

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Carrera***

**INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES  
TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RÍA SAN  
MARTÍN (SUANCES)**

**Solar Panels Installation for Sanitary Water  
and Heating Production in Ría San Martín  
Secondary School**

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD MECÁNICA**

**Autor: Silvia Hernando Fernández**

**Septiembre - 2016**

TÍTULO	INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RÍA SAN MARTÍN (SUANCES)		
AUTOR	SILVIA HERNANDO FERNÁNDEZ		
DIRECTOR / PONENTE	LUIS VICENTE ORTIZ DE ZÁRATE		
TITULACIÓN	<i>I.T.I. MECÁNICA</i>	FECHA	SEPTIEMBRE-2016 TOMO I DE I

## ÍNDICE GENERAL

### DOCUMENTO I: MEMORIA

<a href="#">Índice.....</a>	1
1.- Objeto del proyecto.....	4
2.- Situación y emplazamiento.....	4
3.- Motivación personal.....	8
4.- Aprovechamiento de la Energía Solar.....	8
5.- Descripción del Sistema de Energía Solar Térmica.....	11
5.1.- Clasificación de las instalaciones solares térmica.....	12
5.1.1.- Clasificación según el principio de circulación.....	12
5.1.2.- Clasificación según el sistema de expansión.....	13
5.1.3.- Clasificación según el sistema de intercambio.....	14
5.1.4.- Clasificación según la aplicación.....	14
5.2.- Sistema de captación.....	17
5.2.1.- Captador solar.....	17
5.2.2.- Tipos de captadores.....	17
5.2.3.- Captadores de baja temperatura.....	18
5.2.4.- Factores a tener en cuenta en la elección del captador .....	20
5.2.5.- Principales componentes de un captador solar plano.....	21
5.3.- Sistema hidráulico.....	27
5.3.1.- Criterios básicos.....	27
5.3.2.- Diseño del sistema hidráulico.....	29
5.3.3.- Elementos del sistema hidráulico.....	31
5.4.- Sistema de intercambio.....	36
5.4.1.- Intercambiador o interacumulador.....	38
5.4.2.- Clasificación de los elementos de intercambio de calor.....	38
5.5.- Sistema de acumulación.....	41
5.5.1.- Tipos de acumuladores en función del sistema de intercambio.....	42
5.5.2.- Tipos de acumuladores en función del material.....	45
5.5.3.- Condiciones de diseño.....	49

5.5.4.- Criterios de selección del acumulador.....	50
5.6.- Sistema de regulación y control.....	51
5.6.1.- El sistema de control.....	51
6.- Aplicaciones empleadas.....	52
6.1.- ACS.....	52
6.2.- Calefacción por suelo radiante.....	53
6.2.1.- Componentes de la instalación.....	53
6.2.2.- Ventajas de calefacción por suelo radiante.....	57
6.2.3.- Inconvenientes de calefacción por suelo radiante.....	58
7.- Solución adoptada.....	59
7.1.- Principio de circulación.....	59
7.2.- Sistema de expansión.....	59
7.3.- Sistema de intercambio.....	60
7.4.- Sistema de integración con el sistema de energía auxiliar.....	60
7.5.- Sistema de captación.....	60
7.6.- Sistema de acumulación.....	60
7.7.- Sistema de regulación y control.....	61
8.- Seguridad en las instalaciones solares térmicas.....	61
9.- Descripción del edificio.....	66
9.1.- Distribución de superficies.....	67
10.- Documentación fotográfica.....	70
11.- Consumo de ACS en el edificio.....	81
12.- Elementos elegidos.....	83
13.- Planificación PERT.....	92

## ANEXOS

### ANEXO A: CÁLCULOS

1.- Cumplimiento del C.T.E.....	1
1.1.- Justificación de la opción elegida.....	1
1.2.- Informe de conformidad (LIDER).....	3
2.- Cálculos ACS.....	34

2.1.- Dimensionamiento de la superficie de captación.....	34
2.2.- Distancia entre captadores.....	75
2.3.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.....	76
2.4.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	77
2.4.1.- Fluido de trabajo.....	77
2.4.2.- Conducciones.....	80
2.4.3.- Pérdidas de carga.....	82
2.4.4.- Bomba de circulación.....	86
2.4.5.- Vaso de expansión.....	86
3.- Cálculos calefacción.....	89
3.1.- Cálculo de cargas térmicas.....	89
3.2.- Cálculo de la cobertura.....	116
3.3.- Distancia entre captadores.....	138
3.4.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.....	139
3.5.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	140
3.5.1.- Fluido de trabajo.....	140
3.5.2.- Conducciones.....	143
3.5.3.- Pérdidas de carga.....	146
3.5.4.- Bomba de circulación.....	149
3.5.5.- Vaso de Expansión.....	149
3.6.- Dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante.....	152
4.- Aerotermos.....	157
5.- Aislamiento.....	158
6.- Estructura de soporte y anclajes.....	159
ANEXO B: NORMATIVA UTILIZADA.....	161
ANEXO C: FICHAS TÉCNICAS.....	162

DOCUMENTO II: PLANOS

Índice.....	1
Plano Nº 1.- Situación Nacional.....	2
Plano Nº 2.- Situación Regional.....	3
Plano Nº 3.- Urbanización.....	4
Plano Nº 4.- I.E.S. Ría San Martín. Semisótano.....	5
Plano Nº 5.- I.E.S. Ría San Martín. Planta baja.....	6
Plano Nº 6.- I.E.S. Ría San Martín. Primera planta.....	7
Plano Nº 7.- I.E.S. Ría San Martín. Segunda planta.....	8
Plano Nº 8 .- I.E.S. Ría San Martín. Cubierta.....	9
Plano Nº 9.- Campo de Captadores. Instalación de ACS.....	10
Plano Nº 10.- Campo de Captadores. Instalación de Calefacción.....	11
Plano Nº 11.- Esquema de Principio de Instalación de ACS.....	9
Plano Nº 12.- Esquema de Principio de Instalación de Calefacción.....	12
Plano Nº 13.- Esquema de Principio de Instalación de Suelo Radiante.....	13
Plano Nº 14.- Superficie Suelo Radiante.....	14

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

Índice.....	1
1.- Objeto.....	2
2.- Trabajos a realizar por el instalador.....	2
3.- Trabajos excluidos.....	2
4.- Calidad y norma de montaje.....	3
4.1.- Coordinación de trabajos con otros oficios.....	3
4.2.- Planos de detalle.....	3
4.3.- Inspección de los trabajos.....	4
4.4.- Calidad de los materiales.....	4
4.5.- Montaje.....	4
4.5.1.- Sala de máquinas.....	4

4.5.2.- Tuberías, valvulería y accesorios.....	15
4.5.3.- Radiadores.....	23
4.5.4.- Elementos de regulación y control.....	24
5.- Aislamiento.....	27
6.- Puesta en marcha.....	30
7.- Otras consideraciones.....	31
8.- Estudio de seguridad.....	31

#### DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

Índice.....	1
1.- Presupuesto.....	2

#### BIBLIOGRAFÍA

# **DOCUMENTO I: MEMORIA**

## **ÍNDICE**

### **DOCUMENTO I: MEMORIA**

Índice .....	1
1.- Objeto del proyecto.....	4
2.- Situación y emplazamiento .....	4
3.- Motivación personal.....	8
4.- Aprovechamiento de la Energía Solar .....	8
5.- Descripción del Sistema de Energía Solar Térmica.....	11
5.1.- Clasificación de las instalaciones solares térmica.....	12
5.1.1.- Clasificación según el principio de circulación.....	12
5.1.2.- Clasificación según el sistema de expansión .....	13
5.1.3.- Clasificación según el sistema de intercambio .....	14
5.1.4.- Clasificación según la aplicación .....	14
5.2.- Sistema de captación.....	17
5.2.1.- Captador solar .....	17
5.2.2.- Tipos de captadores .....	17
5.2.3.- Captadores de baja temperatura .....	18
5.2.4.- Factores a tener en cuenta en la elección del captador .....	20
5.2.5.- Principales componentes de un captador solar plano .....	21
5.3.- Sistema hidráulico .....	27
5.3.1.- Criterios básicos .....	27
5.3.2.- Diseño del sistema hidráulico .....	29
5.3.3.- Elementos del sistema hidráulico .....	31
5.4.- Sistema de intercambio.....	36
5.4.1.- Intercambiador o interacumulador .....	38
5.4.2.- Clasificación de los elementos de intercambio de calor .....	38
5.5.- Sistema de acumulación .....	41
5.5.1.- Tipos de acumuladores en función del sistema de intercambio	42
5.5.2.- Tipos de acumuladores en función del material .....	45
5.5.3.- Condiciones de diseño .....	49
5.5.4.- Criterios de selección del acumulador .....	50

5.6.- Sistema de regulación y control .....	51
5.6.1.- El sistema de control .....	51
6.- Aplicaciones empleadas .....	52
6.1.- ACS.....	52
6.2.- Calefacción por suelo radiante.....	53
6.2.1.- Componentes de la instalación.....	53
6.2.2.- Ventajas de calefacción por suelo radiante .....	57
6.2.3.- Inconvenientes de calefacción por suelo radiante .....	58
7.- Solución adoptada .....	59
7.1.- Principio de circulación.....	59
7.2.- Sistema de expansión .....	59
7.3.- Sistema de intercambio.....	60
7.4.- Sistema de integración con el sistema de energía auxiliar.....	60
7.5.- Sistema de captación .....	60
7.6.- Sistema de acumulación .....	60
7.7.- Sistema de regulación y control .....	61
8.- Seguridad en las instalaciones solares térmicas .....	61
9.- Descripción del edificio .....	66
9.1.- Distribución de superficies .....	67
10.- Documentación fotográfica .....	70
11.- Consumo de ACS en el edificio .....	80
12.- Elementos elegidos .....	82
13.- Planificación PERT .....	92

## ANEXOS

### ANEXO A: CÁLCULOS

1.- Cumplimiento del C.T.E.....	1
1.1.- Justificación de la opción elegida.....	1
1.2.- Informe de conformidad (LIDER) .....	3
2.- Cálculos ACS.....	34
2.1.- Dimensionamiento de la superficie de captación .....	34
2.2.- Distancia entre captadores.....	75
2.3.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento .....	76

2.4.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	77
2.4.1.- Fluido de trabajo.....	77
2.4.2.- Conducciones.....	80
2.4.3.- Pérdidas de carga.....	82
2.4.4.- Bomba de circulación.....	86
2.4.5.- Vaso de expansión.....	86
3.- Cálculos calefacción.....	89
3.1.- Cálculo de cargas térmicas.....	89
3.2.- Cálculo de la cobertura.....	116
3.3.- Distancia entre captadores.....	138
3.4.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.....	139
3.5.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	140
3.5.1.- Fluido de trabajo.....	140
3.5.2.- Conducciones.....	143
3.5.3.- Pérdidas de carga.....	146
3.5.4.- Bomba de circulación.....	149
3.5.5.- Vaso de Expansión.....	149
3.6.- Dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante.....	152
4.- Aerotermos.....	157
5.- Aislamiento.....	158
6.- Estructura de soporte y anclajes.....	159
ANEXO B: NORMATIVA UTILIZADA.....	161
ANEXO C: FICHAS TÉCNICAS.....	162

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El fin del presente proyecto es el de dotar de un sistema de agua caliente sanitaria y calefacción por suelo radiante al I.E.S. Ría San Martín mediante paneles solares térmicos.

De esta forma se pretende conseguir el máximo ahorro de energía convencional. Para ello se intentará cubrir el total de la demanda de energía con la proveniente de los paneles solares, aunque será necesaria la ayuda de un sistema de apoyo. Además, con la implantación de este sistema, se busca un equilibrio entre la naturaleza y el ser humano, al reducir la contaminación producida por el edificio.

El edificio consta de una superficie útil total de 4174,96 m<sup>2</sup> repartidos en tres módulos. Haciendo referencia a los elementos constructivos, llama la atención la presencia de cubiertas planas en todo el edificio, así como la inexistencia de edificios u objetos que pudieran proyectar sombras sobre la superficie del campo de captadores.

## **2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

La zona en la que se ubican las instalaciones del I.E.S Ría San Martín forma parte del municipio de Suances, en la Comunidad Autónoma de Cantabria, situado en la zona occidental de dicha región. Limita al Norte con el mar Cantábrico, a una altitud de 80 metros sobre el nivel del mar. El relieve del área es ligeramente ondulado.

Está en un alto, lo que permite que, desde el mirador que lleva su nombre, se vea una vista panorámica de la Ría de San Martín y del interior.

La climatología es, por tanto, la típica de la Cornisa Cantábrica, de clima oceánico fresco y húmedo, con veranos suaves e inviernos lluviosos y fríos,

con algunos años de nevadas, precipitaciones de lluvia y probabilidad de que éstas sean torrenciales.

La temperatura media anual es de 15° C, con una máxima absoluta de 40° C en Santander. La mínima absoluta está entre -3° C y -5° C. La media de las máximas oscila entre 21° C y 24° C y la de las mínimas entre 5° C y 8° C. El periodo de heladas comprende de diciembre a marzo.

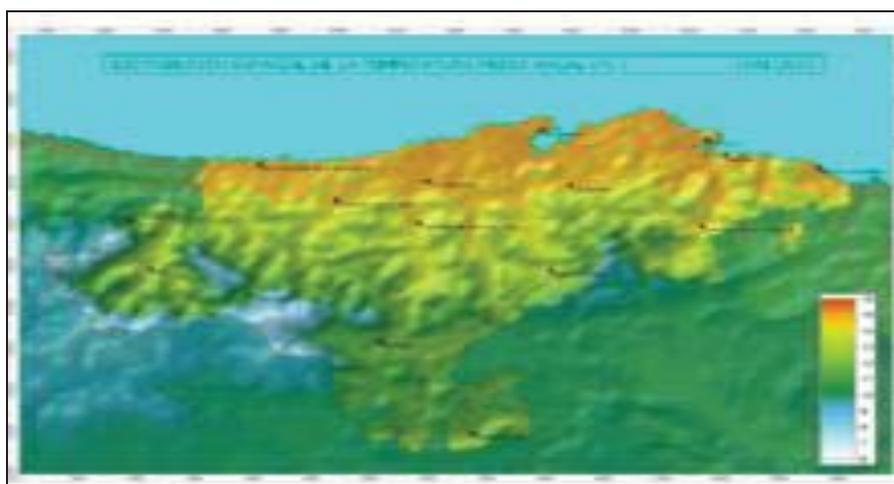


Fig. 1.- Temperatura media anual en Cantabria.

Los datos climatológicos de la zona son de suma importancia ya que el proyecto, en sí mismo, nace de la correlación de numerosos valores, tales como la temperatura y la radiación solar de cada mes del año en el municipio de Suances.

A continuación se pueden ver reflejados, en esta tabla, los valores referidos a la temperatura en el municipio donde se proyecta la instalación.

Mes	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
Enero	11	5
Febrero	11	6
Marzo	14	9
Abril	14	10
Mayo	16	12
Junio	19	14
Julio	21	16
Agosto	21	16
Septiembre	20	15
Octubre	17	10
Noviembre	14	8
Diciembre	12	6

Tabla 1.- Temperaturas máxima y mínima del municipio de Suances en cada mes del año.

Ordenados mensualmente y hora a hora, se recogen los datos sobre la radiación solar en Santander para una inclinación de 40°. Suances se encuentra a 33 km de la capital cántabra, por lo que los valores representados en la tabla son lo suficientemente aproximados y válidos para la realización de este proyecto. Se puede añadir que la inclinación elegida se corresponderá con el valor de la latitud en la que se encuentra el edificio en cuestión.

Hora solar	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
5-6	0	0	0	15	107	146	128	54	0	0	0	0
6-7	0	0	105	220	345	381	360	259	170	0	0	0
7-8	137	305	434	522	696	717	693	557	534	414	172	0
8-9	479	702	820	857	1.068	1.068	1.045	882	947	864	520	328
9-10	836	1.103	1.197	1.176	1.413	1.391	1.369	1.187	1.346	1.311	881	622
10-11	1.129	1.428	1.497	1.425	1.679	1.637	1.618	1.425	1.661	1.672	1.177	866
11-12	1.295	1.610	1.664	1.562	1.824	1.771	1.753	1.555	1.835	1.872	1.343	1.005
12-13	1.295	1.610	1.664	1.562	1.824	1.771	1.753	1.555	1.835	1.872	1.343	1.005
13-14	1.129	1.428	1.497	1.425	1.679	1.637	1.618	1.425	1.661	1.672	1.177	866
14-15	836	1.103	1.197	1.176	1.413	1.391	1.369	1.187	1.346	1.311	881	622
15-16	479	702	820	857	1.068	1.068	1.045	882	947	864	520	328
16-17	137	305	434	522	696	717	693	557	534	414	172	0
17-18	0	0	105	220	345	381	360	259	170	0	0	0
18-19	0	0	0	15	107	146	128	54	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0

Tabla 2.- Valores en KJ/h·m<sup>2</sup> de la radiación solar en Santander para una inclinación de 40°

### **3. MOTIVACIÓN PERSONAL**

Aportando una visión más humana, se puede puntualizar que la orientación del edificio y su peculiar característica, poseer cuatro fachadas acristaladas, hacían que en las estancias con dichos ventanales a horas del mediodía, en las estaciones de primavera y verano, se alcanzaran más de 40 °C. Estas altas temperaturas provocaban un ambiente poco confortable para estudiantes y profesorado. Actualmente este problema se ha solventado, gracias a cristales con filtro solar y conductos de ventilación. El conocimiento de esta circunstancia hace que la instalación de paneles solares en dicho edificio sea un buen ejemplo de mejora y aprovechamiento de recursos naturales. La energía solar, la misma que hace años causó problemas y ahora se utilizará para su beneficio.

Por todo ello, este proyecto alcanza, incluso, una finalidad didáctica, con el fin de fomentar el conocimiento de la existencia de instalaciones solares en un ambiente rural, dónde su implantación todavía no está totalmente comprendida a pesar de las exigencias que existen sobre su introducción en edificios de nueva construcción.

### **4. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR**

Los esfuerzos de la incipiente industria solar se concretan en la conversión de la radiación solar incidente en dos formas finales de energía, ambas de suma utilidad para nosotros: el calor y la electricidad. En este caso se hará especial hincapié en la Conversión Solar Térmica, que emplea captadores solares térmicos, en los que un fluido (generalmente un líquido) recoge el calor que los rayos solares producen en el captador.

Conociendo las formas actuales de aprovechamiento de la energía solar, se elabora una investigación para conocer cuál es la mejor forma de implantar

alguna de estas mejoras en un ambiente rural como es el pueblo de Cortiguera. Se elige el IES Ría San Martín y se estudia la incorporación de captadores solares térmicos para la producción de ACS en el edificio Polideportivo y la instalación de suelo radiante en la parte del edificio que llamaremos Administración.

El actual desarrollo de la tecnología de aprovechamiento solar, no permite la consecución de una autonomía energética plena con garantías, sin el auxilio de otras fuentes energéticas, dado el carácter variable de la disponibilidad del Sol. Es conveniente encontrar una solución óptima entre inversión y ahorro energético, pero el criterio de minimizar el retorno de la inversión será el camino a seguir.

No conviene realizar instalaciones que pretendan un 100% de cobertura de necesidades, ya que eso implicaría una inversión tan elevada que probablemente no se recuperará en los años de vida útil de la instalación. Esto es porque, si se pretendiese alcanzar el 100% anual, se emplearía una superficie de captación muy grande para cubrir la demanda en invierno, mientras que en verano el sistema estaría sobredimensionado.

Para la zona de Cantabria, numerosos estudios muestran que este equilibrio necesario entre inversión y ahorro energético se consigue en instalaciones cuyas dimensiones pretenden cubrir entre un 40 y 55% de la demanda térmica total.

La optimización de la utilización conjunta de energías alternativas y convencionales exige la observación de los siguientes 4 principios:

- 1- El control de la transferencia energética entre los circuitos primario y secundario será realizado por un control de regulación diferencial.
- 2- El sistema debe garantizar el consumo prioritario de la energía solar, marginando el uso de la energía auxiliar a los casos en que el sistema solar no satisfaga las necesidades energéticas del edificio.

3- El sistema de calentamiento auxiliar deberá estar ubicado aguas abajo del sistema de aprovechamiento solar.

4- No debe existir mezcla de energías, es decir no debe ser mezclada el agua precalentada de los captadores con el agua calentada por la energía auxiliar.

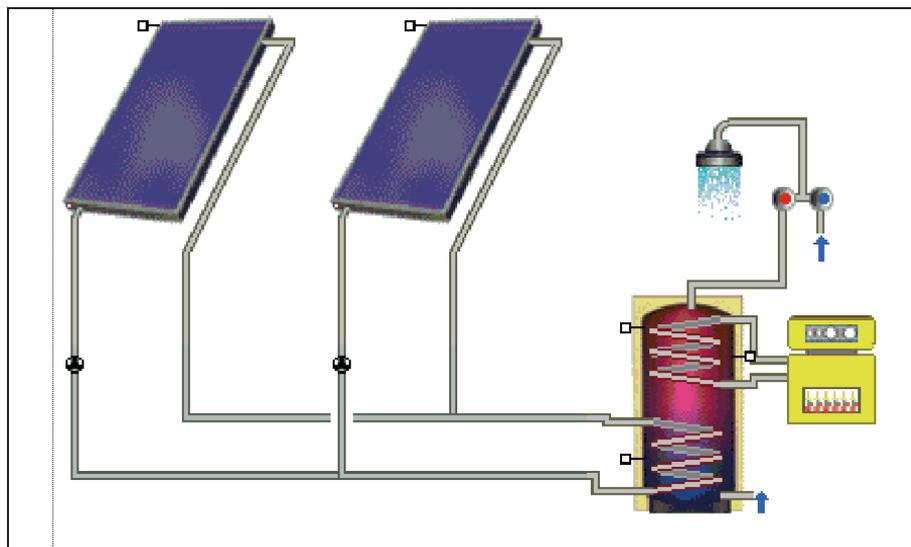


Fig. 2.- Esquema básico de una instalación solar térmica.

## **5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Generalmente un sistema de energía solar térmica está constituido por varios subsistemas, que a su vez pueden considerarse como sistemas interdependientes conectados entre sí. Sin embargo, hay ocasiones en las que un mismo elemento físicamente independiente realiza varias funciones dentro del sistema solar. Estos distintos subsistemas son:

- a) El sistema de captación: Paneles o captadores solares.
  
- b) El sistema de acumulación: Depósito para acumular el agua caliente generada.
  
- c) El sistema hidráulico: Bombas y tuberías por dónde circula el fluido de trabajo.
  
- d) El sistema de intercambio: Intercambiador o interacumulador dónde se produce el intercambio de energía.
  
- e) El sistema de control.- Que en los sistemas de circulación forzada con bombas se encargará de ponerlas en marcha y pararlas.
  
- f) El sistema de energía auxiliar: Caldera o calentador que proporciona la energía extra necesaria para soportar la demanda.

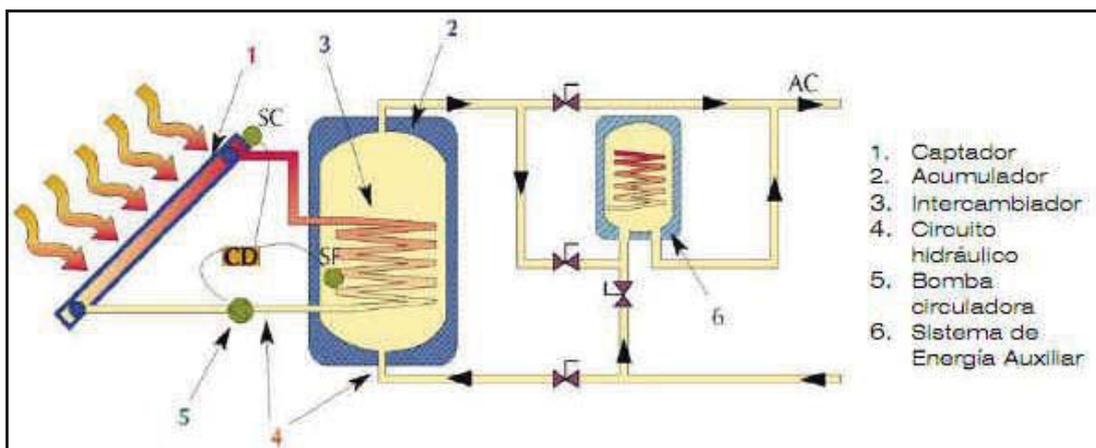


Fig. 3.- Elementos que componen una instalación solar térmica.

De todos estos subsistemas el que distingue la instalación solar de cualquier otra instalación de producción de agua caliente es el sistema de captación.

### **5.1 Clasificación de las instalaciones solares térmicas**

Existe un amplio número de alternativas dentro de todas las posibilidades de configuración que pueden darse en una instalación de energía solar térmica de producción de agua caliente, bien sea para usos sanitarios, o para apoyo en el calentamiento de elementos externos (como piscinas o sistemas de calefacción). De un modo general, las instalaciones solares térmicas pueden clasificarse atendiendo a los siguientes criterios:

#### **5.1.1 Clasificación según el principio de circulación**

Esta clasificación se refiere al mecanismo mediante el que se produce el movimiento del fluido caloportador que circula en el circuito primario solar, pudiendo diferenciarse entre dos tipos:

- a) La circulación forzada.
- b) La circulación natural.

En las instalaciones de circulación natural, conocidas a nivel coloquial por termosifón, el fluido de trabajo circula a lo largo del circuito de forma natural, mientras que en los de circulación forzada se dota a la instalación de dispositivos auxiliares (bombas de circulación) que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

### **5.1.2 Clasificación según el sistema de expansión**

El fluido caloportador que circula por el circuito primario en las instalaciones solares está sometido a importantes variaciones de temperaturas. Dichas diferencias pueden oscilar desde temperaturas bajo cero, en zonas con heladas, especialmente por las noches, hasta superiores a 170°C en situaciones de alta radiación y nulo consumo.

Como consecuencia de estas diferencias de temperatura se producen variaciones en el volumen del fluido. Por ello será necesario disponer de elementos capaces de absorber estas variaciones volumétricas; estos elementos compondrán el sistema de expansión.

De entre los tipos de sistemas de expansión que existen, destacan:

a) Sistemas de expansión abierta.

En este caso, el fluido del circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera, por lo que se deben ubicar los elementos del sistema de expansión a una altura superior a la del punto más alto del circuito primario solar.

b) Sistemas de expansión cerrada.

En este caso, el fluido del circuito primario está separado físicamente de la atmósfera. Se incorpora un vaso de expansión con una membrana elástica que divide al mismo, por un lado contiene el fluido del circuito primario y por el otro un gas (que podría ser simplemente aire) a una cierta presión.

### **5.1.3 Clasificación según el sistema de intercambio**

Esta clasificación se refiere a la forma de transferir la energía del circuito primario al circuito secundario o de consumo.

Dicha transferencia podría realizarse de forma directa, siendo el fluido de trabajo de captadores el propio agua de consumo, dando lugar a los llamados sistemas *directos* o, manteniéndose el fluido de trabajo de captadores en un circuito independiente, sin posibilidad de ser distribuido al consumo, dando lugar a los sistemas *indirectos*.

En sistemas indirectos, la utilización de un intercambiador o interacumulador con serpentín introduce una pérdida de rendimiento adicional en el proceso de transferencia de calor, aunque su utilización, no obstante, está extendida y justificada porque elimina los problemas que surgen en los sistemas directos por corrosiones, depósitos calcáreos, heladas y presiones elevadas en el circuito primario.

### **5.1.4 Clasificación según la aplicación**

Actualmente existen numerosas aplicaciones de la energía solar térmica. Su implantación obligatoria en los edificios de nueva construcción ha hecho que se empiece a extender tanto en el ámbito urbano como en el rural, principalmente para la producción de ACS, calentamiento de piscinas y producción de calefacción. Este hecho ha fomentado la industria relacionada con el diseño y la producción de los elementos que componen estas instalaciones.

A continuación se explican con detalle las instalaciones para la producción de ACS y de calefacción, dejando para otra ocasión las instalaciones para el calentamiento de piscinas y para refrigeración.

a) Producción de ACS :

La energía solar térmica proporciona la mejor solución en preparación de ACS para grandes consumos. Aunque será necesario tener una reserva de agua caliente considerando que los consumos se distribuyen a lo largo de todo el día, no sólo en la horas de mayor insolación , y en días muy nublados puede haber una bajada significativa de la radiación solar. Con el uso de una reserva de agua caliente adecuada se logra satisfacer la demanda de agua caliente en más del 60% de los días del año.

Las instalaciones solares para preparación de ACS proporcionan un considerable ahorro de combustible. La gran fiabilidad y versatilidad de la energía solar térmica la convierte en la solución más competitiva para este tipo de aplicaciones.

Una instalación para ACS de circulación forzada estará formada por los siguientes subsistemas:

- 1) *Subsistema de captación*: Constituido por captadores solares térmicos, encargados de recibir la radiación solar.
- 2) *Subsistema de intercambio*: Encargado de transferir calor desde el circuito de captadores hasta el circuito secundario de acumulación.
- 3) *Subsistema de almacenamiento*: Formado por depósitos conectados en serie con una acumulación cercana al consumo diario de la instalación.
- 4) *Subsistema de control*: Realiza las labores de parada y puesta en marcha de la instalación solar, en función de la diferencia de temperaturas entre el campo de captadores y la sonda situada en la parte más baja del primer acumulador solar, y de

la temperatura en la zona más alta del último depósito solar.

- 5) *Subsistema de apoyo auxiliar*: Formado por el conjunto caldera o bomba de calor, que se encarga de aportar la energía de apoyo necesarios para cubrir las puntas de demanda o las necesidades de la instalación en aquellas circunstancias en que la energía solar no sea suficiente.

La unión del último depósito solar con el sistema auxiliar se realizará preferiblemente, en serie.

#### b) Calefacción

Normalmente las instalaciones serán mixtas, es decir, dedicadas a la producción de ACS y calefacción. La energía solar térmica también puede ser utilizada para la calefacción por suelo radiante o fancoils, dotando de un gran ahorro en el gasto de combustible.

El sistema solar para apoyo a calefacción cuenta con los siguientes subsistemas:

- 1) *Subsistema de captación*: Constituido por captadores solares térmicos, encargados de recibir la radiación solar.
- 2) *Subsistema de intercambio*: Encargado de transferir calor desde el circuito de captadores hasta el circuito secundario de acumulación.
- 3) *Subsistema de almacenamiento*: Constituido por los depósitos de acumulación necesarios para soportar la demanda de energía.
- 4) *Subsistema de control*: Realiza las labores de parada y puesta en marcha de la instalación solar, en función del

estado del termostato diferencial y del termostato de máxima.

- 5) *Subsistema de apoyo auxiliar*: Formado por el conjunto caldera o bomba de calor, que se encarga de aportar la energía de apoyo necesarios para cubrir las puntas de demanda o las necesidades de la instalación en aquellas circunstancias en que la energía solar no sea suficiente.

## **5.2 Sistema de captación**

El subsistema de captación está constituido por captadores solares térmicos, que son los elementos encargados de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al fluido a calentar. El tipo de captadores más extendido es el denominado captador solar plano.

### **5.2.1 Captador solar**

Un captador solar es un dispositivo que aprovecha la energía de la radiación solar transformándola en energía térmica para usos domésticos o comerciales. Se aprovechan las cualidades de absorción de la radiación y transmisión de calor de algunos materiales, y del efecto invernadero que se produce cuando otro material (por ejemplo el vidrio) es transparente a la radiación de onda corta del sol y opaco a la radiación de onda larga que emiten los cuerpos que están calientes.

### **5.2.2 Tipos de captadores**

Actualmente existen numerosos tipos de captadores solares. La mejora de los mismos y el diseño de nuevos, más eficientes y para más utilidades, hace que su clasificación se haga cada vez más extensa.

A continuación se explican más detalladamente los captadores solares de baja temperatura, que son los que ocupan el presente proyecto, sin hacer especial hincapié en los de media y alta temperatura ya que están

destinados a instalaciones más industriales.

### **5.2.3 Captadores de baja temperatura**

Son los que no utilizan ningún dispositivo para concentrar los rayos solares. La temperatura del fluido a calentar está en la mayor parte de estos captadores por debajo del punto de ebullición del agua:

#### a) Captadores no vidriados:

Los componen una gran cantidad de diminutos tubos de metal o de plástico dispuestos en serpentín, por los que circula el agua que va a aumentar su temperatura. No necesitan caja ni cubierta de cristal. Por esta razón, el aumento de temperatura es bajo, en torno a los 30 °C. Están especialmente recomendados para calentar el agua de piscinas. Las pérdidas de calor son grandes, lo que limita su aplicación a otro tipo de instalaciones, aunque su rendimiento es excelente durante los meses de verano.

#### b) Captadores de placa plana:

Son utilizados en bajas temperaturas (hasta unos 100 °C) ya que proporcionan el máximo rendimiento para estas temperaturas. Se emplean para agua caliente, calefacción, invernaderos, secado de grano, etc.

