y sombras entre objetos
(Fuente: Elaboración propia)*

Así, partiendo de la expresión trigonométrica de la tangente y de las expresiones de cálculo del resto de parámetros se obtiene:

$$d_1 = \frac{z}{\tan h_0}$$

$$h_0 = 90 - \text{latitud} + \delta$$

$$\delta = 23.45 \times \text{sen} \left(360 \times \frac{284 + \delta n}{365} \right)$$

Donde:

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

Z = altura del muro **δ_n** = día juliano; se contempla el día cuando el
 h_o = altura solar sol está más bajo, y la sombra es más larga,
Latitud = 40.46 21 de diciembre, $\delta_n = 355$.
 δ = declinación

El resultado de la distancia mínima del campo solar al muro perimetral es de:

$$\delta = 23.45 \times \text{sen} \left(360 \times \frac{284 + 355}{365} \right) = -23.45$$

$$h_o = 90 - 40.46 + (-23.45) = 26.09$$

$$d_1 = \frac{0,75}{\tan 26.09} = 1,53 \text{ m}$$

Entre baterías: **$h = 1.41 \text{ m}$**

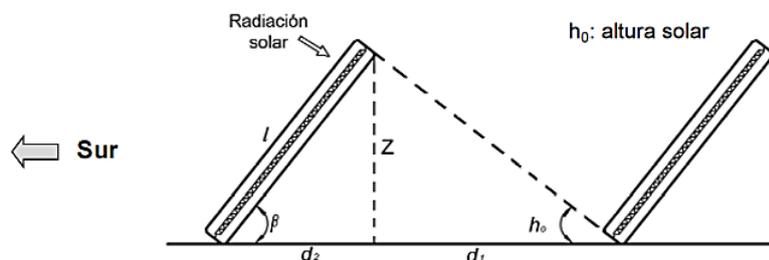


Figura 63: Dibujo distancias y sombras entre paneles (Fuente: Asignatura ERT)

La única diferencia de este caso al anterior es la distancia 2, por lo que la expresión final de separación contempla también es efecto de la inclinación del panel (β).

$$d = d_1 + d_2 = \frac{Z}{\tan h_o} + \frac{Z}{\tan \beta}$$

$$d = d_1 + d_2 = \frac{1.41}{\tan 26.09} + \frac{1.41}{\tan 45} = 4.28 \text{ m}$$

Pérdidas Por Orientación E Inclinación [4]

El criterio para evaluar si la orientación e inclinación establecidas para los captadores solares de la instalación es factible, se remite a los mínimos establecidos el Código Técnico de la Edificación (CTE). La instalación solar que se desea implementar no puede sufrir unas pérdidas por orientación/inclinación y sombras superiores al 10%, de cada una de ellas, y en total, no pueden ser mayores del 15%. Se ha de cumplir tanto cada límite por separado, como el límite total. Estos datos son de ayuda en el momento de determinar diferentes factores de la instalación.

El cálculo de dichas pérdidas, a pesar de estar compuestas por factores independientes, se calculan en conjunto. Para ello, puede emplearse el método gráfico, Figura 44, o el método numérico. Este último es el seleccionado para el cálculo final de

las pérdidas asociadas a la orientación o inclinación, y para evaluarlas el CTE establece las siguientes fórmulas:

$$[1] \quad 90^\circ > \beta > 15^\circ \quad \text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \cdot 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\text{ópt}}) + .5 \cdot 10^{-5} \times \alpha^2]$$

$$[2] \quad \beta < 15^\circ \quad \text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \cdot 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\text{ópt}})]$$

Valorando que la inclinación seleccionada es $\beta = 45^\circ$, fórmula [1], que la orientación final es $\alpha=0^\circ$ y que la inclinación óptima tiene un valor de 33.85° . **Las pérdidas por orientación e inclinación son 1,49%.**

Pérdidas De Carga [5]

Las pérdidas de carga de las tuberías se han evaluado con el gráfico siguiente; al seleccionar el diámetro se ha tenido en cuenta que la máxima pérdida de carga unitaria, delimitada por el CTE, sea menor de 40mmca y que la velocidad de circulación del fluido caloportador se sitúa entre 0.3 m/s y 2,5 m/s.

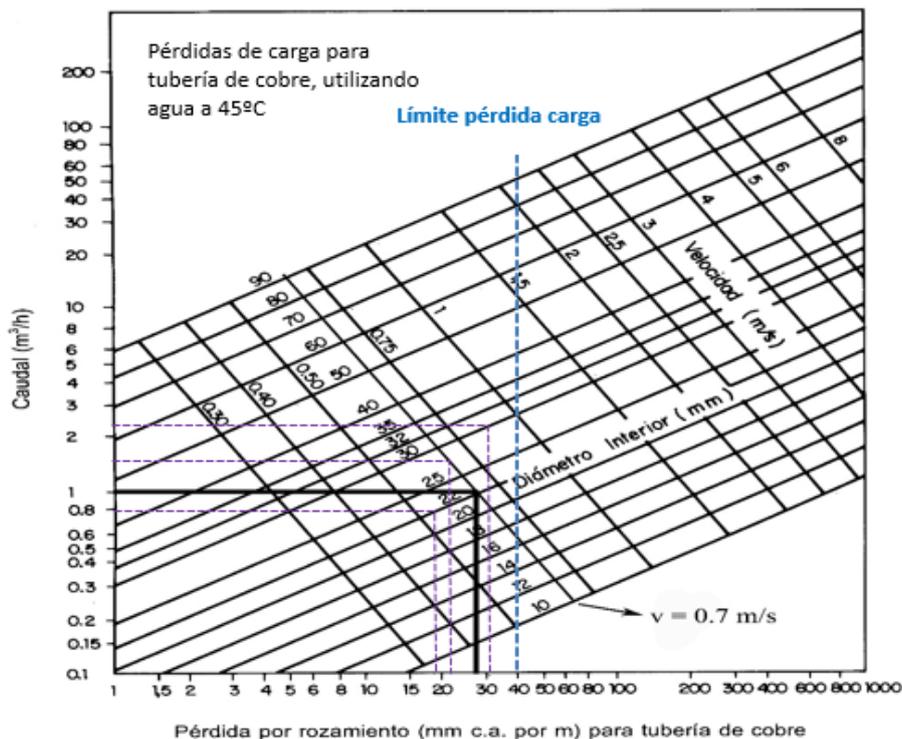


Figura 64: Pérdidas de carga unitaria para tubería de cobre
(Fuente: Asignatura ERT)

Por otro lado, una vez conocidas las pérdidas de carga unitarias (mmca/m) se deben calcular las pérdidas de cargas totales. Para obtenerlas, es necesario tener en cuenta la longitud del tramo de tubería y dos factores correctores: k_1 y k_2 .

$$P_{\text{carga}} = P_{\text{carga}} (\text{gráfico}) \times k_1 \times k_2 \times \text{Long}$$

k_1 = factor corrector de la temperatura

k_2 = factor corrector del tipo de fluido

El factor k_1 es necesario debido a que los datos del gráfico están calculados a 45°, y para su corrección se establece el parámetro establecido en la siguiente tabla:

Temp. del agua (°C)	5	10	20	40	45	50	60	80	90	95
Factor corrector	1.24	1.18	1.09	1.02	1.00	0.99	0.96	0.92	0.91	0.91

Figura 65: Factor de corrección de la temperatura para las pérdidas de carga unitarias (Fuente: Asignatura ERT)

Por otro lado, el factor k_2 muestra el efecto que tiene la composición del fluido caloportador sobre la circulación y, por ende, sobre las pérdidas. Su valor atiende la siguiente expresión:

$$k_2 = \sqrt[4]{\frac{\text{viscosidad de la mezcla}}{\text{viscosidad del agua}}}$$

$$k_2 = \sqrt[4]{\frac{0.85}{0.467}} = 1.16$$

El resultado final de las pérdidas de carga totales se muestra en la tabla plasmada en el correspondiente apartado de la memoria técnica.

Longitudes Equivalentes [6]

El método de longitudes equivalentes asocia una medida a cada uno de los accesorios de una instalación hidráulica, la cual produce, con relación a su diámetro, la misma pérdida de carga que el objeto.

Tipo	(L/D) _{eq}
Válvula de globo-abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta-abierta por completo	8
¾ abierta	35
½ abierta	160
¼ abierta	900
Válvula de verificación tipo giratoria	100
Válvula de verificación tipo bola	150
Válvula de mariposa abierta ,por completo (2 a 8 pulg)	45
10 a 14 pulg	35
16 a 24 pulg	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90	30
Codo de 90 de radio largo	20
Codo roscado a 90	50
Codo estándar a 45	16
Codo roscado a 45	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Con flujo en el ramal	60

Tabla 36: Longitudes equivalente para distintos accesorios

Así, diferenciando por tramos los tipos de accesorios que hay, y teniendo en cuenta los diámetros de los segmentos, se obtiene una longitud equivalente para cada sección de la instalación:

Accesorio	L/D equivalente (mm)	Tramo 0--1	tramo 1--2	tramo 2--3	tramo 4--5	tramo 5--6	tramo 6--7
Codos a 90º	30	4	3	1	1	3	5
Codos a 45º	16						1
Uniones en T	20	1	1			1	1
Válvula de retorno	50						1
Válvula de corte	45	2	2	1	1	1	4
Longitud equivalente (m)		6,9	5,2	1,65	1,65	4,03	12,48

Tabla 37: Cuadro longitudes equivalentes debido a accesorios

Vaso De Expansión [7]

Para el dimensionado del vaso de expansión se debe tener en cuenta la cantidad de fluido de trabajo contenido en el circuito primario, su temperatura, sus características y la localización del vaso de expansión en la instalación para el cálculo de la P. estática soportada. Como conjunción, la expresión de la cual se obtiene el volumen del vaso de expansión marcada por el CTE es la siguiente:

$$V_t = (V \times C_e + V_{vap} \times 1.1) \times C_{pre}$$

Pero para su utilización, previamente es necesario calcular todos los factores que la conforman, a través de las siguientes expresiones:

$$V = V_{ch} + V_c + V_{int}$$

$$C_e = 10^{-6} \times (3.24 \cdot t^2 + 102.13 \cdot t - 2708.3) \times a \times (1.8 \cdot t + 32)^b$$

$$a = -0.0134 \times (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2)$$

$$b = 3.5 \cdot 10^{-4} \times (G^2 - 94.57 \cdot G + 500)$$

$$V_{vap} = V_c + 4$$

$$C_{pre} = \frac{P_{máx} + 1}{P_{máx} - P_{mín}}$$

$$P_{máx} = P_{vs} - 0.3$$

$$P_{mín} = 0.5 + P_{est}$$

$$P_{est} = h \times 0.1$$

Válidas para los siguientes rangos de temperaturas y concentración de glicol en la mezcla:

$$\left\{ \begin{array}{l} 20\% < G < 50\% \\ 65^\circ < t < 115^\circ \end{array} \right.$$

Siendo el significado de los parámetros:

Vt: Volumen mínimo del vaso de expansión

Vch: Volumen contenido en las tuberías del circuito hidráulico

Vc: Volumen contenido en los captadores

V: Volumen en el intercambiador

Ce: Coeficiente de expansión

t: temperatura máxima de la mezcla

G: % de glicol en la mezcla

Vvap: Volumen de fluido que puede vaporizarse

Cpre: Coeficiente de presión

h: diferencia de cotas entre altura del vaso y el punto más alto de la instalación.

Finalmente, el Volumen será:

$$P_{est} = 6 \times 0.1 = 0.6 \text{ bar}$$

$$P_{mín} = 0.5 + 0.6 = 1.1 \text{ bar}$$

$$P_{máx} = 4 - 0.3 = 3.7 \text{ bar}$$

$$C_{pre} = \frac{3.7 + 1}{3.7 - 1.1} = 1.8$$

$$V_{vap} = 30.6 + 4 = 34.6 \text{ l}$$

$$a = -0.0134 \times (28^2 - 143.8 \cdot 28 + 1918.2) = 17.74$$

$$b = 3.5 \cdot 10^{-4} \times (28^2 - 94.57 \cdot 28 + 500) = -0.477$$

$$C_e = 10^{-6} \times (3.24 \cdot 115^2 + 102.13 \cdot 115 - 2708.3) \times 17.74 \times (1.8 \cdot 115 + 32)^{-0.477} = 0.067$$

$$V = 61.89 + 30.6 + 10 = 102.49 \text{ l}$$

$$V_t = (102.49 \times 0.067 + 34.6 \times 1.1) \times 1.8$$

$$\mathbf{V_t = 81.3 \text{ litros}}$$

En la memoria se indica el tipo y la marca de vaso de expansión seleccionado, con un volumen de 100 litros. Por último, la siguiente tabla muestra el cálculo de todos los volúmenes de fluido en las diferentes secciones de la instalación.

Tramo	Longitud (m)	Ø (mm)	Volumen (m ³)	Volumen (l)
1--2	34	30	24 033,18	24,03
2--3	5,5	26	2 920,11	2,92
3--4	10,5	22	3 991,39	3,99
5--6	10,5	22	3 991,39	3,99
6--7	5,5	26	2 920,11	2,92
7--8	34	30	2 4033,18	24,03
Captador				30,6
Intercambiador				10
V				102,49

Tabla 38: Volúmenes contenidos en el circuito hidráulico primario desglosados

En el caso de los vasos de expansión del sistema de apoyo se empleará la fórmula simple indicada en la memoria. Y se estimarán los valores siguientes.

$$V_t = V \times C_e \times C_{pre}$$

$$V = 1800 \text{ litros}$$

$$C_e (T_{\text{media}}=65^\circ) = 0.01775$$

$$C_{pre} = \frac{(8+1)}{(8+1)-(4-1)} = 1.5$$

$$V_t = 1800 \times 0.01775 \times 1.5 = 47.93 \text{ litros}$$

Finalmente, el volumen es de **50 litros** en cada vaso de expansión.

Cargas Sobre La Estructura [8]

Las cargas sobre el edificio son un factor esencial de análisis para la mayoría de los proyectos; en este caso el edificio en cuestión se ha dimensionado con la proyección de una futura instalación solar térmica en su cubierta superior, por lo que el análisis es innecesario. **Considerándose 0 la sobrecarga en la cubierta.**

El efecto del viento, a causa del cual podría necesitarse refuerzo en los anclajes, se ve mitigado en la azotea gracias al muro perimetral de 0.75 m de altura, siendo innecesario reforzar la estructura. Para el cálculo en detalle se ha tenido en cuenta el histórico de velocidades de viento en la zona de instalación:

CARACTERÍSTICA / VALOR	(Velocidad m/s)	(Velocidad Km/h)	FECHA
Racha de Viento más alta Registrada:	31.4	113.04	04-05-2019
Velocidad Media más alta Registrada:	9.7	34.92	02-10-2000

Tabla 39: Datos históricos de velocidades máximas del viento
(Fuente: AEMET)

Empleando el dato de velocidad media, **9.7 m/s**, por ser a la que mayores veces será sometido, se la relaciona con la presión frontal (F), de donde podrá obtenerse la F_1 , cuyo efecto es intentar levantar la estructura actuando sobre su anclaje. Para ello se empleará la Tabla 40 y se interpolará:

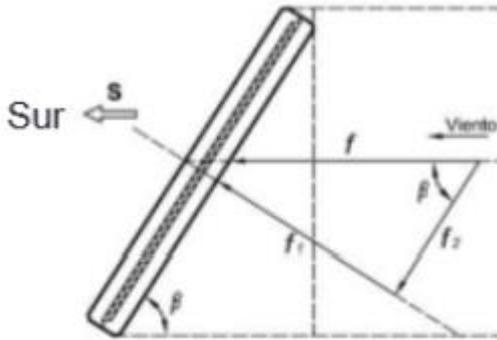


Figura 66: Fuerzas ejercidas sobre captador solar
(Fuente: Asignatura sobre estructuras solares)

Tabla 40: Relación velocidad del viento y la presión frontal recibida
(Fuente: AEMET)

v (m/s)	v (km/h)	P(N/m ²)
5	18	15
15	54	138
28	100	479
42	151	1078
56	201	1917

$$y = y_0 + \frac{x-x_0}{x_1-x_0} \times (y_1 - y_0)$$

$$y = 15 + \frac{9.7 - 5}{15 - 5} \times (138 - 15)$$

$$\mathbf{P = 72.81 \text{ N/m}^2}$$

Así, partiendo de este valor y previa transformación de presión a fuerza, se obtiene por trigonometría el parámetro F_1 :

$$F = P \times S \times \text{sen } \beta$$

$$F = 72.81 \times 2.23 \times \text{sen } 45$$

$$F = 114.81 \text{ N}$$

$$F_1 = F \times \text{sen } \beta$$

$$F_1 = 114,81 \times \text{sen } 45$$

$$\mathbf{F_1 = 81.18 \text{ N}}$$

Dado que este valor se encuentra dentro del rango de ensayos de prueba que delimita la norma UNE 61215 y la ficha técnica de la estructura certifica la superación de los ensayos se considera válida la opción seleccionada.

Por último, debido a la zona climática no se realiza la comprobación ante la carga por nieve.

Sistema Auxiliar [9]

La potencia aconsejable de un sistema de apoyo con acumulador se rige mediante la siguiente expresión:

$$P = V \times C_p \times \frac{(T_c - T_f)}{t}$$

Donde:

P = Potencia aconsejable del sistema de apoyo (kW)

V = Volumen del acumulador al que abastece el sistema auxiliar (litros)

C_p = Calor específico del agua (kJ/kg·K)

T_c = Temperatura caliente de trabajo del depósito (°)

T_f = Temperatura media de la red (°)

t = tiempo de reacción (s)

Por lo que, la potencia que tendrá el sistema auxiliar, en referencia a su aporte al ACS deberá ser de:

$$P = 3\,000 \times 4,18 \times \frac{(60 - 15)}{3600}$$

$$P = 156.75 \text{ kW}$$

Estimación Número De Perforaciones/Sondeos [10]

En el proceso de simulación y diseño de la instalación geotérmica en CYPECAD Mep, cada vez que se necesita variar el número de perforaciones se deben reconectar todas las tuberías anteriores. Al tratarse de una instalación grande, el número de elementos que habrá no será despreciable. Por lo que, para evitar que desde el inicio se deba ir tanteando, hasta hallar el número correctos de perforaciones o probar números sin criterio, se puede realizar una estimación previa.

Para la estimación se contemplarán que como máximo las perforaciones tendrán 150 m de profundidad. Y para saber el número de ellas, se debe obtener previamente la longitud de intercambio total.

$$\text{Longitud de la sonda} = \frac{\text{Potencia Evaporador}}{\text{Capacidad Térmica Específica}}$$

Para el cálculo anterior, la Capacidad Térmica Específica depende del tipo de suelo, el cual se define por su conductividad, 2,652 W/m·K, y por las horas de explotación. Tal y como ejemplifica la siguiente tabla, es de 60 W/m.

Subsuelo	Capacidad térmica específica (W/m)	
	1800 h/año	2400 h/año
Suelo inapropiado (conductividad < 1,5 W/mK)	25	20
Suelo normal (conductividad < 3 W/mK)	60	50
Suelo con elevada conductividad (> 3 W/mK)	84	70

*Tabla 41: Capacidad térmica específica
(Fuente: WEB Ingenieros Industriales)*

Por otro lado, la Potencia del Evaporador se calcula en función de la Carga térmica de la instalación ($Q=262 \text{ W}$) y del COP de la GHP seleccionada en la instalación, que en este caso es de 5,79. Por lo que:

$$\text{Potencia Evaporador} = \frac{\text{Potencia Calefacción} \times (\text{COP}-1)}{\text{COP}}$$

Finalmente, si se realizan los cálculos anteriores, se obtiene:

$$\text{Potencia Evaporador} = \frac{262750 \times (5,79 - 1)}{5,79} = 217703 \text{ W}$$

$$\text{Longitud de la sonda} = \frac{217703}{60} = 3622 \text{ m}$$

$$\text{Nº sondas} = \frac{3622}{150} = 24,15 = 25$$

En cualquier caso, este número es solo orientativo, para reducir el error de pruebas en el programa, no se considera un proceso justificativo del número de sondeos.

Cargas Térmicas [11]

Las cargas térmicas de calefacción y de refrigeración se obtienen mediante los cálculos del software de simulación CYPECAD Mep. En uno de los Anexos que este programa produce "Anexo. Listado completo de cargas térmicas" se hayan, tanto el método de cálculo que se describe a continuación, como el conjunto de cargas térmicas mensuales de climatización para cada uno de los recintos o en general (Tabla 5). Esta herramienta valora las pérdidas/ganancias de cada recinto por transmisión, parámetro de transmitancia térmica U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$), las temperaturas interiores, de diseño, y exteriores a lo largo del año, el efecto de los puentes térmicos en su función de aislamiento y los caudales de renovación según el tipo de zona.

Todas las fórmulas empleadas y los datos se exponen a continuación; La carga interior de diseño (Φ_{HL}) se conforma por:

$$\Phi_{HL} = (\Phi_T + \Phi_v) \cdot f_h + \Phi_{RH}$$

Por su parte, cada uno de estos parámetros depende de los siguientes factores:

- La pérdida térmica de diseño por transmisión (Φ_T)

$$\Phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Donde:

- $H_{T,e}$ es la transmisión de calor al exterior; (k =elemento y l =puente térmico)

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l l_l \cdot \Psi_l \cdot e_l$$

- $H_{T,ue}$ es la transmisión de calor a través de un espacio no calentado; (k =elemento y l =puente térmico)

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l l_l \cdot \Psi_l \cdot b_u$$

Suele ser cero debido a que la mayoría de espacios se encuentran climatizados.

- $H_{T,g}$ es la transmisión de calor a través del terreno; (k =elemento)

$$H_{T,g} = \int_{g1} \int_{g2} (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w$$

Para su cálculo se necesita \int_{g2} , que se obtiene de: $\int_{g2} = \frac{(\Theta_{int} - \Theta_{m,e})}{(\Theta_{int} - \Theta_e)}$

- $H_{T,j}$ es la transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura; (k=elemento y j=espacio a dif. temp)

$$H_{T,j} = \sum_k \int_j \cdot A_k \cdot U_k$$

Para su cálculo se necesita \int_j , que se obtiene de: $\int_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$

- La pérdida térmica de diseño por ventilación (ϕ_v)

$$\phi_v = H_v \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$$

$$H_v = 0.34 \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_v + \dot{V}_{mech,inf}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$$

$$\int_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}[\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0]$$

- Capacidad de calentamiento (ϕ_{RH})

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$$

El significado de cada uno de los factores expuestos aquí es:

f_h : factor corrector de la altura del techo	e : coef. de protección / espesor (b)
U_k : transmitancia superficial	ε : factor corrección altura sobre terreno
Ψ_1 : transmitancia lineal	A : superficie
\int_{g1} : factor corrección variación temp. ext.	f_{RH} : factor recalentamiento
G_w : factor corrección por influencia del agua	θ_{int} : temperatura interior de diseño
V : volumen interior de aire	θ_e : temperatura exterior de diseño
\dot{V}_{su} : caudal de aire suministrado	$\theta_{m,e}$: temperatura exterior media anual
\dot{V}_{ex} : caudal de aire extraído	θ_{int} : temperatura interior de diseño

Así, realizando estas operaciones para cada uno de los diferentes recintos, durante todos los meses del año, se obtienen las cargas térmicas mostradas en la tabla 5, apartado 1.7.10 Demanda calefacción y Refrigeración.

Demanda ACS [12]

En primer lugar, hay que obtener, según la cantidad de ocupación y de valores medio tipo, la demanda mensual de ACS del centro. Para ello se utiliza la tabla c del DB HE4 del CTE.

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28

Tabla 42: Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado
(Fuente: Anejo F - CTE DB HE)

A continuación, se evalúa el número de personas a las que afecta cada uno de los valores de la tabla anterior, obteniendo así la demanda diaria (Q_{ACS}). Se recuerda que la tabla anterior muestra datos para consumos a 60°, queda por tanto establecida la temperatura de uso (T_u).