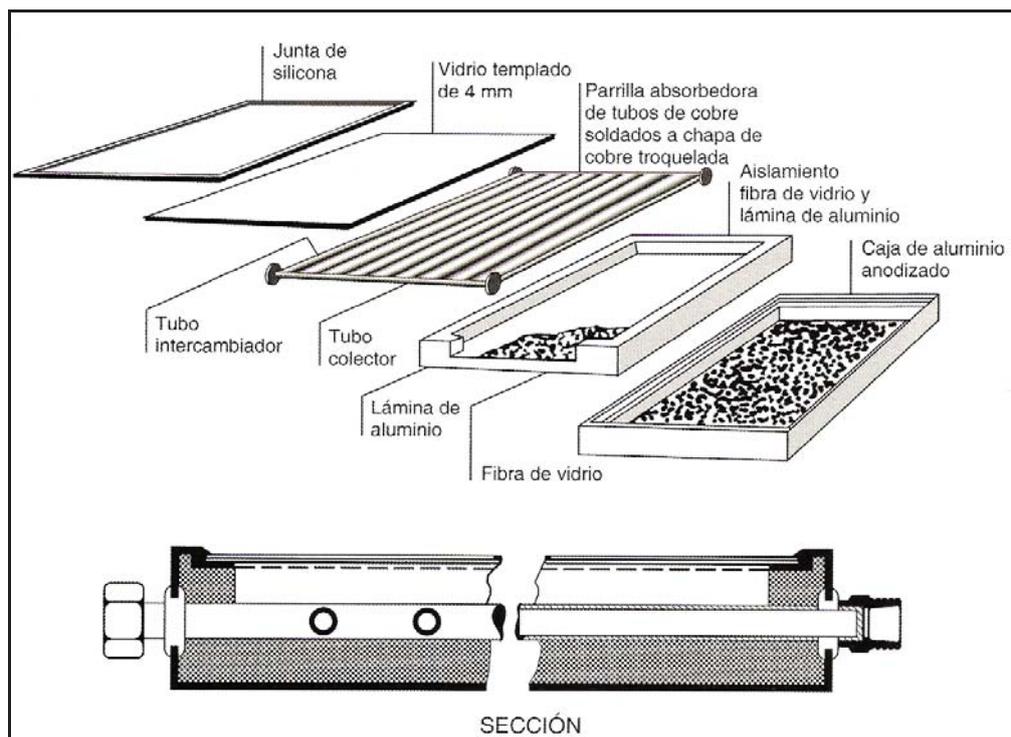


Fig. 4.- Partes de un captador plano.

Un captador de placa plana está compuesto por tres elementos básicos:

- Placa metálica de color negro, se pinta de color negro para absorber el máximo de energía incidente.
- Carcasa inferior que protege y reduce las pérdidas posteriores de la placa absorbedora.
- Cubierta transparente superior, que actúa como cierre transparente que reduce las pérdidas, ayudando a provocar el efecto invernadero en el captador.

#### c) Captadores de tubos de vacío

Los captadores de tubos de vacío alcanzan mayores temperaturas que los de placa plana. Pueden llegar a temperaturas de trabajo de más de 100 °C. Por esta razón, su aplicación más habitual es la generación de agua caliente para su aprovechamiento en procesos industriales. Así mismo, son

apropiados para alimentar las máquinas de absorción existentes en el mercado actual, con el fin de producir frío. También se pueden usar para alimentar una instalación de calefacción con radiadores convencionales, de alta temperatura, o para precalentar el fluido de entrada de una caldera. Son más caros que los captadores de placa plana.

Su principio de funcionamiento es idéntico al de los de placa plana. La única diferencia consiste en que el vidrio exterior se sustituye por los propios tubos, en el interior de los cuales se ha hecho el vacío. Las tuberías que transportan el fluido se encuentran en el interior de los tubos de vidrio. El vacío impide cualquier transmisión de calor al exterior, lo que explica las altas temperaturas que pueden alcanzar este tipo de instalaciones. Son especialmente adecuadas para climas con poca radiación solar disponible, o para alcanzar temperaturas superiores a los 100 °C.

#### **5.2.4 Factores a tener en cuenta en la elección del captador**

Las principales características a tener en cuenta en la elección de un captador solar plano son las siguientes:

- a) Durabilidad y rendimiento, establecida en ensayos realizados por laboratorios homologados de prestigio. Hay que conseguir un producto que posea un buen rendimiento energético que se mantenga durante el tiempo de vida de la instalación.
- b) Facilidad de montaje y manipulación, es posible reducir en gran medida los costes de mano de obra de instalación.
- b) Garantía y servicio post-venta del fabricante, que evite trastornos al instalador cuando sea necesario proceder a una reclamación por defectos de fabricación.

### **5.2.5 Principales componentes de un captador solar plano**

El principio básico de funcionamiento de un captador solar plano vidriado es el efecto invernadero. El mecanismo de transferencia de energía al interior del captador solar debe de ser lo más eficiente posible, minimizando las pérdidas, por lo que habrá que disponer del aislamiento suficiente. La radiación solar debe incidir sobre un elemento que capte, de forma eficiente, la energía radiante que incide sobre él, a través de la placa absorbidora. El fluido de trabajo debe estar confinado en unas tuberías interiores, y conectarse al exterior por medio de los distribuidores.

Partes del captador solar de placa plana:

a) Cubierta transparente

Está compuesta por un material transparente a la radiación solar incidente y opaco a la radiación de onda larga emitida por el absorbedor, de modo que se pueda producir el efecto invernadero en el interior del captador solar. Al mismo tiempo, reduce las pérdidas del captador hacia el ambiente.

Las principales características de la cubierta de un captador plano deben ser:

1. Durabilidad, que propicie una larga vida del producto y resista a los agentes atmosféricos y las variaciones de temperatura en el captador.
2. Buena capacidad de aislamiento, de modo que se minimice la pérdida de energía desde el captador hacia el exterior.
3. Protección, que salvaguarde los elementos que se encuentran en el interior del captador.

4. Alta absorptividad y baja reflectividad, de modo que la mayor parte de la radiación incidente pueda ser transferida en forma de calor al fluido de trabajo.

Actualmente, la mayor parte de los fabricantes emplean cristales templados de bajo contenido en hierro, de modo que a las propiedades de resistencia mecánica de los materiales templados añaden unas magníficas fracciones de absorptividad de los materiales con un bajo contenido en hierro.

La cubierta transparente requiere, para que no se disminuya su rendimiento, de una limpieza periódica de su superficie exterior, que permita eliminar la suciedad exterior que pueda depositarse sobre la cubierta del captador.

En ocasiones, pueden producirse deposiciones en la superficie interior de los captadores, producidas principalmente por condensación del vapor de agua o por el desprendimiento de gases desde el aislamiento. El desprendimiento de gases debe evitarse totalmente, empleando aislamientos que no desprendan gases por efecto de la temperatura en el interior del captador. En cuanto a la condensación, su efecto debe disminuirse mediante el empleo de taladros u otros dispositivos de aireación en el marco del captador.

#### b) Aislamiento

La función principal del aislamiento en un captador térmico es reducir las pérdidas de calor al exterior. En consecuencia, se colocará aislamiento en todas aquellas zonas del captador que no necesiten ser transparentes a la radiación solar, es decir, los laterales y el fondo.

Los principales materiales que se emplean para la creación de aislamientos son, lana de roca, espumas de poliuretano y resinas de melamina.

Para seleccionar adecuadamente el aislamiento a emplear en un captador plano deben tenerse en cuenta dos características principales: coeficiente de aislamiento y temperatura de trabajo máxima.

La elección de un material con un alto coeficiente de aislamiento (baja conductividad) supone una mayor reducción de pérdidas para un espesor predeterminado.

Obtener un aislamiento que sea capaz de soportar la máxima temperatura que se pueda generar en un captador, cuando se encuentre en condiciones de estancamiento, es de vital importancia para la durabilidad del aislamiento del captador y para la permanencia del rendimiento energético del captador con el tiempo. El efecto de la sobretemperatura es de particular importancia en el aislamiento en la parte posterior del captador, que suele encontrarse muy próxima al absorbedor, y en algunos casos, como ocurre en los aislamientos a base de poliuretano, se degrada rápidamente con temperaturas superiores a los 140 °C.

Al mismo tiempo, es muy importante que el aislamiento no emita gases por efecto de la temperatura, que pueda ensuciar la parte interior de vidrio del captador.

Otra cualidad que debe preverse al elegir el aislamiento es que sea hidrófobo, de modo que no pueda provocar una disminución en sus propiedades de aislamiento por absorción de la humedad del ambiente.

De especial interés es el sellado entre las diferentes capas de aislamiento, de modo que se eviten puentes térmicos en el interior del captador. Para ello, habrá que utilizar adhesivos que no sufran con la levada temperatura y no degraden el aislamiento.

### c) El absorbedor

Es el encargado de recoger la radiación solar y transferir el calor, de forma

eficiente, al fluido de trabajo que circula por el interior del captador solar. Al mismo tiempo el fluido caloportador debe estar confinado en el interior del captador, y conducido de forma que recorra la mayor parte de la superficie absorbadora.

Actualmente el circuito interior está compuesto por tuberías de cobre. Es posible disponer cobre en los circuitos de tuberías que discurren por el interior del captador cuando el fluido caloportador tenga un pH comprendido entre 7,2 y 7,6. No debe emplearse hierro y, en caso de que se utilice aluminio, será necesario emplear un inhibidor de los iones cobre y hierro.

En esta tecnología se distinguen, principalmente, dos tipos de configuraciones:

- Parrilla de tubos
- Serpentes

La configuración más empleada es la de parrilla de tubos verticales, dispuestos paralelamente entre sí, que comienzan y terminan en dos tubos de mayor diámetro, llamados distribuidores. Al penetrar el fluido caloportador por el distribuidor inferior, se va repartiendo por cada uno de los tubos verticales, recorriendo en sentido vertical el absorbador y calentándose, terminando en el distribuidor superior, que dará salida al fluido que ha sido calentado hacia el exterior o hacia el siguiente captador en la batería. Una de las ventajas principales de esta configuración es la facilidad para ser dispuesta en captadores que trabajen según un principio de circulación natural o termosifón.

Los absorbadores en serpentín presentan la particularidad de lograr un mayor calentamiento de cada partícula fluida, que recorre en su totalidad la superficie absorbadora, a costa de una mayor pérdida de carga en el interior del captador, que limitará el número de equipos que puedan conectarse en paralelo.

En cuanto a la forma en que la placa absorbedora se une a la parrilla de tubos se encuentran, principalmente, tres configuraciones:

1. Una única placa absorbedora dispuesta sobre los tubos de la parrilla.

Esta configuración es muy empleada en la actualidad por los fabricantes de captadores solares térmicos, puesto que permite, de forma sencilla, la soldadura por ultrasonidos. El contacto entre la placa absorbedora y el tubo se produce sobre una franja muy estrecha del tubo vertical del captador.

2. Una única placa absorbedora situada sobre los tubos del captador, rodeando en parte el perímetro de estos tubos.

Esta configuración permite un contacto entre el tubo y la banda absorbedora en una superficie mayor que en el caso anterior, si bien plantea la complejidad de tener que disponer de una laminadora muy ancha y no ser una disposición favorable para la soldadura por ultrasonidos.

3. Por cada tubo se dispone de una aleta, que puede abrazar, o no, al perímetro de los tubos verticales.

Esta configuración, junto a la primera, es la más empleada actualmente. Con una pequeña laminadora se pueden obtener fácilmente las aletas, que se dispondrán individualmente sobre cada uno de los tubos para ser soldada. Hay que evitar que quede un hueco libre entre aletas contiguas, para eliminar los flujos en el interior del captador.

La superficie absorbente (banda absorbedora) debe recibir un tratamiento que facilite la absorción de la radiación incidente sobre ella. Es un elemento fundamental a la hora de definir las características de un captador plano.

Para facilitar la absorción de la radiación solar se trata a la superficie

absorbente, que suele ser metálica, realizada en cobre o aluminio, con sustancias que la recubren y favorecen la absorción de la radiación en el rango de longitudes de onda en que se presenta la mayor parte de la radiación solar.

d) La carcasa

La misión de la caja o carcasa es la de contener todos los elementos que forman el captador solar, y dar rigidez al mismo, permitiendo que el captador sea fijado a una estructura soporte.

Debe estar realizada en un material que soporte la acción de los agentes atmosféricos y de la radiación solar, impidiendo su rápido deterioro con el paso del tiempo.

En la actualidad, la mayor parte de fabricantes de equipos solares térmicos emplean aluminio anodizado para formar la caja del captador.

La conexión de la caja con el cristal debe realizarse mediante el empleo de materiales que posean propiedades elásticas, no degradables por los agentes atmosféricos, y que permitan absorber las dilataciones del material metálico y de la cubierta transparente, garantizando la estanqueidad del captador solar.

Suelen emplearse, principalmente, dos tipos de configuraciones:

- Una única caja, obtenida a base de chapa prensada.
- Varios perfiles metálicos que se unen entre si con una chapa, que suele ser de PVC o material metálico, y que se coloca en la parte posterior del captador.

### **5.3 Sistema hidráulico**

Un diseño adecuado del trazado de las conducciones hidráulicas, desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación, es posiblemente la clave del buen funcionamiento de una instalación solar térmica.

#### **5.3.1 Criterios básicos**

##### a) Caudal

A la hora de calcular el caudal de la instalación se considera el valor definido por el fabricante sobre el caudal que circula a los largo de cada captador solar. Este valor deberá estar dentro del rango de los 42 a 60 L/h/m<sup>2</sup>.

##### b) Longitud

Deberá cuidarse que la longitud del trazado hidráulico sea lo menor posible, para lograr de ese modo disminuir la cuantía de las pérdidas de calor, así como el valor de la pérdida de carga originada por la circulación del fluido, y su rozamiento con las tuberías.

##### c) Equilibrado

Como punto esencial en el diseño, se debe partir como concepto de un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Esto quiere decir que el recorrido lineal que se realice por cada uno de los captadores o baterías de captadores debe ser igual para cada uno de ellos.

Siempre que este recorrido lineal tenga la misma longitud, las pérdidas de carga serán iguales y, por tanto, también será el mismo el caudal que pase por cada captador o batería de captadores. De esta manera se asegura

que se va a producir un salto de temperatura homogéneo en todo el campo de captadores, y que las temperaturas de entrada y salida a cada batería serán iguales.

Existen casos en que este equilibrado por puro diseño no es factible. Entonces es necesario recurrir a válvulas de equilibrado, que se encarguen de controlar el caudal en cada punto de derivación.

#### d) Seguridad

Se debe tener en cuenta que existen variaciones de temperatura y de presión en el circuito, éstas pueden llegar a ser muy importantes. Por ello es imprescindible disponer de elementos que permitan la correcta expansión del fluido, y de dispositivos de seguridad que garanticen la integridad de la instalación ante sobrepresiones.

La presencia de aire en la instalación es muy perjudicial, tanto desde el punto de vista de transmisión de calor, desde el de funcionamiento de los captadores solares o desde el de la propia necesidad de circulación del fluido.

Por ello, es preciso que el diseño del circuito hidráulico haga lo posible por evitar la formación de bolsas de aire. Adicionalmente se deben prever los sistemas que faciliten la purga de aire de la instalación, ya sea durante el funcionamiento de la misma o durante los procesos de llenado y operaciones de mantenimiento.

#### e) Montaje y desmontaje

Normalmente los subsistemas hidráulicos integrados en sistemas solares térmicos discurren por zonas que no sólo son de difícil o complicado acceso sino que traen consigo unas condiciones de manipulación de elementos muy complicada. Por ello, se deben tener en cuenta estos accidentes a la hora de facilitar al instalador o mantenedor las labores de montaje y

desmontaje de todos y cada uno de los componentes de la instalación.

### **5.3.2 Diseño del sistema hidráulico**

#### a) Tipos de configuración para conexión entre captadores

##### 1) Conexión en Paralelo

Mediante esta configuración, unida a un diseño hidráulico mediante la técnica de retorno invertido, se asegura que todos los captadores funcionen de una manera similar.

No obstante existe el inconveniente de que el número de captadores que se pueden conectar se encuentre limitado, ya que se deben tener en cuenta las especificaciones del fabricante, en las que se considera la pérdida de carga producida en la parrilla de tubos de cada captador en las condiciones de caudal de diseño.

Las configuraciones en paralelo pueden ser bien entre captadores o entre baterías de captadores. En este caso, se realiza una conexión entre baterías que a su vez están compuestas por captadores conexiónados en serie.

##### 2) Conexión en Serie

La conexión en serie hace que, después de pasar el fluido por uno de los captadores, se introduzca directamente en el siguiente captador. Con ello se consigue que en el segundo captador el fluido entre a más temperatura que en el primero.

La principal ventaja radica en que los caudales totales serán menores que en la conexión en paralelo, lo cual implica que los diámetros de tuberías serán menores, así como los recorridos y el tamaño de las bombas de circulación; por tanto, el coste de la instalación y el mantenimiento se verán

también reducidos.

Por otra parte, existen, para este tipo de disposición una serie de inconvenientes, fundamentalmente un menor rendimiento térmico de los captadores, dado que a medida que el fluido caloportador va pasando desde un captador hasta otro la energía aportada es menor por ser mayor la temperatura del fluido circulante.

Además, puesto que el trazado no es el más idóneo para facilitar la evacuación de aire, es esencial tener especial cuidado con la formación de bolsas de gas en el circuito.

### 3) Conexión en Serie-Paralelo

Este tipo de configuración se basa en la combinación de los dos esquemas citados anteriormente. Se utiliza en aquellas instalaciones con una superficie de captación, y por tanto número de captadores, muy grande.

#### a) Materiales en el sistema hidráulico.

Para realizar un correcto diseño del circuito hidráulico deben tenerse en cuenta las condiciones de trabajo a las que va a estar sometido el mismo, y dentro de ellas, las condiciones más desfavorables que se pueden presentar para, siempre tras conocer el fluido de trabajo, determinar no sólo los componentes sino los materiales más adecuados.

Nunca debe olvidarse que en una instalación de energía solar térmica se encuentran elementos de distintos sistemas que no pueden considerarse como independientes por estar interconectados (como captadores, intercambiadores de calor, depósitos de acumulación etc.), por lo que los materiales de que estén contruidos deben ser compatibles entre sí del mismo modo que con el fluido de trabajo.

### 5.3.3 Elementos del sistema hidráulico

A continuación se analizan las características de los distintos componentes que integran el sistema hidráulico.

#### a) Bombas de circulación

La bomba de circulación se dimensiona según sus condiciones de trabajo, que viene determinado por el caudal volumétrico circulante y la altura de impulsión o manométrica.

En las instalaciones solares térmicas de circulación forzada se recomienda el empleo de bombas de circulación para producir el movimiento del fluido entre los captadores y el depósito de acumulación.

Se recomienda que las bombas de circulación preferentemente se instalen en línea además en los circuitos de ACS los materiales de la bomba deberán ser resistentes a la corrosión.

#### b) Tuberías

En los sistemas directos, será obligatorio utilizar cobre o acero inoxidable en el circuito primario, admitiéndose también la posibilidad de emplear tuberías de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

No obstante, y como criterio general para el caso de sistemas indirectos, para las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Igualmente se admite el uso de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En los sistemas indirectos, en el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre, acero inoxidable o acero

galvanizado. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable. En este caso nunca se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Como para instalaciones solares térmicas se considera que el circuito primario puede sobrepasar los 65°C, tampoco se permite el empleo de tuberías de acero galvanizado para agua caliente por encima de 53°C.

En función de la velocidad del fluido y la acidez del agua se deberá cumplir con lo siguiente, por criterios sanitarios:

- Siempre que se utilice acero en tuberías o accesorios la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 12.
- Siempre que se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

#### c) Aislamiento

Tanto las tuberías como los accesorios hidráulicos del sistema de circulación de una instalación solar térmica mantienen temperaturas superiores a la del ambiente, por lo que es inevitable que se produzca una pérdida de calor en el sistema.

La existencia de estas pérdidas de calor provoca una reducción, que puede ser considerable, del rendimiento del sistema, especialmente en aquellas épocas del año en las que al ser menor la irradiación lo es también la potencia que éste es capaz de aportar. Por ello es imprescindible dotar al

sistema de un nivel de aislamiento apropiado.

Considerando lo especificado en la normativa vigente, las características que debe tener el aislamiento varían en función del elemento a aislar.

d) Elementos de expansión

En el circuito primario del sistema hidráulico se producen cambios de temperatura en el fluido de trabajo, por lo que será necesario absorber la dilatación del mismo. Para hacerlo se puede, o bien utilizar un sistema de expansión cerrado, en el que se emplean vasos de expansión de tipo membrana elástica presurizados por nitrógeno o aire, o bien optar por un sistema de expansión abierto, en el que se utiliza un vaso abierto, instalado normalmente en un lugar elevado y que, adicionalmente puede servir de sistema de alimentación y purga.

e) Elementos de seguridad

Es imprescindible que las válvulas de seguridad se instalen sin elementos manuales de corte entre ellas y la sección de circuito a proteger. Todos los escapes de fluido deben ser conducidos adecuadamente, mediante una conducción libre y visible.

La ubicación de estas válvulas de seguridad debe hacerse de modo que se garantice que cada sección del circuito susceptible de ser independizada esté protegida y que no se entorpezcan las tareas de mantenimiento. En sistemas que no sean demasiado complicados suele valer con instalar un elemento de seguridad en cada batería de captadores y en la entrada del sistema de acumulación.

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento, siendo éstas la presión y la temperatura:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

#### f) Elementos de purga de aire

Es muy importante tomar medidas para evitar la formación de bolsas de aire en el interior de las tuberías, ya que dificultarían la circulación.

En este sentido se tendrán en cuenta los siguientes aspectos, imprescindibles, especialmente cuando se trabaje con disposición de captadores en configuración serie:

- El trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.
- Evitar la formación de sifones.
- Situar los purgadores de aire en las zonas altas.
- Montar las bombas en tramos verticales, de forma que se impida la formación de bolsas de aire en el interior de las mismas.
- No bajar la velocidad de circulación de tuberías de 0,6 m/s.
- En los circuitos cerrados, montar el vaso de expansión en la aspiración de la bomba.

- Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación.
- Mantener una presión mínima en el punto más alto de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Para eliminar el aire o gas acumulados en el interior de las tuberías suelen utilizarse purgadores automáticos de boya, si bien también pueden emplearse purgadores de tipo manual o desaireadores.

g) Elementos de vaciado y llenado de la instalación hidráulica.

Los sistemas con vaso de expansión abierto podrán utilizarlo como sistema de llenado.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. El llenado es conveniente realizarlo por la parte inferior del circuito, de forma que se evite la formación de bolsas de aire retenidas durante el llenado. En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesitara anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento. Los sistemas que requieren anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del anticongelante. Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

Se situarán conducciones de drenaje en los puntos más bajos de la instalación de forma que se posibilite el vaciado total o parcial de las zonas que se configuren en la instalación.

#### h) Equipos de regulación y control

En las instalaciones solares con circulación forzada se debe emplear un sistema de control diferencial de temperatura, que será el encargado de ordenar los arranques y paradas de la bomba en función del diferencial de temperatura en el fluido entre la salida de los captadores y el sistema de acumulación.

De modo genérico, se recomienda que dicho diferencial de temperatura se mantenga entre los 2°C y 7°C, con lo que el sistema de control debe conseguir que las bombas se paren si es inferior a 2°C y arranque siempre que la diferencia de temperatura sea superior a los 7°C.

#### **5.4 Sistema de intercambio**

Desde un punto de vista termodinámico, el calor no es algo que exista o se pueda acumular. Sólo existe y se puede acumular la energía que poseen las sustancias debidas a un estado o nivel térmico determinado. Es precisamente el intercambio energético que se produce entre dos cuerpos o sustancias que posean temperaturas diferentes, lo que se denomina transmisión de calor, o calor.

Por lo tanto, para que exista esta transmisión de calor (que un cuerpo gane energía y otro lo pierda) es fundamental que haya una diferencia de temperatura entre ambos cuerpos, y esta pérdida o ganancia será más rápida cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas.

Cuando tienen lugar estos intercambios de energía interna o de calor, la primera ley de la termodinámica exige que el calor desprendido por un cuerpo sea igual al absorbido por el otro. La segunda ley de la termodinámica exige que la transmisión de calor tenga lugar desde el sistema más caliente hacia el más frío.

La importancia de la transmisión de calor en los procesos de refrigeración o

calefacción es evidente y ejerce una influencia decisiva, también, en la construcción de los interacumuladores.

El proceso de transmisión de calor se puede producir por conducción, convección o radiación.

- Transmisión de calor por conducción: “Conducción” calorífica es el término que se aplica al mecanismo del intercambio de energía interna de un cuerpo a otro, o de una parte de este cuerpo a otra.
- Transmisión de calor por convección: La “convección” es el mecanismo de transmisión calorífica que se produce en un fluido cuando una parte de éste se mezcla con otra, a causa de los movimientos de la masa del mismo. También puede darse el caso de un fluido que entre en contacto con un cuerpo sólido que se encuentre a diferente temperatura.
- Transmisión de calor por radiación: La “radiación” es el término que se emplea para describir la radiación electromagnética emitida por la superficie de un cuerpo excitado térmicamente.

Esta radiación electromagnética se emite en todas las direcciones y, cuando incide sobre otro cuerpo, una parte de la misma puede ser reflejada, otra transmitida y otra absorbida. Si la radiación incidente es de tipo térmico, es decir, si es la longitud de onda apropiada, la radiación absorbida aparecerá como calor en el cuerpo que la ha absorbido.

#### **5.4.1 Intercambiador e interacumulador**

El intercambio de calor entre dos corrientes de fluidos distintos es uno de los procesos más importantes y se encuentran habitualmente en calderas, calentadores, refrigeradores, etc., produciéndose el intercambio de calor entre un fluido caliente y otro frío.

Los dispositivos en donde se produce este intercambio de calor, sin mezcla de ambos fluidos, se conocen como “intercambiadores de calor” o “interacumuladores”, este último para el caso en el que el intercambio se produzca dentro del mismo sistema de acumulación.

El intercambiador deberá resistir la presión máxima de trabajo de la instalación y sus materiales resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

En los interacumuladores, será a través de los serpentines dónde se produzca el intercambio de calor entre el circuito primario y el secundario.

#### **5.4.2 Clasificación de los elementos de intercambio de calor**

La función del sistema de intercambio es responsabilizarse de la transmisión de calor entre un circuito primario, que normalmente circula a través de los captadores, y un circuito secundario, que de modo habitual integra la acumulación.

Usualmente se clasifican los intercambiadores en dos tipos, en función de si se encuentran o no integrados dentro de los elementos de almacenamiento. De este modo se encuentran sistemas de intercambio internos y sistemas de intercambio externos.

a) Sistemas de intercambio externos

Se considera intercambiador externo aquél que se ubica fuera de los depósitos o recipientes de acumulación, siendo instalados de forma independiente.

A estos intercambiadores externos normalmente se les denomina “intercambiadores de placas” dado que su configuración típica es la de un pequeño circuito con placas metálicas (a modo de radiador) que aumentan la relación superficie/volumen del elemento con objeto de favorecer la transmisión de calor.

El hecho de que se ubiquen fuera del recipiente de almacenamiento trae consigo la necesidad de que existan bombas de circulación para ambos circuitos (primario y secundario). No obstante presentan una serie de ventajas tales como:

- El mantenimiento es muy sencillo por ser un elemento reemplazable y desmontable de modo simple.
- Su empleo permite ampliar la potencia de intercambio de una instalación existente, al ser posible bien aumentar el número de placas del elemento o bien su sustitución por otro con mayor capacidad.
- Tienen un rendimiento aceptable.
- El material con el que se fabrican es de alta calidad y durabilidad.

Los intercambiadores externos son muy recomendables para aquellas instalaciones que incorporen acumuladores de circuito abierto.

## b) Sistemas de intercambio internos

Son aquellos en los que el elemento que se encarga de la transferencia de calor se encuentra situado en el interior del depósito de almacenamiento.

Existen una serie de soluciones de mercado que normalmente combinan el uso de una de estas dos variantes:

### 1. Sistemas de intercambio internos con serpentín

En este caso existe un elemento físico de importante relación superficie/volumen, aunque bajo volumen, por el que se hace circular el fluido del circuito primario. En este caso se encuentran equipos de serpentín cilíndrico, simple o doble, u horquilla.

El serpentín se asemeja a un rollo de tubería que se encuentra sumergido dentro del tanque de acumulación, a través del que circula el fluido caloportador del circuito primario. Desde las paredes de esta tubería se transmite la potencia térmica demandada al circuito secundario.

También existen depósitos con doble serpentín, donde por uno de ellos circula el fluido caloportador que recoge la energía solar, mientras que el segundo transmite calor desde un sistema de apoyo. Con doble serpentín el elemento de intercambio de origen solar estará siempre situado más abajo que el de apoyo y dispondrá de una mayor superficie.

### 2. Sistemas de intercambio internos de doble envolvente

Son aquellos sistemas en que si bien se mantiene una alta relación superficie/volumen en el elemento de transmisión de calor, existe un no despreciable volumen de almacenamiento, perteneciente al circuito primario, que suele rodear al almacenamiento del secundario.

A nivel constructivo, se trata de una configuración tank-in-tank, con un depósito situado en el interior de otro de modo que la pared intermedia (que es el recubrimiento exterior de un depósito y el interior del otro), actúa como elemento de intercambio.

En este caso es el fluido del circuito primario el que ocupa el espacio exterior, rodeando al volumen almacenado en el secundario.

El rendimiento de este tipo de intercambiadores es muy bueno, pero su coste es superior al del resto de soluciones.

Existe una disposición mixta para los sistemas de intercambio interno consistente en el empleo de un equipo de doble envolvente con serpentín, siendo este último elemento el encargado de transmitir calor desde el sistema de apoyo. Estos interacumuladores mixtos favorecen la circulación en el primario y permiten una mayor facilidad de uso en la instalación.

Incluso se pueden ver equipos de doble serpentín, con configuración clásica que se encuentran sumergidos en un recipiente en el que circula un fluido que se destina normalmente al apoyo a un sistema de calefacción por suelo radiante o fan-coil.

### **5.5 Sistema de acumulación**

Los sistemas de energía solar térmica nunca podrán traer consigo una producción instantánea de agua caliente capaz de compensar las necesidades de consumo. Por ello es imprescindible disponer de una acumulación que permita disponer del servicio con independencia de las condiciones de irradiación en cada instante.

De este modo, es el sistema de acumulación el encargado de almacenar el calor instantáneo transferido desde los captadores térmicos.

### **5.5.1 Tipos de acumuladores en función del sistema de intercambio**

#### a) Acumuladores sin intercambiador o de circuito abierto

Los acumuladores sin intercambiador tienen la única misión de almacenar el agua, que es calentada o bien en otro acumulador, dispuesto agua arriba y en serie, o mediante un elemento externo, normalmente un intercambiador de placas.

Al no producirse intercambio de calor interno, no existe en el interior ningún elemento de transmisión de calor que produzca el adecuado movimiento interior de fluido. Además el rendimiento del elemento externo será siempre inferior que el de un intercambiador interior, por lo que resultan menos adecuados de cara a la producción térmica.

No obstante, a partir de cierto tamaño, el coste de fabricación de los equipos de solo acumulación es significativamente menor que el de los equipos con intercambiador interno, por lo que de hecho es usual que para equipos con volumen superior a los 1.000 litros se empleen este tipo de acumuladores.

#### b) Interacumuladores de intercambio simple

Ese tipo de equipos, resultan idóneos para su empleo en sistemas de producción de agua caliente.

Dentro de la gama de interacumuladores, se pueden encontrar modelos con serpentín, que suelen tener disposición vertical ya sea simple o doble el intercambiador, o de doble envolvente, utilizados preferentemente en equipos termosifón, con configuración horizontal.

Los interacumuladores con serpentín, al estar en contacto directo y permanente con todo el volumen de agua a calentar, poseen unos valores

de “convección libre” muchos mayores que un intercambiador de doble pared, donde la transmisión de calor, que se produce por el efecto comúnmente conocido como “baño maría”. En este caso los interacumuladores de doble pared, al encontrarse la superficie de intercambio muy alejada del centro geométrico del acumulador, no se va a favorecer la “convección libre” del fluido.

Además, la estratificación interior de temperaturas en el interacumulador de doble pared es mucho mayor, con las consiguientes oscilaciones en la temperatura de salida de A.C.S. Otra desventaja de los interacumuladores de doble pared es que necesitan un contenido de agua en el circuito primario (el agua proveniente de una fuente de calor externa) mucho mayor que en caso de los interacumuladores con serpentín, siendo necesaria una gran cantidad de energía para calentar y mantener caliente esta agua.

Por otra parte, desde el punto de vista de las dimensiones del aparato, el interacumulador de doble pared ocupa un 25% más de espacio que uno con serpentín, para la misma capacidad de acumulación, debido, claro está, al gran contenido de agua del circuito primario.

### c) Interacumuladores con doble intercambio

Un interacumulador con doble intercambio cuenta en su interior con dos elementos de transmisión de calor. Normalmente se trata de dos serpentines, cada uno alimentado, desde el punto de vista energético, por dos fuentes de calor independientes.

Dado que los sistemas de producción de energía solar térmica no podrán ser nunca capaces de cubrir el 100% de la demanda del usuario cada día del año, estos equipos resultan muy indicados para este tipo de aplicaciones. Así es bastante común, especialmente en instalaciones de tamaño medio o pequeño, contar con un interacumulador con doble sistema de intercambio, de modo que uno de ellos se alimenta con el fluido caloportador que recorre los captadores solares y el otro lo hace con el

fluido que se calienta gracias a la intervención del sistema auxiliar de apoyo. Con ello se consigue simplificar al máximo la instalación tanto en espacio como en tendido de tubería. Además de obtener un rendimiento óptimo.

Los equipos interacumuladores con doble intercambio suelen ser acumuladores verticales con dos serpentines, en el que el primero es alimentado directamente por el fluido del sistema solar y el segundo por un fluido calentado en un equipo generador de calor perteneciente al sistema de apoyo, típicamente una caldera.

En todo caso, se cuenta con la existencia de otras configuraciones, como todas las posibles al emplear resistencias eléctricas de apoyo, de tipo horquilla, o la de equipos de doble envolvente con disposición horizontal que cuentan con un serpentín auxiliar alimentado por caldera o una resistencia eléctrica.

Incluso se pueden encontrar equipos de triple intercambio, con dos serpentines y resistencia eléctrica, o tres serpentines donde el tercero lo que hace es transferir calor desde y hacia un sistema de calefacción por suelo radiante.

De cara a calcular la potencia de cada uno de estos intercambiadores internos, se deberá tener en cuenta la superficie de intercambio y temperatura máxima y mínima de circulación o elemento.

Para el caso concreto del serpentín alimentado desde el sistema solar se deberá tener en cuenta que los valores de temperatura del fluido caloportador pueden ser muy variables, por lo que es necesario realizar un diseño que considere su utilidad ante unas condiciones de transferencia mínima.

De acuerdo con IDAE y otras normas o disposiciones internacionales, existe un valor mínimo para la relación entre superficie útil de intercambio del serpentín y la superficie total de los captadores de la instalación, de modo

que dicha relación no pueda ser inferior al 15% y esté por encima del 30% si es posible.

Conviene recordar que el sistema de apoyo debe ser capaz de cubrir la demanda máxima de la instalación, ya que el diseño debe tener en cuenta condiciones de aporte solar nulo.

### **5.5.2 Tipos de acumuladores en función del material**

Los materiales más empleados en la fabricación de interacumuladores son el acero inoxidable y el acero con tratamiento esmaltado o vitrificado.

También existen en el mercado equipos contruidos con cobre, si bien éste se ha comenzado a introducir de forma importante únicamente desde los años 90 y, normalmente, su uso se destina a la realización de los serpentines. Esto se debe a que si se considera como elemento decisivo la capacidad en lo que se refiere al intercambio de calor, de los tres materiales antes citados el que posee una conductividad térmica (K) mayor es el cobre. Para el cobre, K es 23 veces mayor que para el acero inoxidable, por lo que para un mismo equipo el sustituir un material por otro trae consigo que la capacidad de intercambio de calor será 23 veces mayor, por lo tanto, para una misma potencia de intercambio la superficie de transferencia será mucho menor.

En la práctica, el empleo del cobre irá dirigido fundamentalmente a la fabricación de los elementos de intercambio de calor de los interacumuladores, ya que esto implica una menor superficie en los mismos, o lo que es lo mismo, menor longitud de serpentines.

Con esta premisa, se describen a continuación las características de los equipos de acero con tratamiento vitrificado frente a los fabricados en acero inoxidable.

a) Acumuladores contruidos en acero con tratamiento vitrificado o esmaltado

El esmaltado o tratamiento vitrificado del depósito es en un compuesto de vidrio que es aplicado en el interior del tanque. A nivel constructivo se aplica en primer lugar una capa de dicho compuesto de vidrio. A continuación se sumerge el equipo en una serie de cubas a temperatura controlada dónde se consigue que vaya absorbiéndose la capa de esmaltado. Por último se somete al acumulador a una fase de horneado y posterior secado, que garantiza la correcta uniformidad del revestimiento sobre toda la superficie. En la mayoría de los casos es necesario aplicar una segunda capa de vitrificado, repitiendo el proceso de forma íntegra, con excepción de la primera imprimación de níquel, para garantizar una adecuada resistencia frente a la corrosión y oxidación.

No obstante, existen en el mercado fabricantes que disponen de plantas de esmaltado de última generación en las que, gracias a la altísima calidad del proceso, se consigue un resultado óptimo con un único tratamiento el esmaltado del acero. Esto redundo tanto en un menor coste de fabricación del equipo como en un menor peso.

Al tratarse de una operación en la que se aplica un material ajeno sobre el acero, si la calidad del proceso no es la adecuada se pueden encontrar graves problemas en los equipos de vitrificado que, si bien puede que no sean perceptibles desde el primer momento, aparezcan con el tiempo, interviniendo de forma severa en detrimento de la vida útil del equipo.

Entre estos problemas, todos ellos consecuencia de mala calidad en el proceso de revestimiento, nos encontramos con:

- La aparición de poros, que se convierten en focos de corrosión y oxidación.
- La discontinuidad o falta de regularidad en la capa de

esmaltado, que traerá consigo un envejecimiento no uniforme.

- La mala adherencia de la capa de esmaltado, que puede hacer que bajo condiciones de alta temperatura en su interior se produzca el desprendimiento de parte de la misma.

En lo que respecta a la protección catódica, un tanque cuyo material base no ha sido vitrificado de una forma adecuada puede presentar en su superficie pequeños microporos, a través de los cuales el agua llegue a contactar directamente con el acero sin tratar.

Para dificultar la aparición del proceso de corrosión en estos microporos, que acabaría afectando a todo el material del tanque, se suelen utilizar ánodos de sacrificio de protección catódica. Dichos elementos se componen de unas barras de un elemento más propenso a la oxidación, como puede ser el magnesio, que proporciona una protección catódica pasiva al acero y al disolverse recubre estos microporos en forma de sal. En aguas con alto contenido en azufre se suele utilizar cinc en lugar de magnesio, ya que las sales de sulfuro de magnesio presentan un fuerte olor desagradable.

El magnesio de los ánodos se va consumiendo con el paso del tiempo, en función de la calidad del agua, su composición y la temperatura de almacenamiento de la misma (por ejemplo, en el caso de aguas con un alto contenido en cloruros la disolución del magnesio será mucho más rápida, ya que la conductividad del agua crece si lo hace su contenido en sales. Si el ánodo de sacrificio llega a consumirse por completo, el proceso de corrosión en el interior no tendrá ningún freno y es propagará siempre que existan deficiencias en el tratamiento de esmaltado.

Por ello es necesario controlar de forma periódica el estado de conservación del ánodo de sacrificio. Esto se realiza midiendo la conductividad eléctrica a través del ánodo, de modo que su valor no

exceda de uno crítico, normalmente en el entorno de los 60 microSievers por centímetro.

Siempre que se prevea que la conductividad es extremadamente pequeña se recomienda la instalación de un ánodo de protección catódica activa, de corriente directa tipo Correx-up como ánodo permanente.

#### b) Acumuladores de acero inoxidable

Tradicionalmente el acero ferrítico es el utilizado en los tanques para almacenamiento y producción de agua caliente, con una composición en la que junto al hierro aparecen el cromo (8%) y el molibdeno (2%), con ausencia de níquel.

Este alto contenido en cromo hace que las partes expuestas del material actúen de forma pasiva en términos de protección catódica, hecho que provoca la característica falta de reactividad ante la posible oxidación del acero inoxidable.

Un importante inconveniente radica en que el acero inoxidable es muy sensible en aguas con alto contenido de cloruros (>100 mg/l), lo que puede traer consigo la generación de un fenómeno de corrosión por picaduras.

Del mismo modo, también presenta inconvenientes en su aplicación en aguas con valores pH ácidos. Es por ello que la aplicación de este material con aguas que contengan un alto contenido de cloruro trae consigo un envejecimiento prematuro, al establecerse unas condiciones poco idóneas, especialmente si se combina con compuestos de calcio, lo que provocará la deposición de sales en la superficie.

Los acumuladores de acero inoxidable se suelen proteger, en la medida de lo posible, con sistemas de protección catódica activos, tipo Correx-up de corriente directa.

### 5.5.3 Condiciones de diseño

Hay una serie de factores de diseño que resultan decisivos a la hora de optimizar el funcionamiento del sistema de acumulación:

- a) Nivel de resistencia en condiciones de máxima presión y máxima temperatura.

Al tratarse de equipos sometidos a condiciones termodinámicas variables y distintas a las del ambiente se debe conocer perfectamente el comportamiento de los materiales que los componen.

- b) Protección ante corrosiones y degradaciones.

Se debe contar con un adecuado tratamiento interno de los materiales que vayan a permanecer en contacto con el agua sanitaria, teniendo una composición que resulta agresiva por acidez, cloruros, pH, etc. Si este tratamiento no es óptimo, se puede encontrar una degradación del mismo y la consecuente aparición de microporos e incluso la perforación del depósito de acumulación por la corrosión de la pared interna. En lo que se refiere al exterior, los equipos deben contar con un revestimiento que los proteja tanto mecánica como térmicamente, y es que la existencia de un aislamiento adecuado es básico para poder evitar pérdidas de calor en el fluido almacenado.

- c) La geometría del tanque.

Es conveniente elegir equipos verticales donde la relación entre base y altura sea lo menor posible, para poder favorecer la estratificación. Internamente deberán, si es factible, tomarse medidas que impidan una mezcla excesiva o una circulación inadecuada. Para ello es también importante la correcta ubicación de las conexiones de alimentación, entrada, salida e intercambiadores en el depósito.

#### **5.5.4 Criterios de selección del acumulador**

Se deberán tener en cuenta los siguientes factores a la hora de realizar una correcta selección de los equipos pertenecientes al sistema de acumulación:

- a) Según el tipo de intercambio:
  - Será conveniente la utilización de equipos con intercambiador de calor integrado (sea serpentín o doble envolvente), de modo que la selección idónea será la de un interacumulador con serpentín interior debidamente dimensionado, que sea capaz de proporcionar el caudal punta necesario, con unos tiempos de recuperación suficientemente bajos, y con un rendimiento que proporcione un caudal continuo adecuado.
  - Para el caso de instalaciones en las que el sistema solar cuente con un subsistema de apoyo, se tenderá al empleo de acumuladores con doble sistema de transmisión de calor (típicamente equipos con doble serpentín), que permitirán una transferencia óptima de energía en el sistema global.
  - Se intentará que el o los equipos que vayan a recibir el aporte energético desde el sistema de apoyo cuenten con intercambiador integrado, ya que esto redundará en una menor inercia de la instalación y una mayor eficiencia.
  
- b) Según el material:
  - Será recomendable el empleo de equipos vitrificados para aplicaciones donde sea preciso instalar equipos de pequeño volumen.
  - Para las aplicaciones de mayor volumen es recomendable la selección de equipos de acero inoxidable.

- Se estudiará el empleo de equipos en acero inoxidable en función de la calidad del agua en cada zona, en concreto de su nivel de pH y contenido en cloruros.

## **5.6 Sistema de regulación y control**

El sistema de regulación y control es una de las partes más importantes de las instalaciones solares ya que consigue un control adecuado de las maniobras a realizar por cada uno de sus componentes de control. Una instalación que no realice con corrección las acciones previstas nunca va a dar los resultados energéticos esperados según el dimensionado inicial.

Unido al sistema de control se encuentra el sistema eléctrico, que protege los dispositivos eléctricos y electrónicos de la instalación de posibles sobrecorrientes en el circuito.

Una de las principales cuestiones que se plantean en las instalaciones solares térmicas es qué hacer con el exceso de calor que presentan las instalaciones solares en situaciones de parada. Y en este punto es fundamental el papel del sistema de control, a la hora de actuar como elemento de salvaguarda del sistema.

### **5.6.1 El sistema de control**

El sistema de control de una instalación solar debe regular los flujos de energía entre el campo de captadores, el sistema de acumulación y la demanda de consumo, consiguiendo que la instalación funcione, en cada momento, en su nivel de rendimiento óptimo.

Existen dos acciones de control destacables:

- Control a la carga: Busca una óptima transformación de la radiación solar en calor, y su posterior transferencia al sistema

de almacenamiento. Regula los estados de arranque y parada de la instalación solar, la parada del sistema por temperatura máxima y la prioridad entre las distintas aplicaciones que se puedan presentar en una instalación.

- Control a la descarga: Pretende garantizar una adecuada descarga de calor desde el sistema de almacenamiento hasta el consumo.

## **6. APLICACIONES EMPLEADAS**

En este punto se van a tratar las aplicaciones en relación con el presente proyecto, dejando para otra ocasión las demás utilidades de la energía solar.

### **6.1 Agua Caliente Sanitaria (ACS)**

El agua caliente sanitaria es, después de la calefacción, el segundo consumidor de energía de nuestros hogares. Satisfacer estas necesidades es lo suficientemente importante como para detenerse por un momento a considerar cuál es el sistema de agua caliente que mejor se ajusta a las circunstancias actuales.

En la actualidad la energía solar térmica ofrece una solución idónea para la producción de agua caliente sanitaria, al ser una alternativa completamente madura y rentable. Además, se trata de una aplicación que debe satisfacer a lo largo de todo el año la demanda requerida, por lo que la inversión en el sistema solar se rentabilizará más rápidamente que en el caso de otros usos de la energía solar, como por ejemplo la calefacción, que sólo tiene utilidad durante los meses fríos.

Con los sistemas de energía solar térmica se puede cubrir el 100% de la demanda de agua caliente sanitaria durante el verano y del 50 al 80% del total a lo largo del año; un porcentaje que puede ser superior en zonas con muchas horas de sol al año, como por ejemplo el sur de España.

El grado de desarrollo y comercialización de estos sistemas de producción de agua caliente es tal que ha llevado a esta aplicación a convertirse en la más popular de cuantas ofrece la tecnología solar actualmente. Y es que su uso no sólo se limita a las viviendas unifamiliares, sino también a edificios vecinales, bloques de apartamentos, hoteles, superficies comerciales y oficinas.

## **6.2 Calefacción por suelo radiante**

La calefacción por suelo radiante consiste básicamente en la emisión de calor por parte del agua que circula por tubos embebidos en la losa de hormigón que constituye el suelo. De esta forma se consigue una gran superficie como elemento emisor de calor. En los meses fríos, a una temperatura en torno a los 35-40 °C, el agua recorre los tubos que cubren el suelo y aporta el calor necesario para calefactar las estancias. Este rango de temperaturas bajas se acopla perfectamente con la producción de calor mediante captadores solares térmicos.

### **6.2.1 Componentes de la instalación**

Una instalación de climatización por suelo radiante se compone del generador, los elementos necesarios para la distribución del fluido y la regulación.

La opción a elegir toma como elemento de generación de calor la propia instalación de paneles solares térmicos. Que será la posibilidad que mejor se adapte al presente proyecto.

El elemento emisor para la distribución del fluido a lo largo de las estancias se compondrá de los siguientes ítems:

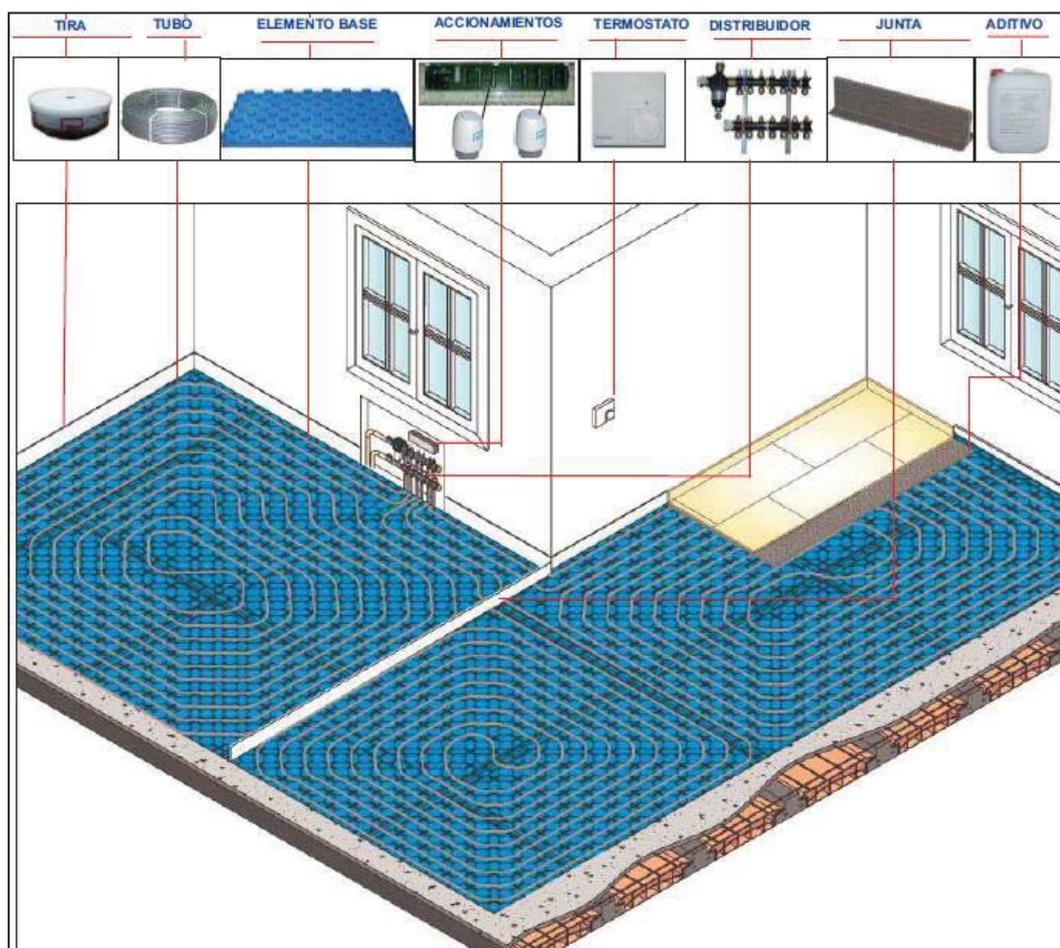


Fig. 5.- Distribución de los elementos que componen una instalación de suelo radiante.

a) Colectores:

El fluido portador es distribuido a los circuitos emisores mediante colectores de ida y retorno a los que se conectan. El conjunto colector incorpora una serie de elementos:

- Purgadores para extraer el aire contenido en la red de tuberías que dificulta la circulación del agua y disminuye la transmisión de calor.
- Válvulas de llenado y vaciado.
- Válvulas manuales en el colector de ida que permiten abrir o cerrar el paso de agua a los circuitos en función de la temperatura alcanzada en el local, con la posibilidad de

automatización mediante un termostato ambiente para zonificación de temperaturas.

- Reguladores de caudal de lectura directa que permiten ajustar fácilmente el caudal adecuado en cada circuito.
- Termómetros, tanto en la ida como en el retorno, para comprobación visual de las temperaturas del sistema.

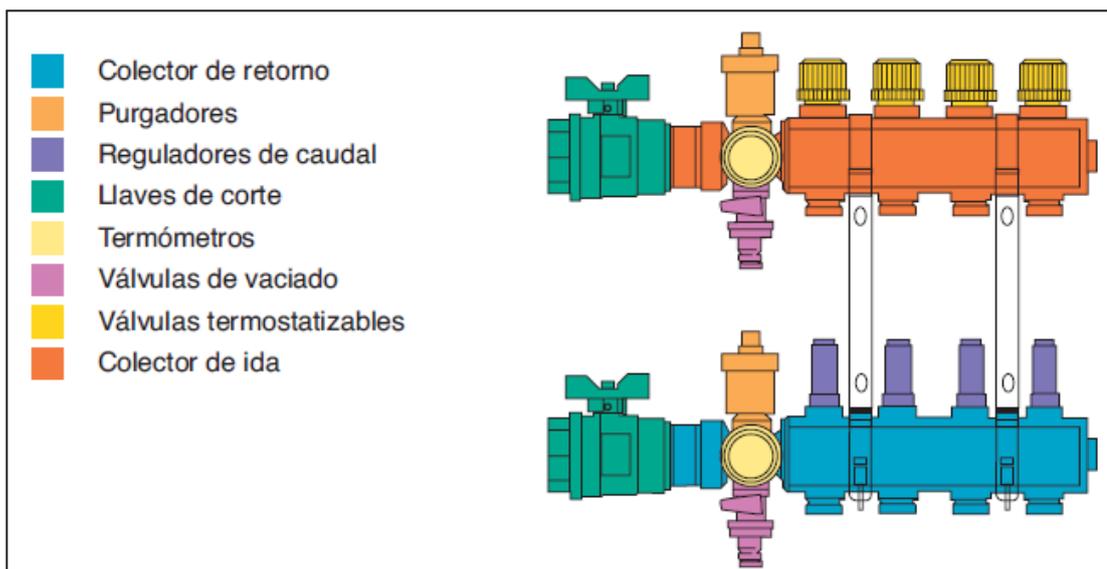


Fig. 6.- Esquema de colectores de suelo radiante

#### b) Tubo:

El tubo es el elemento principal. Es el encargado de transportar el agua a través de la instalación para la transmisión del calor. El polibutileno (PB) es, entre todos los materiales plásticos empleados en canalizaciones, el termoplástico que mejor se adapta al diseño y ejecución de las instalaciones de suelo radiante gracias a su flexibilidad y comportamiento a largo plazo. La distribución del tubo puede ser en serpentin o espiral, siendo esta última disposición la recomendada ya que permite una mayor uniformidad en la distribución del calor así como una mejor homogeneidad de temperaturas. En cualquier caso, deben respetarse siempre los radios de curvatura mínimos definidos para el tubo, que en el caso de tubo de polibutileno es ocho veces su diámetro.

c) Materiales aislantes:

La capa de aislamiento sobre el forjado evita que el calor desprendido por los tubos se transmita hacia la planta inferior.

La resistencia térmica de este material aislante permite maximizar esa transmisión de calor hacia el local ubicado por encima de ella. La colocación de estas placas aislantes debe efectuarse de modo que las juntas entre los paneles no estén alineadas unas con otras. La banda de zócalo perimetral se sitúa a lo largo de las paredes permitiendo el movimiento de la placa y evitando las pérdidas de calor en el perímetro del local. El babero plástico adherido a ella se coloca sobre las planchas aislantes, de modo que se impida cualquier filtración de mortero entre el zócalo y las planchas. La parte superior del zócalo perimetral no debe cortarse hasta que se haya completado el recubrimiento del suelo. La aplicación de este tipo de instalación requiere de unos niveles mínimos de aislamiento. Las temperaturas máximas, entre 29 y 35 °C, y mínima de 19 °C sobre la superficie del suelo determinan la capacidad máxima de emisión de calor en calefacción. Por este motivo, es requisito para la instalación el cumplimiento de los niveles de aislamiento requeridos por la NBE-Condicionés Térmicas en los Edificios.

d) Losa de mortero:

La placa de mortero rodea a los tubos y almacena y transmite el calor cedido por el agua que circula a través de los mismos. El espesor mínimo de esta capa por encima de los tubos, según indicación de la norma EN 1264 y por razones de ejecución, debe ser de 30mm como mínimo. Es recomendable el empleo de aditivos que fluidifican el hormigón, lo que permite un perfecto recubrimiento de los tubos y evita posibles bolsas de aire que afectan negativamente a la transmisión de calor.

e) Recubrimiento del suelo:

Los sistemas de climatización por suelo radiante permiten el empleo de cualquier tipo de pavimento, sin embargo, y como es lógico, su comportamiento ante la transmisión de calor diferirá en relación a los diferentes coeficientes de conductividad térmica.

f) Elementos de regulación y control:

Los elementos de regulación y control serán los que mejor se adapten al edificio teniendo en cuenta las horas de funcionamiento y tomando valores tales como la temperatura interior en los recintos o estancias, la temperatura exterior del edificio e incorporando la mejor señalización y recomendaciones posibles para su correcto uso y funcionamiento.

### **6.2.2 Ventajas de calefacción por suelo radiante**

La climatización por suelo radiante ofrece unas condiciones de máximo confort, y ello se debe a los siguientes factores:

- a) Hay una distribución uniforme de temperaturas con lo que se eliminan las zonas excesivamente frías o calientes y se genera una emisión o absorción de calor muy uniforme en todo el local.

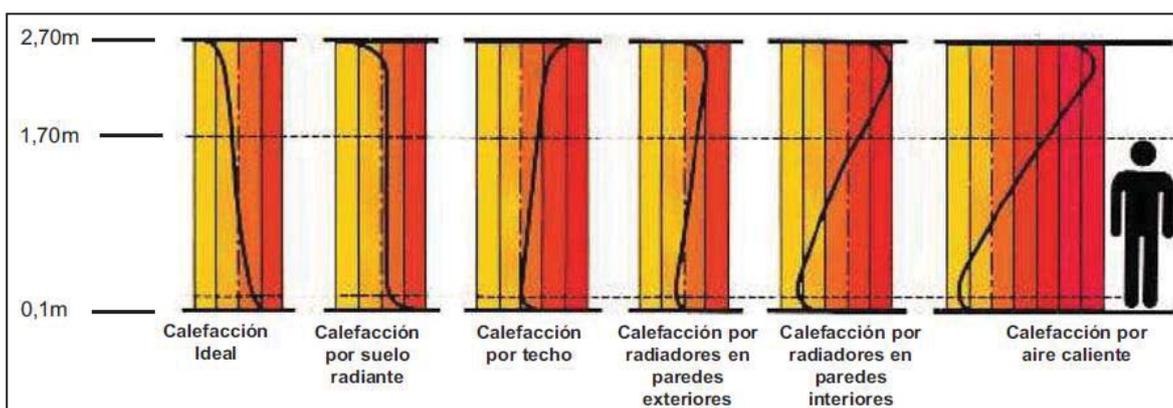


Fig. 7.- Distribución de temperaturas según el tipo de instalación

- b) Se eliminan las corrientes de aire, motivo de gran nivel de desconfort.
- c) Se dispone de un ambiente muy saludable al eliminarse las corrientes de aire que remueven el polvo y causan problemas entre las personas alérgicas, asmáticas, etc.
- d) La superficie del suelo pasa a ser el elemento emisor, con lo que se evitan los problemas que suelen originar otro tipo de elementos emisores en lo que a decoración se refiere.
- e) Es la instalación ideal en locales con techos elevados puesto que se mantienen las condiciones de confort en la zona de ocupación.
- f) Se reduce el coste energético de la instalación, ya que permite trabajar con temperaturas inferiores en calefacción y superiores en refrescamiento con grado de confort equivalente.
- g) Es una instalación silenciosa, debido a la ausencia de radiadores y a las características propias de la tubería de polibutileno.

### 6.2.3 Inconvenientes de calefacción por suelo radiante

- a) El precio de las instalaciones de calefacción en suelos radiantes es muy superior a otro tipo de instalaciones de calefacción, como la de radiadores, sean tradicionales, acumuladores, de aceite, etc.
- b) Condiciona la elección de materiales para el suelo de la vivienda o habitación, dado que está totalmente desaconsejado este tipo de calefacción en suelos de cualquier tipo de madera, parquet, corchos, etc.

- c) Aunque los cálculos de costes sean positivos para su instalación, debe valorarse la magnitud de la obra a realizar. Aunque no todas las instalaciones son iguales, ya que por ejemplo, los suelos radiantes eléctricos requieren menos obra que los suelos radiantes por agua.

## **7. SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **7.1 Principio de circulación**

Se ha optado por una instalación de circulación forzada. Siendo el funcionamiento debido al accionamiento eléctrico de las bombas.

De esta manera se puede controlar el funcionamiento de la instalación mediante regulación electrónica. Además será posible controlar cualquier sobret temperatura en el depósito de acumulación.

### **7.2 Sistema de expansión**

Se ha seleccionado un sistema de circuito cerrado con vasos de expansión. Algunas de las ventajas que ofrece este sistema son:

- Evita las pérdidas por evaporación del fluido del circuito.
- Evita los riesgos de corrosión de las tuberías por contacto con el oxígeno atmosférico.
- No es necesario aislarlo.
- Su montaje es fácil. No es necesario que esté en la parte más alta de la instalación como en el caso del vaso de expansión abierto.

### **7.3 Sistema de intercambio**

Se instalará un sistema indirecto, siendo el fluido del circuito primario distinto que el de consumo. Se dispondrá de un circuito primario y uno secundario. El intercambio de calor entre los dos circuitos se dará dentro de los propios depósitos interacumuladores, los cuales poseen serpentines interiores que serán los encargados de dicho intercambio de calor.

### **7.4 Solución de integración con el sistema de energía auxiliar**

Se tiene la instalación solar con acumulación, que sirve agua caliente sanitaria a una caldera. Cuando el agua sale del depósito de acumulación con una temperatura inferior a la requerida por la demanda, una válvula de tres vías se abrirá y permitirá el paso del agua por la caldera. De esta forma, se consigue un ahorro importante en la preparación del agua caliente sanitaria ya que, en el caso más desfavorable, el agua entrará a la caldera precalentada por efecto de los captadores solares. Se debe tener en cuenta que el sistema auxiliar deberá administrar la máxima potencia requerida en la instalación con el fin de eliminar fallos de suministro en el caso de que la instalación solar no esté en funcionamiento. Atendiendo siempre al Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

### **7.5 Sistema de captación**

El tipo de captador elegido es de placa plana, ya que este tipo es el más indicado para aplicaciones de baja temperatura, como es el presente caso, proporcionando el máximo rendimiento. Además son muy recomendables para instalaciones de ACS y calefacción.

### **7.6 Sistema de acumulación**

Se han elegido acumuladores de acero vitrificado con protección catódica antilegionella.

### **7.7 Sistema de regulación y control**

Se dispondrá de un regulador electrónico encargado de controlar diferentes puntos de la instalación, colocando sondas de temperatura y un presostato con el fin de controlar los valores de temperatura en puntos clave, como la salida de los captadores, el fondo del acumulador, la salida del acumulador, así como su entrada y la presión del circuito. De esta manera, teniendo programado el controlador para unos determinados valores, se conseguirá que actúe sobre el sistema poniendo en marcha la bomba, parándola, actuando sobre el presostato para que cierre el circuito o sobre la válvula de tres vías para que permita el paso del agua que sale del acumulador hacia la caldera en caso de ser necesario.

## **8. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS**

En las instalaciones solares es muy importante diseñar y mantener las condiciones de operación de las instalaciones dentro de los requisitos preestablecidos en las normas EN12075, EN12976 e ISO9806.

Cuando se diseña un campo de captadores formado por varias baterías, conectadas entre si en serie y/o en paralelo, hay que proyectar una válvula de seguridad entre cada dos válvulas de corte, que suelen estar situadas a la entrada y a la salida de cada batería de captadores.

Para evitar posibles problemas de quemaduras, las válvulas de seguridad deben estar siempre conducidas, y los conductos de escape deberán estar realizados en materiales que soporten la corrosión.

Las válvulas de seguridad deberán soportar las temperaturas máximas alcanzadas en la instalación, y sus conductos de escape deberán tener un diámetro adecuado al área de captadores instalada.

En el ramal principal de agua fría del circuito primario de la instalación

deberá montarse una válvula de seguridad principal, que deberá responder antes que las válvulas de seguridad instaladas en cada batería del campo de captadores, y diseñada para soportar, al menos, la temperatura máxima que pueda originarse en la zona en que haya sido instalada cuando se alcancen condiciones de estancamiento en el campo de captadores.

La instalación solar deberá contar con un vaso de expansión en el circuito primario solar. Este vaso deberá tener un volumen de expansión suficiente para poder soportar la cantidad de vapor equivalente a la instalación en su momento de máxima potencia.

El principal inconveniente que pueden plantar las instalaciones solares, desde el punto de vista de la seguridad, es el comportamiento de las mismas en condiciones de estancamiento. En instalaciones solares dedicadas a la preparación de ACS y calefacción, la máxima demanda de energía coincide con el periodo en que el aporte solar es mínimo: el invierno. Por tanto, hay que tener mucha precaución al diseñar instalaciones solares, para no sobrepasar en exceso la energía necesaria en verano.

En consecuencia, podría concluirse que el primer paso para evitar grandes sobrecalentamiento de la instalación parada en épocas de elevada radiación es el diseño óptimo del campo de captadores. El pliego de condiciones técnicas de IDAE indica que no debe sobrepasarse en ningún mes el 110% de la energía necesaria, y en no más de tres meses seguidos el 100%.

Pero, aun en el caso en que se haya diseñado correctamente, nada puede asegurar que a lo largo de la vida de la instalación no se vayan a producir disminuciones esporádicas en el consumo de la instalación que lleven a la misma a condiciones de estancamiento, con peligro de sobrecalentamiento excesivo.

En consecuencia, habrá que disponer de un sistema que evite que se alcancen sobretemperaturas elevadas en la instalación. Principalmente, se presentan dos posibles soluciones al problema de sobretemperaturas de la

instalación:

- Tapado de captadores.

Esta solución puede ser interesante en instalaciones con un reducido número de captadores, que presenten reducciones en el consumo programadas a priori. Consiste en cubrir todo o parte del campo de captadores con lonas pintadas de colores reflectantes, de modo que la superficie de captadores expuesta, y por tanto, la energía generada por los mismos, se adecue a las necesidades de la instalación en cada temporada.