La referencia al número de usuarios se encuentra en la *Tabla 6: Consumo diario ACS desglosado*.

Una vez obtenido este valor y teniendo en cuenta la temperatura del agua de red para los diferentes meses, se procede a calcular la **demanda térmica (DE_{ACS})** mediante la siguiente expresión, de donde se obtienen:

$$DE_{ACS} = Q_{ACS} (T_u) \times \rho \times C_p \times (T_u - T_{AF})$$

	Q_{ACS} (l/día)	T_{AF} (°)	DE_{ACS} (MJ/día)
Enero	1 790	10	374
Febrero	1 790	11	367
Marzo	1 790	12	359
Abril	1 790	13	352
Mayo	1 790	15	337
Junio	1 790	18	314
Julio*	1 790	19	307
Agosto*	1 790	20	299
Septiembre	1 790	18	314
Octubre	1 790	16	329
Noviembre	1 790	12	359
Diciembre	1 790	11	367
Media	1 790	15	340

Tabla 7: Demanda energética en ACS

*Tanto la densidad como el calor específico del agua son datos conocidos: $\rho=1\text{kg/l}$ y $C_p = 4.18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$.

**Siguiendo el criterio 2 del apartado 7.2.3 de la Guía Técnica de Energía Solar Térmica, se establece que, al ser un edificio docente con menos de 3 meses no operativos, pese a cerrar en julio y agosto, no se tiene en cuenta ninguna reducción del consumo.

Donde:

Q_{ACS} = Demanda diaria (l/día)

ρ = Densidad del agua (kg/l)

C_p = Calor específico del agua (kJ/kg·K)

T_u = Temperatura de uso (°)

T_{AF} = Temperatura de agua fría, de la red (°)

3.2. Fichas técnicas

Interacumulador ACS [1]

Captador Solar [2]

Bombas [3]

Vasos De Expansión [4]

Purgador Y Válvulas [5]

Estructura Solar [6]

Caldera De Biomasa [7]

Depósitos De Inercia [8]

Válvula Anticondensación [9]

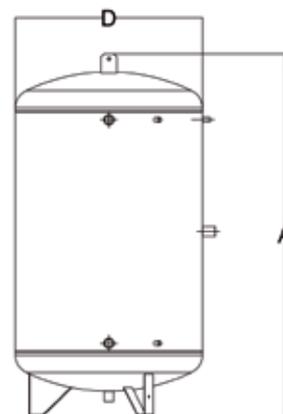
Sistema De Gestión [10]

ACUMULADORES PARA ACS VITRIFICADOS 2 SERPENTINES FIJOS



Acumuladores

Acumuladores verticales con doble serpentín para Agua Caliente Sanitaria de acero al carbono y tratamiento interior vitrificado con 5 años de garantía. Serpentines en acero vitrificado de gran superficie de intercambio.



Características	200 L	300 L	500 L	800 L	1000 L BH/BP	1500 L	2000 L	2500 L	3000 L
Sup. de intercambio Sinf (m ²)	1,02	1,30	2,46	2,98	2,98	3,86	4,65	7,20	7,20
Sup de intercambio Ssp (m ²)	0,73	0,99	1,46	1,63	1,80	1,86	2,26	3,50	3,50
Peso	112	132	223	290	318	417	640	717	925
Diámetro (D mm)	590	590	740	900	1000	1120	1260	1460	1460
Altura (A mm)	1345	1900	1820	2100	2030	2300	2230	2200	2540
P _{max} (bar) / T _{max} (°C) de trabajo	10 bar / 95°C								

Interacumuladores vitrificados con doble serpentín fijo

Modelo	Capacidad (litros)	Aislamiento Exterior	Referencia	P.V.P €
ATK 200 S2	200	Poliuretano rígido y polipiel	602K0202	870
ATK 300 S2	300		602K0302	1.030
ATK 500 S2	500		602K0502	1.400
ATK 800 S2	750	Poliuretano flexible y polipiel	602K0802	2.180
ATK 1000 S2	1.000		602K1002	2.680
ATK 1500 S2	1.500		602K1502	3.525
ATK 2000 S2	2.000		602K2002	4.195
ATK 2500 S2	2.500		602K2502	5.250
ATK 3000 S2	3.000		602K3002	5.850

Interacumuladores vitrificados con doble serpentín fijo con estación solar integrada

Modelo	Capacidad (litros)	Aislamiento Exterior	Referencia	P.V.P €
ATK 200 ESI2	200	Poliuretano rígido y polipiel	602K0202E	1.350
ATK 300 ESI2	300		602K0302E	1.495
ATK 500 ESI2	500		602K0502E	1.895
ATK 800 ESI2	750	Poliuretano flexible y polipiel	602K0802E	2.660
ATK 1000 ESI2	1.000		602K1002E	3.160

CAPTADORES MODELO E-21 / L-21

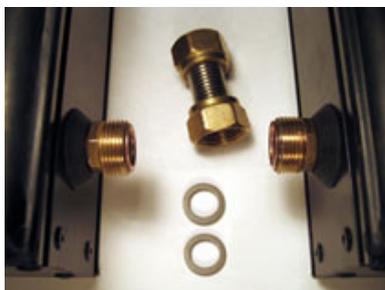


Captadores

Los captadores solares planos SACLIMA modelo "E-21" y "L-21", son captadores adaptados para todos los climas. Es robusto y duradero. Probado y garantizado en las condiciones extremas de la norma EN 12975.

Perfilería de aluminio anodizado, vidrio de bajo contenido en hierro y junta EPDM garantizando la estanqueidad del captador, le confieren a los captadores una larga duración. Garantía de los captadores 10 AÑOS.

El material del absorbedor con recubrimiento Almeco-Tinox, actúa como una superficie altamente selectiva optimizado para transformar prácticamente toda la radiación solar incidente en calor y evitar que éste una vez generado se pierda en forma de radiación infrarroja. El fluido caloportador circula a través de tubos de cobre, los cuales están soldados al absorbedor por soldadura laser, capturando todo el calor. El absorbedor esta cubierto por el cuerpo del colector el cual esta bien aislado para resistir altas temperaturas. El aislante lana de roca puede soportar alto nivel de temperaturas.



Uniones metálica flexibles

Un innovador sistema de conexiones facilita la instalación y la unión de los captadores. Esta conexión flexible de los captadores facilita la instalación y le permite sencillamente conectarlos hasta baterías de diez colectores en paralelo. Se fabrican en acero inoxidable flexibles de forma que se garantiza la estanqueidad y la absorción de las dilataciones térmicas del conjunto.

La carcasa del colector presenta en la parte posterior unos agujeros de ventilación para prevenir condensaciones que puedan ocurrir dentro del colector.

El montaje del colector en vertical: integrado, cubierta plana e inclinada.



CAPTADORES MODELO E-21 / L-21

E-21

Dimensiones	mm	1988X1041X90
Peso en Vacío	Kg	37,2
Capacidad primario	Lit.	1,7
Superficie total	m ²	2,07
Superficie de apertura	m ²	1,92
Rendimiento		0,785
Contraseña de certificación		NPS-10013

L-21

Dimensiones	mm	1990X1222X91
Peso en Vacío	Kg	44
Capacidad primario	Lit.	1,7
Superficie total	m ²	2.43
Superficie de apertura	m ²	2.23
Rendimiento		0.785
Contraseña de certificación		NPS-46613

CARCASA

Material Aluminio 6603-60 (AlMgSiO5) según norma EN 12975-1-2

ABSORBEDOR

Tipo		Parrilla de tubos
Material tubo/aleta		cobre
Ø Colector sup./inf.	mm	18/22/24
Presión máxima	bar	10
Acabado absorbedor		Almecco-Tinox
Área total	m ²	2,07
Área de apertura	m ²	1,92
Caudal recomendado	Lit./hm ²	50-60
Pérdida de carga	mm.c.a	16 (T ^a amb. y 2 l/min)
Espesor	mm	0,40
Absorbancia	%	95
Reflectancia	%	3
Soldadura		Laser

AISLAMIENTO

Material		Lana de roca
Espesor	mm	40
Conductividad Térmica	W/(mk)	0,037

RACORES UNIÓN

Tipo		Flexible metálica en acero inoxidable
Diámetro ext. unión	mm	18/22/24
Longitud unión	mm	40
Distancia entre captadores	mm	66

CRISTAL

Tipo		Vidrio templado bajo en hierro
Espesor	mm	4
Transmitancia del vidrio	%	91

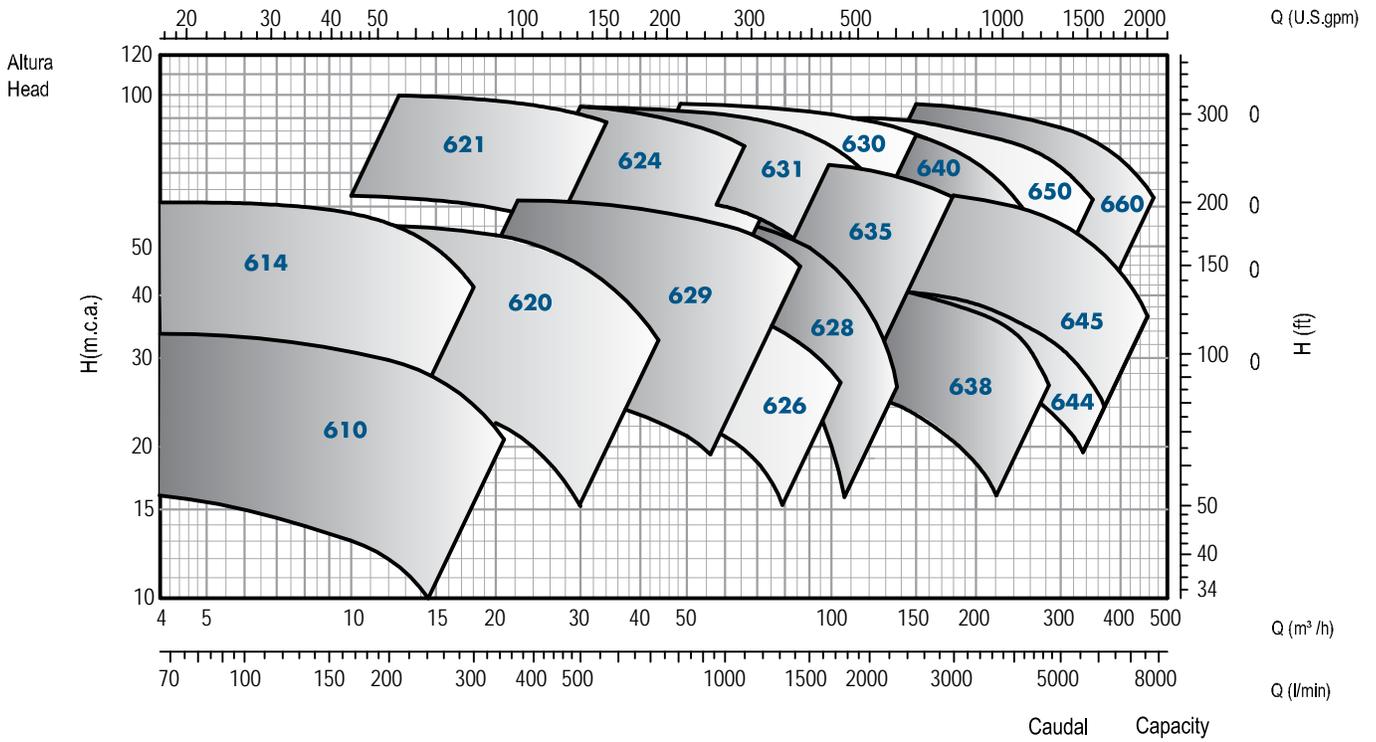
RENDIMIENTO

Norma		UNE EN 12975
Rendim. Óptico		0,785
a ₀	W/m ² °C	3,722
a ₁		0,012
T ^a de estancamiento	°C	203

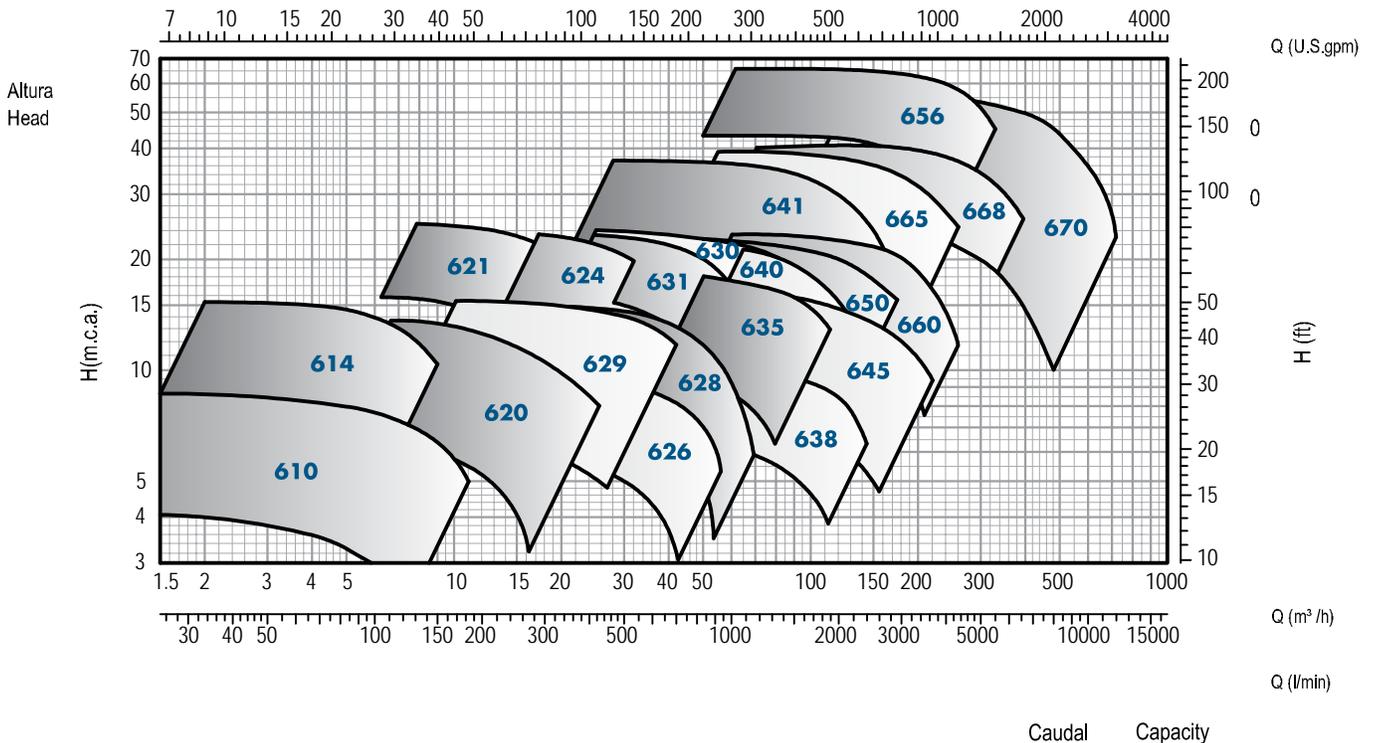


Ensayado y testado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA

n=2900 1/min



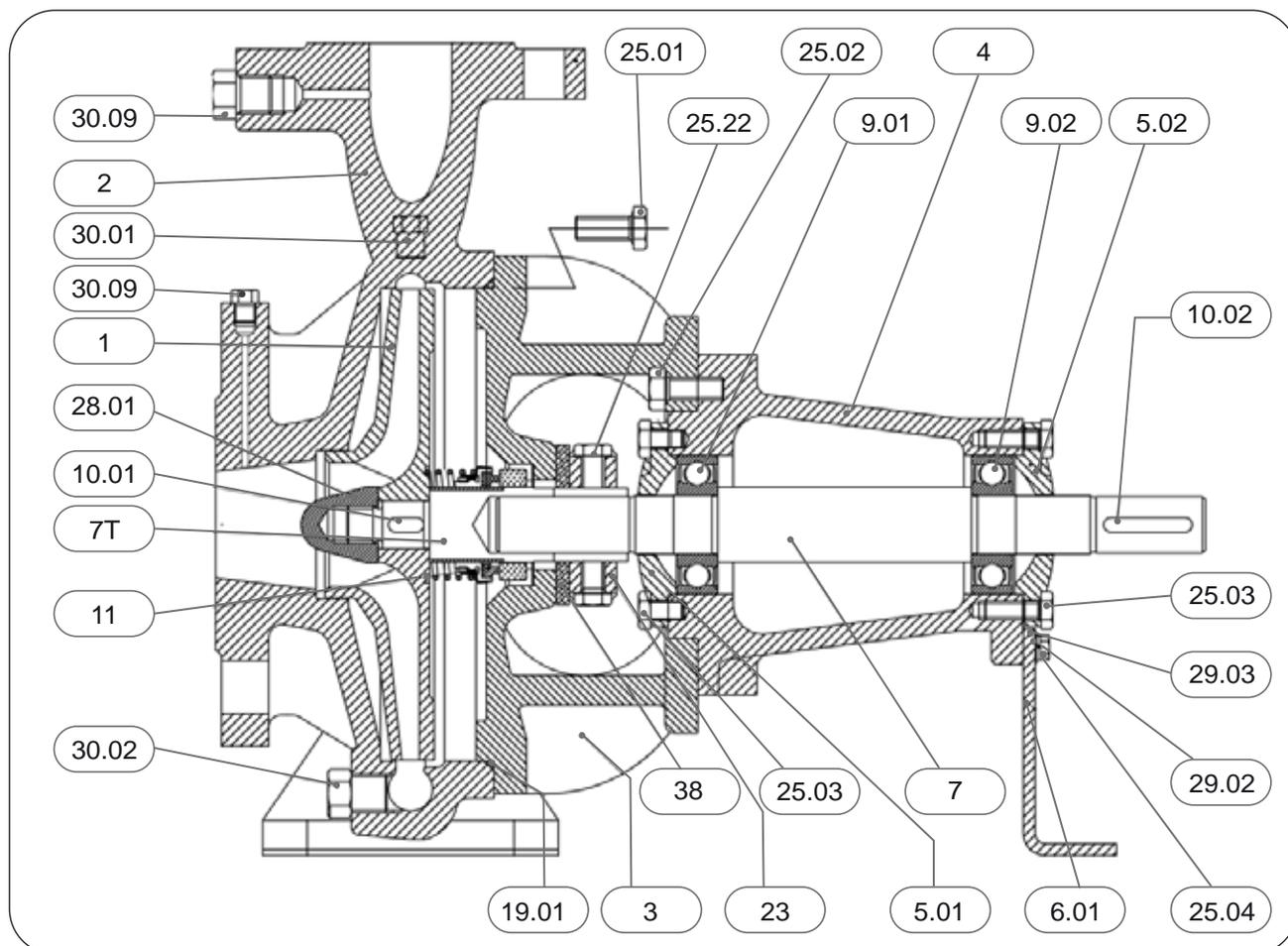
n=1450 1/min



Las curvas características son válidas para viscosidad cinemática=1 mm²/s y densidad= 1000 kg/m³. Tolerancias de las Curvas Características según ISO 9906, Anexo A.
 The performance curves are valid for kinematic viscosity=1mm²/s and density= 1000kg/m³. Performance Tolerance According to ISO 9906, Annex A.
 El fabricante se reserva el derecho de modificar dimensiones y características sin previo aviso.
 All specifications are subject to change without notice.

3. DATOS TÉCNICOS

Denominación de Partes y Piezas



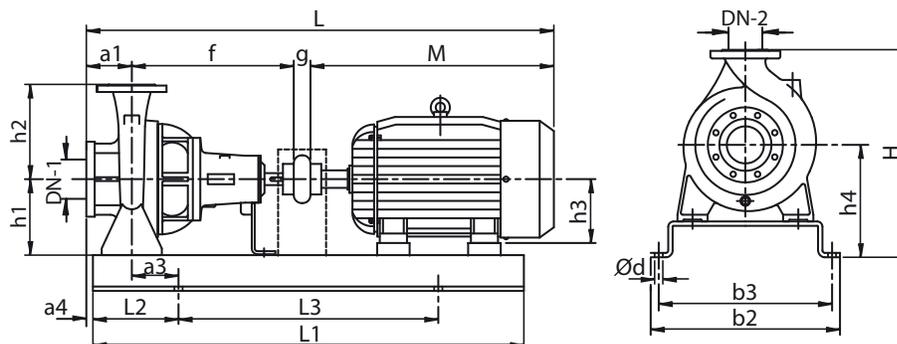
MODELO
610

NUM	DENOMINACIÓN
1	Impulsor
2	Cuerpo Bomba
3	Cuerpo Unión
4	Cuerpo Rodamiento
5.01	Tapa Cuerpo Rodamiento Lado Bomba
5.02	Tapa Cuerpo Rodamiento Lado Motor
6.01	Pata Soporte Cuerpo Rodamiento
7	Eje Cuerpo Rodamiento
7T	Eje Postizo
9.01	Rodamiento Lado Bomba
9.02	Rodamiento Lado Motor
10.01	Chaveta Impulsor
10.02	Chaveta Machón
11	Sello Mecánico

NUM	DENOMINACIÓN
19.01	O'Ring Cuerpo Bomba / Cuerpo Unión
23	Abrazadera
25.01	Perno Cuerpo Bomba / Cuerpo Unión
25.02	Perno Cuerpo Unión / Cuerpo Rodamiento
25.03	Perno Tapa Cuerpo Rodamiento
25.04	Perno Pata Soporte Cuerpo Rodamiento
25.22	Perno Abrazadera
28.01	Tuerca Eje
29.02	Golilla Presión Pata Soporte C.R.
29.03	Golilla Plana Perno Pata Soporte C.R.
30.01	Tapón Cebado
30.02	Tapón Drenaje
30.09	Tapón Toma de Presión
38	Golilla Corta Agua

Dimensiones y Pesos del Conjunto

2900 - 50 Hz



Parte 1/3

Modelo	Succión	Descarga	Potencia	Armazón	DIMENSIONES DE EQUIPOS EJECUCIÓN CUERPO DE RODAMIENTO 2900- 50 Hz																		
					Bomba				Motor		Base					Equipo							
					DN1	DN2	HP	FRAME	a1	f	h1	h2	M	h3	L1	L2	L3	d	b2	b3	a4	a3	g
N610	1 1/2"	1"	1.0	80	65	270	112	163	278	80	800	130	540	19	360	320	5	70	46	659	340	177	60
			1.5	80	65	270	112	163	278	80	800	130	540	19	360	320	5	70	46	659	340	177	60
			2.0	90S	65	270	112	163	306	90	800	130	540	19	360	320	5	70	46	687	340	177	65
			3.0	90L	65	270	112	163	331	90	800	130	540	19	360	320	5	70	46	712	340	177	70
N614	1 1/2"	1"	3	90L	100	350	160	180	331	90	900	150	600	19	390	350	40	90	46	827	405	225	77
			4	100L	100	350	160	180	377	100	900	150	600	19	390	350	40	90	46	873	405	225	87
			5.5	112M	100	350	160	180	394	112	900	150	600	19	390	350	40	90	46	890	405	225	102
			7.5	112M	100	350	160	180	394	112	900	150	600	19	390	350	40	90	46	890	405	225	104
NE 620	2"	1 1/2"	5.5	112M	80	345	160	180	394	112	900	150	600	19	390	350	20	90	46	865	405	225	115
			7.5	112M	80	345	160	180	394	112	900	150	600	19	390	350	20	90	46	865	405	225	130
			10.0	132S	80	345	160	180	452	132	900	150	600	19	390	350	20	90	46	923	405	225	135
			12.5	132M	80	345	160	180	490	132	900	150	600	19	390	350	20	90	46	961	405	225	145
N 621	2"	1 1/4"	12,5	132 M	100	358	180	225	490	132	1120	190	740	24	490	440	27	117	46	994	485	260	175
			15	132 M	100	358	180	225	490	132	1120	190	740	24	490	440	27	117	46	994	485	260	200
			20	160 M	100	358	180	225	598	160	1120	190	740	24	490	440	27	117	59	1115	485	260	210
			25	160 L	100	358	180	225	642	160	1120	190	740	24	490	440	27	117	59	1159	485	260	230
N 624	2 1/2"	1 1/2"	15.0	132M	100	358	180	225	490	132	1120	190	740	24	490	440	40	130	46	994	485	260	205
			20.0	160M	100	358	180	225	598	160	1120	190	740	24	490	440	40	130	59	1115	485	260	215
			25.0	160L	100	358	180	225	642	160	1120	190	740	24	490	440	40	130	59	1159	485	260	235
			30.0	180M	100	358	180	225	664	180	1250	205	840	24	540	490	40	145	59	1181	485	260	290
N624B	2 1/2"	1 1/2"	20	160 M	100	360	180	225	598	160	1120	190	740	24	490	440	28	118	59	1117	485	260	220
			25	160 L	100	360	180	225	642	160	1120	190	740	24	490	440	28	118	59	1161	485	260	240
			30	180 M	100	360	180	225	664	180	1250	205	840	24	540	490	28	133	59	1183	485	260	295
			40	200 L	100	360	180	225	767	200	1250	205	840	24	540	490	28	133	59	1286	505	280	365
			50	200 L	100	360	180	225	767	200	1250	205	840	24	540	490	28	133	64	1291	505	280	385
N 626	3"	2 1/2"	7.5	112M	100	360	160	200	394	112	1000	170	660	24	450	400	26	96	46	900	440	240	140
			10.0	132S	100	360	160	200	452	132	1000	170	660	24	450	400	26	96	46	958	440	240	145
			12.5	132M	100	360	160	200	490	132	1000	170	660	24	450	400	26	96	46	996	440	240	160
			15.0	132M	100	360	160	200	490	132	1000	170	660	24	450	400	26	96	46	996	440	240	180
NE626B	4"	2 1/2"	10	132 S	100	360	180	200	452	132	1000	170	660	24	450	400	28	98	46	958	460	260	155
			12,5	132 M	100	360	180	200	490	132	1000	170	660	24	450	400	28	98	46	996	460	260	165
			15	132 M	100	360	180	200	490	132	1000	170	660	24	450	400	28	98	46	996	460	260	185
			20	160 M	100	360	180	200	598	160	1000	170	660	24	450	400	28	98	59	1117	460	260	195

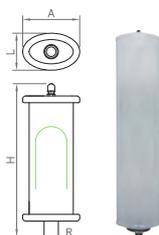
* Dimensiones referenciales en m.m. El fabricante se reserva el derecho de modificar características sin previo aviso.

CMR (ACS)

Vasos de expansión de membrana Sistemas abiertos de agua caliente sanitaria

- ▶ Modelos hasta 24 litros: Membrana no recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y manguito dieléctrico
- ▶ Modelos de 35 a 1000 litros: Membrana recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y conexión de agua de acero inoxidable
- ▶ Pintura epoxi blanca
- ▶ Fabricados conforme a la Directiva 2014/68/UE

Presión máxima de trabajo: s/modelo
Precarga: 3 Bar (Aire)
Temperatura de servicio: -10° C / 100° C
Conexión de agua: s/tabla R - GM



Manguito dieléctrico

Modelos tubulares 8 Bar (membrana no recambiable)

Código	Modelo	Volumen (Lts)	Peso (Kg)	A (mm)	L (mm)	H (mm)	R Conexión agua	Precio (€)
02002080	2 CMR-T	2	2	125	85	405	3/4"	41,42
02003080	3 CMR-T	3	2,8	125	85	515	3/4"	44,23
02004080	4 CMR-T	4	3,5	125	85	620	3/4"	49,96

Modelos sin patas 10 Bar (membrana no recambiable)

Código	Modelo	Volumen (Lts)	Peso (Kg)	Ø D (mm)	H (mm)	R Conexión agua	Precio (€)
01002012	2 CMR	2	0,8	110	245	3/4"	18,45
01005012	5 CMR	5	2	200	250	3/4"	22,84
01008012	8 CMR	8	2,5	200	340	3/4"	25,40
01011012	11 CMR	11	3,2	270	310	3/4"	28,30
01018012	18 CMR	18	4	270	415	3/4"	30,84
▶ 01025082	24 CMR	24	4,5	320	430	3/4"	39,26

▶ **NOTA:** La presión máxima de trabajo del 24 CMR es 8 Bar y su conexión es de acero inoxidable.

Modelos con patas 10 Bar (membrana recambiable)

Código	Modelo	Volumen (Lts)	Peso (Kg)	Ø D (mm)	H (mm)	R Conexión agua	Precio (€)
01035249	35 CMR-P	35	10	360	615	1"	104,09
01050249	50 CMR-P	50	12	360	750	1"	125,41
03080239	80 CMR-P	80	16	450	750	1"	151,51
03100039	100 CMR-P	100	18	450	850	1"	211,53
03150039	150 CMR	150	38	485	1155	1 1/2"	491,13
03220039	220 CMR	200	49	485	1400	1 1/2"	599,40
03350039	350 CMR	300	60	485	1965	1 1/2"	726,53
03500039	500 CMR	500	90	600	2065	1 1/2"	943,11
03700039	700 CMR	700	158	700	2145	1 1/2"	1.450,13
03911039	1000 CMR	1000	274	800	2375	1 1/2"	3.036,44



Manguito dieléctrico



Conexión acero inoxidable

MEZCLADORA TERMOSTÁTICA

Las mezcladoras Solar Far tienen la función de mantener constante, al valor seleccionado, la temperatura de agua mezclada para enviar a los distintos usos, al variar las condiciones de temperatura y presión de los fluidos de entrada.

La mezcladora esta dotada de un elemento termosensible que modifica la temperatura del fluido mezclado. El sensor esta directamente inmerso en el agua mezclada y esto permite una elevada precisión y velocidad de respuesta. El sensor corrige de modo continuo las variaciones de temperatura del agua y procede a regular la apertura del agua fría o caliente hasta obtener la proporción justa y la temperatura seleccionada. En el caso de falta de agua fría, el cartucho interno procede al cierre completo de la entrada de agua caliente para evitar posibles quemaduras.

Nota: Para aumentar la precisión de la mezcladora es necesario que la presión entre las entradas de agua fría y caliente sean equilibradas.

POSICION DEL MANDO	MIN	1	2	3	4	5	MAX
TEMPERATURA °C	27	34	38	42	45	50	65

El tarado de la válvula o selección de la temperatura del agua mezclada, se efectúa girando manualmente el mando graduado.



VÁLVULA DE SEGURIDAD

En el circuito que alimenta los paneles solares, y para la protección de los mismos, es bueno instalar una válvula de seguridad y un vaso de expansión. Esta puede tambien utilizarse como protección en la acumulacion de ACS solar.

La válvula de seguridad interviene y limita la presión del agua caliente de manera que no supere el límite de tarado. Cuando se alcanza tal valor, la válvula descarga una cantidad suficiente de agua para que la presión vuelva en los límites previstos garantizando un correcto funcionamiento de la instalación.

Antes de proceder a la compra es oportuno considerar el valor justo de tarado que exige la instalación considerando que la presión de tarado sumada a la sobrepresión admitida, no debe superar la presión máxima de funcionamiento. Todas las válvulas de seguridad vienen taradas de fábrica y no es posible modificar el valor si no se manipula.

En el caso de que se instale un tramo de tubo a la salida de la descarga, el diámetro de este tubo no debe ser inferior al del racor colocado en la salida y no debe impedir el correcto funcionamiento de la válvula. La descarga debe canalizarse cerca de la válvula de seguridad bien accesible y visible.

No instalar la válvula de seguridad con el volante hacia abajo, para evitar el depósito de eventuales impurezas en el obturador.



PURGADORES

El purgador va instalado en instalaciones solares térmicas cerradas para eliminar de modo automático el aire liberado en el circuito y garantizar así un mejor intercambio térmico. La eliminación del aire en la instalación permite anular problemas de ruidos ligados a una incorrecta circulación del fluido termovector. El purgador se instala en el punto más alto siempre en posición vertical a fin de garantizar el perfecto funcionamiento.

Normalmente el tapón viene ligeramente enroscado para permitir que salga el aire de la válvula a través de un corte hecho sobre la rosca macho. El tapón de cierre sirve solo en casos particulares, o sea cuando la válvula no funciona correctamente se cierra para evitar goteos. Una vez eliminado el aire en la fase de llenado de la instalación, es necesario cerrar la interceptación puesta debajo de la misma válvula.

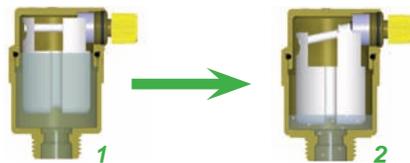


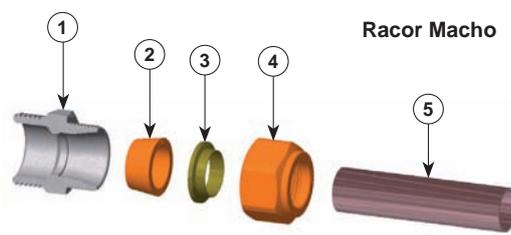
Fig.1 En ausencia de aire en el circuito, el agua en el interior del purgador, mantiene la boya en posición tal que cierra el obturador.

Fig.2 La presencia de aire en la instalación reduce el nivel de agua en el purgador, con la consecuente bajada de la boya y apertura de la descarga de aire.



RACORES DE CONEXIÓN

Los racores Solar-FAR permiten la conexión de tubos de acero o cobre en las instalaciones solares, y presentan una temperatura máxima de ejercicio de 160 °C.

Racor Macho		Racor 3 piezas	
			
1. ASIENTO CÓNICO	4. TUERCA ES.27	1. CUERPO ROSCADO HEMBRA	4. ENLACE ROSCADO MACHO
2. MONOCONO	5. TUBO DE ACERO O COBRE	2. JUNTA TÓRICA DE RETENCIÓN	
3. ANILLO DE COMPRESION TUBO		3. TUERCA	

SOLAR-FAR - Mezclador termostático cromado para instalaciones solares.

- Campo de regulación: 27-65°C
- Conexión: hembra
- Temperatura máxima de entrada: 110°C



New

ART. 3953

Código	medida	conf	caja
3953 12	1/2"	1	85
3953 34	3/4"	1	85
3953 1	1"	1	45

SOLAR-FAR - Mezclador termostático cromado para instalaciones solares.

- Conexión de asiento plano predispuesto para enlace
- Campo de regulación: 27-65°C
- Conexión: macho
- Temperatura máxima de entrada: 110°C



ART. 3954

Código	medida	conf	caja
3954 1	1"	1	45

SOLAR-FAR - Mezclador termostático cromado para instalaciones solares.

- Conexión de asiento plano completo con enlaces y juntas GOLD GASKET
- Campo de regulación: 27-65°C
- Conexión: macho
- Temperatura máxima de entrada: 110°C



New

ART. 3955

Código	medida	conf	caja
3955 34	3/4"	1	

Prolongación anticondensación para servomotores de válvula de zona. (ART. 3007-3008).



ART. 3009

Código	altura/mm	conf
3009 40	40	1

SOLAR-FAR - Válvula de zona diversora 3 vías cromada de esfera para instalaciones solares térmicas, paso total, equipada de rácores, tuercas y servomotor eléctrico con tensión de alimentación 230 V.

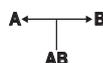
- Temperatura máxima de ejercicio: 130°C
- Presión nominal: 16 bar



New

ART. 300729

Código	medida	tiempo apertura	conf	caja
300729 3408	3/4"	8 s	1	12
300729 108	1"	8 s	1	12



CONEXIÓN: MACHO
PASO TOTAL

SOLAR-FAR - Válvula de zona diversora 3 vías cromada de esfera para instalaciones solares térmicas, paso total, equipada de rácores, tuercas y servomotor eléctrico con tensión de alimentación 24 V.

- Temperatura máxima de ejercicio: 130°C
- Presión nominal: 16 bar

ART. 300829

Código	medida	tiempo apertura	conf	caja
300829 3408	3/4"	8 s	1	12
300829 108	1"	8 s	1	12

2. Estructuras con triángulo inclinado

Este tipo de estructura está, como las estructuras individuales, destinado al montaje de módulos en terrazas planas y suelo, aunque la diferencia se encuentra en los perfiles de aluminio cogidos a los triángulos, sobre los que se colocan los módulos fotovoltaicos.



Componentes



1. Triángulos

Soporte principal de la estructura a medida depende del tipo de instalación.



2. Perfiles de aluminio

Tiene como función la colocación de los módulos a la estructura.



3. Uniones perf. aluminio

Las uniones de aluminio refuerzan la sujeción de los módulos a la estructura triangular.



4. Escuadras M8

Aplicación de piezas añadidas para cambios en el tamaño de la estructura.



5. Pinzas intermedias

Apta para la zona media de la estructura, sujeta los módulos a ella con alta presión.



6. Pinzas finales

Habilitada para los extremos de la estructura, sujeta los módulos a ella con alta presión.



7. Tornillos M8 x 14

Sujeción escuadras y otros componentes.



8. Tornillos M8 x 35

Sujeción escuadras y otros componentes.



9. Tornillos M8 x 25

Sujeción escuadras y otros componentes.



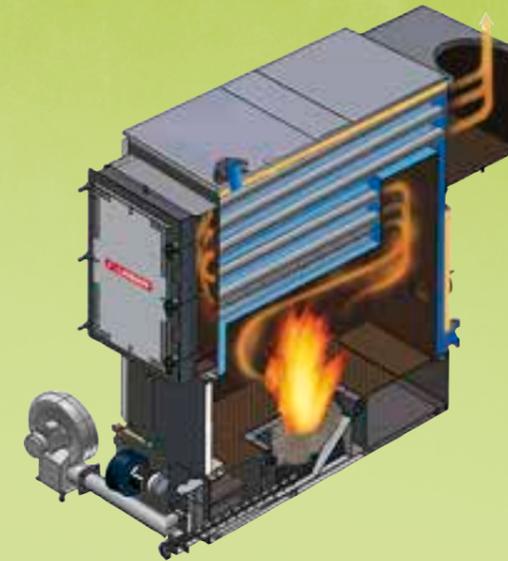
10. Tuercas M8

Sujeción escuadras y otros componentes.

Biocompact

De 100 a 2500 kW

CALDERA DE ACERO
PARA POLICOMBUSTIBLES
BIOMASA



Quemador trasero



Quemador delantero



Calderas de 100 a 2500 KW

Caldera de acero de funcionamiento fácil y sencillo para combustibles de biomasa (pellet, hueso de oliva, cáscara de almendra, astillas, etc.)

- Encendido semi-automático opcional
- Sistema de limpieza manual
- Recogida de cenizas semi-automática opcional.
- Control de bomba
- Sistema antideflagración

Compuesta por:

- Un zócalo (base de la caldera) con quemador de afloración.
- Intercambiador de 3 pasos de humos horizontal
- Alimentación de combustible, mediante 2 motores independientes
- Accesorios de limpieza

Presión máxima del servicio:

- Estándar: 3 bar
- Otras: Consultar

Quemador de afloración: de acero inoxidable de alta calidad y hierro fundido.

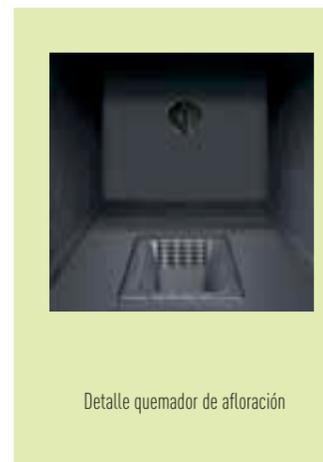
Inyector de combustible: Con sistemas activos y pasivos para evitar el retorno de llama.

Regulación: Control de todas las funciones propias de la caldera, incluye programación paro-marcha y visualización de todos los parámetros de funcionamiento.

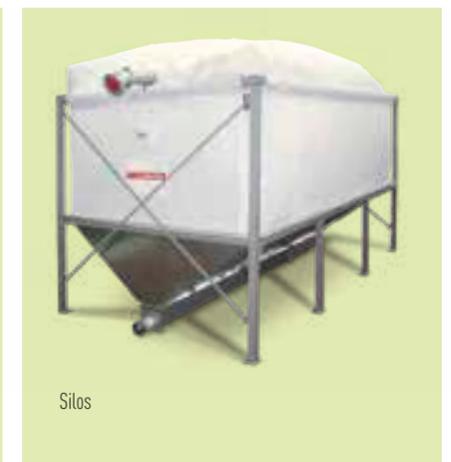
Amplias puertas de cámara de combustión y del intercambiador que facilitan su limpieza y mantenimiento.



Cuadro de control

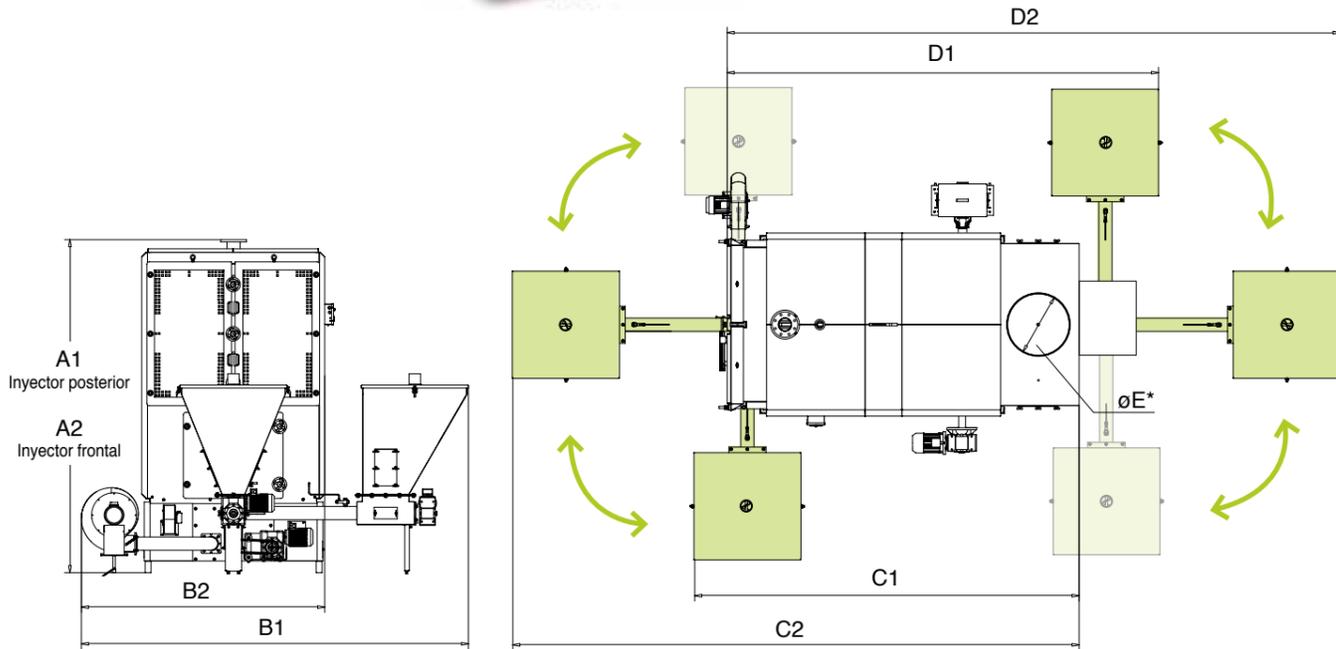


Detalle quemador de afloración

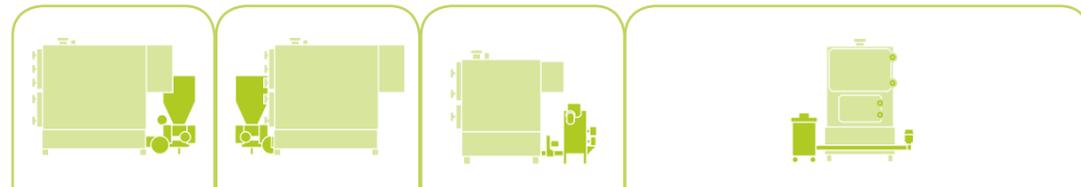


Silos

Biocompact



El inyector orientable permite instalar la tolva a la izquierda, derecha o en posición central tal como muestra el esquema independientemente de que el quemador sea delantero o trasero



MODELO	QUEMADOR POSTERIOR ORIENTABLE	QUEMADOR FRONTAL ORIENTABLE	QUEMADOR ASTILLAS TRASERO	KIT RECOGIDA CENIZAS		
	Cod.	Cod.	Cod.	QUEMADOR POSTERIOR	QUEMADOR FRONTAL	QUEMADOR ASTILLAS
BIOCOMPACT 100	2905	2980	2860	72297	80270	80555
BIOCOMPACT 150	2906	2981	2861			
BIOCOMPACT 200	2907	2982	2862	72600	80340	80620
BIOCOMPACT 250	2908	2983	2863			
BIOCOMPACT 325	2909	2984	2864	72648	80385	80660
BIOCOMPACT 400	2910	2985	2865			
BIOCOMPACT 500	2911	2986	2866	73095	73095	80835
BIOCOMPACT 650	2912	2987	2867			
BIOCOMPACT 800	2913	2988	2868	73340	73340	80840
BIOCOMPACT 1000	2914	2989	2869			
BIOCOMPACT 1200	2915	2990	2870	73680	73680	80845
BIOCOMPACT 1600	2916	2991	2871			
BIOCOMPACT 2000	2917	2992	2872	73880	73880	80850
BIOCOMPACT 2500	2918	2993	2873			

MODELO	POTENCIA ÚTIL*		CONEXIONES Ida y Retorno	DIMENSIONES mm								
	kW	kcal/h		INYECTOR FRONTAL			INYECTOR POSTERIOR			B1	B2	ØE*
BIOCOMPACT 100	100	86.000	DN50	1825	2250	3626	1690	2680	3480	2750	1570	300
BIOCOMPACT 150	150	129.000	DN50	1825	2765	4160	1690	3215	4015	2750	1570	350
BIOCOMPACT 200	200	172.000	DN65	2260	2560	4000	2125	3000	3800	2750	1570	350
BIOCOMPACT 250	250	215.000	DN65	2260	2850	4135	2125	3370	4175	2750	1570	400
BIOCOMPACT 325	325	279.500	DN80	2520	2850	4135	2420	3420	4330	2830	1820	400
BIOCOMPACT 400	400	344.000	DN80	2520	3110	4180	2420	3795	4700	2830	1820	450
BIOCOMPACT 500	500	430.000	DN80	2520	3550	4950	2420	4200	5130	2830	1820	450
BIOCOMPACT 650	650	559.000	DN100	2870	3335	4700	2870	4000	5000	3335	2175	550
BIOCOMPACT 800	800	688.000	DN100	2870	3785	5350	2870	4300	5900	3340	2175	550
BIOCOMPACT 1000	1000	860.000	DN125	3170	3975	5550	3170	4500	6100	3775	2480	600
BIOCOMPACT 1200	1200	1.032.000	DN125	3170	4425	6000	3170	4950	6550	3775	2480	600
BIOCOMPACT 1600	1600	1.376.000	DN125	3760	4575	6400	3760	5150	6700	4135	2890	750
BIOCOMPACT 2000	2000	1.720.000	DN150	3910	5550	6740	3910	5850	7940	4325	3000	750
BIOCOMPACT 2500	2500	2.150.000	DN150	3910	5810	7000	3910	6110	8200	4325	3000	750

* Con combustible pellet DIN PLUS.
 * Medidas Caldera de astillas consultar.
 * Como opción se puede solicitar que la ubicación de la salida de humos sea posterior.
 *Esta información puede variar sin previo aviso, sin alterar las prestaciones y características del aparato.