- Mecanismos de disipación externos.

Este método es el ideal, pues no tiene que pronosticar con antelación la reducción en el consumo de la instalación solar.

El primer paso sería buscar una aplicación a la que servir calor en aquellas épocas en las que sobra calor, como podría ser el calentamiento del vaso de una piscina o una aplicación de refrigeración mediante energía solar. Si no es posible disipar calor en alguna otra aplicación, habrá que proveer la instalación de mecanismos de disipación externos, como puede ser un aerotermo.

#### Higiene en las instalaciones solares térmicas.

En el año 1976, tuvo lugar en Filadelfia, Estados Unidos, una epidemia de neumonía que afectó a efectivos de la Legión Americana, de ahí que se denominase como legionela o enfermedad del legionario.

La *legionella pneumóphila* es una bacteria que no afecta al ser humano al ser ingerida, pero que provoca unos cuadros clínicos severos cuando se inhala, en forma de aerosol, en suficiente concentración.

La bacteria de la legionela encuentra favorecido su desarrollo bajo determinadas condiciones ambientales. En el agua tibia, entre 20 y 45°C, la bacteria se reproduce con celeridad, alcanzando su máximo nivel de desarrollo en el entorno de los 37°C. Por encima de los 70°C la bacteria muere, y a temperaturas bajas queda en estado de letargo.

La organización mundial de la salud (OMS) establece una serie de recomendaciones para las instalaciones de preparación de ACS, con el fin de disminuir la capacidad de proliferación y distribución de esta bacteria en los circuitos de consumo. Este organismo establece que “el agua debe ser almacenada a una temperatura superior a 60°C y distribuida a menos de 50°C hasta en el punto más lejano de la instalación.”

Otras normas, como es el caso de la ISO 100-030-94, establecen criterios para prevenir la infección por *legionella pneumóphila*. En este caso, se establece que el sistema de calentamiento sea capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70°C periódicamente.

El Real Decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, dicta una serie de requisitos técnicos que afectan a las instalaciones de energía solar térmica.

- Los acumuladores deben ser accesibles para limpieza, desinfección y toma de muestras. También deberán certificar que no existen fugas y que no tiene lugar ningún retorno no deseado.
- En el circuito secundario de preparación de ACS hay que conseguir una temperatura superior a los 60°C en el punto más alejado o en el circuito de retorno. Al mismo tiempo, la instalación debe estar preparada para soportar temperaturas superiores a 70 °C.
- Para instalaciones que tengan como elemento de preparación del ACS la energía solar térmica, en los términos que establece el Real Decreto 865/2003, cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de

un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60°C en otro acumulador final antes de la distribución hacia el consumo.

Un modo sencillo de evitar los problemas relacionados con la legionela es no utilizar la acumulación solar directamente para el suministro. Por un lado, los consumos están garantizados gracias al “almacenamiento de energía” mediante acumuladores, con la diferencia de que estos acumuladores son de inercia y por tanto no almacenamos agua de consumo. Por otro lado, al no tener almacenada el agua de consumo, la probabilidad de aparición de legionela es nula. Además, los consumos en combustibles convencionales se reducen, no sólo por el hecho de utilizar una instalación de energía solar, sino también porque no hay que subir la temperatura de los depósitos de acumulación hasta el valor establecido en el Real Decreto, ya que no se acumula agua de consumo.

Muchos fabricantes de sistemas y diseñadores, apuestan por esta tecnología de calentamiento instantáneo de ACS. Mediante este sistema se utiliza la energía almacenada en los depósitos de inercia para calentar de forma instantánea el agua de consumo. Este calentamiento se produce de forma eficiente mediante un sistema de bombeo e intercambio que regula en todo momento la temperatura de consumo deseada y el caudal demandado, garantizando de esta forma que se dispone de agua caliente en cualquier instante y en cualquier punto de la instalación.

Para instalaciones prefabricadas, a efectos de prevención de la legionelosis, se alcanzaran los niveles térmicos necesarios según normativa, mediante el no uso de la instalación. Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin de y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante, se podrán realizar otros métodos de tratamiento

antilegionela permitidos por la legislación vigente.

## 9. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Se trata de un Centro de Enseñanza Secundaria Completa formado por la articulación de tres edificaciones que se disponen a lo largo de la traza de los bordes Norte y Oeste de la parcela. Cada pieza tiene una ley de formación completamente distinta, respondiendo a tipologías edificatorias también distintas. El nexo de unión entre ellas es directo mediante puertas, que conectan los puntos extremos del Centro, estableciendo conexiones variadas entre los tres edificios.

De esta manera, el edificio A, que se desarrolla en tres plantas, se ordena interiormente mediante un esquema lineal de estancias. La planta baja de dicho edificio corresponde a la parte de Administración del Centro y la cafetería. El corredor, que parte del origen de recorridos que es el vestíbulo general, presenta una fachada acristalada hacia el patio, orientación Norte y todo el edificio A posee una fachada plana. En las sucesivas plantas se desarrolla el Aulario y laboratorios. Este edificio no posee planta Semisótano.

El edificio B, se desarrolla en cuatro plantas y presenta un esquema también lineal; el corredor principal soporta todos los elementos de accesos, servicios, etc y donde destacaremos el cuarto de maquinaria del ascensor y el de contadores. En este edificio también cabe destacar el cuarto de calderas. En dicha sala de máquinas se encuentran instaladas las calderas de calefacción y producción de ACS, los depósitos de expansión, todas las tuberías de interconexión entre los diferentes equipos, así como el correspondiente cuadro eléctrico de mando y control de cada uno de los equipos. Parte del aulario se desarrolla también en varias plantas de dicho edificio.

Por último el edificio C-Gimnasio, se sitúa en el extremo Sur del Centro y cierra el recinto por esa parte. Posee un acceso interior desde el edificio B, un acceso exterior lateral y otro en la parte trasera. Dicho edificio solo dispone de una planta (semisótano).

### 9.1 Distribución de superficies

A continuación se muestran, las superficies útiles de las diferentes estancias de cada edificio.

EDIFICIO A	SEMISOTANO		PLANTA BAJA		PLANTA 1		PLANTA 2	
	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )
Aulas					6	356.51	6	329.28
Aula de Música							1	81.07
Aula de Informática					1	54.72		
Laboratorio			3	161,80			1	83.54
Aulas diversificación							5	136.67
Departamentos					8	216.77		
Secretaría			1	45.89				
Despachos dirección			3	69,49				
Despacho Alumnos			1	27.12				
Aseos Profesores			1	9.97				
Aseos Profesoras			1	9.97				
Sala profesores			1	51.94				
Cafetería y anexos			1	79.37				
Sala usos múltiples			1	141.16				
Biblioteca			1	83.52				
Despacho AMPA			1	26.50				
Sala visitas			1	25.30				
	<b>CIRCULACIONES</b>							
Circulaciones				198,44		170,47		168,67
<b>SUP. ÚTIL AULARIO</b>				<b>768,67</b>		<b>798,47</b>		<b>799,23</b>
	<b>SUP. ÚTIL TOTAL</b>							<b>2.366,67</b>
	<b>SUP. CONTRUIDA TOTAL</b>							<b>2.525,94</b>

Tabla 3.- Distribución de superficies I

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Esta tabla muestra las superficies dedicadas al Aulario y cómo están distribuidas. Para cada planta del edificio existe un número determinado de estancias.

EDIFICIO B	SEMISÓTANO		PLANTA BAJA		PLANTA PRIMERA		PLANTA SEGUNDA	
	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )	Nº	SUP. (M <sup>2</sup> )
Aseos			2	55,18			2	55,18
Aula taller			1	129,55				
Conserjería			1	41,80				
Aseos					2	55,2		
PCPI					1	127,75		
Tutoría alumnos					1	40,35		
Aula plástica							1	126,85
Tutoría							1	40,35
Cuarto de basuras	1	13,44						
Personal subalterno masc.	1	9,02						
Personal subalterno fem.	1	9,02						
Cuarto limpieza	1	11,89						
Cuarto calderas	1	16,37						
Grupo electrógeno	1	12,47						
Aljilbes y bombas incendios	1	34,34						
Almacenes	3	128,15						
Vestuarios adaptados	2	9,36						
Vestuarios	2	51,50						
	<b>CIRCULACIONES</b>							
Circulaciones		138,8		88,44		50,46		50,46
SUP. ÚTIL ADMINISTRACIÓN		434,36		314,97		273,76		272,84
	SUP. ÚTIL TOTAL							1.295,93
	SUP. CONTRUIDA TOTAL							1.547,83

Tabla 4.- Distribución de superficies II

Se muestran las superficies de la planta de Administración distribuyéndolas a lo largo de la planta baja del edificio A ya que, este edificio, que pertenece al instituto, no posee una planta semisótano.

GIMNASIO (Edificio C)	SUP. (M <sup>2</sup> )
Pista Deportiva	480,61
Despacho Monitor	8,40
Almacén Deportivo	11,93
Aseos monitor	4,40
CIRCULACIONES	7,02
SUP. ÚTIL	512,36
SUP. CONTRUIDA TOTAL	533,30

Tabla 5.- Distribución de superficies III

Se observan los recintos que componen el gimnasio, además de tener una pista, de gran superficie, se consideran los aseos. El edificio C sólo posee una planta (semisótano).

SUPERFICIES TOTALES (M <sup>2</sup> )	
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL	4.174,96
SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL	4.607,07

Tabla 6.- Distribución de superficies totales

Aquí se muestran las superficies totales de todo edificio, la útil y la construida total. Esta suma abarca las superficies de los tres edificios que componen la estructura del instituto objeto del proyecto.

## **10. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA**

A continuación se muestra un resumen fotográfico de la zona y del edificio en cuestión. Con el fin de que ayude a entender, de forma sencilla, las instalaciones proyectadas.



Fig.8.- Fachada Noroeste y entrada al Centro.



Fig.9.- Perspectiva delantera de Aulario y Administración



Fig.10.- Fachada trasera del Edificio.



Fig.11 .- Entrada lateral edificio Polideportivo.



Fig.12.- Entrada principal del edificio



Fig.13.- Entrada exterior Polideportivo.

A continuación se muestran una serie de imágenes referidas al interior del edificio.



Fig. 14.- Hall



Fig. 15.- Aula de música



Fig. 16.- Aula de informática



Fig. 17.- Interior del Polideportivo



Fig.18.- Corredor



Fig. 19.- Biblioteca



Fig. 20.- Aula de tecnología



Fig. 21.- Aula de tecnología. Detalle de ventanales

Seguidamente se muestra una serie de fotografías referidas a algunos de los elementos proyectados para la instalación.



Fig. 22.- Captadores solares en serie



Fig. 23.- Estructura soporte en cubierta



Fig.24.- Aislamiento



Fig.25.- Aerotermos



Fig. 26.- Purgador



Fig. 27.- Válvula de compuerta y llave de paso



Fig. 28.- Depósitos interacumuladores con aislamiento. Vasos de expansión

## 11. CONSUMO DE ACS

El instituto tiene unas características singulares, en lo que a consumos se refiere. El edificio sólo funciona cinco días a la semana, de lunes a viernes, y durante seis horas al día, de 8:30 horas a 14:30 horas; además en los meses de julio y agosto el instituto permanece cerrado, por lo que dejan de existir consumos en esos meses. Este uso, restringido, hace que el gasto de ACS, aunque sea elevado y puntual, esté concentrado en unas horas determinadas del día, que curiosamente, coinciden con las horas de mayor radiación.

A continuación se muestran los consumos hora a hora a lo largo del día. Se muestra el carácter paralelo de los valores de consumo y radiación.

Tiempo (horas)	Consumos (l)	Radiación (kJ/m <sup>2</sup> )
0,5	0	0
1,5	0	0
2,5	0	0
3,5	0	0
4,5	0	0
5,5	0	146
6,5	0	381
7,5	0	717
8,5	230	1068
9,5	220	1391
10,5	260	1637
11,5	311	1771
12,5	309	1771
13,5	225	1637
14,5	245	1391
15,5	0	1068
16,5	0	717
17,5	0	381
18,5	0	146
19,5	0	11
20,5	0	0
21,5	0	0
22,5	0	0
23,5	0	0

Tabla 7.- Consumos

Con el fin de realizar los cálculos para el dimensionamiento de la instalación de paneles solares para la obtención de ACS en el edificio, se dispondrá de estos datos más adelante.

## 12. ELEMENTOS ELEGIDOS

A continuación se muestra una relación de los elementos elegidos para la realización del presente proyecto.

### Captadores solares:

Se ha optado por la instalación de captadores solares planos modelo FKT-1 S Junkers de alto rendimiento, con tratamiento altamente selectivo para montaje en vertical.

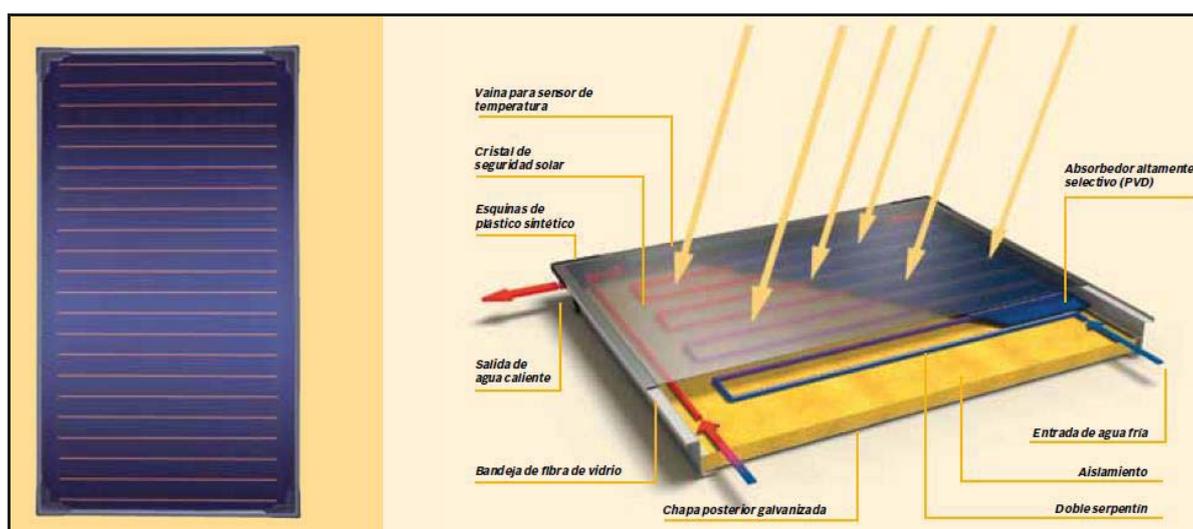


Fig. 30.- Esquema de captador solar plano.

Sus características son las siguientes:

Fabricante: Bosch Thermotechnik, GmbH.

Nombre comercial (marca/modelo): Junkers FKT - 1S.

Tipo de captador: plano.

Año de producción: 2005.

Dimensiones:

Longitud: 2.068 mm.

Ancho: 1.142 mm.

Altura: 89 mm.

Área de apertura: 2,24 m<sup>2</sup>

Área de absorbedor: 2,24 m<sup>2</sup>

Área total: 2,36 m<sup>2</sup>

Especificaciones generales:

Peso: 47 kg.

Fluido de transferencia de calor: Agua/glicol.

Presión de funcionamiento Máx.: 10 bar.

Rendimiento térmico:

$\eta_0$	0,881	
$a_1$	3,653	W/m <sup>2</sup> K
$a_2$	0,0146	W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>
Nota: referente al área de apertura		

Fig. 31.- Rendimiento de captador

Potencia extraída por unidad de captador (W):

$T_m - T_a$ en K	400 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>	1.000 W/m <sup>2</sup>
10	646	1.195	1.744
30	455	1.004	1.553
50	237	786	1.335

Fig. 32.- Potencia de captador

Ventajas:

- Circuito hidráulico en doble serpentín. El diseño del absorbedor evita sobrecalentamientos en épocas de bajo consumo y elevada radiación en un captador con gran temperatura de estancamiento. Además, su reducida pérdida

de carga permite la conexión de hasta 10 captadores FKT en paralelo.

- Vidrio solar ligeramente estructurado. La calidad del vidrio utilizado en el FKT le permite alcanzar un máximo rendimiento y una gran estabilidad con el paso del tiempo.
- Conexiones metálicas flexibles. Facilitan el montaje de los captadores solares, proporcionando estanqueidad total y gran durabilidad. Para montaje en vertical y horizontal. La posibilidad de su montaje en horizontal le permite adaptarse a un gran número de instalaciones, aumentando la estética de las mismas.

Con estos datos se ha seleccionado la colocación de 22 captadores de este modelo para la instalación de ACS y la cantidad de 65 captadores de idéntico modelo para la instalación de calefacción por suelo radiante.

#### Estructura soporte:

Se ha optado por la elección de una estructura soporte de captadores solares ofrecida por el mismo fabricante de los paneles con el fin de tener un acople perfecto. Se trata de una estructura soporte para 4 y 5 captadores verticales modelo FV4 y FV5 de la marca Junkers para cubiertas planas y captadores verticales.

#### Depósitos interacumuladores:

Teniendo en cuenta todos los cálculos realizados en el presente proyecto se ha optado por la colocación de cuatro interacumuladores de 2500 litros con serpentín modelo Lapesa Master Vitro MVV2500SSB con protección catódica Correx Up. Están fabricados en acero vitrificado y destinados a la producción y acumulación de agua caliente sanitaria y calefacción. Están además aislados con 80 mm de espesor de espuma rígida de poliuretano de densidad optimizada y libre de CFC, inyectada en molde, lo que hace que hace de esta serie que una de sus características más importantes sea

precisamente su capacidad de acumulación. Otra de sus características es el sistema de intercambiadores. Se trata de un conjunto desmontable de serpentines que unen los colectores de ida y retorno del circuito primario, fabricados en acero inoxidable e instalados en el depósito acumulador a través de la boca lateral de hombre DN400 el cual incorpora su aislamiento térmico convenientemente adaptado. Todos disponen de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de producción de ACS o como sistema de apoyo a una fuente energética externa.

Los depósitos Master Vitro se suministran de serie con equipo de protección catódica permanente Lapesa Correx Up.

<b>Características técnicas</b>		
Temperatura máx. ACS	°C	90
Presión máx. depósito ACS (*)	bar	8
Temperatura máxima c. primario (**)	°C	120
Presión máxima c. primario	bar	25

Fig. 33.- Características técnicas del interacumulador Lapesa

#### Bombas de circulación:

Para la instalación de ACS se ha seleccionado una bomba de circulación Wilo Stratos Pico 25/1-6. Se trata de una bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la potencia integrada. Con una potencia absorbida de 40 W es la que mejor se adapta a los requisitos de la instalación.

Qmax: 4 m<sup>3</sup>/h

Hmax: 6 m

Para la instalación de calefacción por suelo radiante se ha seleccionado una bomba de circulación Wilo Stratos 25/1-6 CAN. Se trata de una Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada o embridada, motor EC con adaptación automática de potencia y con una potencia absorbida de 85 W.

Qmax: 62 m<sup>3</sup>/h

Hmax: 13 m

Para la instalación de suelo radiante, en la distribución de colectores se han seleccionado tres bombas modelo Wilo Star RSG- 30/7. Se trata de una bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada. Velocidades preseleccionables para la adaptación de la potencia y con una potencia absorbida de 320 W.

Qmax: 5,5 m<sup>3</sup>/h

Hmax: 8 m

En este caso se han elegido bombas de la marca Wilo que aportan calidad y apoyo en mantenimiento. En el anexo de fichas técnicas de la memoria quedan especificadas todas características de las mismas.

#### Vasos de expansión:

En este proyecto se ha optado por instalar un vaso de expansión por cada interacumulador, ya que se trata de una instalación con un volumen elevado y de esta manera se controlan los cambios de temperatura compensando los niveles de presión y evitando la sobrepresión.

Para la instalación de ACS se ha seleccionado un vaso de expansión Sedical Refix DT5 con un volumen de 60 litros, para instalaciones de agua potable, con incrementos de presión y calentamiento de agua.

Este modelo de vaso tiene las siguientes características:

- Con válvula de recirculación del agua antilegionela, incluido cierre y vaciado (60 a 500 litros).
- Membrana recambiable según según DIN 4807. T<sup>a</sup> máxima hasta 70°C, KTW C, W 270.

- Fabricados y probados según DIN 4807 T 5, DIN DVGW Reg. nº NW 9481AU2133 y NW 9481AT2535.
- Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color verde.
- Presión inicial 4,0 bar.

Para la instalación de calefacción por suelo radiante se ha optado por la colocación de tres vasos de expansión, uno por cada interacumulador, de marca Sedical modelo Reflex S con un volumen de 80 litros para sistemas solares, de calefacción y climatización.

Este modelo de vaso tiene las siguientes características:

- Para líquidos anticongelantes hasta 50%.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable según DIN 4807. Tª máxima hasta 70°C.
- Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color rojo.
- Presión inicial 8-33: 1,5 bar.
- Presión inicial 50-600: 3,0 bar.

#### Sistema de regulación y control:

Se ha seleccionado un controlador solar por temperatura diferencial Junker TDS 300 que permite al mismo tiempo trabajar como medidor de la energía aportada por el sistema solar (cuando se conecta al caudalímetro de impulsos WMZ 3).

Sus características son las siguientes:

- Hasta tres aplicaciones simultáneas
- 8 entradas para sondas de temperatura NTC
- 1 entrada para un caudalímetro

- 2 salidas triac (velocidad variable
- 3 salidas 230 V / 50 Hz
- 1 interface para PC (RS 232)
- Display LCD iluminado y animado
- 27 sistemas preconfigurados con pictogramas
- Función Refrigeración, que reduce los tiempos de estancamiento en verano y Función Sur de europa o antihielo electrónico
- Regulación de velocidad en bomba
- Ajuste del diferencial de temperatura
- Dimensiones: 190 x 170 x 50 mm
- Montaje sobre pared
- Incluye dos sondas de temperatura NTC

#### Conducciones:

Para el circuito hidráulico del primario se han seleccionado una serie de diámetros de tubería de cobre, ya que es el material óptimo para esta aplicación.

Para el circuito de suelo radiante se han elegido tubos de Polytherm Evohflex, de polietileno reticulado, muy aconsejados para este tipo de instalaciones.

#### Aislamiento:

Para evitar las pérdidas de calor por las conducciones y los accesorios, es necesario que estén aislados como se ha comentado anteriormente, para lo cual se han desarrollado los cálculos oportunos para determinar el diámetro necesario para el aislante.

Se ha elegido un aislamiento de tuberías para calor con coquillas flexibles, modelo Armaflex SH de la marca Isover.

Este aislamiento se compone de espuma elastomérica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.

Se ha elegido este producto debido a que está indicado para aislamiento térmico en sistemas de calefacción e hidrosanitaria, y además se indica que cumple con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) apéndice 03.1.

Algunas de sus características:

- Campo de aplicación: de +10 °C a +105 °C.
- Tiene una conductividad térmica de 0,037 W/ (m.k) a una temperatura de 20°C.

#### Valvulería y componentes hidráulicos:

Para los circuitos hidráulicos son necesarios diferentes tipos de válvulas para diferentes aplicaciones.

En este caso se necesitarán:

- Válvulas que se encarguen de cortar la circulación en diferentes puntos, cuando la situación lo requiera. Para esta aplicación se emplearán válvulas de esfera. Su accionamiento será manual mediante una palanca.
- Válvulas para el llenado y el vaciado. Será necesario disponer de válvulas que permitan llenar, recargar o vaciar el circuito en caso de que fuera necesario. Para esta aplicación se utilizarán válvulas de esfera nuevamente.
- Válvulas destinadas a la seguridad. Es imprescindible tener un sistema que permita saber si en algún momento la instalación eleva su presión hasta valores indeseados y será necesario disponer de un elemento que actúe en caso de que esto se

- produzca. Para este fin se emplean las válvulas de resorte, que se taran a una determina presión y actuarán en caso de que el circuito tenga una presión elevada.
- También será necesaria una válvula de tres vías en cada instalación, para conectar si fuera necesario con el sistema auxiliar de aporte de energía.
  - Dada la necesidad del control de la temperatura en diferentes puntos de la instalación, es preciso contar con instrumentos que cumplan esta función. Para este fin se emplean termostatos.
  - Es necesaria la existencia de un purgador que tiene como función evacuar los gases (no disueltos) contenidos en el fluido caloportador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.
  - También será necesario un desaireador, que asegura que los gases disueltos en el líquido sean evacuados hacia el exterior por el purgador. La forma más sencilla de lograrlo es haciendo que la fuerza centrífuga lance el agua hacia las paredes, mientras que el aire al ser más ligero se acumula en el centro y asciende a través del mismo, siendo evacuado por el purgador que está situado en la parte superior. Se colocará un dispositivo purgador-desaireador antes de la entrada del interacumulador.
  - Otro elemento necesario es el manómetro, el cual se encarga de proporcionar el valor de la presión en el circuito. Se seleccionará un manómetro para la colocación en paralelo con la bomba de circulación del circuito primario.
  - Además de instalará un grifo de desagüe para el vaciado de la instalación en caso de ser necesario.

- Se dispondrá por otro lado de un presostato en cada instalación, para evitar que el circuito aumente demasiado la presión, pudiendo causar problemas. Se conecta al regulador.
- Teniendo en cuenta las altas temperaturas que puede alcanzar al instalación en verano, se va a dotar a la misma de un aerotermo Escotherm. Los aerotermos son unos aparatos de gran solidez que hacen circular el aire a través de una batería alimentada por agua, vapor, aceite térmico o electricidad, realizando el intercambio térmico e impulsando y dirigiendo éste, una vez caliente, a la instalación a calefaccionar.

#### Sistema auxiliar:

Como ya se ha comentado en la primera parte de la memoria, será necesario un sistema de apoyo de energía, es decir, una caldera o calentador que proporcione la energía extra necesaria para soportar la demanda.

Atendiendo a los cálculos realizados, se estima oportuno colocar 2 calderas de gas natural , y puesto que todo el equipo elegido es de la marca Junkers, optaremos por una caldera también de esta marca para garantizar un acople perfecto. Así, la opción que nos ofrece dicha marca acorde a las características de nuestra instalación, es la caldera Suprapur de 40 kW, cuyos datos técnicos se especifican dentro del apartado de fichas técnicas correspondiente.

Sus características son las siguientes:

- Caldera de fundición de Aluminio-Silicio compacta y de alto rendimiento, con sistema de regulación MX25.
- Potencias desde 15 hasta 40Kw
- Rendimiento estacional de hasta un 109,2%
- Sistema de regulación Mx25 integrado con el nuevo controlador Junkers CW400.
- Amplio rango de modulación del 18% al 100% -Servicio de mantenimiento sencillo

- Dimensiones y pesos reducidos. Facilidad de mantenimiento, todos los componentes son accesibles desde el frontal.
- Ideal para remplazar calderas atmosféricas antiguas con una solución moderna y eficiente.
- Muy bajos niveles de ruido (< 45 dB(A))
- Gracias al elevado contenido de agua del bloque de calor, la conexión hidráulica es muy sencilla (sin montaje de compensador hidráulico).
- Posibilidad de combinación con acumuladores de a.c.s. verticales (160 a 300Litros) con vitrificado para la perfecta higiene del agua.

### **13. PLANIFICACIÓN PERT**

Se tienen definidos los objetivos de manera clara y precisa, se cuenta con los recursos y apoyos necesarios para llevarlos a cabo, etc., pero esto no sirve de nada si no se cuenta con una planificación de la duración de cada una de las fases del proyecto.

De esta manera se puede prever un control relativo sobre los tiempos de ejecución de la instalación; conocer los plazos de duración de cada una de las fases del trabajo nos permitirá aproximar el tiempo máximo de duración.

Puesto que las dos instalaciones son paralelas los trabajos en ambas se realizarán al tiempo.

#### **Planificación de los trabajos:**

- Instalación del subconjunto de captación
- Instalación del subconjunto de acumulación
- Instalación del subconjunto de termotransferencia
- Instalación del subconjunto de regulación
- Puesta a punto de la instalación

### **Justificación del reparto de tareas:**

#### **-Primera fase**

Puesto que los sistemas de captación y acumulación están situados en lugares distantes, es posible el comienzo de las tareas al unísono. Así, cuando la última de ellas finalice se procederá a la instalación del resto del sistema hidráulico que une captación y acumulación, y que se engloba como subconjunto de termotransferencia.

#### **-Segunda fase**

Al finalizar la colocación e instalación de la totalidad de sistemas hidráulicos se comenzará la instalación del último sistema que corresponde al formado por las conexiones eléctricas y elementos de regulación.

#### **-Tercera fase**

Finalmente hay que establecer una última fase en la que se tratará de realizar los últimos retoques a la instalación así como ponerla en correcto funcionamiento.

**Desglose de tareas:**

Actividades	Tiempo (horas)
<b>Subsistema de captación</b>	
Estructura soporte	24
Captadores	9
Accesorios	2
<b>Subsistema de acumulación</b>	
Acumulador	2
Accesorios	1
<b>Subsistema de termotransferencia</b>	
Tuberías	30
Aislamiento	20
Depósito de expansión	0,5
Manómetros y termómetros	2,5
Válvulas y accesorios	4
Electrocirculadores	2,5
Purgadores	2,5
<b>Subsistema de regulación</b>	
Conexiones eléctricas	18
<b>Conexiones finales</b>	
Puesta en marcha	3
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>

Tabla 8.- Desglose de tareas

**Tabla de actividades precedentes:**

<b>Actividades</b>	<b>Actividad precedente</b>	<b>Duración (horas)</b>
A- Estructura soporte	-	24
B- Captadores	A	9
C- Accesorios	B	2
D- Depósito de expansión	-	0,5
E- Acumulador	-	2
F- Accesorios	E	1
G- Tuberías	C,D,F	30
H- Aislamiento	G	20
I- Manómetros y termómetros	H	2,5
J- Electrocirculadores	H	2,5
K- Purgadores	J	2,5
L- Válvulas y accesorios	H	4
M- Conexiones eléctricas	I,K,L	18
N- Puesta en marcha	M	3

Tabla 9.- Actividades Precedentes

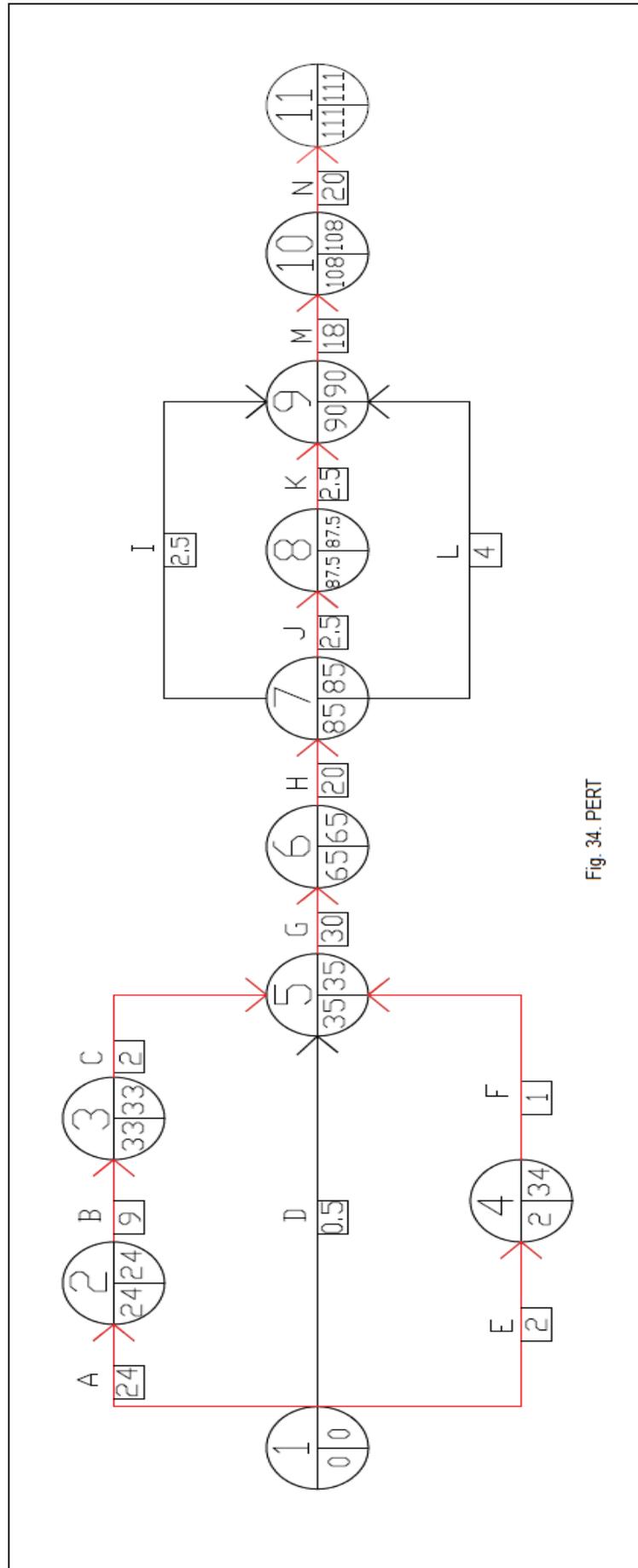


Fig. 34. PERT

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Actividades	Duración (h)	Más próxima		Más alejada		Margen
		E	Terminación	Iniciación	L	
A	24	0	24	0	24	0*
B	9	24	33	24	33	0*
C	2	33	35	33	35	0*
D	0,5	0	0,5	34,5	35	33,5
E	1	0	2	0	2	0*
F	1	34	35	34	35	0*
G	30	35	65	35	65	0*
H	20	65	85	65	85	0*
I	2,5	85	87,5	87,5	90	2,5
J	2,5	85	87,5	85	87,5	0*
K	2,5	87,5	90	87,5	90	0*
L	4	85	89	86	90	1
M	18	90	108	90	108	0*
N	3	108	111	108	111	0*

Tabla 10.- Actividades y duración

Las actividades marcadas con un (\*) corresponden a las actividades perteneciente a la ruta crítica.