Estabilizador de tiro (opcional)
 Para más información consulte la página 109

Programa Tealcaldera:

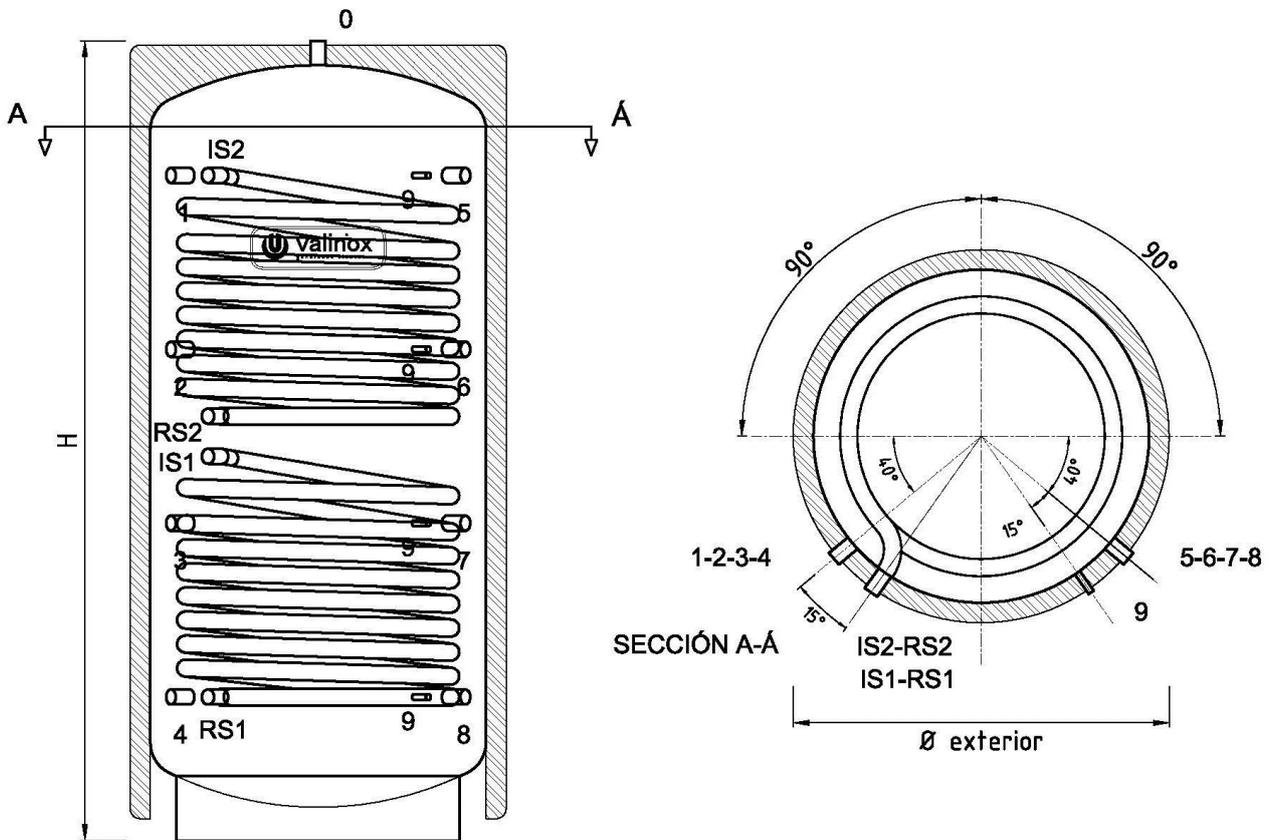
- Posibilidad de conexión en las dos direcciones
Ordenador → Caldera / Caldera → Ordenador.
- Posibilidad de personalización de la instalación, circuitos hidráulicos, sitios (incluido control de peso y rendimiento de la caldera en función del consumo).
- Trabajo con bases de datos.
- Desde todos los sistemas de telefonía móvil (Iphone, Android, Windows-phone, Windows-mobile, Saba, Blackberry ...) se podrá acceder a la caldera si ésta tiene conexión, pudiendo cambiar las consignas, las horas de actuación y ver el estado y alarmas. Envío de mensajes e-mail en caso de alarma.



ENCENDIDO SEMIAUTOMÁTICO	CUADRO PLC	CICLÓN + EXTRACTOR (necesita cuadro PLC)	TELEGESTIÓN (necesita cuadro PLC)
Cod.	Cod.	Cod.	Cod.
57132	58310	59001	30022
	58310	59002	
	58311	59003	
	58311	59004	
	58312	59005	
	58312	59006	
	58312	59007	
	58313	59008	
	58313	59009	
	58314	59010	
	58314	59011	
	58315	59012	
58315	59013		
58316	59014		



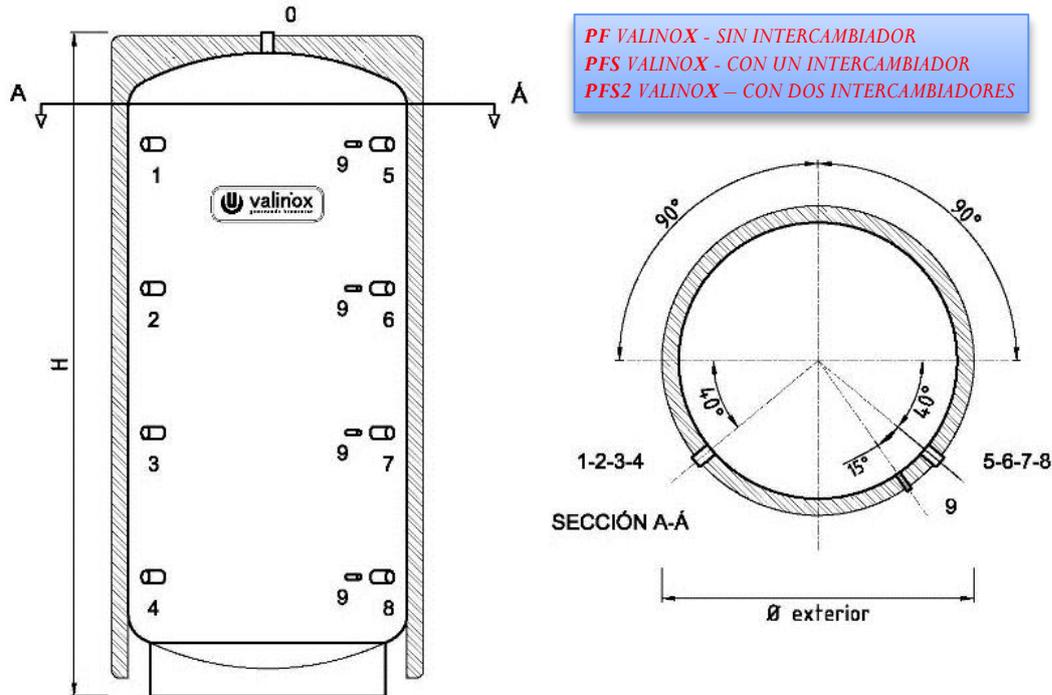
Esquema: *PFS2-INERCIA CLOTH (CON DOS INTERCAMBIADORES)*





1.1.-Dimensiones y Conexiones PF CLOTH VALINOX

Esquema: ***PF-INERCIA CLOTH (SIN INTERCAMBIADOR)***



CAPACIDAD (Litros)	Ø exterior (mm)	H (mm)	0-1-2 3-4-5 6-7-8	9	IS RS	Presión máxima de trabajo (Bar)	Temp. máxima (°C)	Peso Vacío PF (Kg) (8 Bar)	SERPENTINES		
									Sup. Int S. Inferior PFS (m²)	Sup. Int S. Superior PFS2 (m²)	Presión Máxima
100	480	1050	1"	1/2"	1"	4-6-8-10	90°	50	0,38	0,25	8Bar
150	580	1000	1"	1/2"	1"	4-6-8-10	90°	60	0,48	0,32	8Bar
200	580	1300	1"	1/2"	1"	4-6-8-10	90°	75	0,64	0,45	8Bar
300	580	1800	1"	1/2"	1"	4-6-8-10	90°	115	1,32	0,64	8Bar
400	700	1700	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	125	1,50	1,35	8Bar
500	700	1950	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	135	1,68	1,60	8Bar
600	800	1950	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	155	2,72	1,68	8Bar
800	930	1750	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	180	3,10	2,72	8Bar
1000	930	2000	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	200	3,48	3,10	8Bar
1250	1050	2050	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	220	3,75	3,48	8Bar
1500	1150	2100	1 1/2"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	245	4,05	3,75	8Bar
2000	1300	2150	2"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	300	4,86	4,05	8Bar
2500	1400	2255	2"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	375	5,67	4,86	8Bar
3000	1500	2330	3"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	450	6,48	5,67	8Bar
4000	1700	2350	3"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	600	7,30	6,48	8Bar
5000	1850	2450	4"	1/2"	1 1/4"	4-6-8-10	90°	725	8,11	7,30	8Bar



Válvula anticondensación

serie 280

CALEFFI BIOMASS



01223/12 E



Función

La válvula anticondensación, utilizada en los sistemas de calefacción con generador de combustible sólido, mantiene automáticamente la temperatura de consigna del agua de retorno al generador en función del valor de calibración. Mantener el generador a una temperatura elevada ayuda a prevenir la condensación del vapor de agua contenido en los humos. Se puede utilizar tanto en las calderas como en los generadores domésticos como, por ejemplo, termochimeneas, termoestufas y termococinas.

La válvula anticondensación mejora la duración y las prestaciones del generador.

PCT
INTERNATIONAL
APPLICATION
PENDING

Gama de productos

Serie 280 Válvula anticondensación medidas DN 20 (3/4"), DN 20 (1"), DN 25 (1"), DN 32 (1 1/4")

Características técnicas

Materiales

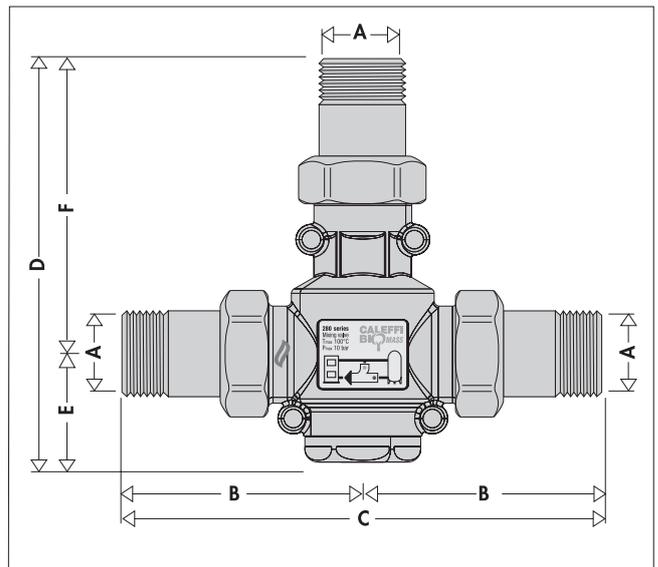
Cuerpo:	- DN 20:	latón EN 12165 CW617N
	- DN 25, DN 32:	latón EN 1982 CB753S
Tapón:		latón EN 12164 CW614N
Obturador:		PSU
Resorte:		acero inoxidable
Junta:		EPDM
Junta de los enlaces:		fibra sin amianto
Sensor termostático de cera		

Prestaciones

Fluido utilizable:	agua o soluciones de glicol
Porcentaje máximo de glicol:	50%
Presión máxima de servicio:	10 bar
Campo de temperatura de servicio:	5 ÷ 100°C
Temperaturas de calibración:	45°C, 55°C, 60°C y 70°C
Precisión:	±2°C
Temperatura de cierre completo del baipás:	T calibración + 10°C

Conexiones: 3/4" - 1" - 1 1/4" M (ISO 7/1) con enlace

Dimensiones



Código	DN	A	B	C	D	E	F	Peso (kg)
28005.	20	3/4"	67,5	135	105,5	29	76,5	0,750
28026.	20	1"	67,5	135	105,5	29	76,5	0,830
28006.	25	1"	88,5	177	153,5	42	111,5	1,650
28007.	32	1 1/4"	97	194	157	40	117	2,050

Terminación del código

Calibración	45°C	55°C	60°C	70°C
	4	5	6	7

• = 0 Sin válvula anticondensación

Tele Manager

Sistema de telecontrol y transmisión de alarmas vía GSM-SMS

TELE MANAGER es un sistema de telecontrol y telemetría basado en la tecnología GSM que permite monitorizar instalaciones remotas de un modo sencillo y eficaz.

TELE MANAGER se alimenta directamente a 220v e incorpora una batería LiPo interna que le permite funcionar durante varias horas sin alimentación externa. Esta característica permite entre otras cosas que el equipo informe de la condición de fallo de red de 220v sin necesidad de ningún accesorio o batería externa.

Cuenta además con 8 entradas digitales, 2 salidas a relé que se pueden activar mediante un simple SMS y sendas entradas para sondas de temperatura y humedad.

Su funcionalidad básica es de un lado la transmisión de alarmas, temperatura o humedad fuera de rango, señales digitales activas, fallo de red, etc. Y de otro lado el registro de datos (datalogger) de cualquiera de sus entradas, para enviarlas más tarde mediante llamada de datos GSM o GPRS al centro de control.

Se ofrece gratuitamente el software para recepción y tratamiento de los datos registrados por las estaciones. Este software llamado Zeus, permite la descarga de los históricos, visualización gráfica, vista en tiempo real de los distintos canales y la recepción y registro de alarmas.

APLICACIONES

Supervisión y control de calderas, especialmente útil en la climatización de 2^{as} viviendas, tanto domésticas como para instalaciones industriales.



Sonda de temperatura digital

Rango: -40°C a +100°C
 Precisión: 0.5°C (-10°C a +85°C)
 Resolución: 0.5°C
 Longitud de cable: 1.5m
 Longitud máxima de cable: 75m
 IP: 66

NOMBRE	CODIGO
TELE MANAGER	79600
Sonda	79599



Características:

- Módem GSM/GPRS integrado.
- 8 Entradas digitales.
- Lectura de hasta 4 sondas de temperatura y/o humedad.
- 2 Salidas por relé hasta 250V.
- Profundidad del histórico mayor de 20.000 registros.
- Generación de registros en el histórico por tiempo, por evento (disparo de alarma), o combinación lógica de distintas señales.
- Capacidad de notificar las alarmas mediante llamada de voz.
- Capacidad de reenviar la notificación de alarma mientras persiste la condición de alarma.
- Envío de mensajes de restauración de alarmas y vuelta a la normalidad del sistema monitorizado.
- Capacidad de enviar mensajes de información automáticos.
- Macros de usuario configurables.
- Ejecución automática de macros en función del estado de las entradas, permite por ejemplo activar una salida al dispararse una alarma.
- Función de transmisión de estados, permite activar el cierre de un relé en un Hermes/Nemos remoto al activarse una entrada digital o analógica.
- Aplicación gratuita para recepción de alarmas y descarga de históricos (Zeus).
- Fácil configuración mediante software de configuración bajo windows, tanto local como remotamente mediante llamada de datos GSM.
- Capacidad de consultar el saldo de tarjetas prepago.
- Actualización remota de firmware.
- Garantía de 3 años.



Estabilizador de tiro EDT 250

- Rodamiento de bronce de auto-limpieza.



Estabilizador de tiro EDT 250 SG y EDT 250 SG-E

Unidad hidráulica de rueda para la amortiguación de vibraciones y control de presión durante la combustión.
 - Estabilizador de fácil ajuste.
 - Eje de la compuerta con rodamiento de bolas en el revestimiento de aluminio.

NOMBRE	CODIGO	Diámetro chimenea Ø mm	Eficiencia al aire m³/h en ΔP 5/40 Pa	Tiro de chimenea ajustable Pa	Peso Kg.
EDT 250	54625	410 x 410	220/525	10-50	13
EDT 250 SG	54626	410 x 410	220/525	10-50	28
EDT 250 SG-E	54627	410 x 410	220/525	10-50	28

Recomendaciones para la instalación correcta de estabilizadores de tiro:

Potencia Caldera	Estabilizador de tiro	Unidades min	Recomendaciones según la altura de la chimenea
100 kW a 250 kW	EDT 180	1 ud. 54603 + A 180 54606	Max 15 m de altura 1 unidad EDT 180. • Si la chimenea mide más de 15 m de altura serán necesarias 2 unidades EDT 180
325 kW a 500 kW	EDT 180	1 ud. 54603 + A 180 54606	Max 15 m de altura 1 unidad EDT 180. • Si la chimenea mide más de 15 m de altura serán necesarias 3 unidades EDT 250
650 kW a 1000 kW	EDT 250	1 ud. 54625 + A 250 54628	Max 20 m de altura 1 unidad EDT 250. • Si la chimenea es superior a 20 m de altura será necesario instalar EDT 250 SG o EDT 250 SG-E.
1200 kW a 2500 kW	EDT 250	2 ud. 54625 + A 250 54628	Max 20 m de altura 1 unidad EDT 250. • Si la chimenea es superior a 20 m de altura será necesario instalar 2 ud. EDT 250 SG o EDT 250 SG-E.

Adaptadores para estabilizadores de tiro EDT en chimeneas:



A 250 /...-E

Adaptador para EDT en chimeneas.

1. Puede ser instalado en una chimenea ya existente en cualquier ángulo.
2. Pieza de conexión A250/...-E fabricado en acero inoxidable.
3. Incluye correas de sujeción.

NOMBRE	CODIGO	Diámetro tubo nominal Ø/ mm	Para estabilizador de tiro kW
A 250	54628	250 / 600	EDT 250...
A 250/200	54629	250 / 200	EDT 250...



AC 250

Adaptador para la instalación en chimeneas

1. Adaptador especialmente diseñado para su instalación en superficies planas, como una estructura de albañilería levantada alrededor de la chimenea.
2. Rodamiento de chimenea fabricado en acero inoxidable.

NOMBRE	CODIGO	Dimensiones exteriores mm	Para estabilizador de tiro kW	Longitud total mm
AC 250	54630	250 x 250	EDT 250...	120

3.3. Documentos

Certificado CHEQ4 [1]

Descripción de materiales y elementos constructivos [2]

Listado resumen de cargas térmicas [3]

Datos irradiación PVGIS [4]

Pasos simulación CypeCAD Mep [5]

Cálculo de la instalación suelo radiante [6]

CHEQ4



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

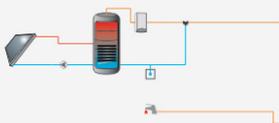
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	Instalación ACS Solar
Comunidad	Comunidad Valenciana
Localidad	Vinaròs
Dirección	Av/ Gil de Atrocillo nº26

Datos del autor

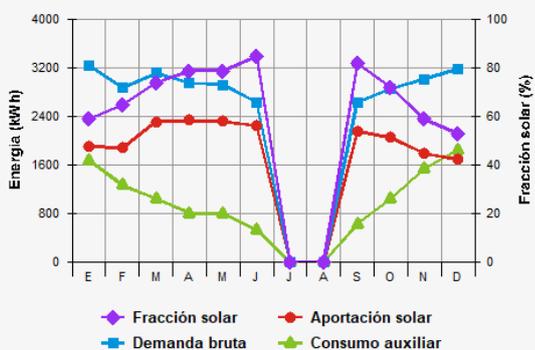
Nombre	Zaira Lozano Martín
Empresa o institución	TFG
Email	zailomar@etsii.upv.es
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Vinaròs (Castellón/Castelló)											
Altura respecto la referencia [m]	6											
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con interacumulador											
Demanda [l/día a 60°C]	1.790											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	29.155
Demanda bruta [kWh]	29.496
Aporte solar [kWh]	20.743
Consumo auxiliar [kWh]	11.326
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	434

CHEQ4

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

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	Greenheiss GH - TOP 20 V (Saltoki)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-21411 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	18,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	45,0	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	6.350,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	28,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	82,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	41,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	40,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de biomasa	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Biomasa	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	2.500,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	50,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	60,0	<input type="checkbox"/>

ÍNDICE

1.- SISTEMA ENVOLVENTE.....	2
1.1.- Suelos en contacto con el terreno.....	3
1.1.1.- Forjados sanitarios.....	3
1.2.- Fachadas.....	5
1.2.1.- Parte ciega de las fachadas.....	5
1.2.2.- Huecos en fachada.....	6
1.3.- Cubiertas.....	7
1.3.1.- Parte maciza de las azoteas.....	7
2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....	9
2.1.- Compartimentación interior vertical.....	9
2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical.....	9
2.1.2.- Huecos verticales interiores.....	15
2.2.- Compartimentación interior horizontal.....	16
3.- MATERIALES.....	21



1.- SISTEMA ENVOLVENTE

Producido por una versión no profesional de CYPE



1.1.- Suelos en contacto con el terreno

1.1.1.- Forjados sanitarios

Forjado sanitario - Solado de terrazo

Superficie total 1422.66 m²

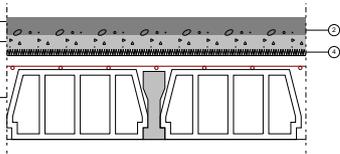
REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de terrazo, 50x50 cm, color gris, colocadas sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-5 y rejuntadas con lechada de cemento blanco; SUELO RADIANTE: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado sanitario de hormigón armado, canto 30 = 25+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos; formado por: vigueta pretensada T-18; bovedilla mecanizada de poliestireno expandido, 62,5x125x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sobre murete de apoyo de 80 cm de altura de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, acabado con lámina asfáltica. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

Producido por una versión no profesional de VEF



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm)	3 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
4 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EPS moldeada enrasada)	30 cm
Espesor total:	43.7 cm

Altura libre: 80 cm

Limitación de demanda energética

U_s : 0.23 W/(m²·K)

(Para una longitud característica $B' = 15.3$ m)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 1722.34 m²

Perímetro del forjado, P: 225.04 m

Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.24 m

Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.79 m²·K/W

Coefficiente de transmisión térmica del muro perimetral, U_w: 1.09 W/(m²·K)

Factor de protección contra el viento, f_w: 0.05

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido

Masa superficial: 438.88 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 221.33 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 48.1(-1; -3) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 85.9 dB



Forjado sanitario - Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina

Superficie total 105.77 m²

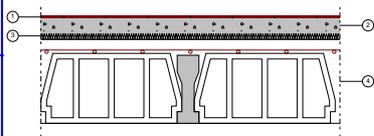
REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco; SUELO RADIANTE: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado sanitario de hormigón armado, canto 30 = 25+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos; formado por: vigueta pretensada T-18; bovedilla mecanizada de poliestireno expandido, 62,5x125x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sobre murete de apoyo de 80 cm de altura de ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, acabado con lámina asfáltica. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

Producido por una versión no profesional de CYPE



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
3 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EPS moldeada enrasada)	30 cm

Espesor total: 38.5 cm

Altura libre: 80 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.23 W/(m²·K)

(Para una longitud característica $B' = 15.3$ m)

Detalle de cálculo (U_s) Superficie del forjado, A: 1722.34 m²

Perímetro del forjado, P: 225.04 m

Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.19 m

Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.75 m²·K/W

Coefficiente de transmisión térmica del muro perimetral, U_w: 1.09 W/(m²·K)

Factor de protección contra el viento, f_w: 0.05

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido Masa superficial: 352.08 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 221.33 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_r): 48.1(-1; -3) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 85.9 dB

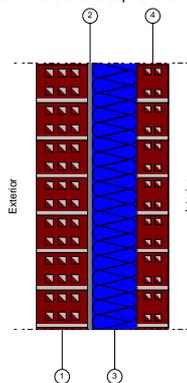


1.2.- Fachadas

1.2.1.- Parte ciega de las fachadas

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Superficie total 824.83 m²

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire, compuesta de: HOJA PRINCIPAL: de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, color Salmón, acabado liso, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinel; montaje y desmontaje de apeo; REVESTIMIENTO INTERMEDIO: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento, tipo GP CSIII W1; Aislante térmico: aislamiento térmico, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), colocado a tope y fijado con pelladas de adhesivo cementoso; HOJA INTERIOR: de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados para revestir; montaje y desmontaje de apeo; ACABADO INTERIOR: Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado, Salmón	11.5 cm
2 - Enfoscado de cemento a buena vista	1 cm
3 - Poliestireno extruido	10 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---

Espesor total: 29.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.30 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 219.00 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 215.20 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_v)$: 58.7(-1; -5) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: B1+C2+H1+J2+N1

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Superficie total 208.73 m²

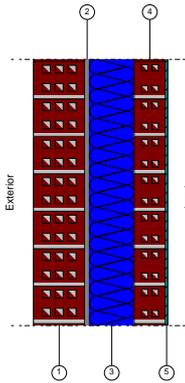
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire, compuesta de: HOJA PRINCIPAL: de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, color Salmón, acabado liso, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinel; montaje y desmontaje de apeo; REVESTIMIENTO INTERMEDIO: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento, tipo GP CSIII W1; Aislante térmico: aislamiento térmico, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), colocado a tope y fijado con pelladas de adhesivo cementoso; HOJA INTERIOR: de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados para revestir; montaje y desmontaje de apeo; ACABADO INTERIOR: Alicatado con azulejo acabado decorativo, 15x15 cm, capacidad de absorción de agua $E > 10\%$, grupo BIII, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibido con mortero de cemento M-5.