Como se puede observar existen dos rutas críticas compuestas por las siguientes actividades:

A-B-C-G-H-J-K-M-N

E-F-G-H-J-K-M-N

Ambas rutas aparecen destacadas en rojo en el diagrama anterior.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández.

# **ANEXO A: CÁLCULOS**

## 1. CUMPLIMIENTO DEL CTE

### 1.1 Justificación de la opción elegida

Existen dos opciones contempladas por el CTE para determinar si un edificio cumple o no con la normativa establecida: Opción simplificada u Opción general.

- Opción simplificada.

Se puede utilizar esta opción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) El porcentaje de huecos en cada fachada tiene que ser  $< 60\%$  de la superficie.
- b) La superficie de lucernarios será inferior al  $5\%$  de la superficie de la cubierta.

Después de observar el edificio detenidamente se sospecha que no será posible el cumplimiento de la primera de las condiciones ya que una de las fachadas presenta una superficie de huecos, a simple vista, excesiva en concordancia con la norma.

Se realiza la comprobación para la primera de las condiciones tomando la fachada sureste, que es la que aparenta ser la más restrictiva.

Fachada sureste: Sup Total: 1185,16 m<sup>2</sup>  
Sup. Huecos: 778,64 m<sup>2</sup>  
 $\% \text{ Huecos} = 100 \cdot (778,64/1185,16) = 65,69\% > 60\%$

Como se sospechaba la fachada sureste supera el 60% de huecos de fachada, por lo que no será posible realizar los cálculos mediante la Opción Simplificada.

– Opción General.

El CTE dice: “El procedimiento de aplicación para verificar que un edificio es conforme con la opción general consiste en comprobar que:

- a) Las demandas energéticas de la envolvente térmica del edificio objeto para régimen de calefacción y refrigeración son ambas inferiores a las del edificio de referencia. Por régimen de calefacción se entiende, como mínimo, los meses de junio a septiembre, ambos inclusive.

Como excepción, se admite que en caso de que para el edificio objeto una de las dos demandas anteriores sea inferior al 10% de la otra, se ignore el cumplimiento de la restricción asociada a la demanda más baja.

- b) La humedad relativa media mensual en la superficie interior sea inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales. Comprobar, además, que la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se seca a lo largo de un año, y que la máxima condensación acumulada en un mes no sea mayor que el valor admisible para cada material aislante.
- c) El cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías [...]

Para la realización de todas estas comprobaciones se utilizarán los programas informáticos que puedan desarrollar el método de cálculo. En

este caso, se ha utilizado el programa LIDER (Limitación de la demanda energética), establecido por el CTE para el correcto cálculo de la demanda dentro de la normativa vigente.

### **1.2 Informe de conformidad (LIDER)**

# Código Técnico de la Edificación

---



**Proyecto: INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS**

**Fecha: 27/07/2016**

**Localidad: Suances**

**Comunidad: Cantabria**

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

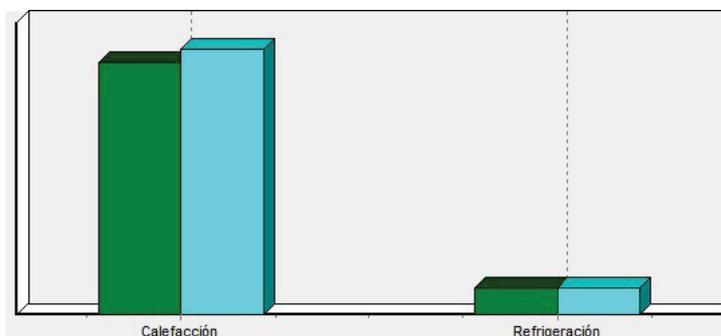
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
<b>Localidad</b> Suances	<b>Comunidad Autónoma</b> Cantabria
<b>Dirección del Proyecto</b> C/ Bellavista , 14 39350	
<b>Autor del Proyecto</b> Silvia Hernando Fernández	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b> <a href="mailto:acheefe28@gmail.com">acheefe28@gmail.com</a>	<b>Teléfono de contacto</b> 669938564
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	94,8	98,4
Proporciónrelativacalefacciónrefrigeración	90,6	9,4



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

### 3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

#### 3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clasehigrométrica	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01Espacio0	P01	Nivel de estanqueidad 3	3	1033,20	1,00
P02_E01	P02	Intensidad Alta - 24h	3	851,70	3,13
P02_E02_Escalera	P02	Intensidad Baja - 8h	3	15,72	3,13
P02_E03_Escalera	P02	Intensidad Baja - 8h	3	15,34	3,13
P02_E04_Escalera	P02	Intensidad Baja - 8h	3	15,66	3,13
P02_E05Espacio0	P02	Nivel de estanqueidad 3	3	2,38	3,13
P02_E06Espacio0	P02	Nivel de estanqueidad 3	3	409,17	3,13
P02_E07_Aseo_B_ni	P02	Intensidad Baja - 8h	3	20,18	3,13
P02_E08_Aseo_B_ni	P02	Intensidad Baja - 8h	3	21,37	3,13
P02_E09_Aseo_B_mi	P02	Intensidad Baja - 8h	3	6,13	3,13
P02_E10_8	P02	Nivel de estanqueidad 4	3	10,00	3,13
P03_E01	P03	Intensidad Alta - 24h	3	1230,22	3,13
P03_E02_Escalera	P03	Intensidad Baja - 8h	3	15,72	3,13
P03_E03_Escalera	P03	Intensidad Baja - 8h	3	16,15	3,13
P03_E04_Escalera	P03	Intensidad Baja - 8h	3	15,66	3,13
P03_E05_Aseo_0_ni	P03	Intensidad Baja - 8h	3	20,18	3,13
P03_E06_Aseo_0_ni	P03	Intensidad Baja - 8h	3	21,37	3,13
P03_E07_Aseo_0_mi	P03	Intensidad Baja - 8h	3	6,13	3,13
P03_E08_8	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	10,66	3,13
P03_E09_Escaleras	P03	Intensidad Baja - 8h	3	13,58	3,13
P03_E10_Sala_de_c	P03	Nivel de estanqueidad 4	3	17,96	3,13

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

Nombre	Planta	Uso	Clase higrométrica	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P04_E01	P04	Intensidad Alta - 24h	3	858,22	3,13
P04_E02_Escalera	P04	Intensidad Baja - 8h	3	15,72	3,13
P04_E03_Escalera	P04	Intensidad Baja - 8h	3	16,15	3,13
P04_E04_Escalera	P04	Intensidad Baja - 8h	3	15,66	3,13
P04_E05_Aseo_1_ni	P04	Intensidad Baja - 8h	3	20,17	3,13
P04_E06_Aseo_1_ni	P04	Intensidad Baja - 8h	3	21,37	3,13
P04_E07_Aseo_1_mi	P04	Intensidad Baja - 8h	3	6,13	3,13
P04_E08_Ascensor	P04	Nivel de estanqueidad 4	3	5,05	3,13
P04_E09_9	P04	Intensidad Baja - 24h	3	282,63	3,13
P04_E10_Escalera	P04	Intensidad Baja - 8h	3	13,58	3,13

## 3.2. Cerramientos opacos

### 3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/Kg)	Just.
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,567	1020,00	1000,00	-	10	
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,700	1350,00	1000,00	-	10	
PUR Proyección con CO2 celda cerrada [ 0.	0,035	50,00	1000,00	-	100	
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-	--
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10	
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	
BH convencionalespesor 200 mm	0,923	860,00	1000,00	-	10	
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	
Mármol [2600 < d < 2800]	3,500	2700,00	1000,00	-	10000	

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/Kg)	Just.
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1,300	1900,00	1000,00	-	10	
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,041	40,00	1000,00	-	1	
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80	
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50	
Betúnfieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000	
Hormigón con arcilla expandida como árido	0,550	1400,00	1000,00	-	6	
Hormigónarmado d > 2500	2,500	2600,00	1000,00	-	80	
Enlucido de yeso d < 1000	0,400	900,00	1000,00	-	6	
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,50	1000,00	-	100	
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4	
Tierra vegetal [d < 2050]	0,520	2000,00	1840,00	-	1	

### 3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C02_CV_1_2_pie_y_fabrica_2	0,52	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		PUR Proyección con CO2 celda cerrada [ 0.035	0,040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
C03_Cerramiento_perimetral_e	2,36	BH convencionalespesor 200 mm	0,200

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C03_Cerramiento_perimetral_e	2,36	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
C04_Forjado_sanitario_30_70	0,60	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,050
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
C05_Forjado_sanitario_30_70	2,57	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
C06_Forjado_sanitario_30_70	2,62	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
C07_Gravas_Conv_Losa_20	0,48	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100
		Betún fieltro o lámina	0,010
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,060
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Hormigón con arcilla expandida como árido princ	0,100
		Hormigón armado d > 2500	0,200
		Enlucido de yeso d < 1000	0,015
C08_Gravas_Inv_Losa_20	0,34	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,080
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Hormigón con arcilla expandida como árido princ	0,100
		Hormigón armado d > 2500	0,200
		Enlucido de yeso d < 1000	0,015
C09_Losa_25_Aisl_Superior	0,28	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,050
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,050

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C09_Losa_25_Aisl_Superior	0,28	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,080
		Hormigón armado d > 2500	0,250
		Enlucido de yeso d < 1000	0,015
C10_Losa_25_Aisl_Superior	0,44	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,080
		Hormigón armado d > 2500	0,250
		Enlucido de yeso d < 1000	0,015
C11_Losa_25_Aisl_Superior	0,44	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,080
		Hormigón armado d > 2500	0,250
C12_P1_1_LH70	2,60	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
C13_P1_1_LH70_y_PYL	0,86	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,030
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015
C14_Terreno_bajo_forjado_san	4,80	Tierra vegetal [d < 2050]	0,020

### 3.3. Cerramientos semitransparentes

#### 3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
V01_Acristalamiento_U_0_41_W	0,41	0,37	SI
V02_Acristalamiento_U_2_70_W	2,70	0,46	SI

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
V03_Acristalamiento_doble_co	2,80	0,56	SI

### 3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
R01_Generico	0,40	SI
R02_PVC_con_dos_huecos	2,20	SI

### 3.3.3 Huecos

Nombre	H01_Lucernario
Acristalamiento	V01_Acristalamiento_U_0_41_W
Marco	R01_Generico
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27,00
U (W/m²K)	0,41
Factor solar	0,33
Justificación	SI

Nombre	H02_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
Marco	R02_PVC_con_dos_huecos
% Hueco	4,30
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27,00
U (W/m²K)	2,68

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H03_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	4,44
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H04_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,05
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H05_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,90

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H06_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,95
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H07_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	16,00
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H08_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,88
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H09_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	4,76
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H10_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	4,75
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b> H11_Ventana	
---------------------------	--

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	5,24
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H12_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,18
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H13_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,03
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Nombre</b>	H14_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,95
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H15_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,32
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H16_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,98
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

JustificaciónSI	
-----------------	--

<b>Nombre</b>	H17_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,11
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H18_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,26
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H19_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,25
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H20_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,30
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H21_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,41
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H22_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>% Hueco</b>	10,72
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,65
<b>Factor solar</b>	0,42
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H23_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,83
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H24_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,60
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49
<b>Justificación</b>	SI

NombreH25	
-----------	--

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Acrisolamiento</b>	V02_Acrisolamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,89
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H26_Ventana
<b>Acrisolamiento</b>	V03_Acrisolamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,67
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H27_Ventana
<b>Acrisolamiento</b>	V03_Acrisolamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,69
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Nombre</b>	H28_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	3,97
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H29_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	10,34
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,65
<b>Factor solar</b>	0,42
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H30_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	5,42
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

JustificaciónSI	
-----------------	--

<b>Nombre</b>	H31_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,57
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H32_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	16,26
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,70
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H33_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,76
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H34_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	9,36
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,65
<b>Factor solar</b>	0,42
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H35_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	8,71
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,66
<b>Factor solar</b>	0,42
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H36_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>% Hueco</b>	5,20
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H37_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	8,31
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,66
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H38_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	5,83
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

NombreH39	
-----------	--

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Acrisolamiento</b>	V02_Acrisolamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,08
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H40_Ventana
<b>Acrisolamiento</b>	V02_Acrisolamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,88
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,66
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H41_Ventana
<b>Acrisolamiento</b>	V02_Acrisolamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	5,26
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Nombre</b>	H42_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	3,85
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H43_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,19
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,53
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H44_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,35
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

JustificaciónSI	
-----------------	--

<b>Nombre</b>	H45_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	15,28
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,48
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H46_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V03_Acristalamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	14,68
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,71
<b>Factor solar</b>	0,49
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H47_Ventana
<b>Acristalamiento</b>	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	5,11
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H48_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,34
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H49_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V03_Acrilamiento_doble_co
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	7,28
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,76
<b>Factor solar</b>	0,52
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H50_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>% Hueco</b>	5,17
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H51_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	6,55
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,67
<b>Factor solar</b>	0,43
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H52_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Acrilamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	4,35
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b> H53	
-------------------	--

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

<b>Acrisolamiento</b>	V02_Acrisolamiento_U_2_70_W
<b>Marco</b>	R02_PVC_con_dos_huecos
<b>% Hueco</b>	4,77
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	2,68
<b>Factor solar</b>	0,44
<b>Justificación</b>	SI

### 3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos, los cuales han de ser justificados en el proyecto:

	Y W/(mK)	FRSI
<b>Encuentroforjado-fachada</b>	0,41	0,75
<b>Encuentrosuelo exterior-fachada</b>	0,44	0,72
<b>Encuentrocubierta-fachada</b>	0,44	0,72
<b>Esquina saliente</b>	0,16	0,80
<b>Hueco ventana</b>	0,25	0,63
<b>Esquina entrante</b>	-0,13	0,82
<b>Pilar</b>	0,80	0,62
<b>Unión solera pared exterior</b>	0,13	0,74

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

## 4. Resultados

### 4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P02_E01	820,3	1	100,0	94,6	28,3	92,2
P03_E01	1198,8	1	33,0	91,1	60,2	98,8
P04_E01	826,8	1	99,6	97,9	35,5	99,6
P04_E09_9	282,6	1	11,2	77,4	100,0	101,3

HE-1 Opción General 	Proyecto INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS	
	Localidad Suances	Comunidad Cantabria

## 5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	PUR Proyección con CO2 celda cerrada [ 0.035 W/[mK]]
	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]
	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]
Acristalamiento	V01_Acristalamiento_U_0_41_W
	V02_Acristalamiento_U_2_70_W
	V03_Acristalamiento_doble_co
Marco	R01_Generico
	R02_PVC_con_dos_huecos

## 2. CÁLCULOS PARA ACS

### 2.1 Dimensionamiento de la superficie de captación

#### - Predimensionado

A continuación se realiza un predimensionado con el fin de estimar la superficie de captación necesaria para la elaboración correcta de la instalación proyectada. Como se trata de un edificio destinado a la docencia, el CTE le cataloga dentro del grupo “escuelas”, para el cual hay designado un valor determinado de demanda de ACS, que será el que se tome para realizar dicho predimensionado.

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

Fig. 1.- Demanda según CTE

#### - Cálculo de la demanda diaria de A.C.S

Se coge el valor de la tabla y, a continuación se le multiplica por un coeficiente corrector, ya que la temperatura de la instalación es de 45 °C

(que es una temperatura adecuada para el uso), no como marca el CTE de 60 °C:

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{Alumno}} = 3 \frac{l}{\text{alumno}} \times 1,5 = 4,5 \frac{l}{\text{alumno}}$$

Este será el consumo por alumno a una temperatura de 45 °C.

Número de alumnos: 400

$$\text{ConsumoDiario} = \frac{\text{consumo}}{\text{alumno}} \times n^{\circ} \text{alumnos}$$

$$\text{ConsumoDiario} = 4,5 \frac{l}{\text{alumno}} \times 400 \text{alumnos} = 1800 \frac{l}{\text{día}}$$

- Cálculo de la carga de consumo

$$Q = m \times C_e \times \Delta T$$

Donde:

**m:** masa

**C<sub>e</sub>:** calor específico del agua (4,18 J/g °C)

**ΔT:** salto térmico

$$Q = 1800 \frac{l}{\text{día}} \times 4,18 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^{\circ} \text{C}} \times (45^{\circ} \text{C} - 15^{\circ} \text{C}) = 225.720 \frac{\text{KJ}}{\text{día}}$$

- Cálculo de la superficie de captación

De acuerdo con los datos del fabricante de los captadores elegidos, que se indican en la ficha de las características técnicas de los mismos, el rendimiento del captador es:

$$\eta_{col} = 0,4$$

Y conociendo la radiación solar total en el mes de junio (mes con mayor incidencia solar) para una inclinación de 40° en Santander (que será el lugar de referencia) y una orientación Sur.

$$I = 14.233 \text{ KJ/ día} \cdot \text{m}^2$$

Con estos datos se calcula, finalmente, el número de metros cuadrados de captadores:

$$Sup.Captación = \frac{Q}{\eta_{col} \times I}$$

Número de metros cuadrados de captadores:

$$Sup.Captación = \frac{225.720 \text{ KJ/ día}}{0,4 \times 14.233 \text{ KJ/ día} \cdot \text{m}^2} = 39,64 \text{ m}^2$$

Debido a que la demanda de ACS se produce de forma puntual y elevada a unas horas concretas, es necesario ampliar la superficie de captación hasta 50 m<sup>2</sup>.

- Datos en la hoja de cálculo

Para poder calcular la eficiencia de la instalación, se necesita realizar una hoja de cálculo con los siguientes datos:

- Hora Solar

- Hora Civil

- Tiempo (en horas)

- Temperatura ambiente: valor oscilante a lo largo del día y se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_{ambiente} = \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} + \frac{T_{máx} - T_{mín}}{2} \times \cos(\omega t + \varphi)$$

Siendo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24}$$

Para un tiempo aproximado de 15 horas:

$$\omega t + \varphi = 0; \frac{2\pi}{24} \times 15 + \varphi = 0; \varphi = -\frac{5\pi}{4}$$

Por lo que introduciendo estos valores en la expresión anterior se obtiene que:

$$T_{ambiente} = \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} + \frac{T_{máx} - T_{mín}}{2} \times \cos\left(\frac{2\pi}{24}t - \frac{5\pi}{4}\right)$$

### **-Consumos**

Los consumos de agua caliente sanitaria en litros y repartidos en las sucesivas horas del día.

### **-Radiación**

Los valores de radiación incidente en la zona donde se sitúa el instituto para cada hora del día.

### **-Temperatura del depósito**

El depósito inicialmente está a una temperatura y a lo largo del día irá variando debido a las pérdidas de calor, a los aumentos de temperatura y demás, por lo tanto para cada hora calculamos la temperatura del mismo. Teniendo en cuenta que al final del día la temperatura debe de ser la misma que la del inicio porque sino el sistema estaría desequilibrado.

### **-Rendimiento**

Los valores del rendimiento de los captadores varían cada hora, ya que depende de la temperatura ambiente y de la radiación. En este caso, la ecuación que nos da el rendimiento la proporciona el fabricante del equipo elegido:

$$\eta_{col} = 0,811 - U_c \cdot \frac{(T_{ce} - T_{amb})}{I}$$

$U_c$ : coeficiente de pérdidas

$T_{CE}$ : temperatura de entrada (depósito)

$T_{amb}$ : temperatura ambiente

I: radiación solar

El tipo de captador solar elegido para esta instalación posee un rendimiento representado por la siguiente expresión (facilitada por el fabricante):

$$\eta_{col} = 0,811 - 3,653 \cdot \frac{(T_{ce} - T_{amb})}{I}$$

### **-Calor útil**

Este valor nos indica, para cada hora, el calor que obtenemos del sol mediante los paneles solares.

$$Q_{\text{útil}} = I \times \eta \times A$$

I: Radiación

$\eta$ : Rendimiento

A: área del colector

### **-Calor de consumo ( $Q_{\text{consumo}}$ )**

El calor que se consume en cada hora del día; Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{\text{consumo}} = \text{consumo} \frac{l}{\text{hora}} \times 4,18 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times (45^\circ\text{C} - T_{\text{RED}})$$

### **-Calor perdido ( $Q_{\text{perd}}$ )**

El depósito tiene un coeficiente de pérdidas. Debemos de tener en cuenta esas pérdidas debidas a la pérdida de calor que se produce por las paredes del depósito.

$$Q_{perd} = A \times U_{dep} \times (T_{dep} - T_{amb.dep})$$

### **-Temperatura nueva del depósito ( $T_{dep.nuev}$ )**

La temperatura nueva que se obtiene del depósito será:

$$T_{dep.nueva} = \frac{T_{dep} + (Q_{útil} - Q_{consumo} - Q_{perdido})}{Vol.Almacenamiento \times 4,18}$$

### **-Calor auxiliar ( $Q_{aux}$ )**

Puesto que no siempre seremos capaces de cubrir la demanda con el aporte de energía que nos da el sol, necesitaremos un sistema auxiliar que nos proporcione la energía que nos falta para cubrir la demanda. Para cada hora comprobaremos si necesitamos o no el aporte de energía auxiliar.

En caso de ser necesaria es decir si la temperatura del depósito es menor de lo establecido, tendremos que calcular la energía auxiliar necesaria de la siguiente manera:

$$Q_{Aux} = (60 - T_{dep.nueva}) \times Vol.Almacenamiento \times 4,18$$

### **-Eficiencia (f(%))**

Mediante todos estos parámetros se obtendrá, para cada mes de uso de ACS, el calor de consumo total y el calor auxiliar total, pudiendo realizar el porcentaje entonces de eficiencia de la instalación.

$$f(\%) = 100 \times \frac{Q_{útil}}{Q_{consumo} + Q_{perdido}}$$

A continuación se muestran las tablas dónde se reflejan los valores, introducidos y calculados, anteriormente expuestos. Para los meses: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre ( en Julio y Agosto el centro permanece cerrado).

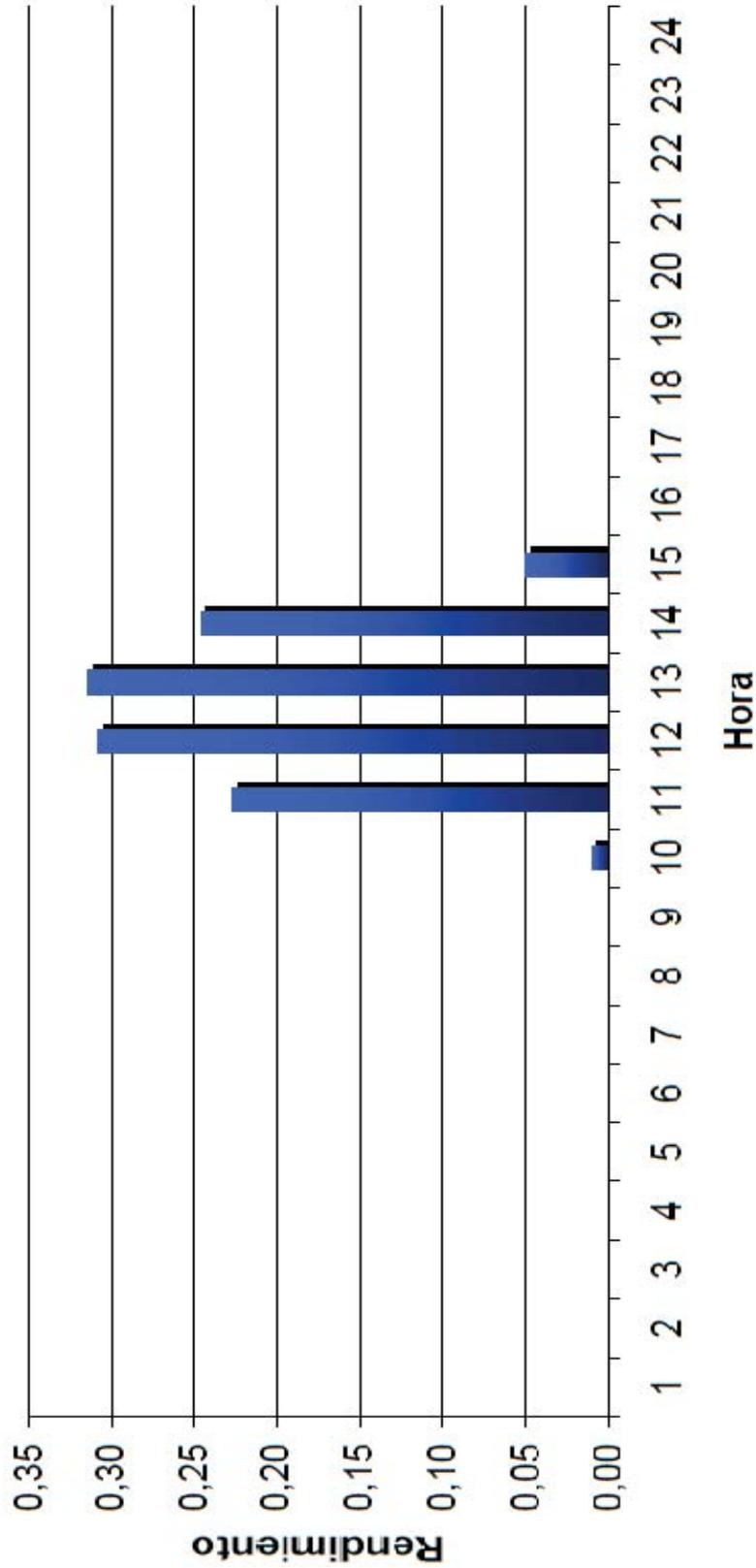
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

ENERO

Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	T <sub>DEP</sub>	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	T <sub>DEPNueva</sub>	Q <sub>AUX</sub>
0:00:00	1:00:00	0,5	5,6	0	0	60	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
1:00:00	2:00:00	1,5	5,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
2:00:00	3:00:00	2,5	5,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
3:00:00	4:00:00	3,5	5,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
4:00:00	5:00:00	4,5	5,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
5:00:00	6:00:00	5,5	5,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
6:00:00	7:00:00	6,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
7:00:00	8:00:00	7,5	6,9	0	137	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
8:00:00	9:00:00	8,5	7,6	230	479	60,0	0,00	0,00	35571,80	988,29	56,50	36560,09
9:00:00	10:00:00	9,5	8,4	220	836	60,0	0,01	415,74	34025,20	988,29	56,69	34597,75
10:00:00	11:00:00	10,5	9,1	260	1129	60,0	0,23	12772,44	40211,60	988,29	57,28	28427,45
11:00:00	12:00:00	11,5	9,8	311	1295	60,0	0,31	19934,93	48099,26	988,29	57,21	29152,62
12:00:00	13:00:00	12,5	10,4	309	1295	60,0	0,31	20293,78	47789,94	988,29	57,27	28484,45
13:00:00	14:00:00	13,5	10,8	225	1129	60,0	0,24	13824,52	34798,50	988,29	57,90	21962,27
14:00:00	15:00:00	14,5	11,0	245	836	60,0	0,05	2089,37	37891,70	988,29	56,48	36790,62
15:00:00	16:00:00	15,5	11,0	0	479	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
16:00:00	17:00:00	16,5	10,8	0	137	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
17:00:00	18:00:00	17,5	10,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
18:00:00	19:00:00	18,5	9,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
19:00:00	20:00:00	19,5	9,1	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
20:00:00	21:00:00	20,5	8,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
21:00:00	22:00:00	21,5	7,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
22:00:00	23:00:00	22,5	6,9	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
23:00:00	0:00:00	23,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29
										<b>69330,78</b>	<b>23718,95</b>	<b>232776,17</b>
											f(%)	22,9

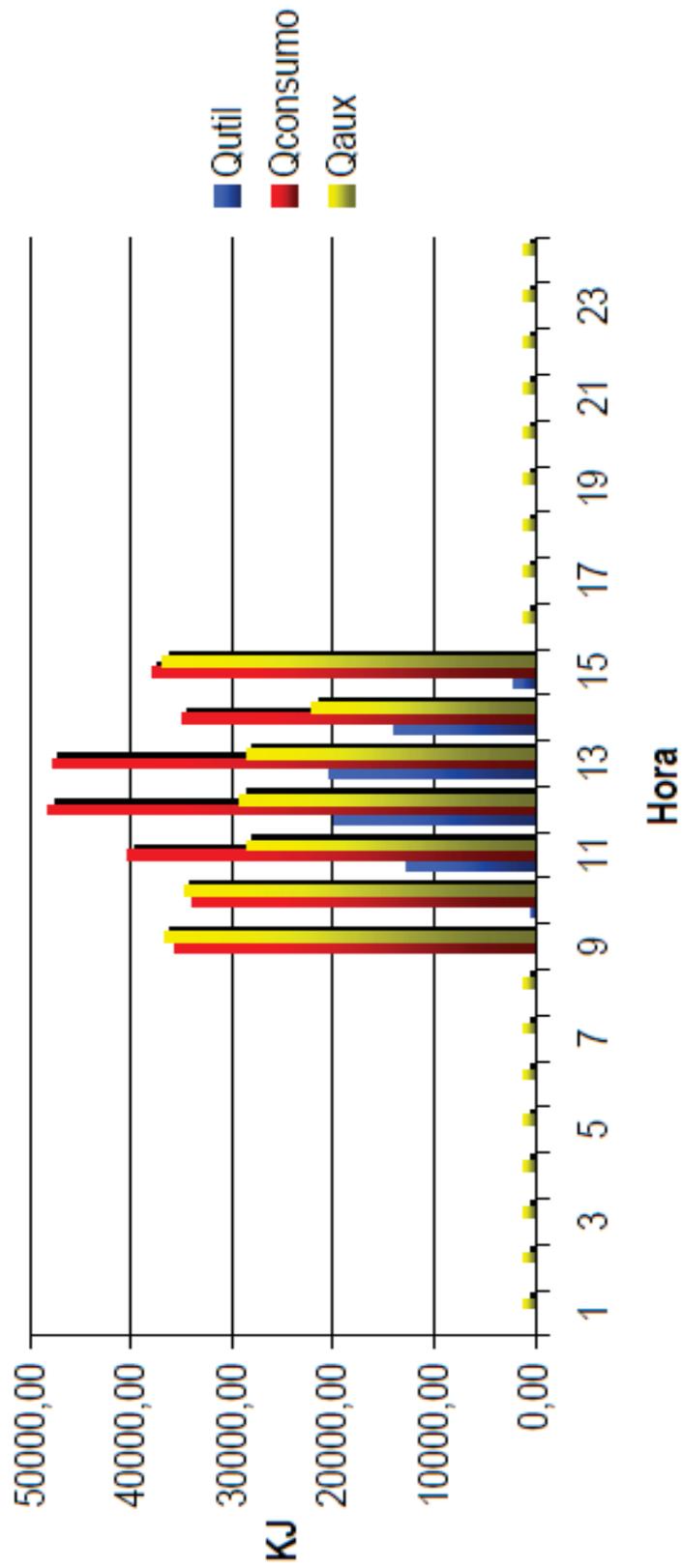
Tabla 1.- Enero

## RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 1.- Rendimiento enero

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 2.- Energía enero

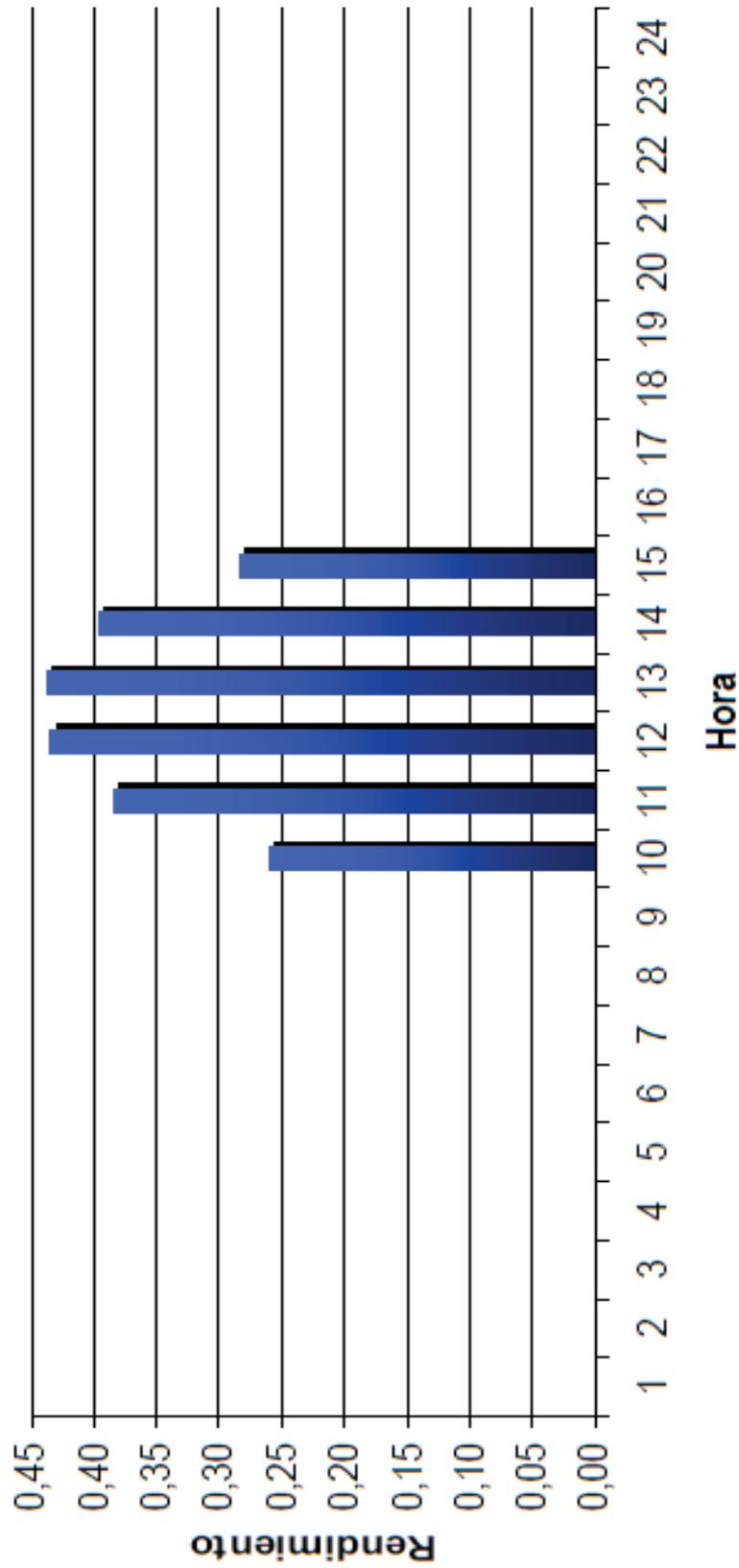
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**FEBRERO**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	TDEF	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	TDEFnueva	QAUX	
0:00:00	1:00:00	0,5	6,5	0	0	60	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
1:00:00	2:00:00	1,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
2:00:00	3:00:00	2,5	6,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
3:00:00	4:00:00	3,5	6,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
4:00:00	5:00:00	4,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
5:00:00	6:00:00	5,5	6,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
6:00:00	7:00:00	6,5	7,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
7:00:00	8:00:00	7,5	7,5	0	312	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
8:00:00	9:00:00	8,5	8,2	230	784	60,0	0,00	0,00	34610,40	967,70	56,60	35578,10	
9:00:00	10:00:00	9,5	8,8	220	1207	60,0	0,26	15722,95	33105,60	967,70	58,24	18350,35	
10:00:00	11:00:00	10,5	9,5	260	1538	60,0	0,38	29536,95	39124,80	967,70	58,99	10555,55	
11:00:00	12:00:00	11,5	10,0	311	1726	60,0	0,43	37517,19	46799,28	967,70	59,02	10249,79	
12:00:00	13:00:00	12,5	10,5	309	1726	60,0	0,44	37816,23	46498,32	967,70	59,08	9649,79	
13:00:00	14:00:00	13,5	10,8	225	1538	60,0	0,40	30413,68	33858,00	967,70	59,58	4412,02	
14:00:00	15:00:00	14,5	11,0	245	1207	60,0	0,28	17117,64	36867,60	967,70	58,02	20717,66	
15:00:00	16:00:00	15,5	11,0	0	784	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
16:00:00	17:00:00	16,5	10,8	0	312	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
17:00:00	18:00:00	17,5	10,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
18:00:00	19:00:00	18,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
19:00:00	20:00:00	19,5	9,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
20:00:00	21:00:00	20,5	8,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
21:00:00	22:00:00	21,5	8,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
22:00:00	23:00:00	22,5	7,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
23:00:00	0:00:00	23,5	7,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	967,70	59,91	967,70	
										168124,65	270864,00	23224,81	
												f(%)	57,2