Descripción de materiales y elementos constructivos

prueba fachada

Fecha: 16/05/20



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado, Salmón	11.5 cm
2 - Enfoscado de cemento a buena vista	1 cm
3 - Poliestireno extruido	10 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética

 U_m : 0.30 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 230.50 kg/m²Masa superficial del elemento base: 226.70 kg/m²Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 58.7(-1; -5) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: B1+C2+H1+J2+N1

2.2.- Huecos en fachada

Puerta de entrada a la vivienda, de madera

Puerta interior de entrada de 203x82,5x4 cm, hoja con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis.

Dimensiones

Ancho x Altura: 82.5 x 203 cm

nº uds: 9

Caracterización térmica

Transmitancia térmica, U : 1.90 W/(m²·K)Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)

Caracterización acústica

Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$

Vidrio fijo de 2100x600 mm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 10+10/10/4 LOW.S

CARPINTERÍA:

Ventanal fijo de PVC, dimensiones 2100x600 mm, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3$ W/(m²·K); espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 10+10/10/4 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior SONOR (laminar acústico) 10+10 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 10 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, y vidrio interior LOW.S 4 mm; 34 mm de espesor total.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.80 W/(m²·K)Factor solar, g : 0.57Aislamiento acústico, $R_w(C; C_{tr})$: 41 (-2; -5) dB



Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_i : 2.20 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Fija
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4
	Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 210 x 60 cm (ancho x altura)			nº uds: 27
Transmisión térmica	U_w	1.91	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.42	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	38 (-2; -4)	dB

Dimensiones: 210 x 60 cm (ancho x altura)			nº uds: 9
Transmisión térmica	U_w	1.91	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	38 (-2; -4)	dB

Dimensiones: 210 x 60 cm (ancho x altura)			nº uds: 24
Transmisión térmica	U_w	1.91	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.23	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	38 (-2; -4)	dB

Dimensiones: 206.1 x 60 cm (ancho x altura)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.91	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	38 (-2; -4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C; C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

1.3.- Cubiertas

1.3.1.- Parte maciza de las azoteas

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava. Superficie total 1374.87 m²
Impermeabilización con láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)



REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana no transitada, no ventilada, con grava, tipo convencional. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de hormigón celular a base de cemento y aditivo plastificante-aireante, confeccionado en obra con cemento gris y aditivo plastificante-aireante; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5; BARRERA DE VAPOR: lámina de betún aditivado con plastómero APP, LA-30-AL; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor; CAPA SEPARADORA BAJO IMPERMEABILIZACIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo bicapa, no adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FV y una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP; CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; CAPA DE PROTECCIÓN: Capa de canto rodado.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

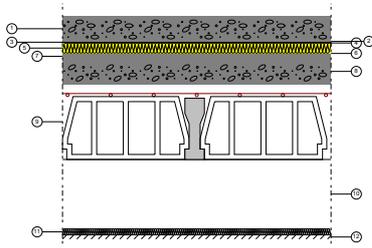
Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PLARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,65 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK); TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso pasta de escayola para el pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista y enlucido final; ACABADO SUPERFICIAL: aplicación manual de dos manos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano diluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Listado de capas:

1 -	Capa de grava	10 cm
2 -	Geotextil de poliéster	0.08 cm
3 -	Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.55 cm
4 -	Geotextil de poliéster	0.06 cm
5 -	Poliestireno extruido	4 cm
6 -	Barrera de vapor con lámina asfáltica	0.27 cm
7 -	Capa de regularización de mortero de cemento	2 cm
8 -	Formación de pendientes con hormigón celular a base de cemento y aditivo plastificante-aireante	10 cm
9 -	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
10 -	Cámara de aire sin ventilar	27.5 cm
11 -	Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
12 -	Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
13 -	Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:		88.56 cm



Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.27 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.27 W/(m²·K)



Protección frente al ruido	Masa superficial: 667.67 kg/m ² Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m ² Caracterización acústica, R _w (C; C _{tr}): 56.3(-1; -6) dB
Protección frente a la humedad	Tipo de cubierta: No transitable, con gravas Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

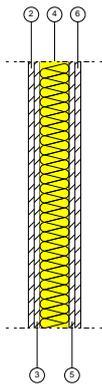
2.1.- Compartimentación interior vertical

2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical

Tabique PYL 98/600(48) LM **Superficie total 742.39 m²**

Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.

Producido por una versión no profesional de GINT



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
4 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	11.7 cm

Limitación de demanda energética	U _m : 0.44 W/(m ² ·K)
Protección frente al ruido	Masa superficial: 43.80 kg/m ² Caracterización acústica por ensayo, R _w (C; C _{tr}): 54.0(-3; -8) dB Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER
Seguridad en caso de incendio	Resistencia al fuego: EI 60

Tabique PYL 98/600(48) LM **Superficie total 0.24 m²**

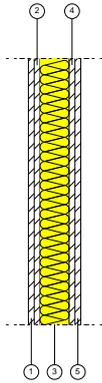
Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.



Descripción de materiales y elementos constructivos

prueba fachada

Fecha: 16/05/20



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
4 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	11.7 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.44 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 43.80 kg/m²

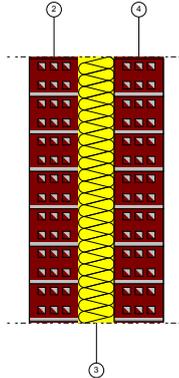
Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 54.0(-3; -8) dB

Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, con revestimiento Superficie total 42.13 m²

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 205.60 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 202.40 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 57.3(-1; -5) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

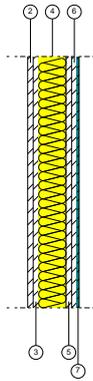
Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 180

Tabique PYL 98/600(48) LM Superficie total 19.28 m²

Producido por CYPE para el Colegio Profesional de CYPE



Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
4 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	12.2 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.44 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 55.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_w)$: 54.0(-3; -8) dB

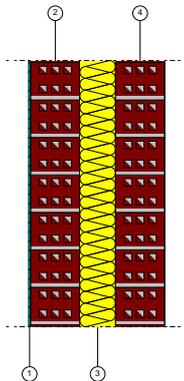
Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, con revestimiento Superficie total 50.88 m²

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a sople y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	30.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Prohibida toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de CYPE

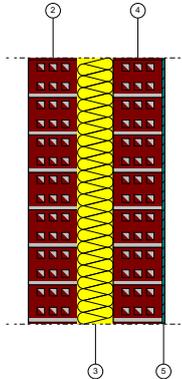


Protección frente al ruido	Masa superficial: 217.10 kg/m ² Masa superficial del elemento base: 213.90 kg/m ² Caracterización acústica por ensayo, R _w (C; C _v): 57.3(-1; -5) dB Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
Seguridad en caso de incendio	Resistencia al fuego: EI 180

Tabique de dos hojas, con revestimiento	Superficie total 48.53 m ²
---	---------------------------------------

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.

Producido por una versión no profesional de CYPE



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm

Espesor total:	30.5 cm
----------------	---------

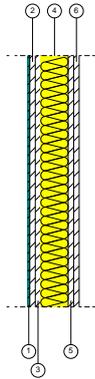
Limitación de demanda energética	U _m : 0.33 W/(m ² ·K)
----------------------------------	---

Protección frente al ruido	Masa superficial: 217.10 kg/m ² Masa superficial del elemento base: 213.90 kg/m ² Caracterización acústica por ensayo, R _w (C; C _v): 57.3(-1; -5) dB Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
----------------------------	--

Seguridad en caso de incendio	Resistencia al fuego: EI 180
-------------------------------	------------------------------

Tabique PYL 98/600(48) LM	Superficie total 229.73 m ²
---------------------------	--

Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.



Listado de capas:

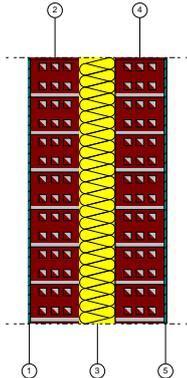
1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
4 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	12.2 cm

Limitación de demanda energética
 Protección frente al ruido
 Seguridad en caso de incendio

U_m : 0.44 W/(m²·K)
 Masa superficial: 55.30 kg/m²
 Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 54.0(-3; -8) dB
 Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER
 Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, con revestimiento Superficie total 79.84 m²

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a talle y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	31 cm

Limitación de demanda energética
 Protección frente al ruido
 Seguridad en caso de incendio

U_m : 0.33 W/(m²·K)
 Masa superficial: 228.60 kg/m²
 Masa superficial del elemento base: 225.40 kg/m²
 Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 57.3(-1; -5) dB
 Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
 Resistencia al fuego: EI 180

Tabique PVL 98/600(48) LM Superficie total 0.13 m²

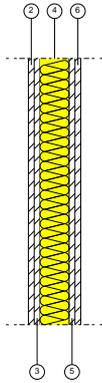


Descripción de materiales y elementos constructivos

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
4 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
Espesor total:	11.7 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.44 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 43.80 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 54.0(-3; -8) dB

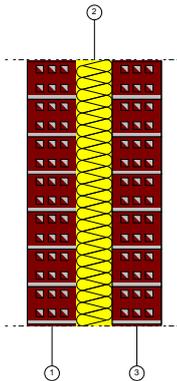
Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, con revestimiento Superficie total 0.12 m²

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a golpe y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
2 - Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
4 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 205.60 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 202.40 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 56.5(-1; -5) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 180

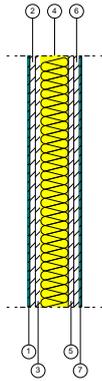
Prohibido copiar, distribuir, publicar o cualquier otra versión no autorizada por el CYPE



Tabique PYL 98/600(48) LM

Superficie total 94.02 m²

Tabique múltiple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 98/600(48) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 98 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornillan dos placas de yeso laminado F, con resistencia al fuego F "PLADUR" en cada cara y aislamiento de panel compacto de lana mineral Arena de alta densidad, Arena "ISOVER", de 65 mm de espesor, no revestido.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
3 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
4 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
6 - Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	12.7 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.44 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 66.80 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 54.0(-3; -8) dB

Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 60

2.1.2.- Huecos verticales interiores

Puerta de paso interior, de madera

Puerta interior abatible, vidriera 6-VE, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, con plafones de forma recta; precerco de pino país; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm en ambas caras; acristalamiento del 40% de su superficie, mediante seis piezas de vidrio templado translúcido incoloro, de 4 mm de espesor, colocado con junquillo clavado, según planos de detalle de carpintería. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica; silicona incolora para sellado del vidrio y junquillos.

Dimensiones	Ancho x Altura: 82.5 x 203 cm	nº uds: 44
	Ancho x Altura: 75.8 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Altura: 77.5 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Altura: 81 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K)	
	Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	



2.2.- Compartimentación interior horizontal

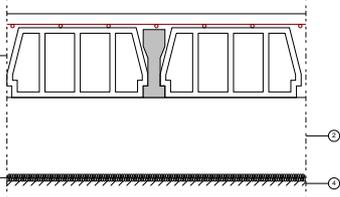
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado unidireccional Superficie total 32.50 m²

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigüeta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,65 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK); TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso pasta de escayola para el pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista y enlucido final; ACABADO SUPERFICIAL: aplicación manual de dos planos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano fluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Producido por una versión modificada de...



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
2 - Cámara de aire sin ventilar	27.5 cm
3 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
4 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
5 - Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	61.6 cm

Limitación de demanda energética U_e refrigeración: 0.74 W/(m²·K)

U_e calefacción: 0.67 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 388.78 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_r): 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 74.0 dB

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado unidireccional - Solado de terrazo Superficie total 875.91 m²



REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de terrazo, 50x50 cm, color gris, colocadas sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-5 y rejuntadas con lechada de cemento blanco; SUELO RADIANTE: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

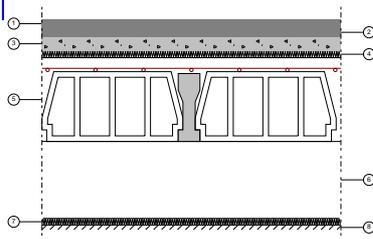
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,65 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK); TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso pasta de escayola para el pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista y enlucido final; ACABADO SUPERFICIAL: aplicación manual de dos planos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano diluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Producido por una empresa de...



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm)	3 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
4 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
6 - Cámara de aire sin ventilar	27.5 cm
7 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
8 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
9 - Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	75.3 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.44 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.42 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 606.33 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB



Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina Superficie total 462.64 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco; **SUELO RADIANTE:** Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: **FORJADO UNIDIRECCIONAL:** horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 1,5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; **PILARES:** con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

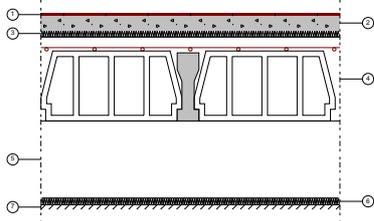
REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: **AISLAMIENTO:** aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,65 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK); **TECHO SUSPENDIDO:** Falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso pasta de escayola para el pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista y enlucido final; **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano fluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Proyecto de Rehabilitación del Edificio de la Universidad de Sevilla

Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
3 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	27.5 cm
6 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
7 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
8 - Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	70.1 cm



Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.45 W/(m²·K)
 U_c calefacción: 0.42 W/(m²·K)



Protección frente al ruido	Masa superficial: 519.53 kg/m ² Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m ² Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB
----------------------------	---

Forjado unidireccional - Solado de terrazo Superficie total 10.90 m²

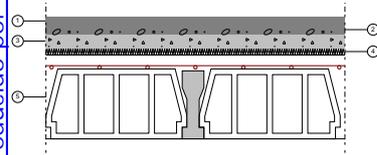
REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de terrazo, 50x50 cm, color gris, colocadas sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-5 y rejuntadas con lechada de cemento blanco; SUELO RADIANTE: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

Producido por una versión no certificada de AutoCAD



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm)	3 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
4 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	43.7 cm

Limitación de demanda energética	U_c refrigeración: 0.76 W/(m ² ·K) U_c calefacción: 0.68 W/(m ² ·K)
Protección frente al ruido	Masa superficial: 589.88 kg/m ² Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m ² Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina Superficie total 20.48 m²



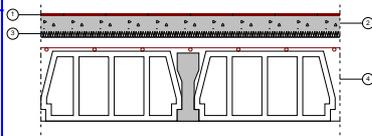
REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco; SUELO RADIANTE: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m³ de densidad, de 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero autonivelante, de 50 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

Producto por una versión no profesional de



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5 cm
3 - Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	38.5 cm

Mitigación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.78 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.70 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 503.08 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB



3.- MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Aglomerado de corcho expandido	2.5	130	0.036	0.6944	1000	1
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5	2300	1.3	0.0038	840	100000
Barrera de vapor con lámina asfáltica	0.27	1100	0.23	0.0117	1000	50000
Capa de grava	10	1950	2	0.05	1050	50
Capa de regularización de mortero de cemento	2	1900	1.3	0.0154	1000	10
Enfoscado de cemento a buena vista	1	1900	1.3	0.0077	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7	930	0.438	0.16	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11	920	0.478	0.23	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado, Salmón	11.5	1140	0.639	0.18	1000	10
Falso techo continuo de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EPS moldeada enrasada)	30	737.777	0.342	0.8767	1000	60
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30	1241.11	1.429	0.21	1000	80
Formación de pendientes con hormigón celular a base de cemento y aditivo plastificante-aireante	10	350	0.093	1.0753	1000	6
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.038	0.0211	1000	1
Geotextil de poliéster	0.06	250	0.038	0.0158	1000	1
Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.55	1100	0.23	0.0239	1000	50000
Lana mineral Arena "ISOVER"	6.5	40	0.036	1.8056	800	1
Lana mineral Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL"	8	40	0.035	2.2857	840	1
Mortero autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813	5	2100	1.6	0.0313	1000	10
Mortero de cemento	3.2	1900	1.3	0.0246	1000	10
Panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, modelo Klett Autofijación Neorol G "UPONOR IBERIA"	2.5	30	0.03	0.8333	1000	20
Placa de yeso laminado con resistencia al fuego "PLADUR"	1.3	792.308	0.25	0.052	1000	10
Poliestireno extruido	4	38	0.034	1.1765	1000	100
Poliestireno extruido	10	38	0.036	2.7778	1000	100
Colado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Colado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm)	3	1700	1.3	0.0231	1000	40
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)	RT	Resistencia térmica ($m^2 \cdot K/W$)			
ρ	Densidad (kg/m^3)	Cp	Calor específico ($J/(kg \cdot K)$)			
λ	Conductividad térmica ($W/(m \cdot K)$)	μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ()			

ÍNDICE

1.- PARÁMETROS GENERALES..... 2

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS..... 2

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS..... 12

Producido por una versión no profesional de CYPE



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Emplazamiento

Latitud (grados): 40.46 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 7 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 32.60 °C

Temperatura húmeda verano: 23.20 °C

Oscilación media diaria: 11.4 °C

Oscilación media anual: 29.6 °C

Temperatura exterior de diseño: 4.60 °C

Temperatura exterior media anual: 18.30 °C

Velocidad del viento: 2.84 m/s

Temperatura del terreno: 7.80 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Refrigeración

Conjunto: Planta baja - AMPA													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
AMPA	Planta baja	364.81	1018.33	1199.76	1424.63	1606.06	133.62	351.23	897.82	93.70	1775.86	2503.88	2503.88
Total							133.6	Carga total simultánea			2503.9		

Conjunto: Planta baja - Aula Informática													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula Informática	Planta baja	1337.68	6712.62	8666.46	8291.80	10245.64	2495.37	6559.50	16767.46	243.57	14851.30	27013.10	27013.10
Total							2495.4	Carga total simultánea			27013.1		

Conjunto: Planta baja - Aula1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula1	Planta baja	303.11	3478.01	4489.82	3894.56	4906.37	1293.68	3400.65	8692.77	236.52	7295.21	13599.14	13599.14
Total							1293.7	Carga total simultánea			13599.1		

Conjunto: Planta baja - Aula2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula2	Planta baja	311.61	3592.85	4639.55	4021.59	5068.29	1334.31	3507.47	8965.83	236.65	7529.06	14034.12	14034.12
Total							1334.3	Carga total simultánea			14034.1		

Conjunto: Planta baja - Aula3													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula3	Planta baja	310.39	3563.69	4610.39	3990.30	5037.00	1311.57	3447.68	8813.00	237.60	7437.98	13850.00	13850.00
Total							1311.6	Carga total simultánea			13850.0		

Conjunto: Planta baja - Aula4													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula4	Planta baja	308.96	3557.88	4604.58	3982.85	5029.55	1307.04	3435.77	8782.55	237.77	7418.62	13812.10	13812.10
Total							1307.0	Carga total simultánea			13812.1		

Conjunto: Planta baja - Aula5													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula5	Planta baja	307.75	3477.65	4489.46	3898.96	4910.77	1293.39	3399.90	8690.85	236.62	7298.86	13601.62	13601.62
Total							1293.4	Carga total simultánea			13601.6		

Conjunto: Planta baja - Aula6													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aula6	Planta baja	303.97	3601.25	4647.95	4022.37	5069.07	1340.86	3524.68	9009.81	236.25	7547.05	14078.89	14078.89
Total							1340.9	Carga total simultánea			14078.9		

Conjunto: Planta baja - Cafetería													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Cafetería	Planta baja	515.02	9366.22	12994.78	10177.68	13806.24	2976.42	7824.03	19999.87	327.11	18001.71	33806.11	33806.11
Total							2976.4	Carga total simultánea			33806.1		

Conjunto: Planta baja - Cocina													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Cocina	Planta baja	120.20	849.46	1035.96	998.74	1185.25	205.93	507.14	1308.32	87.19	1505.88	2493.57	2493.57
Total							205.9	Carga total simultánea			2493.6		

Conjunto: Planta baja - Doble1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Doble1	Planta baja	179.05	2012.35	2605.48	2257.14	2850.27	737.71	1939.19	4956.97	238.12	4196.33	7807.24	7807.24
Total							737.7	Carga total simultánea			7807.2		

Conjunto: Planta baja - Doble2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Doble2	Planta baja	167.63	1638.59	2127.05	1860.41	2348.87	592.98	1558.76	3984.52	240.31	3419.17	6333.39	6333.39
Total							593.0	Carga total simultánea			6333.4		



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Conjunto: Planta baja - RACK3													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
RACK3	Planta baja	367.13	777.09	958.51	1178.54	1359.97	94.32	247.95	633.81	105.69	1426.49	1993.78	1993.78
		Total			94.3		Carga total simultánea			1993.8			

Conjunto: Planta baja - Reprografía													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Reprografía	Planta baja	85.48	427.79	548.74	528.66	649.62	48.18	126.65	323.75	101.01	655.32	973.37	973.37
		Total			48.2		Carga total simultánea			973.4			

Conjunto: Planta baja - Sala Polivalente													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Sala Polivalente	Planta baja	363.05	16728.93	22764.90	17604.74	23640.71	4962.94	13045.93	33348.14	330.71	30650.67	56988.85	56988.85
		Total			4962.9		Carga total simultánea			56988.8			

Conjunto: Planta 1 - Biblioteca													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Biblioteca	Planta 1	618.41	8539.16	11016.35	9432.29	11909.48	3186.01	8374.97	21408.19	235.29	17807.27	33317.67	33317.67
		Total			3186.0		Carga total simultánea			33317.7			

Conjunto: Planta 1 - Laboratorio de ciencias													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Laboratorio de ciencias	Planta 1	1176.33	3486.92	4277.76	4803.15	5593.99	1189.79	3127.55	7994.69	164.46	7930.70	13588.67	13588.67
		Total			1189.8		Carga total simultánea			13588.7			

Conjunto: Planta 1 - Laboratorio FyQ1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Laboratorio FyQ1	Planta 1	1231.79	3493.52	4284.36	4867.07	5657.91	1193.08	3136.21	8016.80	165.05	8003.28	13674.72	13674.72
		Total			1193.1		Carga total simultánea			13674.7			

Conjunto: Planta 1 - Laboratorio FyQ2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Laboratorio FyQ2	Planta 1	1223.06	3482.93	4273.77	4847.17	5638.01	1187.79	3122.31	7981.28	165.11	7969.48	13619.29	13619.29
		Total			1187.8		Carga total simultánea			13619.3			

Conjunto: Planta 1 - Plástica1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Plástica1	Planta 1	886.27	2843.07	3494.35	3841.22	4492.50	965.59	2538.22	6488.21	163.76	6379.44	10980.72	10980.72
		Total			965.6		Carga total simultánea			10980.7			

Conjunto: Planta 1 - Plástica2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Plástica2	Planta 1	936.92	3322.65	4066.97	4387.35	5131.67	1140.18	2997.16	7661.37	161.57	7384.51	12793.04	12793.04
		Total			1140.2		Carga total simultánea			12793.0			

Conjunto: Planta 1 - Sala de música1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Sala de música1	Planta 1	520.86	4304.33	5560.37	4969.95	6225.99	1595.64	4194.42	10721.81	238.98	9164.36	16947.80	16947.80
		Total			1595.6		Carga total simultánea			16947.8			