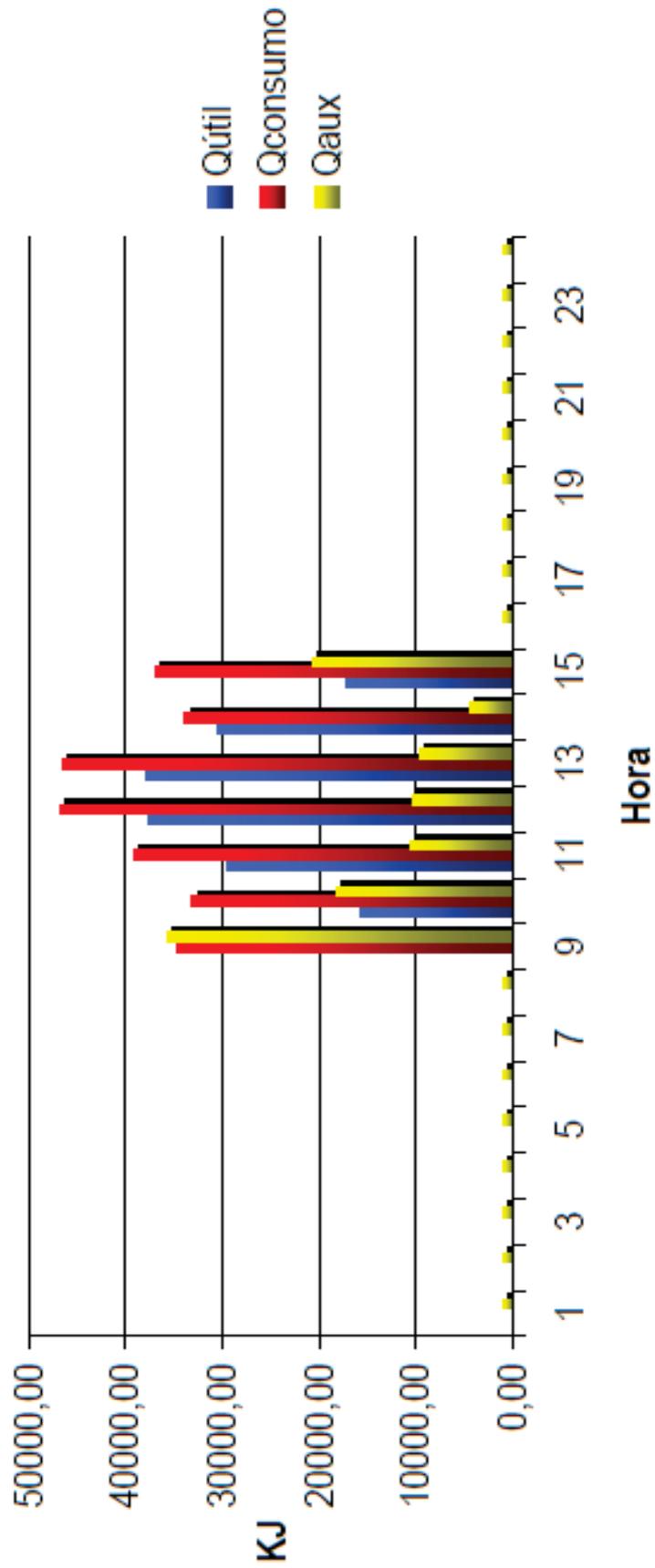
Tabla 2.- Febrero

### RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Grafica 3.- Rendimiento Febrero

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 4.- Energía febrero

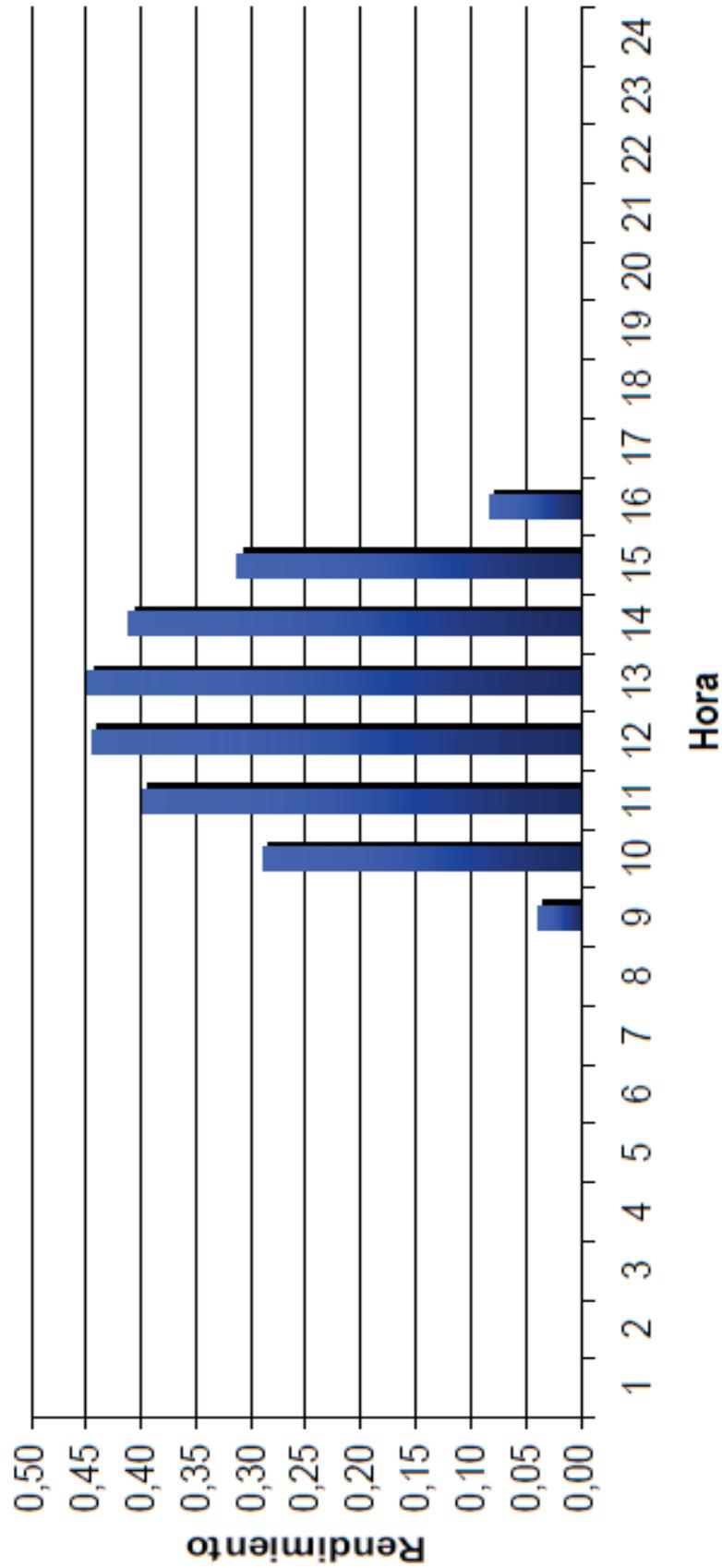
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**MARZO**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	Tdepnueva	Qaux	
0:00:00	1:00:00	0,5	9,5	0	0	60	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
1:00:00	2:00:00	1,5	9,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
2:00:00	3:00:00	2,5	9,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
3:00:00	4:00:00	3,5	9,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
4:00:00	5:00:00	4,5	9,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
5:00:00	6:00:00	5,5	9,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
6:00:00	7:00:00	6,5	10,0	0	105	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
7:00:00	8:00:00	7,5	10,5	0	434	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
8:00:00	9:00:00	8,5	11,2	230	820	60,0	0,04	1570,55	32687,60	926,52	56,93	32043,57	
9:00:00	10:00:00	9,5	11,8	220	1197	60,0	0,29	17261,95	31266,40	926,52	58,57	14930,97	
10:00:00	11:00:00	10,5	12,5	260	1497	60,0	0,40	29820,45	36951,20	926,52	59,23	8057,27	
11:00:00	12:00:00	11,5	13,0	311	1664	60,0	0,44	36950,19	44199,32	926,52	59,22	8175,65	
12:00:00	13:00:00	12,5	13,5	309	1664	60,0	0,45	37249,23	43915,08	926,52	59,27	7592,37	
13:00:00	14:00:00	13,5	13,8	225	1497	60,0	0,41	30697,18	31977,00	926,52	59,79	2206,34	
14:00:00	15:00:00	14,5	14,0	245	1197	60,0	0,31	18656,64	34819,40	926,52	58,36	17089,28	
15:00:00	16:00:00	15,5	14,0	0	820	60,0	0,08	3388,14	0,00	926,52	60,24	0,00	
16:00:00	17:00:00	16,5	13,8	0	434	60,2	0,00	0,00	0,00	931,37	60,15	0,00	
17:00:00	18:00:00	17,5	13,5	0	105	60,1	0,00	0,00	0,00	929,54	60,06	0,00	
18:00:00	19:00:00	18,5	13,0	0	0	60,1	0,00	0,00	0,00	927,71	59,97	326,99	
19:00:00	20:00:00	19,5	12,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
20:00:00	21:00:00	20,5	11,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
21:00:00	22:00:00	21,5	11,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
22:00:00	23:00:00	22,5	10,5	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
23:00:00	0:00:00	23,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
										<b>175594,34</b>			
										<b>255816,00</b>			
										<b>22245,57</b>			
										<b>102467,23</b>			
											<b>f(%)</b>		<b>63,1</b>

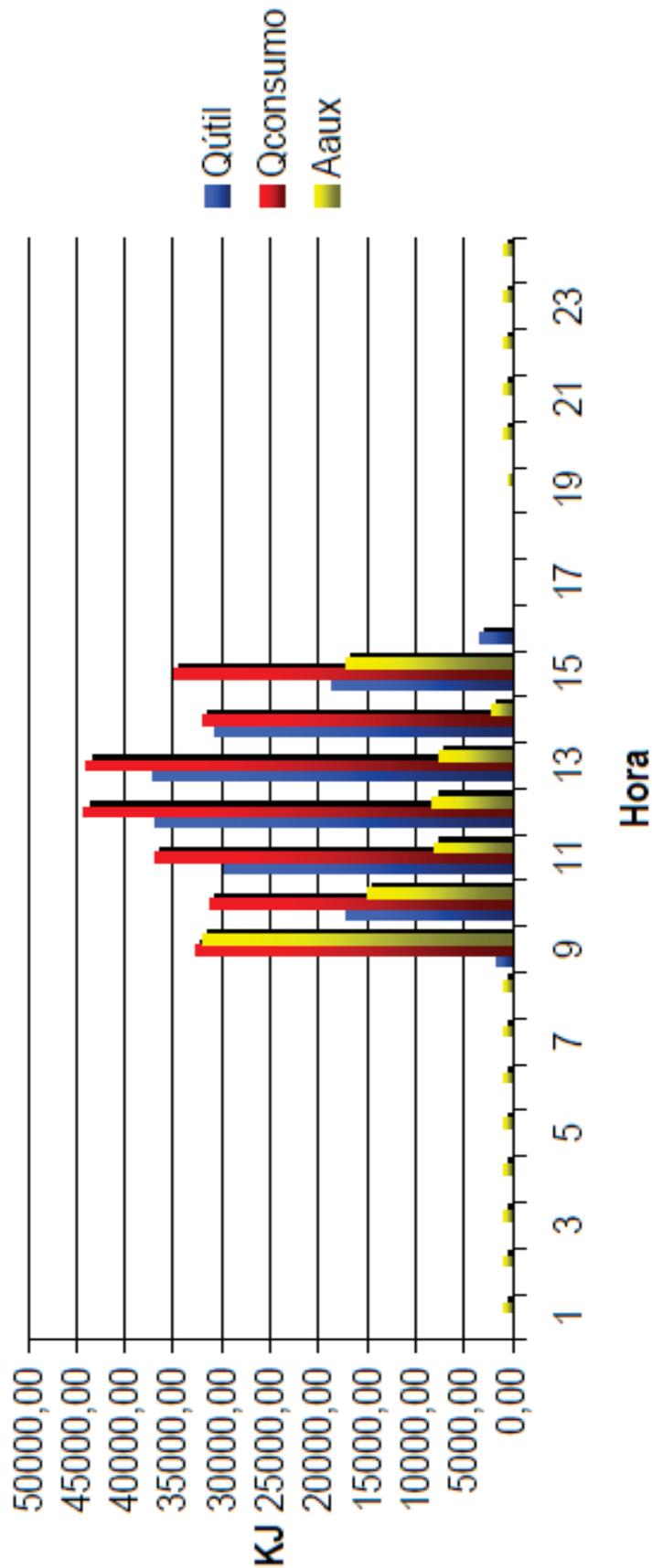
Tabla 3.- Marzo

## RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 5.- Rendimiento marzo

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 6.- Energía marzo

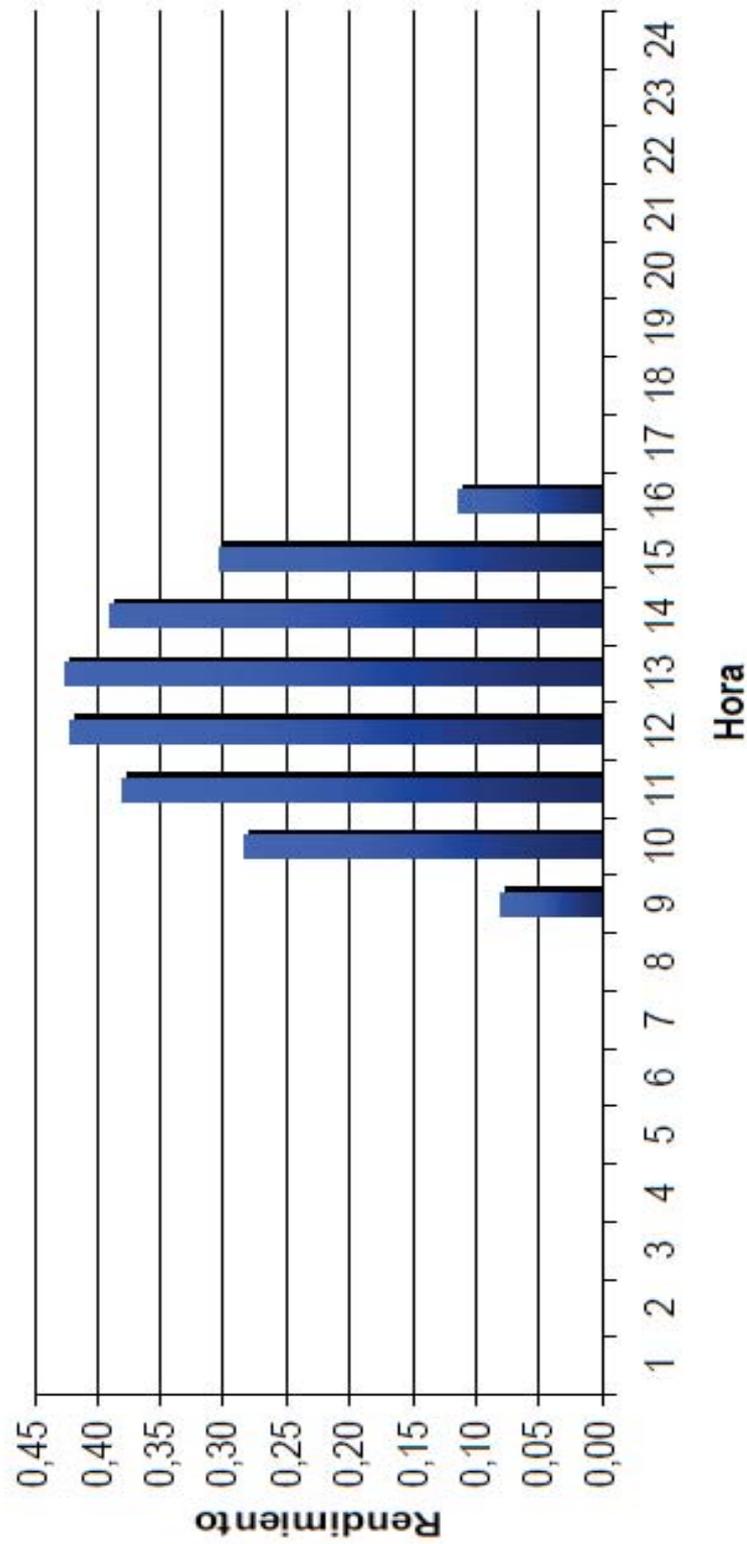
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**ABRIL**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (k./m2)	TDEF	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	TDEFnueva	QAUDX
0:00:00	1:00:00	0,5	10,4	0	0	60	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
1:00:00	2:00:00	1,5	10,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
2:00:00	3:00:00	2,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
3:00:00	4:00:00	3,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
4:00:00	5:00:00	4,5	10,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
5:00:00	6:00:00	5,5	10,4	0	15	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
6:00:00	7:00:00	6,5	10,8	0	220	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
7:00:00	8:00:00	7,5	11,2	0	522	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
8:00:00	9:00:00	8,5	11,7	230	857	60,0	0,08	3435,34	30764,80	926,52	57,30	28255,98
9:00:00	10:00:00	9,5	12,3	220	1176	60,0	0,28	16693,16	29427,20	926,52	58,69	13660,56
10:00:00	11:00:00	10,5	12,8	260	1425	60,0	0,38	27104,46	34777,60	926,52	59,18	8599,66
11:00:00	12:00:00	11,5	13,2	311	1562	60,0	0,42	32945,95	41599,36	926,52	59,08	9579,93
12:00:00	13:00:00	12,5	13,6	309	1562	60,0	0,42	33185,19	41331,84	926,52	59,13	9073,18
13:00:00	14:00:00	13,5	13,8	225	1425	60,0	0,39	27805,85	30096,00	926,52	59,69	3216,67
14:00:00	15:00:00	14,5	14,0	245	1176	60,0	0,30	17808,91	32771,20	926,52	58,48	15888,81
15:00:00	16:00:00	15,5	14,0	0	857	60,0	0,11	4889,41	0,00	926,52	60,38	0,00
16:00:00	17:00:00	16,5	13,8	0	522	60,4	0,00	0,00	0,00	934,33	60,29	0,00
17:00:00	18:00:00	17,5	13,6	0	220	60,3	0,00	0,00	0,00	932,49	60,20	0,00
18:00:00	19:00:00	18,5	13,2	0	15	60,2	0,00	0,00	0,00	930,65	60,11	0,00
19:00:00	20:00:00	19,5	12,8	0	0	60,1	0,00	0,00	0,00	928,82	60,02	0,00
20:00:00	21:00:00	20,5	12,3	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,99	59,93	690,38
21:00:00	22:00:00	21,5	11,7	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
22:00:00	23:00:00	22,5	11,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
23:00:00	0:00:00	23,5	10,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52
<b>163868,27 240768,00 22257,18</b>												
											<b>f(%)</b>	<b>62,3</b>

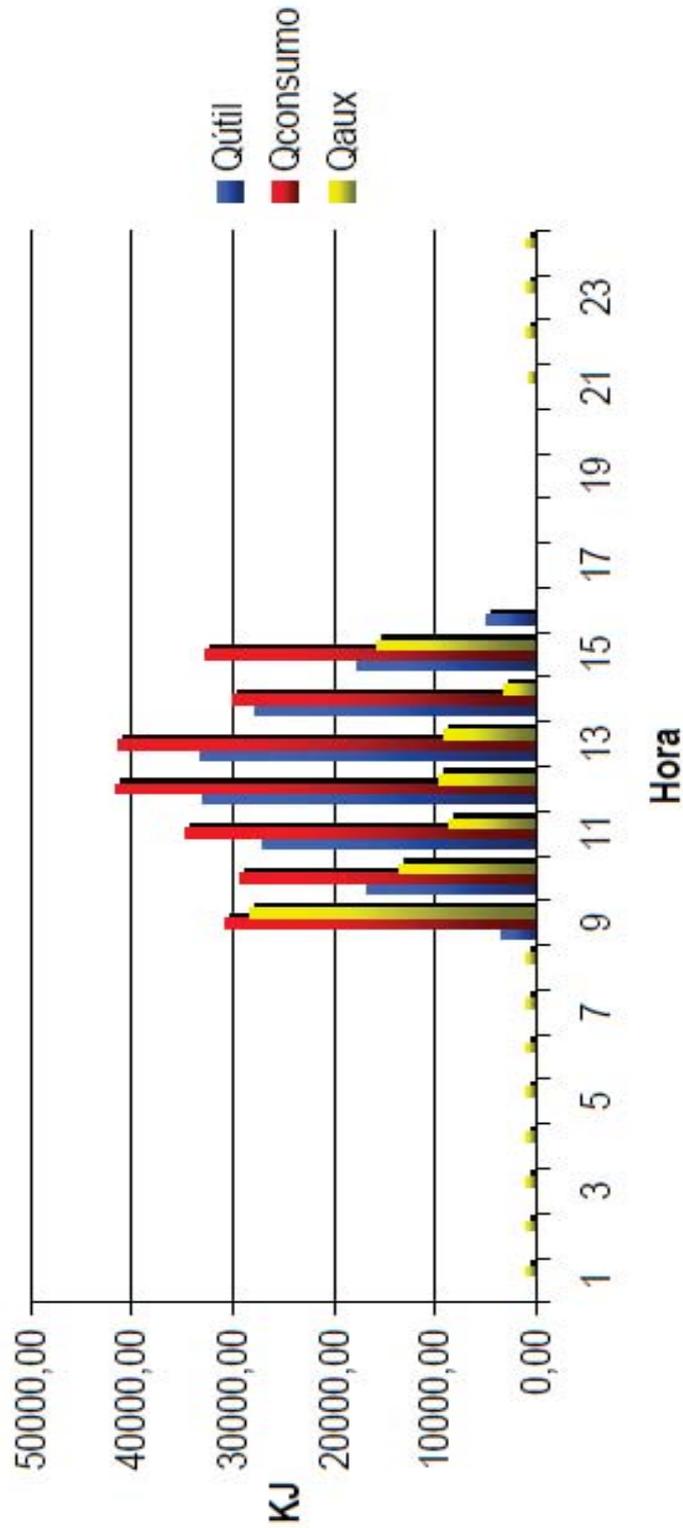
Tabla 4.- Abril

### RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 7.- Rendimiento abril

### ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 8.- Energía abril

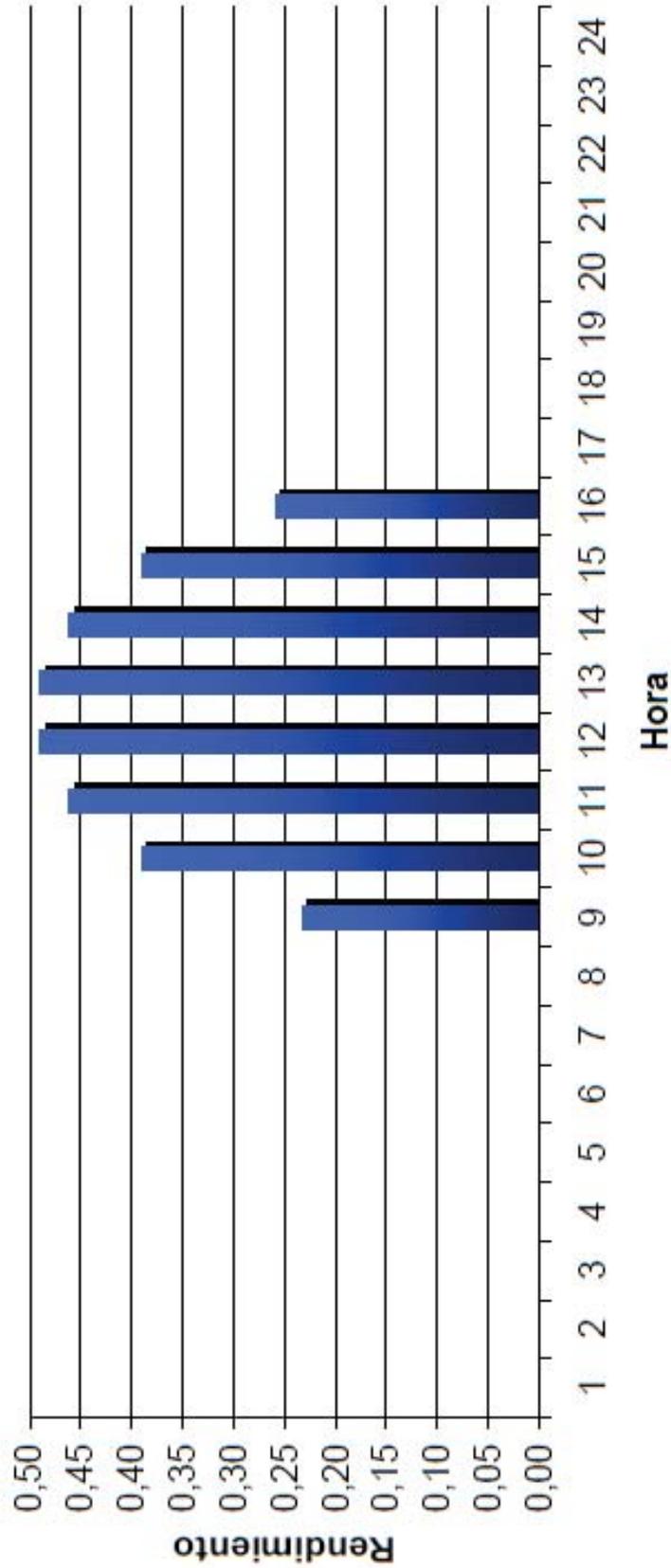
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**MAYO**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	T <sub>DEP</sub>	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	T <sub>DEFNUEVA</sub>	Q <sub>AUX</sub>	
0:00:00	1:00:00	0,5	12,4	0	0	62	0,00	0,00	0,00	967,70	61,91	0,00	
1:00:00	2:00:00	1,5	12,2	0	0	61,9	0,00	0,00	0,00	965,79	61,81	0,00	
2:00:00	3:00:00	2,5	12,0	0	0	61,8	0,00	0,00	0,00	963,89	61,72	0,00	
3:00:00	4:00:00	3,5	12,0	0	0	61,7	0,00	0,00	0,00	961,99	61,63	0,00	
4:00:00	5:00:00	4,5	12,2	0	0	61,6	0,00	0,00	0,00	960,10	61,54	0,00	
5:00:00	6:00:00	5,5	12,4	0	107	61,5	0,00	0,00	0,00	958,20	61,45	0,00	
6:00:00	7:00:00	6,5	12,8	0	345	61,4	0,00	0,00	0,00	956,32	61,36	0,00	
7:00:00	8:00:00	7,5	13,2	0	696	61,4	0,00	0,00	0,00	954,43	61,26	0,00	
8:00:00	9:00:00	8,5	13,7	230	1068	61,3	0,23	12457,59	29803,40	952,55	59,51	5086,78	
9:00:00	10:00:00	9,5	14,3	220	1413	60,0	0,39	27587,66	28507,60	926,52	59,82	1846,46	
10:00:00	11:00:00	10,5	14,8	260	1679	60,0	0,46	38687,46	33690,80	926,52	60,39	0,00	
11:00:00	12:00:00	11,5	15,2	311	1824	60,4	0,49	44600,57	40299,38	934,54	60,71	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	15,6	309	1824	60,7	0,49	44631,03	40040,22	941,17	61,06	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	15,8	225	1679	61,1	0,46	38701,38	29155,50	948,36	61,88	0,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	16,0	245	1413	61,9	0,39	27482,82	31747,10	965,30	61,38	0,00	
15:00:00	16:00:00	15,5	16,0	0	1068	61,4	0,26	13834,60	0,00	955,00	62,62	0,00	
16:00:00	17:00:00	16,5	15,8	0	696	62,6	0,00	0,00	0,00	980,38	62,52	0,00	
17:00:00	18:00:00	17,5	15,6	0	345	62,5	0,00	0,00	0,00	978,45	62,43	0,00	
18:00:00	19:00:00	18,5	15,2	0	107	62,4	0,00	0,00	0,00	976,52	62,33	0,00	
19:00:00	20:00:00	19,5	14,8	0	0	62,3	0,00	0,00	0,00	974,59	62,24	0,00	
20:00:00	21:00:00	20,5	14,3	0	0	62,2	0,00	0,00	0,00	972,67	62,15	0,00	
21:00:00	22:00:00	21,5	13,7	0	0	62,1	0,00	0,00	0,00	970,76	62,06	0,00	
22:00:00	23:00:00	22,5	13,2	0	0	62,1	0,00	0,00	0,00	968,84	61,96	0,00	
23:00:00	0:00:00	23,5	12,8	0	0	62,0	0,00	0,00	0,00	966,94	61,87	0,00	
										247983,12	233244,00	23027,55	6933,24
												f(%)	96,8

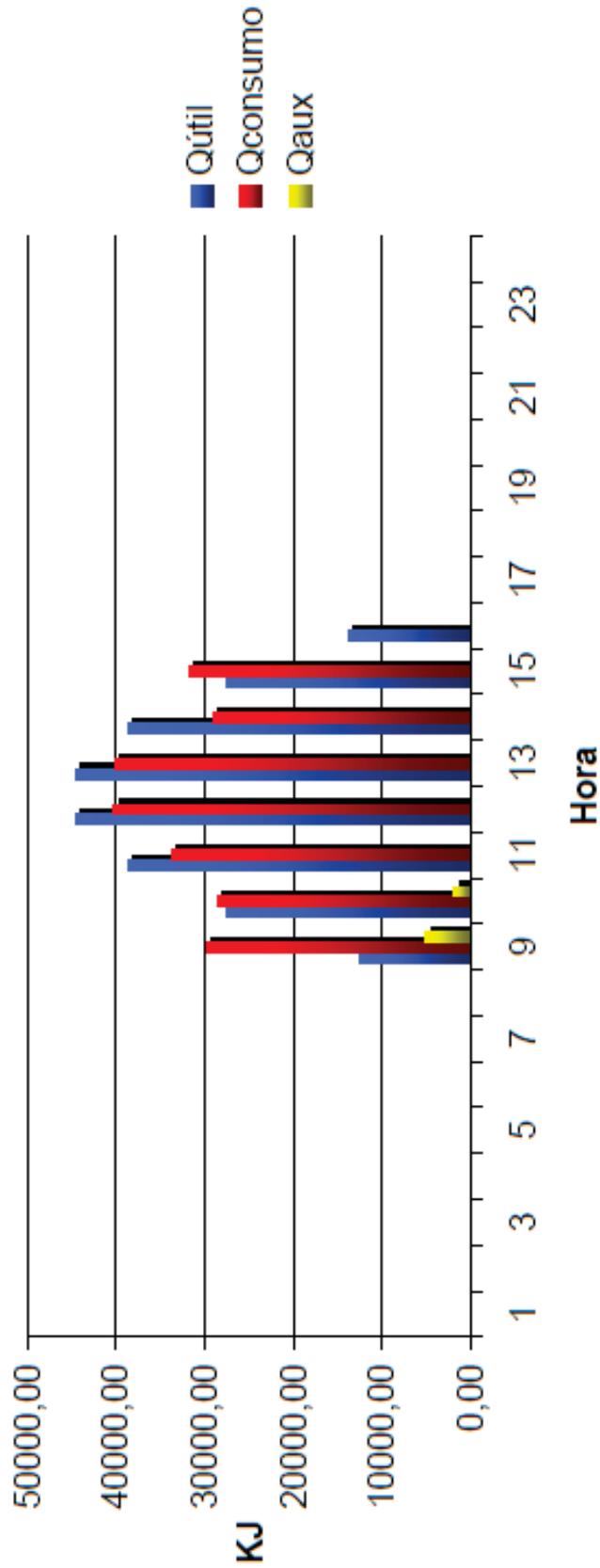
Tabla 5.- Mayo

### RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 9.- Rendimiento Mayo

### ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 10.- Energía mayo

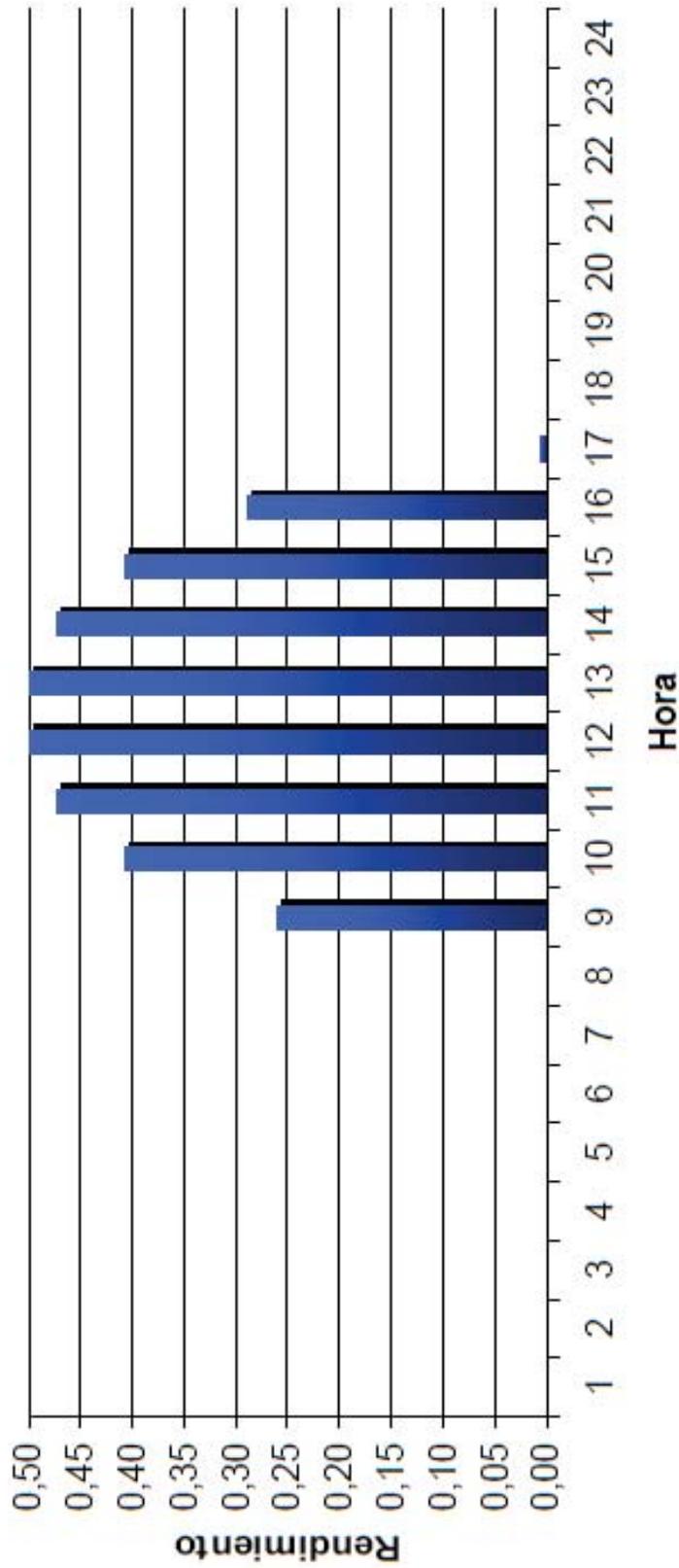
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

JUNIO

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	Tobnueva	QAUX	
0:00:00	1:00:00	0,5	14,5	0	0	62,1	0,00	0,00	0,00	907,99	62,01	0,00	
1:00:00	2:00:00	1,5	14,2	0	0	62,0	0,00	0,00	0,00	906,20	61,93	0,00	
2:00:00	3:00:00	2,5	14,0	0	0	61,9	0,00	0,00	0,00	904,42	61,84	0,00	
3:00:00	4:00:00	3,5	14,0	0	0	61,8	0,00	0,00	0,00	902,63	61,75	0,00	
4:00:00	5:00:00	4,5	14,2	0	0	61,8	0,00	0,00	0,00	900,86	61,67	0,00	
5:00:00	6:00:00	5,5	14,5	0	146	61,7	0,00	0,00	0,00	899,08	61,58	0,00	
6:00:00	7:00:00	6,5	15,0	0	381	61,6	0,00	0,00	0,00	897,31	61,50	0,00	
7:00:00	8:00:00	7,5	15,5	0	717	61,5	0,00	0,00	0,00	895,54	61,41	0,00	
8:00:00	9:00:00	8,5	16,2	230	1068	61,4	0,26	13941,09	28842,00	893,78	59,90	1063,72	
9:00:00	10:00:00	9,5	16,8	220	1391	60,0	0,41	28358,95	27588,00	864,75	59,99	93,80	
10:00:00	11:00:00	10,5	17,5	260	1637	60,0	0,47	38730,45	32604,00	864,75	60,50	0,00	
11:00:00	12:00:00	11,5	18,0	311	1771	60,5	0,50	44197,42	38999,40	875,12	60,92	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	18,5	309	1771	60,9	0,50	44228,40	38748,60	883,64	61,36	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	18,8	225	1637	61,4	0,47	38727,84	28215,00	892,69	62,28	0,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	19,0	245	1391	62,3	0,41	28277,76	30723,00	911,65	61,96	0,00	
15:00:00	16:00:00	15,5	19,0	0	1068	62,0	0,29	15404,42	0,00	905,03	63,34	0,00	
16:00:00	17:00:00	16,5	18,8	0	717	63,3	0,01	180,36	0,00	933,60	63,27	0,00	
17:00:00	18:00:00	17,5	18,5	0	381	63,3	0,00	0,00	0,00	932,12	63,18	0,00	
18:00:00	19:00:00	18,5	18,0	0	146	63,2	0,00	0,00	0,00	930,28	63,09	0,00	
19:00:00	20:00:00	19,5	17,5	0	11	63,1	0,00	0,00	0,00	928,45	63,00	0,00	
20:00:00	21:00:00	20,5	16,8	0	0	63,0	0,00	0,00	0,00	926,62	62,92	0,00	
21:00:00	22:00:00	21,5	16,2	0	0	62,9	0,00	0,00	0,00	924,79	62,83	0,00	
22:00:00	23:00:00	22,5	15,5	0	0	62,8	0,00	0,00	0,00	922,97	62,74	0,00	
23:00:00	0:00:00	23,5	15,0	0	0	62,1	0,00	0,00	0,00	907,99	62,01	0,00	
									252046,68	225720,00	21712,27		1157,53
												f(%)	100,0

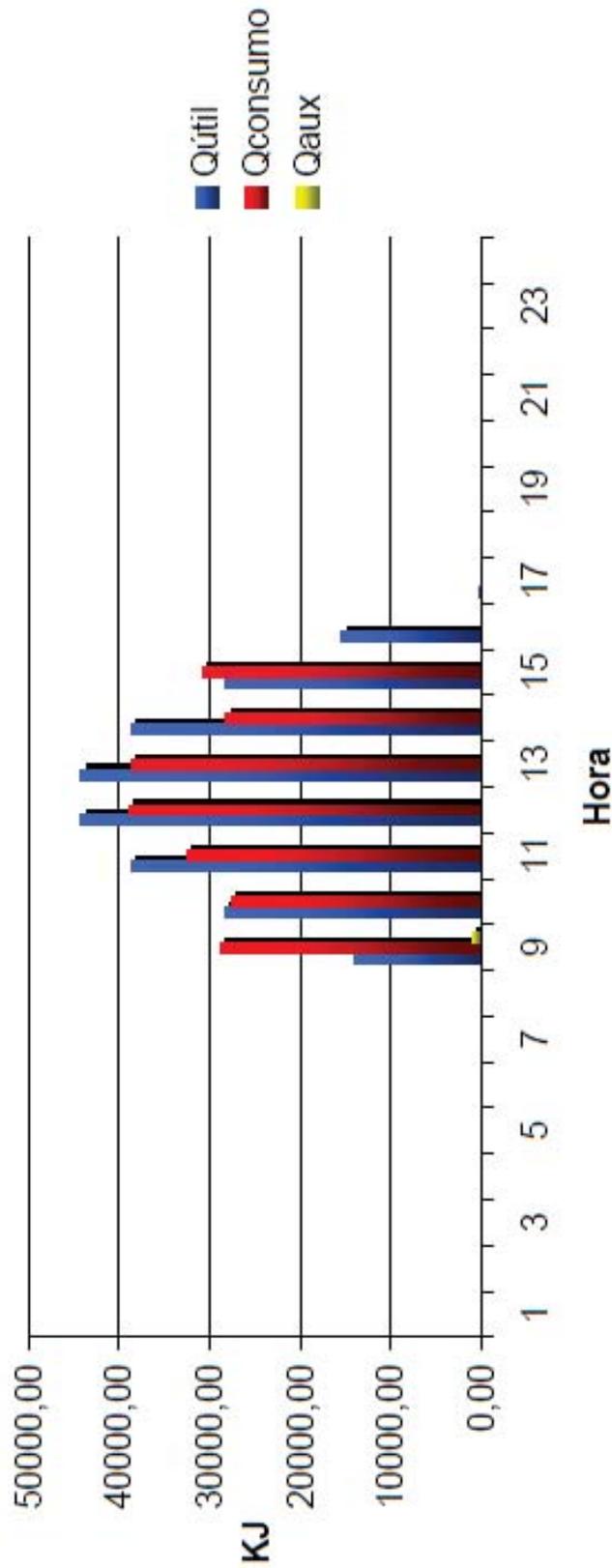
Tabla 6. - Junio

### RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 11.- Rendimiento junio

### ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



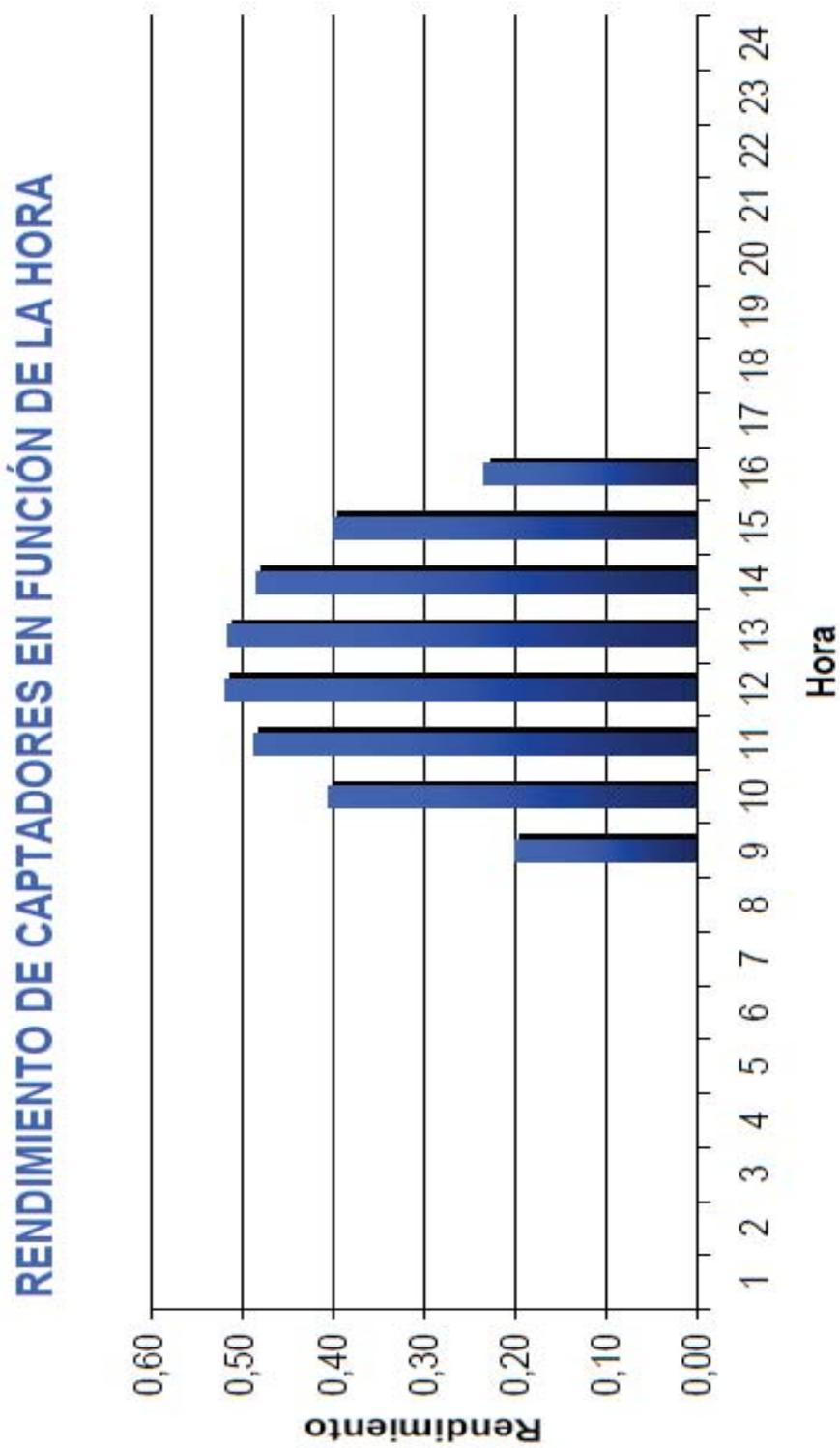
Gráfica 12.- Energía junio

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

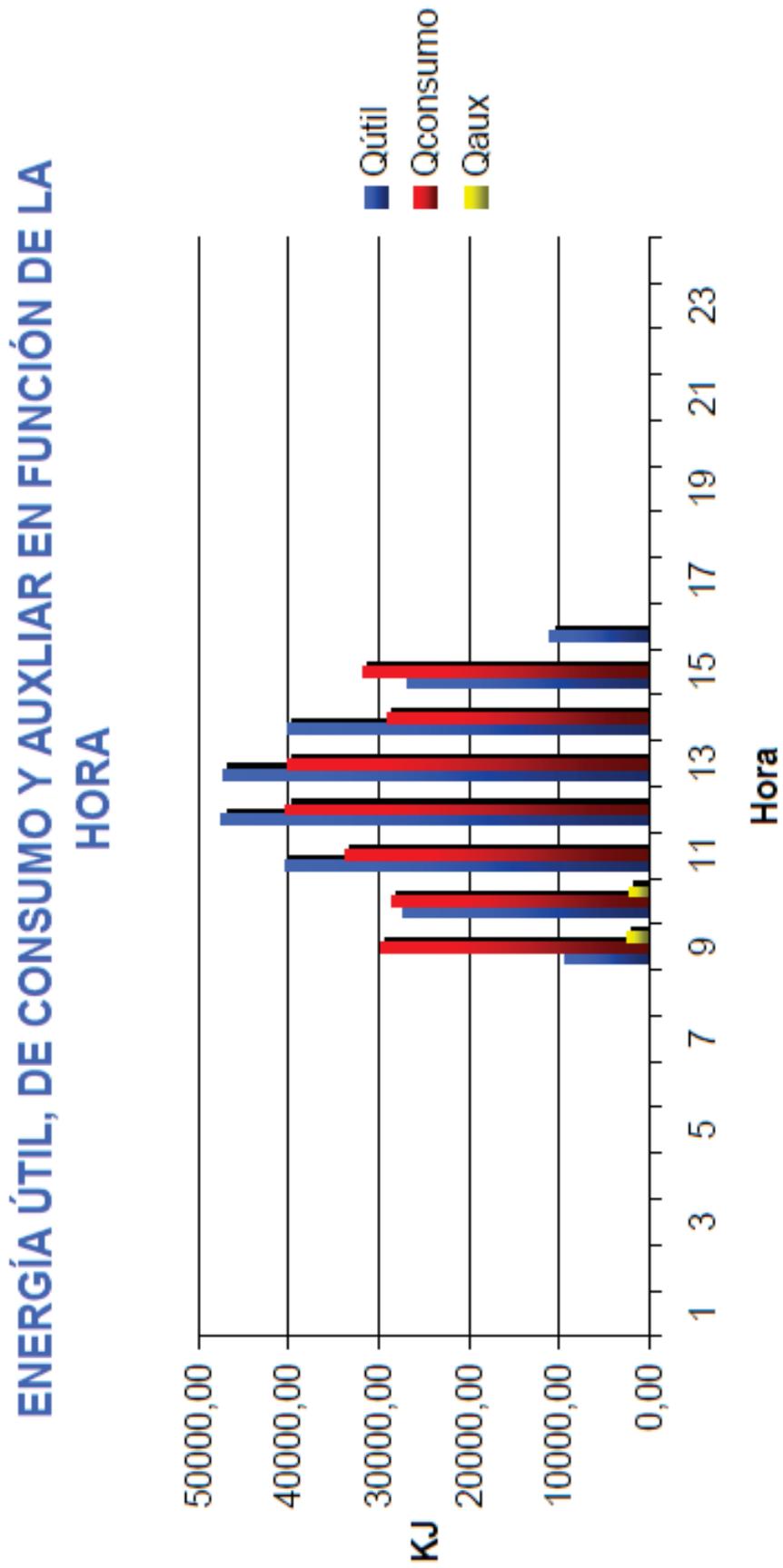
SEPTIEMBRE

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	Tdepnueva	QAux	
0:00:00	1:00:00	0,5	15,5	0	0	62,5	0,00	0,00	0,00	916,23	62,41	0,00	
1:00:00	2:00:00	1,5	15,2	0	0	62,4	0,00	0,00	0,00	914,42	62,32	0,00	
2:00:00	3:00:00	2,5	15,0	0	0	62,3	0,00	0,00	0,00	912,62	62,24	0,00	
3:00:00	4:00:00	3,5	15,0	0	0	62,2	0,00	0,00	0,00	910,82	62,15	0,00	
4:00:00	5:00:00	4,5	15,2	0	0	62,2	0,00	0,00	0,00	909,03	62,06	0,00	
5:00:00	6:00:00	5,5	15,5	0	0	62,1	0,00	0,00	0,00	907,24	61,98	0,00	
6:00:00	7:00:00	6,5	16,0	0	170	62,0	0,00	0,00	0,00	905,45	61,89	0,00	
7:00:00	8:00:00	7,5	16,5	0	534	61,9	0,00	0,00	0,00	903,66	61,80	0,00	
8:00:00	9:00:00	8,5	17,2	230	947	61,8	0,20	9433,44	29803,40	901,88	59,77	2426,31	
9:00:00	10:00:00	9,5	17,8	220	1346	60,0	0,40	27184,45	28507,60	864,75	59,79	2187,90	
10:00:00	11:00:00	10,5	18,5	260	1661	60,0	0,49	40350,45	33690,80	864,75	60,55	0,00	
11:00:00	12:00:00	11,5	19,0	311	1835	60,6	0,52	47404,35	40299,38	876,17	61,15	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	19,5	309	1835	61,2	0,52	47317,15	40040,22	888,44	61,76	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	19,8	225	1661	61,8	0,48	40085,45	29155,50	901,03	62,72	0,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	20,0	245	1346	62,7	0,40	26815,52	31747,10	920,79	62,16	0,00	
15:00:00	16:00:00	15,5	20,0	0	947	62,2	0,23	11018,92	0,00	909,26	63,13	0,00	
16:00:00	17:00:00	16,5	19,8	0	534	63,1	0,00	0,00	0,00	929,18	63,04	0,00	
17:00:00	18:00:00	17,5	19,5	0	170	63,0	0,00	0,00	0,00	927,35	62,95	0,00	
18:00:00	19:00:00	18,5	19,0	0	0	63,0	0,00	0,00	0,00	925,52	62,86	0,00	
19:00:00	20:00:00	19,5	18,5	0	0	62,9	0,00	0,00	0,00	923,70	62,77	0,00	
20:00:00	21:00:00	20,5	17,8	0	0	62,8	0,00	0,00	0,00	921,88	62,69	0,00	
21:00:00	22:00:00	21,5	17,2	0	0	62,7	0,00	0,00	0,00	920,06	62,60	0,00	
22:00:00	23:00:00	22,5	16,5	0	0	62,6	0,00	0,00	0,00	918,25	62,51	0,00	
23:00:00	0:00:00	23,5	16,0	0	0	62,5	0,00	0,00	0,00	916,44	62,42	0,00	
										249609,74	233244,00	21788,92	4614,21
												f(%)	97,9

Tabla 7.- Septiembre



Gráfica 13.- Rendimiento septiembre



Gráfica 14.- Energía septiembre

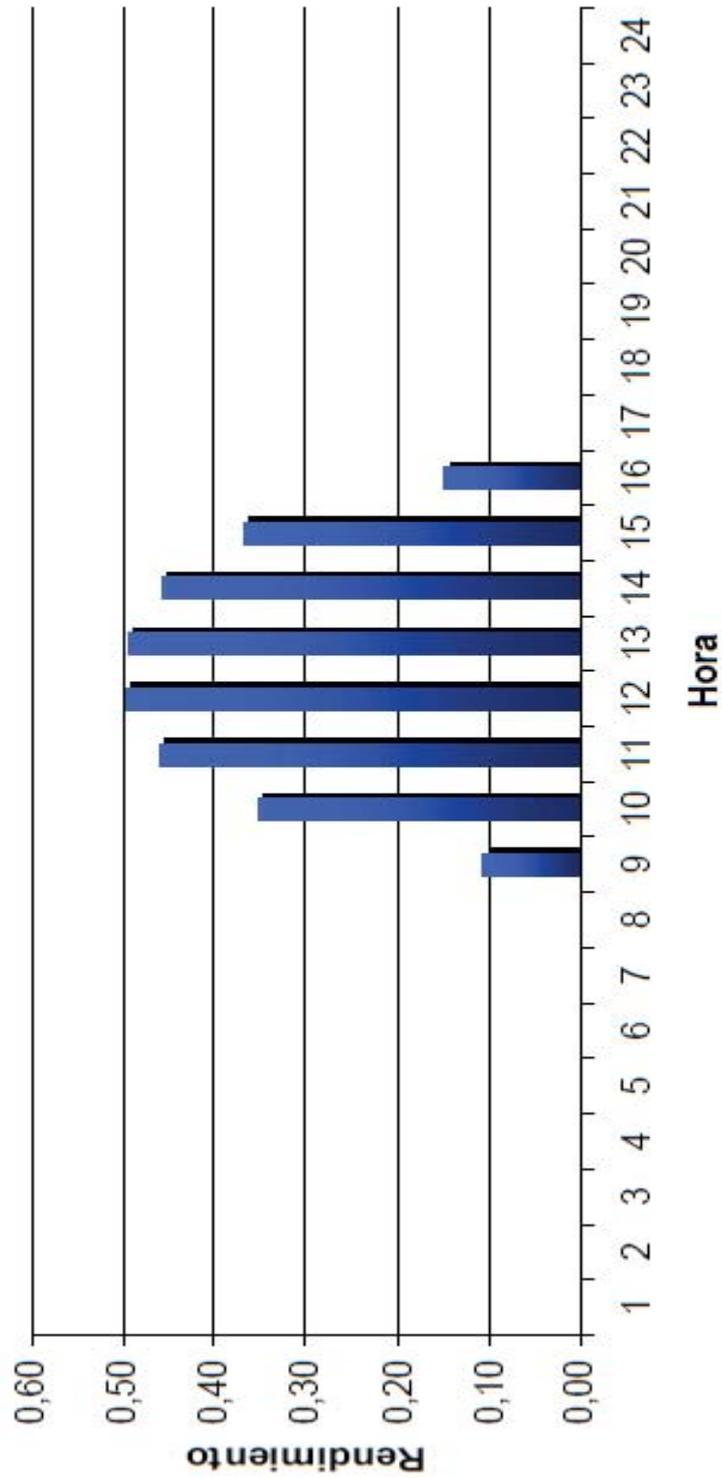
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**OCTUBRE**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m <sup>2</sup> )	T <sub>DEP</sub>	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	T <sub>DEFnueva</sub>	Q <sub>AUX</sub>	
0:00:00	1:00:00	0,5	10,7	0	0	60	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
1:00:00	2:00:00	1,5	10,3	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
2:00:00	3:00:00	2,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
3:00:00	4:00:00	3,5	10,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
4:00:00	5:00:00	4,5	10,3	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
5:00:00	6:00:00	5,5	10,7	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
6:00:00	7:00:00	6,5	11,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
7:00:00	8:00:00	7,5	12,2	0	414	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
8:00:00	9:00:00	8,5	13,0	0	864	60,0	0,11	4563,97	0,00	926,52	60,35	0,00	
9:00:00	10:00:00	9,5	14,0	230	1311	60,3	0,35	23033,98	30764,80	933,69	59,52	5027,07	
10:00:00	11:00:00	10,5	14,8	220	1672	60,0	0,46	38451,93	29427,20	926,52	60,77	0,00	
11:00:00	12:00:00	11,5	15,6	260	1872	60,8	0,50	46562,50	34777,60	942,48	61,81	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	16,3	311	1872	61,8	0,49	46308,82	41599,36	963,84	62,17	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	16,7	309	1672	62,2	0,46	38272,59	41331,84	971,22	61,79	0,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	17,0	225	1311	61,8	0,37	24055,26	30096,00	963,28	61,12	0,00	
15:00:00	16:00:00	15,5	17,0	245	864	61,1	0,15	6386,08	32771,20	949,48	58,50	15682,83	
16:00:00	17:00:00	16,5	16,7	0	414	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
17:00:00	18:00:00	17,5	16,3	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
18:00:00	19:00:00	18,5	15,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
19:00:00	20:00:00	19,5	14,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
20:00:00	21:00:00	20,5	14,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
21:00:00	22:00:00	21,5	13,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
22:00:00	23:00:00	22,5	12,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
23:00:00	0:00:00	23,5	11,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
									<b>227635,13</b>	<b>240768,00</b>	<b>22401,37</b>	<b>f(%)</b>	<b>86,5</b>

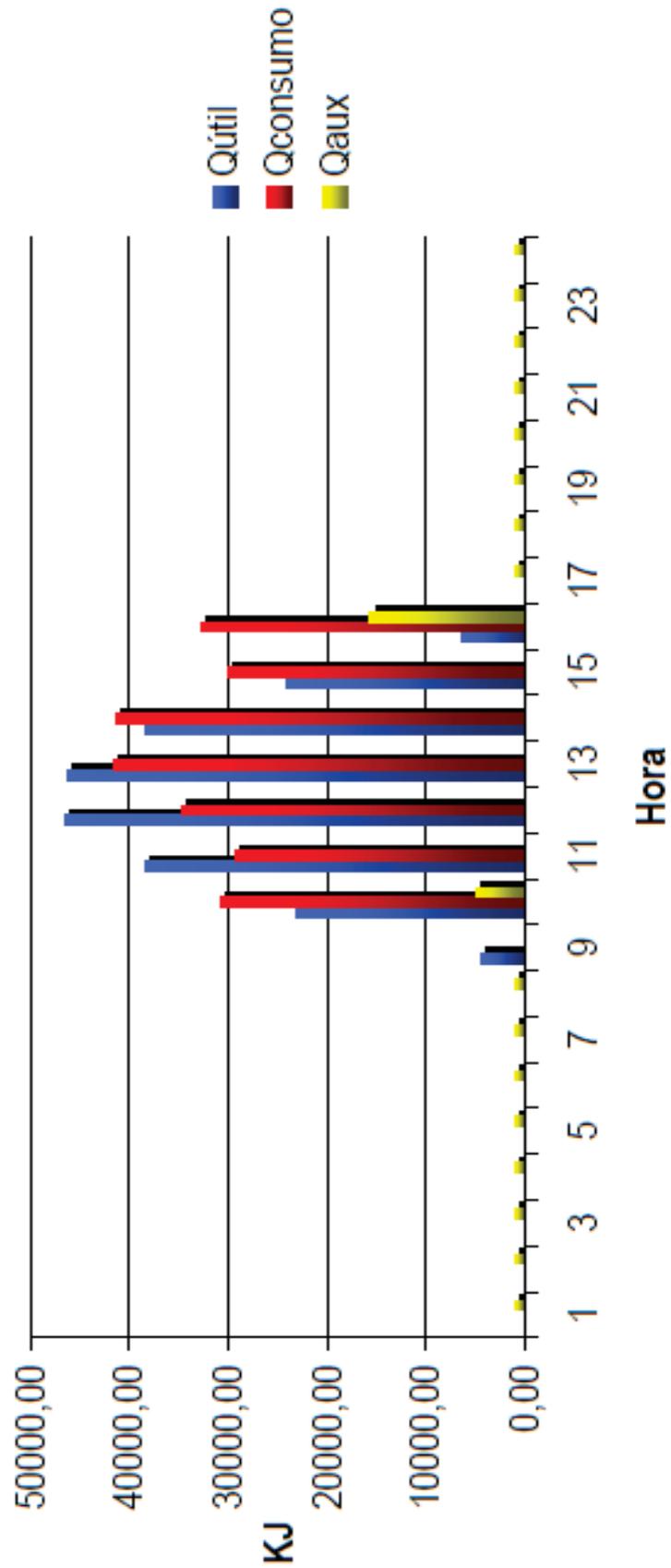
Tabla 8.- Octubre

### RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 15.- Rendimiento octubre

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 16.- Energía octubre

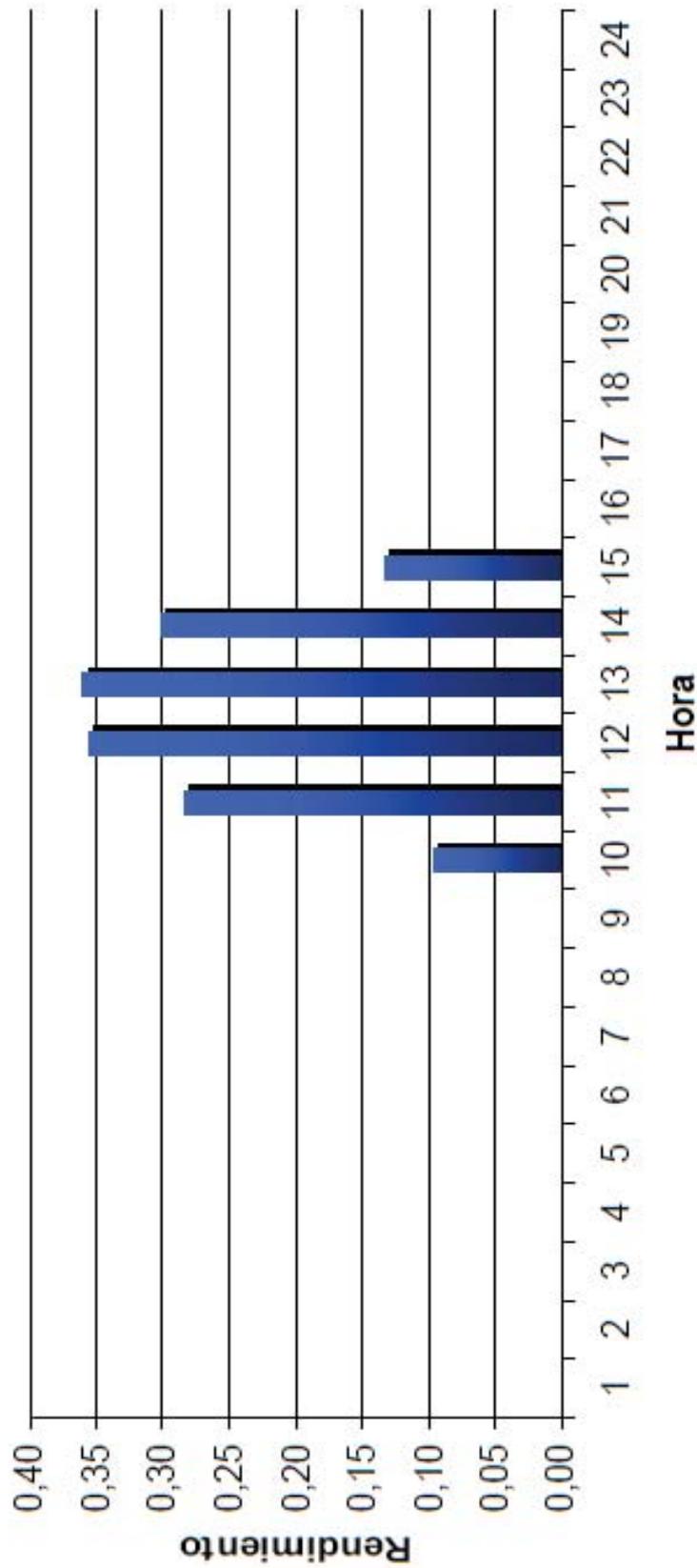
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**NOVIEMBRE**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	T <sub>DEP</sub>	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	T <sub>DEPNUEVA</sub>	Q <sub>AUX</sub>	
0:00:00	1:00:00	0,5	8,6	0	0	60	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
1:00:00	2:00:00	1,5	8,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
2:00:00	3:00:00	2,5	8,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
3:00:00	4:00:00	3,5	8,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
4:00:00	5:00:00	4,5	8,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
5:00:00	6:00:00	5,5	8,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
6:00:00	7:00:00	6,5	9,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
7:00:00	8:00:00	7,5	9,9	0	172	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
8:00:00	9:00:00	8,5	10,6	230	520	60,0	0,00	0,00	32687,60	926,52	56,78	33614,12	
9:00:00	10:00:00	9,5	11,4	220	881	60,0	0,09	4182,24	31266,40	926,52	57,32	28010,68	
10:00:00	11:00:00	10,5	12,1	260	1177	60,0	0,28	16660,44	36951,20	926,52	57,97	21217,28	
11:00:00	12:00:00	11,5	12,8	311	1343	60,0	0,35	23822,93	44199,32	926,52	57,96	21302,91	
12:00:00	13:00:00	12,5	13,4	309	1343	60,0	0,36	24181,78	43915,08	926,52	58,02	20659,82	
13:00:00	14:00:00	13,5	13,8	225	1177	60,0	0,30	17712,52	31977,00	926,52	58,55	15191,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	14,0	245	881	60,0	0,13	5855,87	34819,40	926,52	57,14	29890,05	
15:00:00	16:00:00	15,5	14,0	0	520	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
16:00:00	17:00:00	16,5	13,8	0	172	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
17:00:00	18:00:00	17,5	13,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
18:00:00	19:00:00	18,5	12,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
19:00:00	20:00:00	19,5	12,1	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
20:00:00	21:00:00	20,5	11,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
21:00:00	22:00:00	21,5	10,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
22:00:00	23:00:00	22,5	9,9	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
23:00:00	0:00:00	23,5	9,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	926,52	59,91	926,52	
										<b>22236,52</b>		<b>185636,74</b>	
										<b>92415,78</b>	<b>255816,00</b>	<b>f(%)</b>	<b>33,2</b>