Conjunto: Planta 1 - Sala de música2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Sala de música2	Planta 1	621.56	4930.74	6361.23	5718.87	7149.36	1839.56	4835.60	12360.80	238.63	10554.47	19510.16	19510.16
		Total			1839.6		Carga total simultánea			19510.2			

Conjunto: Planta 1 - Seminario de música													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Seminario de música	Planta 1	180.34	1164.26	1513.16	1384.94	1733.84	418.76	1100.78	2813.82	244.35	2485.72	4547.66	4547.66
		Total			418.8		Carga total simultánea			4547.7			



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Conjunto: Planta 1 - Seminario de Plástica															
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica					
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)		
Seminario de Plástica	Planta 1	163.53	784.33	970.41	976.29	1162.37	261.92	688.50	1759.94	160.67	1664.79	2922.31	2922.31		
Total							261.9	Carga total simultánea						2922.3	

Conjunto: Planta 1 - Seminario Laboratorio															
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica					
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)		
Seminario Laboratorio	Planta 1	161.78	1149.48	1428.60	1350.60	1629.72	379.40	997.31	2549.32	158.62	2347.91	4179.04	4179.04		
Total							379.4	Carga total simultánea						4179.0	

Conjunto: Planta 1 - Seminario Tecnología															
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica					
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)		
Seminario Tecnología	Planta 1	185.88	902.55	1135.15	1121.08	1353.68	288.54	758.47	1938.80	164.32	1879.55	3292.48	3292.48		
Total							288.5	Carga total simultánea						3292.5	

Conjunto: Planta 1 - Taller tecnología 1															
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica					
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)		
Taller tecnología 1	Planta 1	649.57	4046.00	4976.40	4836.44	5766.84	1371.67	3605.66	9216.83	157.30	8442.10	14983.67	14983.67		
Total							1371.7	Carga total simultánea						14983.7	

Conjunto: Planta 1 - Taller tecnología 2															
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica					
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)		
Taller tecnología 2	Planta 1	840.90	4906.71	6023.19	5920.03	7036.51	1671.71	4394.36	11232.92	157.37	10314.40	18269.43	18269.43		
Total							1671.7	Carga total simultánea						18269.4	

Producido por una versión no profesional de CYPE



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Calefacción

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - AMPA						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
AMPA	Planta baja	220.03	785.23	587.91	1558.08	1593.17
Total					1558.08	1593.17
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula Informática						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula Informática	Planta baja	948.48	14164.28	2439.91	17152.34	17552.67
Total					17152.34	17552.67
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula1	Planta baja	460.25	7343.21	1264.93	8860.84	9068.39
Total					8860.84	9068.39
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula2	Planta baja	459.78	7573.87	1304.66	9124.25	9338.31
Total					9124.25	9338.31
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula3						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula3	Planta baja	454.95	7444.77	1282.42	8971.72	9182.14
Total					8971.72	9182.14
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula4						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula4	Planta baja	451.27	7419.05	1277.99	8938.62	9148.31
Total					8938.62	9148.31

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula5						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula5	Planta baja	447.27	7341.59	1264.65	8846.01	9053.51
Total					8846.01	9053.51

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Aula6						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Aula6	Planta baja	624.91	7611.03	1311.06	9331.88	9547.00
Total					9331.88	9547.00

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

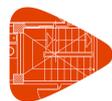
Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Cafetería						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cafetería	Planta baja	873.35	16893.50	2273.66	19563.69	20040.51
Total					19563.69	20040.51

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Cocina						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cocina	Planta baja	46.83	1148.24	629.22	1801.77	1824.29
Total					1801.77	1824.29

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Producido por una versión no profesional de CYPE



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Desdoble1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Desdoble1	Planta baja	632.15	4187.40	721.31	5422.51	5540.86
Total					5422.51	5540.86

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Desdoble2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Desdoble2	Planta baja	408.10	3365.92	579.81	4258.69	4353.83
Total					4258.69	4353.83

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - RACK3						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
RACK3	Planta baja	225.80	554.32	415.03	1170.37	1195.14
Total					1170.37	1195.14

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

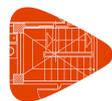
Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Reprografía						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Reprografía	Planta baja	20.03	268.66	212.00	495.42	500.69
Total					495.42	500.69

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta baja - Sala Polivalente						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Sala Polivalente	Planta baja	1146.50	27942.92	3791.13	32200.51	32880.55
Total					32200.51	32880.55

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Producido por una versión no profesional de CYPE



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Biblioteca						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Biblioteca	Planta 1	1773.68	17765.19	3115.21	22305.74	22654.08
Total					22305.74	22654.08

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Laboratorio de ciencias						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Laboratorio de ciencias	Planta 1	1413.07	6824.89	1817.73	9828.42	10055.69
Total					9828.42	10055.69

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Laboratorio FyQ1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Laboratorio FyQ1	Planta 1	880.87	6843.77	1822.76	9319.49	9547.40
Total					9319.49	9547.40

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Laboratorio FyQ2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Laboratorio FyQ2	Planta 1	949.01	6813.45	1814.68	9350.25	9577.15
Total					9350.25	9577.15

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Plástica1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Plástica1	Planta 1	667.65	5538.85	1475.21	7497.26	7681.71
Total					7497.26	7681.71

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Producido por una versión no profesional de CYPE



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Plástica2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Plástica2	Planta 1	777.95	6540.34	1741.94	8842.43	9060.23
Total					8842.43	9060.23

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Sala de música1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Sala de música1	Planta 1	723.12	9057.24	1560.18	11084.55	11340.55
Total					11084.55	11340.55

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Sala de música2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Sala de música2	Planta 1	972.31	10441.77	1798.68	12917.64	13212.77
Total					12917.64	13212.77

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Seminario de música						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Seminario de música	Planta 1	187.03	2335.00	409.45	2885.70	2931.48
Total					2885.70	2931.48

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Seminario de Plástica						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Seminario de Plástica	Planta 1	184.44	1460.45	400.15	2016.41	2045.05
Total					2016.41	2045.05

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Seminario Laboratorio						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Seminario Laboratorio	Planta 1	337.31	2115.51	579.63	2990.97	3032.45
Total					2990.97	3032.45
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Seminario Tecnología						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Seminario Tecnología	Planta 1	198.49	1608.88	440.82	2216.64	2248.19
Total					2216.64	2248.19
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Taller tecnología 1						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Taller tecnología 1	Planta 1	1211.90	7863.92	2095.60	10911.59	11171.42
Total					10911.59	11171.42
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: Planta 1 - Taller tecnología 2						
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,i}$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,i}$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño simultánea $\Phi_{HL,CR,i}^*$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Taller tecnología 2	Planta 1	1194.11	9583.25	2554.00	13015.11	13331.36
Total					13015.11	13331.36
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos						

Producido por una versión no profesional de CYPE



3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Planta baja - AMPA	93.8	2503.9
Planta baja - Aula Informática	243.6	27013.1
Planta baja - Aula1	236.5	13599.1
Planta baja - Aula2	236.7	14034.1
Planta baja - Aula3	237.6	13850.0
Planta baja - Aula4	237.7	13812.1
Planta baja - Aula5	236.5	13601.6
Planta baja - Aula6	236.2	14078.9
Planta baja - Cafetería	327.3	33806.1
Planta baja - Cocina	87.2	2493.6
Planta baja - Desdoble1	238.0	7807.2
Planta baja - Desdoble2	239.9	6333.4
Planta baja - RACK3	105.5	1993.8
Planta baja - Reprografía	101.4	973.4
Planta baja - Sala Polivalente	330.8	56988.8
Planta 1 - Biblioteca	235.3	33317.7
Planta 1 - Laboratorio de ciencias	164.5	13588.7
Planta 1 - Laboratorio FyQ1	165.0	13674.7
Planta 1 - Laboratorio FyQ2	165.1	13619.3
Planta 1 - Plástica1	163.6	10980.7
Planta 1 - Plástica2	161.5	12793.0
Planta 1 - Sala de música1	239.0	16947.8
Planta 1 - Sala de música2	238.5	19510.2
Planta 1 - Seminario de música	244.5	4547.7
Planta 1 - Seminario de Plástica	160.6	2922.3
Planta 1 - Seminario Laboratorio	158.9	4179.0
Planta 1 - Seminario Tecnología	164.6	3292.5
Planta 1 - Taller tecnología 1	157.2	14983.7
Planta 1 - Taller tecnología 2	157.4	18269.4

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Planta baja - AMPA	58.4	1558.1
Planta baja - Aula Informática	154.7	17152.3
Planta baja - Aula1	154.1	8860.8
Planta baja - Aula2	153.9	9124.2
Planta baja - Aula3	153.9	8971.7
Planta baja - Aula4	153.8	8938.6
Planta baja - Aula5	153.8	8846.0
Planta baja - Aula6	156.6	9331.9
Planta baja - Cafetería	189.4	19563.7
Planta baja - Cocina	63.0	1801.8



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

prueba fachada

Fecha: 16/05/20

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Planta baja - Desdoble1	165.3	5422.5
Planta baja - Desdoble2	161.3	4258.7
Planta baja - RACK3	61.9	1170.4
Planta baja - Reprografía	51.6	495.4
Planta baja - Sala Polivalente	186.9	32200.5
Planta 1 - Biblioteca	157.5	22305.7
Planta 1 - Laboratorio de ciencias	119.0	9828.4
Planta 1 - Laboratorio FyQ1	112.4	9319.5
Planta 1 - Laboratorio FyQ2	113.3	9350.2
Planta 1 - Plástica1	111.7	7497.3
Planta 1 - Plástica2	111.6	8842.4
Planta 1 - Sala de música1	156.3	11084.6
Planta 1 - Sala de música2	157.9	12917.6
Planta 1 - Seminario de música	155.1	2885.7
Planta 1 - Seminario de Plástica	110.8	2016.4
Planta 1 - Seminario Laboratorio	113.7	2991.0
Planta 1 - Seminario Tecnología	110.8	2216.6
Planta 1 - Taller tecnología 1	114.5	10911.6
Planta 1 - Taller tecnología 2	112.1	13015.1

[Producido por una versión no profesional de CYPE](#)



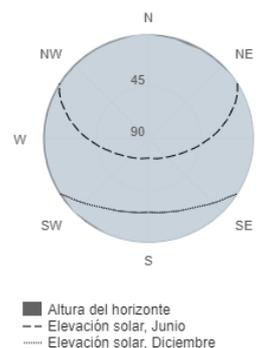
Datos mensuales de irradiación

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

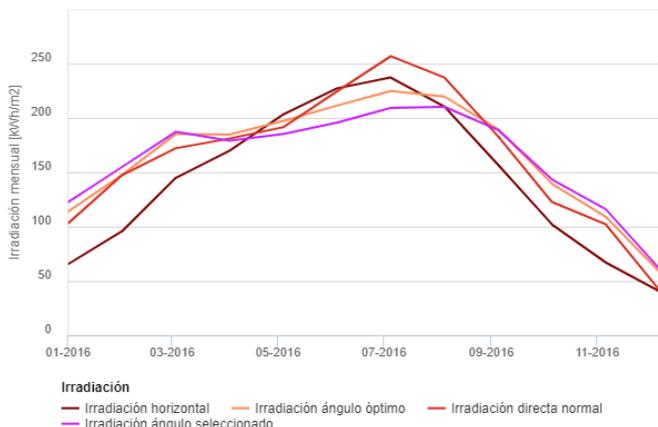
Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	40.463, 0.448
Horizonte:	Calculado
Base de datos	PVGIS-SARAH
Año inicial:	2016
Año final:	2016
Variables incluidas en este informe:	
Irradiación global horizontal:	Si
Irradiación directa normal:	Si
Irradiación global con el ángulo óptimo:	Si
Irradiación global con el ángulo 45°	Si
Ratio difusa/global	No
Temperatura media	Si

Perfil del horizonte:

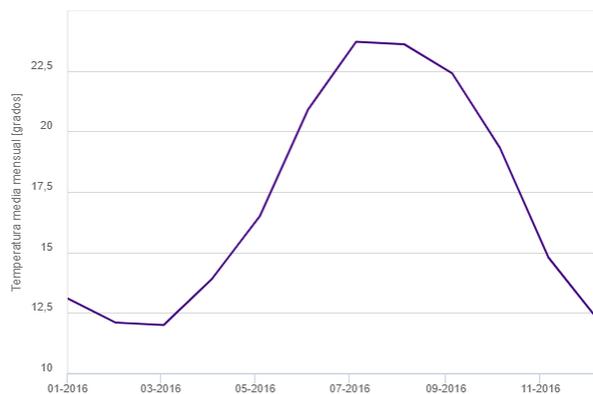


Irradiación solar mensual



Irradiación global horizontal		Direct Normal irradiation		Global irradiation optimum angle		Global at user angle	
Mes	2016	Mes	2016	Mes	2016	Mes	2016
Enero	65.54	Enero	103.05	Enero	113.96	Enero	122.52
Febrero	95.71	Febrero	147.29	Febrero	147.41	Febrero	154.83
Marzo	144.84	Marzo	172.07	Marzo	185.08	Marzo	187.14
Abril	169.71	Abril	181	Abril	184.63	Abril	179.11
Mayo	203.18	Mayo	191.47	Mayo	197.16	Mayo	185.26
Junio	227.18	Junio	224.34	Junio	211.38	Junio	195.59
Julio	237.2	Julio	256.72	Julio	224.7	Julio	209.12
Agosto	210.3	Agosto	237.1	Agosto	219.66	Agosto	210.22
Septiembre	156.66	Septiembre	182.69	Septiembre	189.5	Septiembre	188.87
Octubre	101.84	Octubre	122.66	Octubre	139.37	Octubre	143.31
Noviembre	66.98	Noviembre	102.11	Noviembre	109.02	Noviembre	115.91
Diciembre	40.32	Diciembre	41.49	Diciembre	58.38	Diciembre	61.15

Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2016
Enero	13.1
Febrero	12.1
Marzo	12
Abril	13.9
Mayo	16.5
Junio	20.9
Julio	23.7
Agosto	23.6
Septiembre	22.4
Octubre	19.3
Noviembre	14.8
Diciembre	12.3

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.

Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.

Trataremos de corregir los errores que se nos señalen.

No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.

Dicha información:

i) es de carácter general y no aborda circunstancias específicas de personas u organismos concretos,

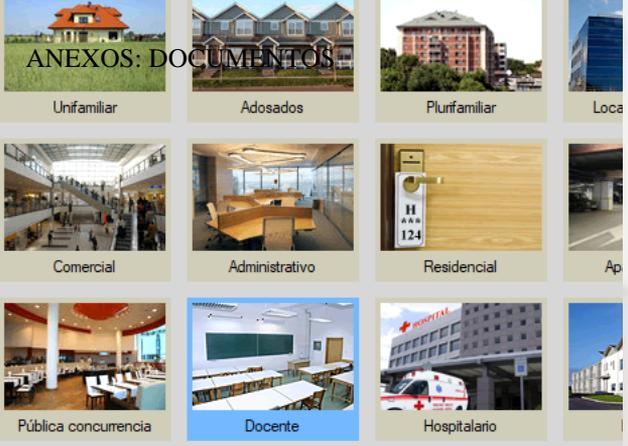
ii) no es necesariamente exhaustiva, completa, exacta o actualizada,

iii) contiene en algunas ocasiones enlaces a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control directo u operativo de los enlaces. La Comisión declina toda responsabilidad.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Datos mensuales de irradiación 2020/05/13



Estudio térmico del edificio, incluyendo el cumplimiento de la exigencia básica HE-1 'Limitación de demanda energética' simplificada), el análisis numérico de los puentes térmicos lineales, la certificación energética del edificio (procedimiento de la demanda energética del edificio con EnergyPlus™ versión 8.7.

Edificio
 Nombre: IES José Vilaplana
 Situación: Av. Gil de Atrocilli nº 28
 Centro de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

Promotor
 Nombre: _____
 Dirección: _____ Población: _____
 Provincia: _____ Código postal: _____ CIF/NIF: _____
 Teléfono: _____ Fax: _____

Proyectista
 Nombre: _____ Imagen escaneada: _____
 Titulación: _____
 Nº colegiado: _____ Colegio: _____ CIF/NIF: _____
 Dirección: _____ Código postal: _____
 Población: _____ Provincia: _____
 Teléfono: _____ Fax: _____ E-mail: _____

Generador de precios

- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Huelva
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Ciudad Real
- Precios COAVN. Delegación de Navarra
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Cantabria
- Precios CAAT Valencia
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Galicia
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Madrid
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Sevilla
- Precios Col. Oficial de Arquitectos de Ceuta
- Precios COAAT Mallorca

Generador de precios de la construcción. Incluye precios descompuestos, información comercial sobre productos de fabricantes y las correspondientes instrucciones de uso y mantenimiento del edificio.

Módulo adquirido con su licencia. Puede importar directamente las partidas.
 Módulo no adquirido con su licencia. Sólo puede utilizarse para consultar precios y descomposiciones.

Selección el emplazamiento de su obra.

I	J	L	M	N	O	P	R	S	T	V	X	Z
						Villamalur						
						Villanueva de Viver						
						Viltores						
						Vinaròs						
						Vistabella del Maestrazgo						
						Viver						

Configuración del generador de precios

Superficie total construida: 3474.00 m²
 Superficie de la planta tipo: 1737.00 m²

Accesibilidad: Muy buena
 Buena
 Normal
 Dificultad media
 Dificultad alta

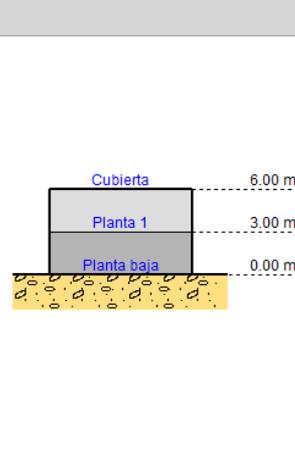
Topografía: Plana
 Con desniveles mínimos
 Con desniveles acusados
 Accidentada
 Muy accidentada

Distancia a vertedero autorizado: _____

Centros de enseñanza primaria, secund...

Número de aulas:

Grupo	Altura	Editar	Insertar	Borrar
Cubierta				
Planta 1	3.00 m			
Planta baja	3.00 m			



Verificar el cumplimiento de:

CTE DB-HE1 2013. Limitación de demanda energética
 CTE DB-HE1 2006. Limitación de demanda energética

Datos del emplazamiento

Altitud: 23.0 m
 Atitud (N): 40.47 grad

Datos del emplazamiento

Tipo de terreno:
 Grava Arena semidensa Limo Arcilla semidura Roca b...
 Arena densa Arena suelta Arcilla dura Arcilla blanda Roca d...
 Conductividad térmica: 2.00

Protección contra el viento

Abrigada Media Expuesta

El cálculo del coeficiente de transmisión térmica de los suelos en contacto con el terreno se realiza según la norma UNE-EN ISO 13370 "Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo".
 Dicha metodología requiere, además de la definición constructiva de los suelos, la descripción del tipo de terreno y de la protección contra el viento del emplazamiento del edificio.



Cálculo de la instalación

1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

2.1. Bases de cálculo

- 2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos
- 2.1.2. Localización de los colectores
- 2.1.3. Diseño de circuito. Cálculo de longitudes
- 2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua
- 2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos

2.2. Dimensionado

- 2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico
- 2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor

3. MÉTODO DE CÁLCULO



1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Refrigeración)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N6-Planta baja	N41-Planta baja	Impulsión	42 mm	1.25	1.0	1.00	0.423	106.70
N10-Planta baja	N31-Planta baja	Impulsión	40 mm	5.34	4.2	0.15	1.077	61.46
A20-Planta baja	A20-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.82	0.7	0.77	0.145	520.68
N26-Planta baja	A20-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.82	0.7	0.37	0.071	74.11
N26-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.82	0.7	0.43	0.082	74.04
N27-Planta baja	N39-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.82	0.7	34.8	6.628	73.96
N28-Planta baja	N42-Planta baja	Impulsión	40 mm	1.69	1.3	0.15	0.110	64.44
N31-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.85	6.2	0.64	9.653	60.38
A4-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión	42 mm	5.34	4.2	0.26	1.809	63.26
A34-Planta baja	A34-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.26	1.0	0.77	0.329	304.4
N38-Planta baja	A34-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.26	1.0	0.13	0.055	125.18
N38-Planta baja	N40-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.26	1.0	40.4	17.41	125.13
N39-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.82	0.7	15.22	2.892	67.33
N40-Planta baja	N41-Planta baja	Impulsión (*)	42 mm	1.26	1.0	3.34	1.439	107.72
N41-Planta baja	N31-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	2.51	2.0	28.39	45.901	106.28
N42-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	40 mm	5.34	4.2	0.15	1.063	64.33
N42-Planta baja	N1-Planta 1	Impulsión	42 mm	3.65	2.9	3.00	10.034	74.36
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.88	0.7	0.77	0.165	284.99
A11-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.85	6.2	0.24	3.562	28.09
N2-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.88	0.7	4.47	0.966	65.40
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.88	0.7	1.03	0.224	65.63
N3-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.88	0.7	0.20	0.043	65.67
N1-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.85	6.2	0.19	2.810	30.90
N24-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.85	6.2	1.31	19.830	50.73
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión	42 mm	1.25	1.0	0.77	0.324	644.2
A17-Planta baja	N6-Planta baja	Impulsión	40 mm	1.25	1.0	0.25	0.105	106.8
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.09	0.9	0.77	0.251	394.2
N8-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.09	0.9	0.18	0.058	77.22
N8-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.09	0.9	8.53	2.799	77.16
A13-Planta 1	A13-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.22	1.0	0.77	0.312	387.4
N14-Planta 1	N13-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.22	1.0	0.15	0.061	86.55
N14-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.22	1.0	29.76	12.126	86.49
A21-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.33	1.1	0.77	0.364	487.9
N19-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.33	1.1	0.23	0.108	101.3
N19-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.33	1.1	56.43	26.868	101.2
N6-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	0.23	0.095	86.38
N6-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	1.00	0.417	86.29
N10-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno	40 mm	5.34	4.2	0.15	1.071	41.42
A20-Planta baja	A20-Planta baja	Retorno	40 mm	0.82	0.7	0.77	0.143	54.04
A20-Planta baja	N26-Planta baja	Retorno	40 mm	0.82	0.7	0.37	0.069	53.90
N26-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	40 mm	0.82	0.7	0.43	0.080	53.83
N27-Planta baja	N39-Planta baja	Retorno	42 mm	0.82	0.7	34.88	6.519	53.75
N28-Planta baja	N42-Planta baja	Retorno	40 mm	1.69	1.3	0.15	0.109	44.39
N31-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	42 mm	7.85	6.2	0.64	9.616	40.35
A4-Planta baja	N10-Planta baja	Retorno	40 mm	5.34	4.2	0.26	1.800	43.22
A34-Planta baja	A34-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.26	1.0	0.77	0.325	104.8
A34-Planta baja	N38-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.26	1.0	0.13	0.054	104.5



Cálculo de la instalación

N38-Planta baja	N40-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.26	1.0	40.43	17.186	104.4
N39-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno	40 mm	0.82	0.7	15.22	2.845	47.23
N40-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.26	1.0	3.34	1.421	87.29
N41-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	2.51	2.0	28.39	45.519	85.87
N42-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	40 mm	5.34	4.2	0.15	1.058	44.28
N42-Planta baja	N1-Planta 1	Retorno	40 mm	3.65	2.9	3.00	9.969	54.25
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Retorno	40 mm	0.88	0.7	0.77	0.163	45.76
A10-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	40 mm	0.88	0.7	0.19	0.040	45.60
A11-Planta baja	A11-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.85	6.2	0.55	8.283	8.28
A11-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.85	6.2	0.18	2.697	10.98
N2-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno	40 mm	0.88	0.7	4.47	0.951	45.34
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	40 mm	0.88	0.7	1.03	0.220	45.56
N24-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.85	6.2	1.31	19.754	30.73
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	0.77	0.320	86.70
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40 mm	1.09	0.9	0.77	0.248	57.32
A1-Planta 1	N8-Planta 1	Retorno	40 mm	1.09	0.9	0.19	0.061	57.07
N8-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	40 mm	1.09	0.9	8.53	2.760	57.01
A13-Planta 1	A13-Planta 1	Retorno	42 mm	1.22	1.0	0.77	0.308	66.58
A13-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	42 mm	1.22	1.0	0.15	0.059	66.28
N14-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	42 mm	1.22	1.0	29.76	11.967	66.22
A21-Planta 1	A21-Planta 1	Retorno	42 mm	1.33	1.1	0.77	0.360	81.26
A21-Planta 1	N19-Planta 1	Retorno	42 mm	1.33	1.1	0.25	0.117	80.90
N19-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	42 mm	1.33	1.1	56.43	26.533	80.73

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas

Φ	Diámetro nominal	L	Longitud
Q	Caudal	ΔP_1	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada

Tuberías (Calefacción)

Tramo		Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final							
N6-Planta baja	N41-Planta baja	Impulsión	42 mm	1.25	1.0	1.00	0.395	103.57
N10-Planta baja	N31-Planta baja	Impulsión	40 mm	5.17	4.1	0.15	0.983	59.30
A20-Planta baja	A20-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.69	0.6	0.77	0.097	440.60
N26-Planta baja	A20-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.69	0.6	0.37	0.047	68.49
N26-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.69	0.6	0.43	0.055	68.44
N27-Planta baja	N39-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.69	0.6	34.8	4.432	68.38
N28-Planta baja	N42-Planta baja	Impulsión	40 mm	1.59	1.3	0.15	0.092	62.02
N31-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.71	6.1	0.64	9.099	58.32
A4-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión	42 mm	5.17	4.1	0.26	1.651	60.96
A34-Planta baja	A34-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.29	1.0	0.77	0.322	380.42
N38-Planta baja	A34-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.29	1.0	0.13	0.054	121.64
N38-Planta baja	N40-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	1.29	1.0	40.43	17.010	121.59
N39-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.69	0.6	15.22	1.934	63.95
N40-Planta baja	N41-Planta baja	Impulsión (*)	42 mm	1.29	1.0	3.34	1.406	104.58
N41-Planta baja	N31-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	2.54	2.0	28.4	44.85	103.17
N42-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	40 mm	5.17	4.1	0.15	0.970	61.93
N42-Planta baja	N1-Planta 1	Impulsión	42 mm	3.58	2.8	3.00	9.345	71.27
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	42 mm	0.90	0.7	0.77	0.161	406.89
A11-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.71	6.1	0.24	3.357	27.88



Cálculo de la instalación

N2-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.90	0.7	4.47	0.938	62.96
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.90	0.7	1.03	0.217	63.17
N3-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	40 mm	0.90	0.7	0.20	0.04	63.22
N1-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.71	6.1	0.19	2.64	30.53
N24-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	7.71	6.1	1.31	18.69	49.22
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión	42 mm	1.25	1.0	0.77	0.302	551.9
A17-Planta baja	N6-Planta baja	Impulsión	40 mm	1.25	1.0	0.25	0.098	103.6
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.07	0.9	0.77	0.225	383.8
N8-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.07	0.9	0.18	0.052	73.83
N8-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.07	0.9	8.53	2.508	73.78
A13-Planta 1	A13-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.19	0.9	0.77	0.277	845.8
N14-Planta 1	N13-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.19	0.9	0.15	0.054	82.11
N14-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.19	0.9	29.7	10.78	82.05
A21-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	42 mm	1.32	1.0	0.77	0.335	358.6
N19-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.32	1.0	0.23	0.099	96.11
N19-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	40 mm	1.32	1.0	56.43	24.73	96.01
N6-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	0.23	0.091	83.88
N6-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	1.00	0.397	83.79
N10-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno	40 mm	5.17	4.1	0.15	0.986	39.30
A20-Planta baja	A20-Planta baja	Retorno	40 mm	0.69	0.6	0.77	0.098	48.65
A20-Planta baja	N26-Planta baja	Retorno	40 mm	0.69	0.6	0.37	0.047	48.55
N26-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	40 mm	0.69	0.6	0.43	0.055	48.50
N27-Planta baja	N39-Planta baja	Retorno	42 mm	0.69	0.6	34.88	4.476	48.45
N28-Planta baja	N42-Planta baja	Retorno	40 mm	1.59	1.3	0.15	0.093	42.02
N31-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	42 mm	7.71	6.1	0.64	9.130	38.31
A4-Planta baja	N10-Planta baja	Retorno	40 mm	5.17	4.1	0.26	1.657	40.95
A34-Planta baja	A34-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.29	1.0	0.77	0.324	102.3
A34-Planta baja	N38-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.29	1.0	0.13	0.054	101.9
N38-Planta baja	N40-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.29	1.0	40.43	17.132	101.9
N39-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno	40 mm	0.69	0.6	15.22	1.953	43.97
N40-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	1.29	1.0	3.34	1.416	84.81
N41-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	2.54	2.0	28.39	45.08	83.39
N42-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	40 mm	5.17	4.1	0.15	0.97	41.93
N42-Planta baja	N1-Planta 1	Retorno	40 mm	3.58	2.8	3.00	9.38	51.31
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Retorno	40 mm	0.90	0.7	0.77	0.16	43.39
A10-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	40 mm	0.90	0.7	0.19	0.04	43.23
A11-Planta baja	A11-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.71	6.1	0.55	7.86	7.86
A11-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.71	6.1	0.18	2.56	10.43
N2-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno	40 mm	0.90	0.7	4.47	0.94	42.97
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	40 mm	0.90	0.7	1.03	0.21	43.19
N24-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	7.71	6.1	1.31	18.75	29.18
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno	40 mm	1.25	1.0	0.77	0.30	84.18
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40 mm	1.07	0.9	0.77	0.22	54.12
A1-Planta 1	N8-Planta 1	Retorno	40 mm	1.07	0.9	0.19	0.05	53.90
N8-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	40 mm	1.07	0.9	8.53	2.52	53.84
A13-Planta 1	A13-Planta 1	Retorno	42 mm	1.19	0.9	0.77	0.27	62.51
A13-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	42 mm	1.19	0.9	0.15	0.05	62.23
N14-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	42 mm	1.19	0.9	29.76	10.86	62.18
A21-Planta 1	A21-Planta 1	Retorno	42 mm	1.32	1.0	0.77	0.33	76.67
A21-Planta 1	N19-Planta 1	Retorno	42 mm	1.32	1.0	0.25	0.11	76.34
N19-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno	42 mm	1.32	1.0	56.43	24.91	76.23

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas



Φ	Diámetro nominal	L	Longitud
Q	Caudal	ΔP_1	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada

2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

2.1. Bases de cálculo

2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, se considera la carga térmica sensible instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto	Recinto	Planta	Q _{N,f} calefacción (W)	Q _{N,f} refrigeración (W)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	q refrigeración (W/m ²)
Suelo Radiante	Aula Desdoble 1	Planta baja	2418	962	25	90	27.3
	Aula Desdoble 2	Planta baja	2250	683	25	96.72	38.48
	Aula 1	Planta baja	5053	2012	60	84.22	33.53
	Aula 2	Planta baja	5020	2000	60	83.67	33.33
	Aula 3	Planta baja	4788	1908	60	79.8	31.8
	Aula 4	Planta baja	5042	2008	60	84.03	33.46
	Aula 5	Planta baja	4924	1962	60	82.07	32.7
	Aula 6	Planta baja	4884	1946	60	81.4	32.43
	Aseo no docente	Planta baja	2458	0	25	98.32	0
	Vestuario Limp.	Planta baja	2435	0	25	97.4	0
	Aula Informática	Planta baja	9625	3834	100	96.25	38.48
	RACK 3	Planta baja	1616	906	5	58.95	45.62
	Reprografía	Planta baja	1180	538	15	78.68	35.86
	AMPA	Planta baja	519	252	10	51.9	25.2
	Aseo 1	Planta baja	2443	0	25	97.2	0
	Aseo 2	Planta baja	2415	0	25	96.6	0
	Aula Polivalente	Planta baja	14479	5652	150	96.52	37.68
	Cafetería	Planta baja	4729	1884	90	52.54	20.94
	Lab. Ciencias	Planta 1	7114	3052	75	94.86	40.69
	Sem. Ciencias	Planta 1	2112	909	25	84.48	36.36
	Lab. FyQ 1	Planta 1	6757	2813	75	90.09	37.5
	Lab. FyQ 2	Planta 1	7342	3167	75	97.89	42.22
	Aula Plástica 1	Planta 1	5591	2411	65	86	37.09
	Sem. Plástica	Planta 1	1609	692	13	64.36	40.07
	Aula Plástica 2	Planta 1	5583	2414	65	85.89	37.13
	Aseo 1	Planta 1	2315	0	25	93.72	0
	Aseo 2	Planta 1	2315	0	25	96.6	0
	Taller Tecno 1	Planta 1	7703	3093	90	85.58	34.36
	Sem. Tecno	Planta 1	692	674	13	53.23	41.84
	Taller Tecno 2	Planta 1	6372	2523	90	70.79	28.03



	Aula Música 1	Planta 1	5663	2526	65	87.12	38.85
	Sem Música	Planta 1	635	615	13	48.84	50.07
	Aula Música 2	Planta 1	5646	2536	65	86.86	34
	Biblioteca	Planta 1	11880	4733	150	79.20	31.5

Abreviaturas utilizadas			
Q _{N,f calefacción}	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante	q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción
Q _{N,f refrigeración}	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante	q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración
S	Superficie del recinto		

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación.

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		29	20	100
Cuartos de baño y similares		33	24	100
Zona periférica		35	20	175
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo	q _G	Densidad de flujo térmico límite	
θ_i	Temperatura del recinto			

Suelo radiante para refrigeración:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		19	24	40
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	Temperatura mínima de la superficie del suelo	q _G	Densidad de flujo térmico límite	
θ_i	Temperatura del recinto			

La densidad de flujo térmico límite según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción:
$$q = 8.92(\theta_{f,max} - \theta_i)^{1,1} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Refrigeración:
$$q = 7(|\theta_{f,max} - \theta_i|) \text{ (W/m}^2\text{)}$$

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad



máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

2.1.2. Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante. Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Suelo Radiante	CC 1	C 1	Aula Desdoble 2	Planta baja
		C 2	Aula Desdoble 1	Planta baja
		C 3	Aula 1	Planta baja
		C 4	Aula 1	Planta baja
		C 5	Aula 2	Planta baja
		C6	Aula 2	Planta baja
		C7	Aseo no docente	Planta baja
		C 8	Vestuario Limp.	Planta baja
	CC 2	C 1	Aula 3	Planta baja
		C 2	Aula 3	Planta baja
		C 3	Aula 4	Planta baja
		C 4	Aula 4	Planta baja
		C 5	Aula Informática	Planta baja
		C 6	Aula Informática	Planta baja
		C 7	Aula Informática	Planta baja
		C 8	Aula Informática	Planta baja
	CC 3	C 1	Aula 5	Planta baja
		C 2	Aula 5	Planta baja
		C 3	Aula 6	Planta baja
		C 4	Aula 6	Planta baja
		C 5	RACK 3	Planta baja
		C 6	Reprografía	Planta baja
		C 7	AMPA	Planta baja
		C 8	Aseos 1	Planta baja
		C 9	Aseos 2	Planta baja
	CC 4	C 1	Aula polivalente	Planta baja
		C 2	Aula polivalente	Planta baja
		C 3	Aula polivalente	Planta baja
		C 4	Aula polivalente	Planta baja
		C 5	Cafetería	Planta baja
C 6		Cafetería	Planta baja	
CC 5	C 1	Lab. Ciencias	Planta 1	
	C 2	Lab. Ciencias	Planta 1	
	C 3	Lab. Ciencias	Planta 1	
	C 4	Aseo 1	Planta 1	
	C 5	Aseo 2	Planta 1	
	C 6	Taller Tecno 1	Planta 1	



Suelo Radiante	CC 6	C 7	Taller Tecno 1	Planta 1
		C 8	Taller Tecno 1	Planta 1
		C 9	Sem. Tecno	Planta 1
		C 10	Sem. Ciencias	Planta 1
		C 1	Lab. FyQ 1	Planta 1
		C 2	Lab. FyQ 1	Planta 1
		C 3	Lab. FyQ 1	Planta 1
		C 4	Taller Tecno 2	Planta 1
		C 5	Taller Tecno 2	Planta 1
		C 6	Taller Tecno 2	Planta 1
	C 7	Lab. FyQ 2	Planta 1	
	C 8	Lab. FyQ 2	Planta 1	
	C 9	Lab. FyQ 2	Planta 1	
	C 10	Aula Música 1	Planta 1	
	C 11	Aula Música 1	Planta 1	
	C 12	Aula Música 1	Planta 1	
	C 1	Aula Plástica 1	Planta 1	
	C 2	Aula Plástica 1	Planta 1	
	C 3	Aula Plástica 1	Planta 1	
	C 4	Sem. Música	Planta 1	
	C 5	Aula Música 2	Planta 1	
	C 6	Aula Música 2	Planta 1	
	C 7	Aula Música 2	Planta 1	
	C 1	Sem. Plástica	Planta 1	
	C 2	Aula Plástica 2	Planta 1	
	C 3	Aula Plástica 2	Planta 1	
	C 4	Aula Plástica 2	Planta 1	
	C 5	Biblioteca	Planta 1	
	C 6	Biblioteca	Planta 1	
	C 7	Biblioteca	Planta 1	
	C 8	Biblioteca	Planta 1	

2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = A/e + 2 \cdot l$$

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²)

e = Separación entre tuberías (m)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunt o	Armario colectores	Circuito	Trazado	Separación (cm)	S (m ²)	q calef. (W/m ²)	q refrig. (W/m ²)	Long. máxima (m)	Long. real (m)
	CC 1	C 1	Doble serpentín	15.0	22	90	27.3	200.0	167
		C 2	Doble serpentín	15.0	22	96.72	38.48		167
		C 3	Espiral	15.0	27.5	84.21	33.53		150
		C 4	Espiral	15.0	27.5	84.21	33.53		150



Cálculo de la instalación

Suelo Radiante	CC 2	C 5	Espiral	15.0	27.5	83.67	33.33	150
		C 6	Espiral	15.0	27.5	83.67	33.33	150
		C 7	Doble serpentín	20.0	25	98.32	0	78
		C 8	Doble serpentín	20.0	25	97.4	0	78
		C 1	Espiral	15.0	27.5	79.8	31.8	158
		C 2	Espiral	15.0	27.5	79.8	31.8	158
		C 3	Espiral	15.0	27.5	84.03	33.46	160
		C 4	Espiral	15.0	27.5	84.03	33.46	160
	C 5	Espiral	15.0	25	96.25	35.48	138	
	C 6	Espiral	15.0	25	96.25	35.48	138	
	C 7	Espiral	15.0	25	96.25	35.48	140	
	C 8	Espiral	15.0	25	96.25	35.48	140	
	C 1	Espiral	15.0	27.5	82.07	32.7	155	
	C 2	Espiral	15.0	27.5	82.07	32.7	155	
	C 3	Espiral	15.0	27.5	81.4	32.43	159	
	C 4	Espiral	15.0	27.5	81.4	32.43	159	
	C 5	Doble serpentín	15.0	5	58.67	45.62	146	
	C 6	Doble serpentín	15.0	15	78.67	35.86	133	
	C 7	Espiral	15.0	10	51.9	25.2	68	
	C 8	Espiral	15.0	25	97.72	0	78	
	C 9	Espiral	15.0	25	96.6	0	78	
	C 1	Doble serpentín	15.0	37,5	96.52	37.68	185	
	C 2	Doble serpentín	15.0	37,5	96.52	37.68	187	
	C 3	Doble serpentín	15.0	37,5	96.52	37.68	180	
	C 4	Doble serpentín	15.0	37,5	96.52	37.68	176	
	C 5	Doble serpentín	15.0	30	52.54	20.94	159	
	C 6	Doble serpentín	15.0	30	52.54	20.94	144	
	C 1	Doble serpentín	15.0	25	94.86	40.69	142	
C 2	Doble serpentín	15.0	25	94.86	40.69	146		
C 3	Doble serpentín	15.0	25	94.86	40.69	138		
C 4	Espiral	20.0	25	75.69	0	78		
C 5	Espiral	20.0	25	73.52	0	78		
C 6	Doble serpentín	15.0	29	85.58	34.36	170		
C 7	Doble serpentín	15.0	29	85.58	34.36	168		
C 8	Doble serpentín	15.0	29	85.58	34.36	172		
C 9	Espiral	15.0	13	53.23	51.84	112		
C 10	Espiral	15.0	25	84.48	36.36	121		
C 1	Doble serpentín	15.0	25	90.09	37.50	133		
C 2	Doble serpentín	15.0	25	90.09	37.50	140		
C 3	Doble serpentín	15.0	25	90.09	37.50	135		
C 4	Doble serpentín	15.0	29	70.79	28.03	140		
C 5	Doble serpentín	15.0	29	70.79	28.03	142		
C 6	Doble serpentín	15.0	29	70.79	28.03	137		
C 7	Doble serpentín	15.0	25	97.89	42.22	145		
C 8	Doble serpentín	15.0	25	97.89	42.22	154		
C 9	Doble serpentín	15.0	25	97.89	42.22	148		
C 10	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.86	118		
C 11	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.86	120		
C 12	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.86	114		
C 1	Doble serpentín	15.0	20.7	86	37.09	114		
C 2	Doble serpentín	15.0	20.7	86	37.09	120		
C 3	Doble serpentín	15.0	20.7	86	37.09	115		
C 4	Espiral	15.0	13	48.84	50.07	168		
C 5	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.85	115		
C 6	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.85	117		
C 7	Doble serpentín	15.0	20.7	87.12	38.85	108		
C 1	Espiral	15.0	13	48.84	27.68	174		
C 2	Doble serpentín	15.0	20.7	85.89	37.13	110		
C 3	Doble serpentín	15.0	20.7	85.89	37.13	119		



CC 8	C 4	Doble serpentín	15.0	20.7	85.89	37.13	200.0	111
	C 5	Espiral	15.0	37.5	79.2	31.56		182
	C 6	Espiral	15.0	37.5	79.2	31.56		187
	C 7	Espiral	15.0	37.5	79.2	31.56		177
	C 8	Espiral	15.0	37.5	79.2	31.56		182
Abreviaturas utilizadas								
S	Superficie del recinto			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración			
q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción							
* densidad de flujo limitada por la temperatura mínima calculada para evitar condensaciones								

2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$

donde:

q = Densidad de flujo térmico

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

- Suelo y losa de cemento (espesor del revestimiento y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

$\Delta\theta_H$ = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Temperatura del recinto

En el apartado 3 del Anexo F se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo. Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomarán los siguientes datos:

- **Calefacción:** se fija un salto térmico del agua de 5°C.
- **Refrigeración:** se fija un salto térmico del agua de 2°C. En el caso de refrigeración siempre existe la limitación del punto de rocío, siendo la temperatura de impulsión, incrementada en un grado por las pérdidas, no inferior a la de rocío.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto	Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	θ_v refrigeración (°C)	θ_R refrigeración (°C)
	CC 1	C 1	39.4	30.0	15.6	20.6
		C 2		30.0		20.6
		C 3		30.0		20.6
		C 4		34.4		20.6
		C 5		34.4		20.6
		C 6		34.4		20.6
		C 7		33.7		



Cálculo de la instalación

Suelo Radiante	CC 2	C 8	39.4	33.7	14.8	
		C 1		29.2		17.2
		C 2		29.2		17.9
		C 3		31.1		19.6
		C 4		33.1		18.2
		C 5		22.4		19.8
		C 6		33.1		18.2
		C 7		22.4		18.2
	C 8	24.0	19.8			
	CC 3	C 1	37.2	26.7	13.9	18.9
		C 2		34.4		16.7
		C 3		34.4		16.7
		C 4		33.7		18.9
		C 5		33.7		18.9
		C 6		33.7		18.2
		C 7		34.4		19.8
		C 8		34.4		
		C 9		34.4		
	CC 4	C 1	36.5	33.0	13.8 *	17.8
		C 2		25.2		17.8
		C 3		32.2		18.8
		C 4		30.7		18.8
		C 5		24.2		18.8
		C 6		25.7		18.8
Suelo Radiante	CC 5	C 1	39.4	30.0	15.8	20.6
		C 2		30.0		20.6
		C 3		30.0		20.6
		C 4		32.4		
		C 5		32.4		
		C 6		34.4		20,6
		C 7		34.4		20,6
		C 8		34.4		19,8
		C 9		33,7		18.2
		C 10		33.7		18.2
	CC 6	C 1	38.4	29.2	15,1	17.2
		C 2		29.2		17.9
		C 3		31.1		19.6
		C 4		33.1		19.6
		C 5		22.4		19.8
		C 6		33.1		19.8
		C 2		31.1		18.9
		C 3		31.1		18.9
		C 4		28.3		17.9
		C 5		28,3		17.9
		C 6		24		19.8
		C 7		24.0		19.8
	CC 7	C 1	37.1	26.7	13.9	18.9
		C 2		34.4		16.7
		C 3		34.4		16.7
		C 4		33.7		18.9
		C 5		33.7		18.9
		C 6		33.7		18,7
		C 7		34.4		18.7
	CC 8	C 1	36.1	33.0	13.8 *	18.7
		C 2		25.2		18.8
		C 3		32.2		17.6
C 4		30.7		17.6		
C 5		24.2		18.8		
C 6		25.7		18.8		
C 7		24.2		18.8		
C 8		33.0		18.8		



Abreviaturas utilizadas			
θ_V calefacción	Temperatura de impulsión calefacción	θ_V refrigeración	Temperatura de impulsión refrigeración
θ_R calefacción	Temperatura de retorno calefacción	θ_R refrigeración	Temperatura de retorno refrigeración
* temperatura de impulsión limitada por la temperatura mínima calculada para evitar condensaciones			

2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$m = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_W} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u}\right)$$

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico σ = Salto de temperatura

c_W = Calor específico del agua θ_i = Temperatura del recinto

θ_u = Temperatura del recinto inferior

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

Los valores de las resistencias térmicas, tanto ascendente como descendente, se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\lambda_B} + \frac{S_u}{\lambda_u} \quad ; \quad R_u = 0,093 \, m^2 \cdot K/W \quad ; \quad R_u = R_{\lambda,1} + R_{\lambda,2} + R_{\lambda,3} + R_{\alpha,4}$$

$$R_{\alpha,4} = 0,17 \, m^2 \cdot K/W$$



donde:

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento del suelo

S_u = Espesor, por encima del tubo, de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

λ_u = Conductividad térmica de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

$R_{\lambda,1}$ = Resistencia térmica del aislante $R_{\lambda,2}$ = Resistencia térmica del

forjado $R_{\lambda,3}$ = Resistencia térmica del falso techo $R_{\lambda,4}$ = Resistencia térmica del techo

3.2. Dimensionado

3.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- Velocidad máxima = 2.0 m/s
- Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 400.0 Pa/m

Por otro lado, la bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

Se describe a continuación la instalación calculada:

Conjunto	Armario de colectores	Circuito	\varnothing_N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (kPa)	Caudal refrigeración (l/h)	ΔP refrigeración (kPa)
Suelo Radiante	CC 1	C 1	20	250.01	6.7	250.32	5.2
		C 2	20	254.20	3.2	290.45	2.5
		C 3	20	571.51	8.2	572.23	6.3
		C 4	20	571.51	22.2	572.23	4.4
		C 5	20	568.00	3.2	568.71	2.5
		C 6	20	568.00	8.2	568.71	6.3
		C 7	20	485.00	22.2		
		C 8	20	496.00	34.6		
	CC 2	C 1	20	541.66	12.0	542.34	34.9
		C 2	20	541.66	19.4	542.34	34.1
		C 3	20	570.51	6.3	571.23	2.3
		C 4	20	570.51	2.4	571.23	11.5
		C 5	20	511.41	2.9	553.35	14.1
		C 6	20	537.51	2.3	512.06	17.8
		C 7	20	502.10	2.4	538.19	9.5
		C 8	20	626.91	2.5	502.19	7.3
	CC 3	C 1	20	557.11	3.6	557.82	8.4
		C 2	20	557.11	38.5	557.82	35.5
		C 3	20	552.65	28.6	553.35	26.4
		C 4	20	552.62	35.3	553.35	12.0
		C 5	20	500.00	32.1	515.00	10.9
C 6		20	99.00	25.9	133.60	11.9	
C 7		20	45.58	18.7	62.63	10.7	



		C 8	20	504.00	15.8				
		C 9	20	517.00	13.4				
		CC 4	C 1	20	615.45	1.6	617.58	8.7	
			C 2	20	645.58	2.4	650.48	6.9	
			C 3	20	689.00	6.7	690.00	29.8	
			C 4	20	657.00	34.1	658.00	34.5	
			C 5	20	581.85	2.8	582.58	10.2	
			C 6	20	488.26	2.0	488.86	5.0	
		Suelo Radiante	CC 5	C 1	20	193.63	6.7	212.12	5.2
				C 2	20	185.52	3.2	245.00	2.5
C 3	20			190.45	8.2	221.45	6.3		
C 4	20			524.00	22.2				
C 5	20			524.00	22.2				
C 6	20			553.31	24.7	554.52	29.8		
C 7	20			561.80	25.8	562.20	34.5		
C 8	20			581.24	25.8	582.30	10.2		
C 9	20			365.42	28.9	362.79	5.0		
C 10	20			174.70	34.6	191.81	35.9		
CC 6	C 1		20	193.33	12.0	213.14	34.9		
	C 2		20	197.48	19.4	199.56	34.1		
	C 3		20	189.25	6.3	191.56	2.3		
	C 4		20	456.62	2.4	453.34	35.6		
	C 5		20	464.52	2.9	465.85	14.1		
	C 6		20	449.47	2.3	450.12	27.5		
	C 7		20	199.84	19.4	219.10	34.1		
	C 8		20	187.56	6.3	188.25	2.3		
	C 9		20	191.45	2.4	192.45	34.9		
	C 10		20	408.59	2.9	305.15	34.1		
	C 11		20	405.36	2.3	309.00	14.9		
	C 12		20	410.84	2.5	304.05	7.3		
CC 7	C 1		20	153.27	3.6	168.04	8.4		
	C 2		20	157.56	38.5	169.56	35.5		
	C 3		20	155.87	28.6	170.06	26.4		
	C 4		20	360.08	35.3	359.60	12.0		
	C 5		20	409.89	32.1	300.76	10.9		
	C 6		20	411.78	26.7	308.68	34.9		
CC 8	C 7		20	415.46	13.4	306.40	34.1		
	C 1		20	132.20	1.6	144.94	25.9		
	C 2	20	156.45	2.4	178.95	6.9			
	C 3	20	157.95	6.7	160.28	46.9			
	C 4	20	154.34	34.1	165.74	34.5			
	C 5	20	635.99	2.8	653.20	10.2			
	C 6	20	659.47	2.0	658.68	5.0			
	C 7	20	649.41	3.0	648.62	10.9			
C 8	16	654.57	15.5	653.78	15.8				
Abreviaturas utilizadas									
\varnothing_N	Diámetro nominal			Caudal refrigeración	Caudal del circuito refrigeración				
Caudal calefacción	Caudal del circuito calefacción			ΔP refrigeración	Pérdida de presión del circuito refrigeración				
ΔP calefacción	Pérdida de presión del circuito calefacción								

2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor



La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Descripción
Tipo 1	Bomba de calor geotérmica reversible

3. METODO DE CÁLCULO

El procedimiento empleado en el cálculo de la instalación y en el dimensionamiento de equipos se ha realizado en base a la Norma UNE-EN 1264.

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta\theta_H$$

$$q = B \cdot \alpha_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_U^{m_U} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta\theta_H$$

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

$$q = q_{0.375} \frac{0.375}{T}$$

a_B : Factor de revestimiento del suelo

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

donde:

$$\alpha = 10.8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$S_{u,0} = 0.045 \text{ m}$$

$$\lambda_{u,0} = 1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

**a_T: Factor de paso**

R_{λ,B} (m²K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a _T	1.23	1.188	1.156	1.134

a_U: Factor de recubrimiento

R_{λ,B} (m²K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015

a_D: Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

R_{λ,B} (m²K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _D			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

$$m_T = 1 - \frac{T}{0.075}$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.050 \text{ m} \leq T \leq 0.375 \text{ m}$, donde T es la separación entre tuberías.

$$m_u = 100(0.045 - S_u)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $S_u \geq 0.015 \text{ m}$, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.

$$m_D = 250(D - 0.020)$$

$$B = B_o$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.



Tipo de superficie	B ₀ (W/(m ² ·K))
Suelo radiante para calefacción	6.7
Suelo radiante para refrigeración	5.2

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica: $\lambda_{R,0} = \lambda_{R,0} = 0.35 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$

Espesor de la capa: $s_{R,0} = s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0.002 \text{ m}$

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1.1}{\pi} \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot T \cdot \left[\frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_{R,0}} - \frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_{R,0}} \right]$$

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

donde:

$\lambda_{R,0}$ = Conductividad de la capa de la tubería

$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

$s_{R,0}$ = Espesor de pared de la tubería

$s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0.002 \text{ m}$

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

θ_i = Temperatura del recinto

3.4. Presupuestos

Instalación ACS solar [1]

Obra: INSTALACIÓN SOLAR ACS						
Presupuesto						
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
				% C.I. 3		
Instalación Solar ACS	Capítulo		Total		48.420,75	48.420,75
M	Capítulo		Mano de Obra		1.255,72	1.255,72
IS	Capítulo		Instalación Solar		17.349,63	17.349,63
SA	Capítulo		Sistema de Apoyo		29.815,40	29.815,40
M	Capítulo		Mano de obra		1.255,72	1.255,72
M M0085		h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	17	17,82	302,94
M M086		h	Ayudante instalador de captadores solares.	17	16,10	273,70
M M004		h	Oficial 1ª calefactor.	7,91	17,82	140,96
M M103		h	Ayudante calefactor	7,91	16,10	127,35
M M005		h	Oficial 1ª instalador de climatización.	12,11	17,82	215,80
M M104		h	Ayudante instalador de climatización.	12,11	16,10	194,97
			M		1.255,72	1.255,72
IS	Capítulo		Instalación Solar		17.349,63	17.349,63
IS005a	Partida	Ud	Captador solar térmico plano SACLIMA L-21, con panel de montaje vertical de 1990x1222x91 mm, superficie útil 2,23 m², rendimiento óptico 0,785 y coeficiente de pérdidas primario 3,722 W/m²K, según UNE-EN 12975-2. Compuesto de: panel de vidrio templado bajo en hierro y junta EPDM, de 4 mm de espesor y alta transmitancia(91%), absorbedor de cobre con revestimiento Almecco-Tinox de alto rendimiento, parrilla de tubos de cobre soldados mediante laser sin metal de aportación, aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido, con perfilera de aluminio anodizado.	18,00	449,00	8.082,00
IS006a	Partida	Ud	Estructura soporte SACLIMA con triángulo inclinado, para cubierta plana con 45º de inclinación, para 6-8 captadores solares térmicos, con tornillería y tuercas M8 para sujeción de escuadras y otros componentes, pinzas finales e intermedias y perfilera de aluminio.	3,00	283,14	849,42
IS040	Partida	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	3,00	81,67	245,01
IS120	Partida	Ud	SOLAR-FAR - Purgador de aire automático con descarga en posición horizontal para instalaciones solares. Presión nominal 10 bar con 160º como temperatura máxima de ejercicio.	3,00	44,95	134,85
IS110	Partida	Ud	SOLAR-FAR - Válvula de seguridad cromada para instalaciones solares, para una temperatura máxima de 160°C, con una presión de tarado de 4 bar.	3,00	20,49	61,47
IS100	Partida	l	Solución agua-etilenglicol para relleno de captador solar térmico al 28%.	28,69	4,00	114,76
IS010d	Partida	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	3,00	9,81	29,43
IS060B	Partida	Ud	Intercumulador vertical de acero vitrificado, de suelo, 3000 l, 1460 mm de diámetro y 2540 mm de altura, aislamiento de poliuretano flexible y polipiel y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, con doble serpentín para ACS solar y apoyo de acero vitrificado. Superficies de intercambio: 7,20 m2 y 3,50 m2- TERMICOL	1,00	5.850,00	5.850,00

TFG: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS BASADO EN FUENTES RENOVABLES PARA 2000 M² DE UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN VINARÒS (CASTELLÓN)

IS010e	Partida	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	4,00	15,25	61,00
IS040	Partida	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,00	11,00	44,00
IS050	Partida	Ud	Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120°C.	4,00	21,00	84,00
IS005m	Partida	Ud	VOGT - Bomba centrífuga normalizada, de hierro fundido, 50 Hz, con una potencia de 0,735 kW, 1450 rpm impulsor de tecnopolímero, eje motor jaula de ardilla de acero cromado, bocas roscadas macho succión de 1 1/2" y descarga de 1", para alimentación monofásica a a 230 V, 60 kg.	1,00	330,00	330,00
IS010d	Partida	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	9,81	19,62
IS010b	Partida	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2"	2,00	4,58	9,16
IS060d	Partida	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,00	12,88	12,88
IS010c	Partida	Ud	Válvula antiretorno de latón para roscar de 1 1/2".	1,00	5,18	5,18
IS050c	Partida	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	2,00	16,60	33,20
IS010ba	Partida	m	Tubo de cobre rígido con pared de 3 mm de espesor y 30 mm de diámetro interior, según UNE-EN 1057.	68,00	4,82	327,76
IS010ba	Partida	m	Tubo de cobre rígido con pared de 3 mm de espesor y 26 mm de diámetro interior, según UNE-EN 1057.	11,00	4,51	49,61
IS010ba	Partida	m	Tubo de cobre rígido con pared de 3 mm de espesor y 22 mm de diámetro interior, según UNE-EN 1057.	21,00	4,20	88,20
IS090ma	Partida	m2	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 30/26/20 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	100,00	4,67	467,00
IS040ab	Partida	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (- K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	20,00	0,40	8,00
IS010n	Partida	Ud	IBAIONDO - Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 100 l, 18 kg de peso, 850 mm de altura, 450 mm de diámetro, con rosca de 1" de diámetro y 10 bar de presión.	1,00	211,53	211,53
IS039	Partida	Ud	SOLARFAR - Válvula de corte con 10 bar de presión máxima	15,00	15,18	227,70
IS400f	Partida		Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 35 mm de diámetro.	1,00	0,65	0,65
IS120	Partida	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	0,654	2,04	1,33
IS130d	Partida	kg	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color azul, para aislamiento en exteriores.	0,076	24,69	1,87
IS					17.349,63	17.349,63
SA	Capítulo	Sistema de Apoyo			29.815,40	29.815,40
SAS020	Partida	Ud	BIOCOMPACT 150 - Caldera de acero para combustibles de biomasa: pellet de 150 KW con encendido y recogida de cenizas semi-automático, control de bomba y sistema antideflagración; compuesta por un zócalo con quemador de afloración, intercambiador de 3 pasos de humos horizontal, alimentación de combustible, mediante 2 motor es independientes y accesorios de limpieza.	1,00	7.754,65	7.754,65
SAS060	Partida	Ud	Depósito de inercia fabricado en Acero Carbono S235-JR de 2500 l, con soldadura técnica y prueba hidráulica de presión. Aislamiento en poliuretano flexible con una densidad de 20 kg/m ³ y 50 mm de espesor, con acabado exterior en Skay. Soporta hasta 10 bares de presión y 8 en los serpentines, con un rango de temperaturas de 0° a 90° - VALINOX	1,00	1.778,06	1.778,06
SAU010	Partida	Ud	Bomba de circulación VOGT de hierro fundido, de 50 Hz, con una potencia de 0,15 kW,1450 rpm eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V.	2,00	159,08	318,16
SAU030	Partida	Ud	IBAIONDO - Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 100 l, 10 kg de peso, 620 mm de altura, 360 mm de diámetro, con rosca de 1" de diámetro y 10 bar de presión.	2,00	88,59	177,18
SAU030	Partida	Ud	Válvula de corte de latón para roscar de 1 1/2".	8,00	5,18	41,44

SAU040	Partida	Ud	Datalogger para supervisión y control de calderas en instalaciones industriales. Equipo conformado por el TELEMANAGER y las sondas de temperatura, con módem GSM/GPRS integrado, 8 Entradas digitales, lectura de hasta 4 sondas de temperatura y/o humedad y 2 Salidas por relé hasta 250V.	1,00	798,00	798,00
SAU040b	Partida	Ud	SOLAR-FAR - Válvula de seguridad cromada para instalaciones renovables, para una temperatura máxima de 160°C, con una presión de tarado de 8 bar.	2,00	44,95	89,90
SAU040c	Partida	Ud	Válvula anticondensación con control termostático de la temperatura de retorno al generador térmico con cuerpo en latón y conexiones macho con enlace. Presión máxima de servicio: 10 bar. Campo de temperatura: 5÷100 °C. Calibraciones (Tset): 50°C. Precisión calibración: ±2 °C. Temperatura de cierre total del by-pass: Tmix = Tset +10 °C = Tr. * Atención: mismo Kv que la válvula de 3/4"	2,00	83,42	166,84
SAU040d	Partida	Ud	Válvula anti-retorno con presión, 50mm con muelle de 1/2".	2,00	42,91	85,82
SA					11.210,05	11.210,05
Instalación Solar ACS					29.815,40	29.815,40

Instalación geotermia [2]

Obra: INSTALACIÓN GEOTERMIA								
Presupuesto						% C.I. 3		
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)		
Instalación Geotermia	Capítulo	Total			605.073,76	605.073,76		
M	Capítulo	Mano de obra			135.253,60	135.253,60		
A	Capítulo	Acondicionamiento del terreno			339.666,16	339.666,16		
I	Capítulo	Instalación			130.154,00	130.154,00		
M	Capítulo	Mano de Obra			135.253,60	135.253,60		
M M004		h	Oficial 1ª calefactor	16,82	204,73	3.443,56		
M M005		h	Oficial 1ª instalador de climatización	16,82	2,93	49,28		
M M011		h	Oficial 1ª construcción de obra civil	16,3	4.052,89	66.062,11		
M M103		h	Ayudante calefactor	15,12	204,73	3.095,52		
M M104		h	Ayudante instalador de climatización	15,12	2,93	44,30		
M M107		h	Ayudante construcción de obra civil	15,14	4.052,89	61.360,75		
M M001		h	Peón ordinario construcción	14,48	82,74	1.198,08		
			M		135.253,60	135.253,60		
A	Capítulo	Acondicionamiento del terreno			339.666,16	339.666,16		
ADR010	Partida	m ³	Relleno envolvente y principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación.	211,06	6,08	1.283,24		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
				A5	1	211,060		211,06

ADG001	Partida	Ud	Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para la perforación, inyección y colocación de sondas geotérmicas formado por: equipo de perforación, compresor, bomba de agua (lodos), equipo de inyección, equipo para movimiento de material en obra, varillaje, entubación recuperable, mangueras, herramientas de perforación y de introducción de las sondas, y demás equipos auxiliares.	1,00	1.128,07	1.128,07		
ADG002	Partida	m³	Perforación del terreno con máquina dotada de doble cabezal, para la realización de 28 sondeos de 300 m de profundidad y diámetro entre 130 y 180 mm, con entubación recuperable en terrenos inestables, extracción del varillaje y de la herramienta de perforación, introducción de la sonda geotérmica acompañada del tubo de inyección y las pesas necesarias para el lastrado de la sonda mediante utilización de guía mecánica para desenrollar la sonda, inyección del mortero y extracción de la tubería recuperable. Incluso mangueras para la conducción del detritus de perforación hasta los contenedores mediante el sistema Preventer.	13.645,75	24,41	333.092,75		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
				A5	1	13.645,75		13.645,75
ADG003	Partida	m³	Excavación de zanjas para instalaciones de geotermia, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	211,06	19,72	4.162,10		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
				A5	1	211,060		211,06
			A					339.666,16 339.666,16
I	Capítulo		Instalación					130.154,00 130.154,00
ICS020	Partida	Ud	Electrobomba centrífuga horizontal sobre bancada, de fundición GG25, normalizada según EN 733 (DIN 24255), con una potencia de 10,5 kW, eficiencia IE3, modelo GS 32-160 (2900 r.p.m.) "EBARA".	1,00	3.581,49	3.581,49		
ICS060	Partida	Ud	Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 2500 l, 1700 mm de diámetro y 2050 mm de altura.	1,00	4.637,84	4.637,84		
ICU010	Partida	Ud	Sonda geotérmica doble, para instalación vertical, de 150 m de longitud y 110 mm de diámetro, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) de 32 mm de diámetro y 2,9 mm de espesor, SDR11, con capa exterior de protección de polietileno de alta densidad, con tubo de inyección, conjunto de dos piezas en Y, distanciadores para tubos y mortero preparado de bentonita y cemento.	28,00	4.108,09	115.026,52		
ICU030	Partida	m	Colector modular de plástico reforzado con fibra de vidrio, de 60 mm de diámetro interior, con conexiones principales de 2" de diámetro, para 12 circuitos, para colocación en sala técnica, con conjunto de soportes y abrazaderas, llaves de corte de esfera, adaptadores 63 mm x 2", para las conexiones de alimentación del colector, adaptadores 32 mm x 1" para las conexiones de distribución del colector y termómetros con manómetro, instalados en el módulo de impulsión y en el módulo de retorno del colector.	1,00	1.111,03	1.111,03		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
			Planta baja - Grupo Electrónico	2				2,00
ICU030	Partida	m	Colector modular de plástico reforzado con fibra de vidrio, de 60 mm de diámetro interior, con conexiones principales de 2" de diámetro, para 4 circuitos, para colocación en sala técnica, con conjunto de soportes y abrazaderas, llaves de corte de esfera, adaptadores 63 mm x 2", para las conexiones de alimentación del colector, adaptadores 32 mm x 1" para las conexiones de distribución del colector y termómetros con manómetro, instalados en el módulo de impulsión y en el módulo de retorno del colector.	1,00	370,35	370,35		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
			Planta baja - Grupo Electrónico	1				1,00
ICU040	Partida	m	Tubería para circuito de conexión de colector con sonda geotérmica, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 80), de 32 mm de diámetro exterior, PN=8 atm y 2 mm de espesor, SDR11.	1.793,92	3,40	6.099,33		

ICU040b	Partida	m	Tubería para circuito de conexión de bomba de calor con colector, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 80), de 50 mm de diámetro exterior, PN=8 atm y 3 mm de espesor, SDR11, aislamiento térmico de la tubería con coquilla de espuma elastomérica.	6,69	22,42	149,99	
ICU040c	Partida	m	Tubería para circuito de conexión de bomba de calor con colector, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 80), de 63 mm de diámetro exterior, PN=8 atm y 3,8 mm de espesor, SDR11, aislamiento térmico de la tubería con coquilla de espuma elastomérica.	3,37	27,53	92,78	
ICU040d	Partida	m	Tubería para circuito de conexión de bomba de calor con colector, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 80), de 90 mm de diámetro exterior, PN=8 atm y 5,4 mm de espesor, SDR11, aislamiento térmico de la tubería con coquilla de espuma elastomérica.	3,44	55,59	191,23	
ICU110	Partida	l	Solución anticongelante agua-monopropilenglicol, concentración de anticongelante puro del 25%.	1,14	3,92	4,47	
					I	130.154,00	130.154,00
					Instalación geotermia	605.073,76	605.073,76

Instalación suelo radiante/refrescante [3]

Obra: INSTALACIÓN SUELO RADIANTE								
Presupuesto						% C.I. 3		
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)		
Instalación Suelo Radiante	Capítulo	Total			166.761,53	166.761,53		
IM	Capítulo	Mano de Obra			28.499,92	28.499,92		
IIM	Capítulo	Materiales			138.261,61	138.261,61		
IM	Capítulo	Mano de Obra			28.499,92	28.499,92		
IM M004		h	Oficial 1ª calefactor	737,77	17,82	13.147,06		
IM M005		h	Oficial 1ª instalador de climatización	19,29	17,82	343,75		
IM M031		h	Oficial 1ª aplicador de mortero autonivelente	83,91	17,30	1.451,64		
IM M069		h	Ayudante aplicador de mortero autonivelente	83,91	16,14	1.354,31		
IM M103		h	Ayudante calefactor	737,73	16,12	11.892,21		
IM M104		h	Ayudante instalador de climatización	19,29	16,12	310,95		
				IM	28.499,92	28.499,92		
IIM	Capítulo	Materiales			138.261,61	138.261,61		
IIMS010	Partida	m	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de cobre rígido, de 40/42 mm de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.	474,10	39,52	18.736,43		
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
				Planta baja	1	278,910		
				Planta 1	1	195,190		474,10
IIMS075	Partida	Ud	Válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V.	1,00	175,58	175,58		
IIMS080	Partida	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón.	2,00	10,41	20,82		

IIME100	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x700x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	1,00	986,96	986,96
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 1	1		1,00
IIME100b	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 7 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x700x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	1,00	1.030,74	1.030,74
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 1	1		1,00
IIME100c	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 8 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x850x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	3,00	1.127,77	3.383,31
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 3	1		3,00
IIME100d	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 9 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x850x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	1,00	1.168,28	1.168,28
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 1	1		1,00
IIME100d	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 10 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x850x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	1,00	1.230,42	1.230,42
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 1	1		1,00
IIME100e	Partida	Ud	Colector modular premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", para 12 circuitos, racores hembra de 20 mm x 3/4" eurocono, modelo Vario, válvulas de esfera para cierre del circuito del colector, modelo Vario, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de acero galvanizado, de 80x850x730 mm, modelo Vario IW con puerta, modelo Vario IW S.	1,00	1.310,54	1.310,54
			Uds. Largo Ancho Alto			Subtotal
			Colector 1	1		1,00
IIME110b	Partida	m ²	Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel aislante de poliestireno expandido (EPS), con tiras de velcro para fijación de los tubos, de 30 kg/m ³ de densidad, de 10000x1000 mm y 25 mm de espesor, modelo Klett Autofijación Neorol G, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno (EVOH), de 20 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, con tiras exteriores de velcro en espiral para fijación a panel aislante, modelo Klett Autofijación Confort Pipe PLUS, y mortero	1.678,17	42,82	71.859,24

autonivelante, CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, de 50 mm de espesor.

		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
		Colector	1	1.678,170		1.678,17		
IIME150b	Partida	Ud	Sistema de regulación de la temperatura para colector, para calefacción y refrigeración, Smatrix Wave Pulse "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita color blanco, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave Pulse X-265 6X, con módulo relé para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, con bobina de mando a 24 V, modelo Smatrix H/C M-1XX 24V, termostatos digitales, modelo Smatrix Wave D+RH Style T-169 RAL 9016, y cabezales electrotérmicos, a 24 V, modelo Vario.			6,00	1.146,29	6.877,74
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal		
		Colector	6			6,00		
IIMV010	Partida	Ud	Bomba de calor reversible, agua-agua, potencia frigorífica nominal de 275,59 kW (temperatura de entrada del agua: 10°C; temperatura de salida del agua: 20°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 286,58 kW (temperatura de entrada del agua: 15°C; temperatura de salida del agua: 45°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 35 l, presión nominal disponible de 113,8 kPa) y depósito de inercia de 4200 l, caudal secundario de agua nominal de 26,1 m³/h, caudal primario de agua nominal de 40800 m³/h y potencia sonora de 93 dBA; con interruptor de caudal, filtro, termomanómetros, válvula de seguridad tarada a 4 bar y purgador automático de aire, con refrigerante R-410A, para instalación en exterior. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Sin calificación energética.			1,00	31.481,55	31.481,55
IIM						138.261,61	138.261,61	
Instalación Suelo Radiante						166.761,53	166.761,53	