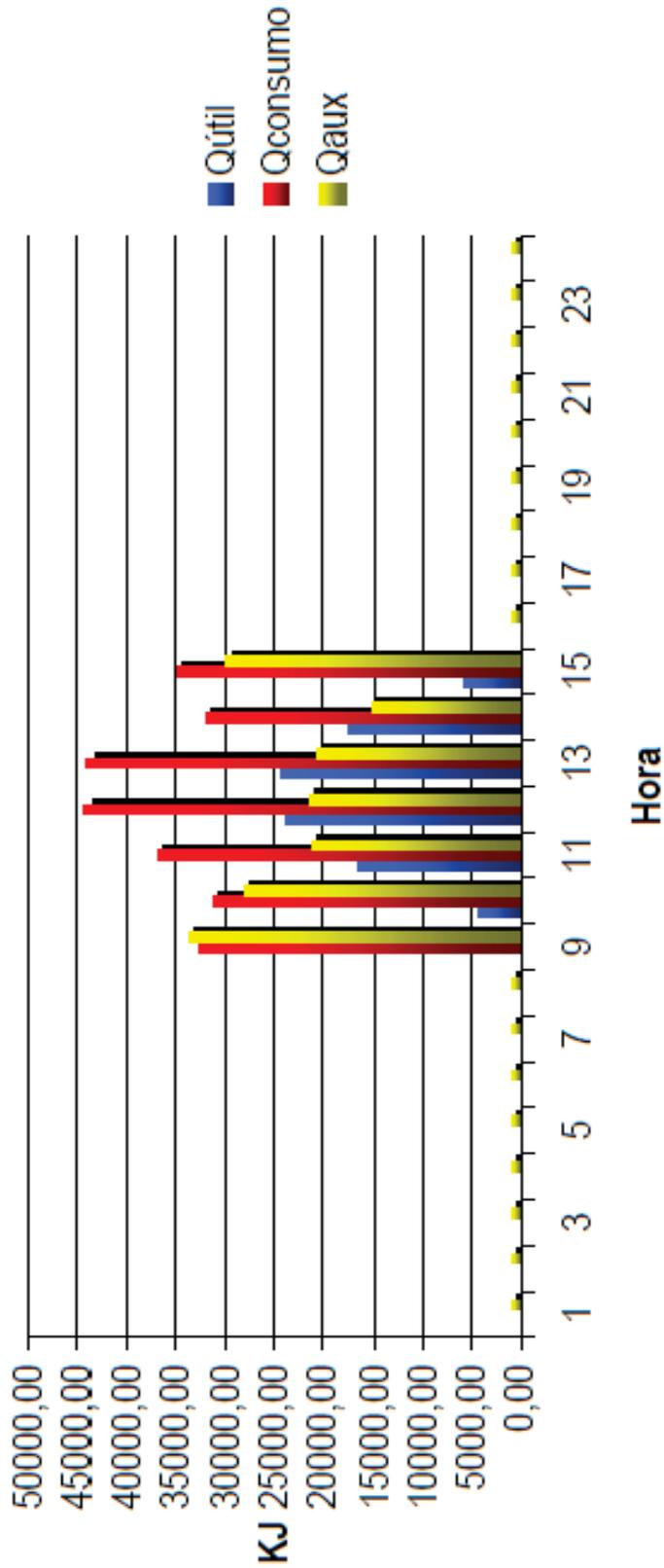
Tabla 9.- Noviembre

## RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 17.- Rendimiento noviembre

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 18.- Energía noviembre

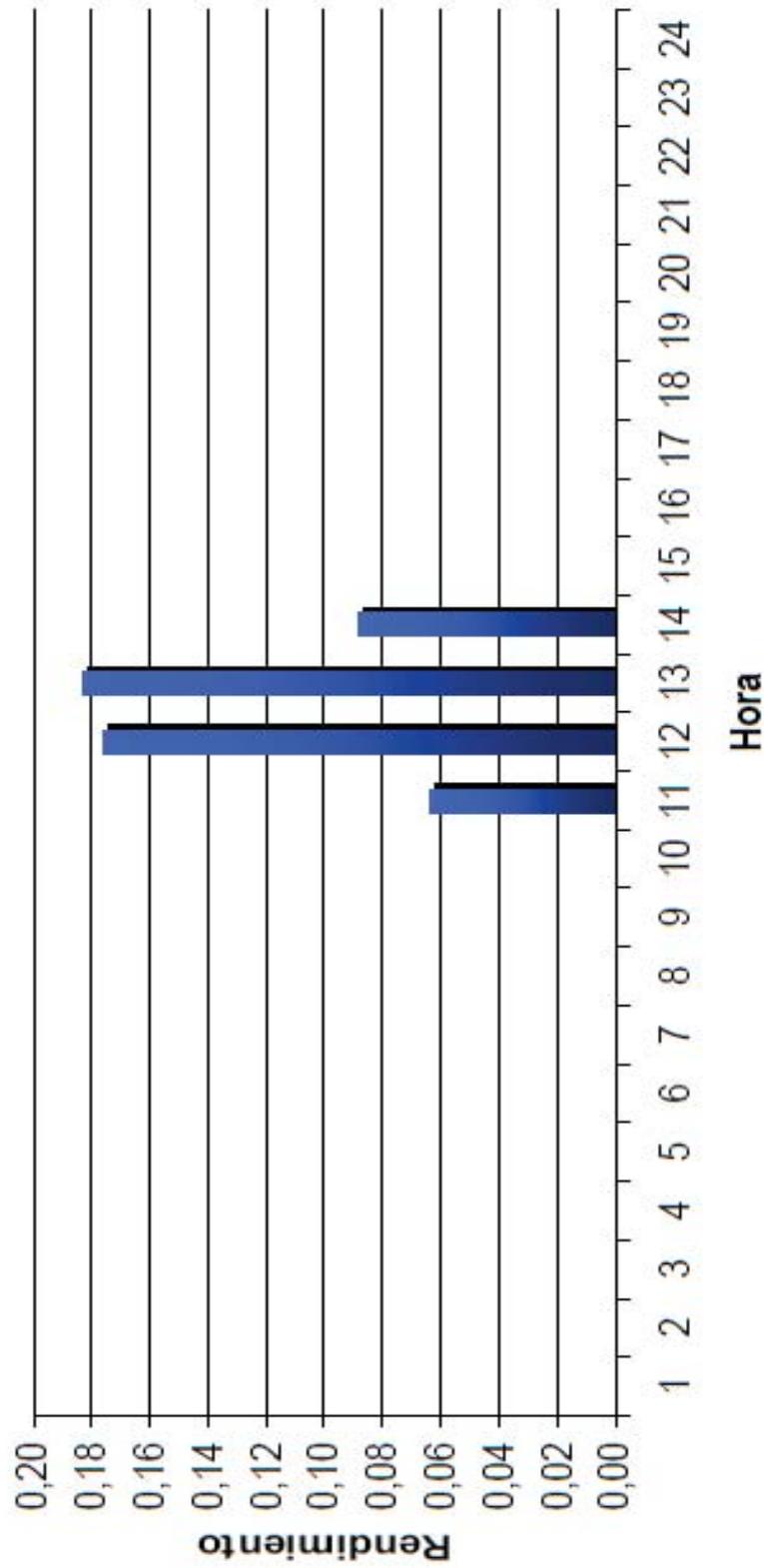
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

**DICIEMBRE**

hora solar	hora civil	tiempo (horas)	Tamb	Consumos	Radiacion (kJ/m2)	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qconsumo	Qperdido	Tdepnueva	Qaux	
0:00:00	1:00:00	0,5	6,6	0	0	60	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
1:00:00	2:00:00	1,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
2:00:00	3:00:00	2,5	6,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
3:00:00	4:00:00	3,5	6,0	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
4:00:00	5:00:00	4,5	6,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
5:00:00	6:00:00	5,5	6,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
6:00:00	7:00:00	6,5	7,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
7:00:00	8:00:00	7,5	7,9	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
8:00:00	9:00:00	8,5	8,6	230	328	60,0	0,00	0,00	35571,80	988,29	56,50	36560,09	
9:00:00	10:00:00	9,5	9,4	220	622	60,0	0,00	0,00	34025,20	988,29	56,65	35013,49	
10:00:00	11:00:00	10,5	10,1	260	866	60,0	0,06	2768,94	40211,60	988,29	56,32	38430,95	
11:00:00	12:00:00	11,5	10,8	311	1005	60,0	0,18	8837,93	48099,26	988,29	56,15	40249,62	
12:00:00	13:00:00	12,5	11,4	309	1005	60,0	0,18	9196,78	47789,94	988,29	56,21	39581,45	
13:00:00	14:00:00	13,5	11,8	225	866	60,0	0,09	3821,02	34798,50	988,29	56,94	31965,77	
14:00:00	15:00:00	14,5	12,0	245	622	60,0	0,00	0,00	37891,70	988,29	56,28	38879,99	
15:00:00	16:00:00	15,5	12,0	0	328	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
16:00:00	17:00:00	16,5	11,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
17:00:00	18:00:00	17,5	11,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
18:00:00	19:00:00	18,5	10,8	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
19:00:00	20:00:00	19,5	10,1	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
20:00:00	21:00:00	20,5	9,4	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
21:00:00	22:00:00	21,5	8,6	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
22:00:00	23:00:00	22,5	7,9	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
23:00:00	0:00:00	23,5	7,2	0	0	60,0	0,00	0,00	0,00	988,29	59,91	988,29	
										<b>24624,67</b>	<b>278388,00</b>	<b>23718,95</b>	<b>277482,28</b>
											<b>f(%)</b>	<b>8,2</b>	

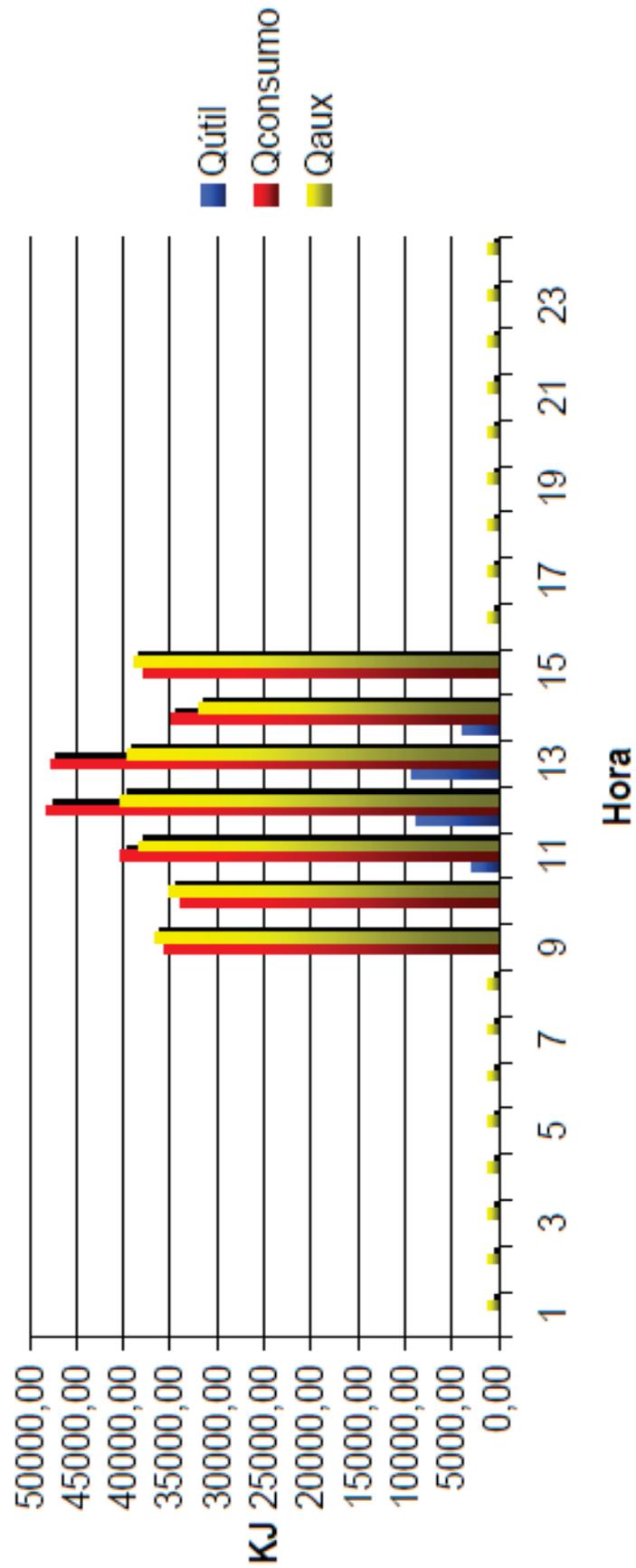
Tabla 10.- Diciembre

## RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



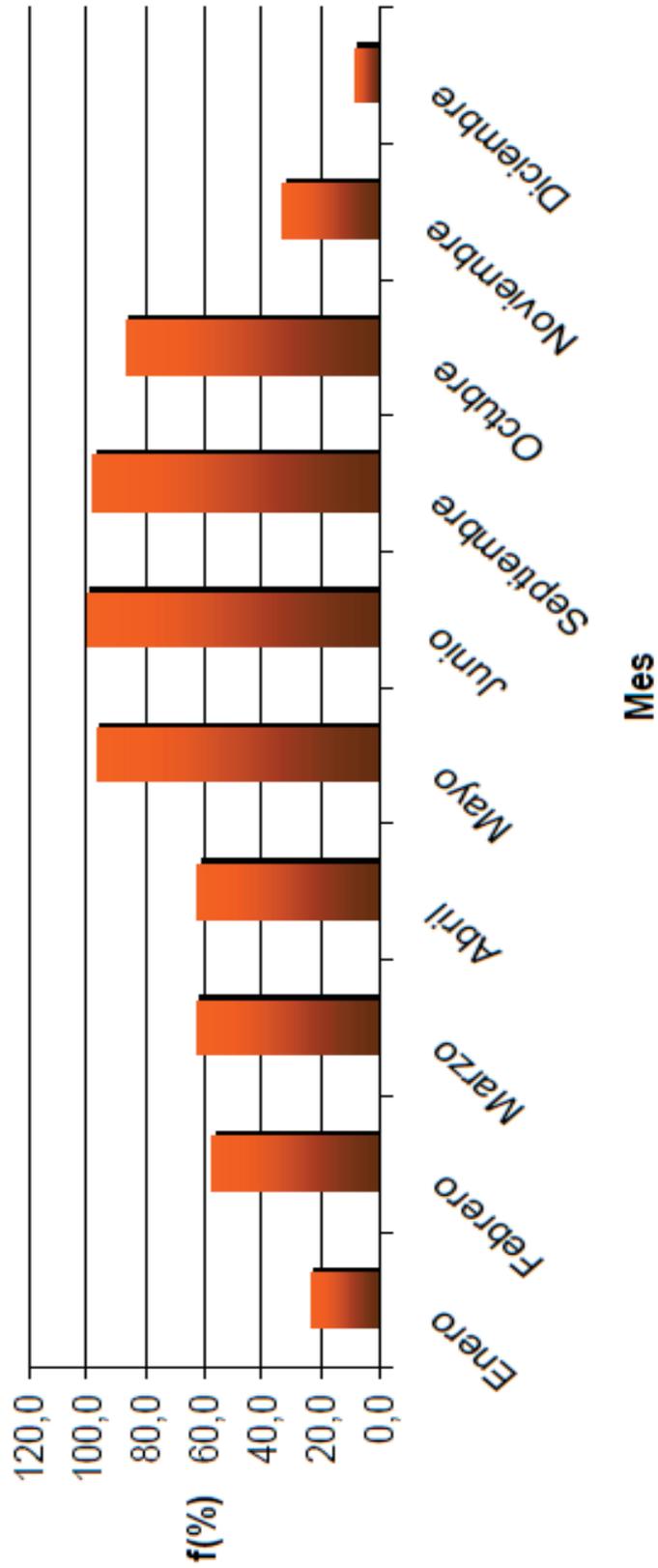
Gráfica 19.- Rendimiento diciembre

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



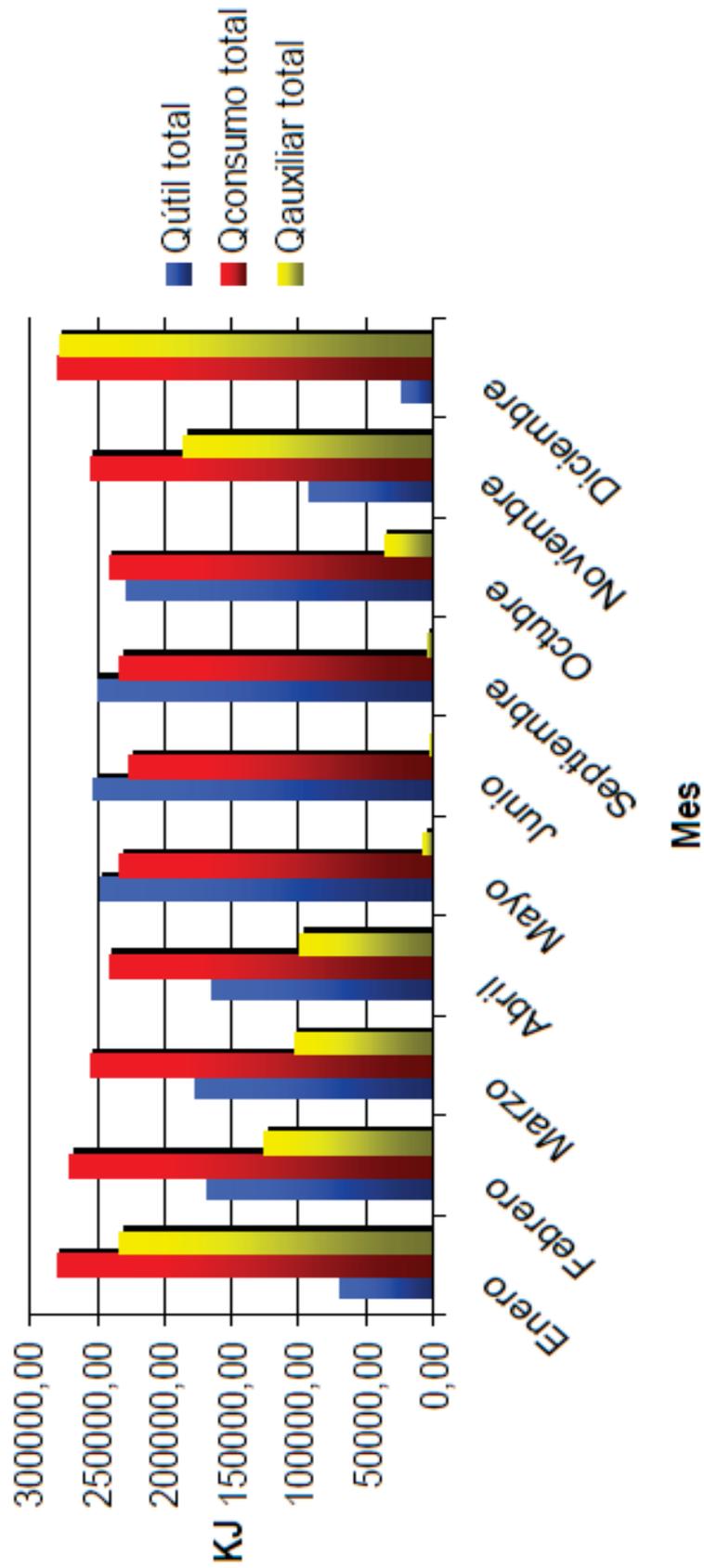
Gráfica 20.- Energía diciembre

**EFICIENCIA DE LA INSTALACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS MESES**



Gráfica 21.- Eficiencia de la instalación

## ENERGÍAS TOTALES EN FUNCIÓN DE LOS MESES



Gráfica 22.- Energías totales

- Resumen de coberturas y eficiencia media:

<i>Mes</i>	<i>Cobertura f(%)</i>
Enero	22,9
Febrero	40,6
Marzo	63,1
Abril	62,3
Mayo	96,8
Junio	100,0
Septiembre	97,9
Octubre	86,5
Noviembre	33,2
Diciembre	8,2
<b>f(%) MEDIA</b>	<b>61.1</b>

Tabla 11.- Eficiencia media y coberturas

## **2.2 Distancia entre captadores**

Según el RITE, los colectores se deben orientar hacia el sur geográfico, pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación. El ángulo de inclinación de los colectores sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica  $\beta$  y del periodo de utilización de la instalación.

La separación entre filas de captadores será igual o mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = k \times h$$

Siendo:

d la separación entre filas

h la altura del colector (ambas magnitudes expresadas con la misma unidad de medida). Este dato lo proporciona el fabricante del equipo elegido.

k un coeficiente cuyo valor se obtiene de la siguiente tabla, a partir de la inclinación de los colectores con respecto a un plano horizontal.

Coeficiente de separación entre filas de colectores:

Inclinación	20	25	30	35	40	45	50	55
Coeficiente k	1,532	1,638	1,732	1,831	1,879	1,932	1,970	1,992

Tabla 12.- Cálculo del coeficiente K

Por lo tanto, para esta instalación, colocando los paneles a 40° y orientación sur, se obtiene una distancia entre captadores de:

$$d = 1,879 \times 2,07 = 3,89m$$

En este caso no será necesario el cálculo de este valor ya que hay espacio suficiente para la instalación en fila de todos los captadores en grupos de 5 y 4 captadores.

### **2.3 Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento**

El volumen del acumulador debe ser proporcional al consumo requerido por la instalación, cubriendo como mínimo la demanda de un día.

Para calcular dicho volumen se debe tener en cuenta la superficie de captación instalada, ya que si ésta es de gran tamaño y el acumulador es pequeño se podrán obtener altas temperaturas, pero poco agua y una eficiencia de la instalación baja, mientras que si la superficie de captación es pequeña y el acumulador grande, se obtiene una gran cantidad de agua, pero no se pueden alcanzar temperaturas elevadas por lo que es necesario más aporte energético exterior.

En este caso concreto, se tienen unos consumos elevados concentrados en horas puntuales que coinciden con las horas de mayor radiación.

Este hecho hace que, idealmente, se pueda elegir un depósito más pequeño de lo normal ya que, la radiación solar, en estas horas concretas, es suficientemente elevada como para producir el calor necesario para cubrir la demanda requerida de ACS, pero el CTE limita esta decisión exponiendo que:

“Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Siendo A la suma de las áreas de los captadores [m<sup>2</sup>] y V el volumen de acumulación solar [litros].”

Sabemos que la superficie de captación es:

$$A=50 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$50 < \frac{V}{50} < 180 \rightarrow 2500 < V < 9000$$

Teniendo en cuenta el CTE se decide introducir un volumen de acumulación de 2.500 l que será lo suficientemente grande como para soportar la demanda.

## **2.4.- Dimensionamiento del subsistema de termotransferencia**

### **2.4.1 Fluido de trabajo**

El líquido que pasa a través de los paneles solares se llama líquido caloportador o portador, puesto que es el que se encarga de transportar el calor desde los paneles hasta el acumulador. Normalmente el líquido que atraviesa los paneles no es el de consumo, sino que hay un circuito cerrado que atraviesa los paneles y otro para el consumo.

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos. Según

las características climatológicas del lugar y la calidad del agua empleada.

El C.T.E. nos especifica una serie de condiciones que debe de cumplir el fluido de trabajo:

-Tendrá un pH a 20°C entre 5 y 9.

-La salinidad del agua del circuitos primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650  $\mu$ S/cm.

-El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico.

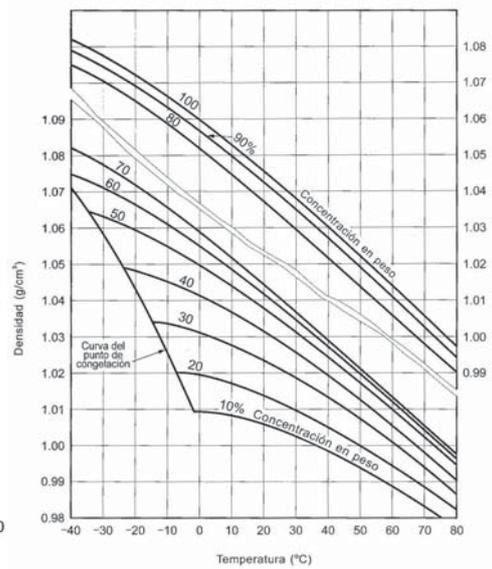
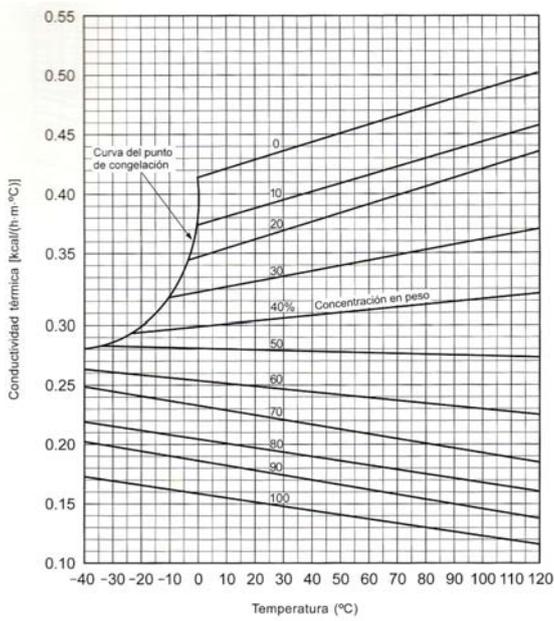
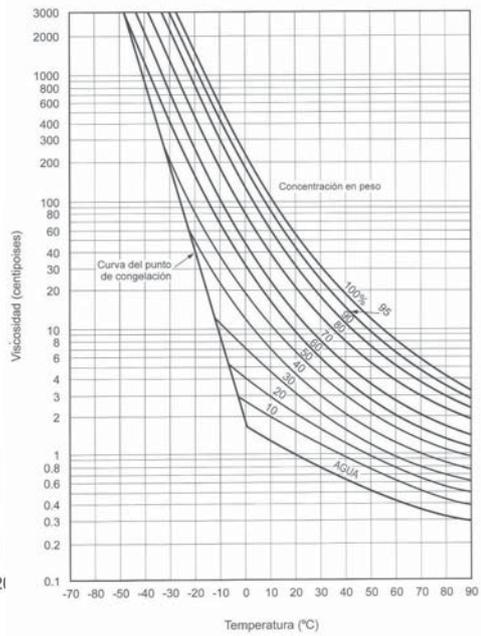
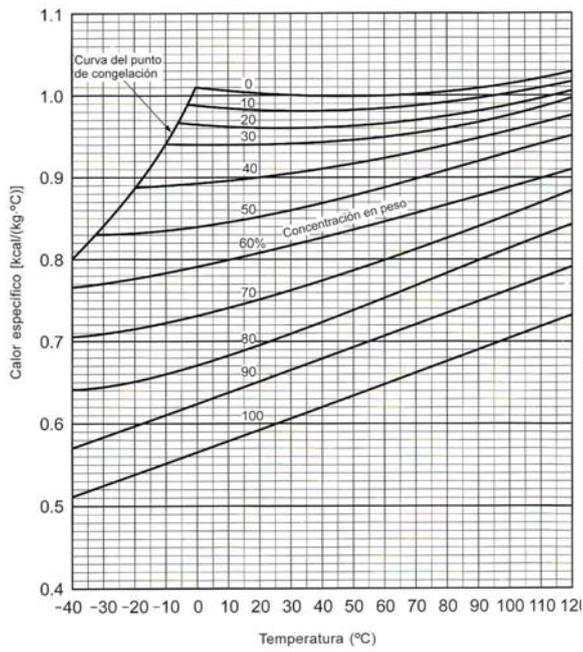
-El límite de dióxido de carbono libre contenido en agua no excederá de 50 mg/l.

El fluido caloportador tendrá un calor específico no inferior a 3 kJ/kgK (0,72 kcal/kg°C), en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada en la zona, con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas.

Para el caso a estudio, se tomará como referencia la temperatura mínima histórica tomada por el Instituto Nacional de Meteorología en el aeropuerto de Parayas. Dicha medida fue tomada el 21 de Enero de 1957, y se registró un valor de -5,4°C, por lo que se debe calcular la medida de anticongelante para una temperatura de -10,4°C. Para este valor, se obtiene un porcentaje en peso de propilenglicol de aproximadamente un 25%, y de un 21% para el etilenglicol.

A continuación se muestran las gráficas referidas a las propiedades del propilenglicol, que es el fluido caloportador elegido.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN



Gráficas 23, 24, 35 y 26.- Propiedades del propilenglicol

Se utilizará por tanto en la instalación una mezcla de propilenglicol, con una proporción de aproximadamente un 25%. Para esta mezcla, se obtiene un calor específico para una temperatura de 45°C de 0.94 kcal/kg°C, una viscosidad de 1,3 centipoises.

Para el rango de temperaturas de la instalación, el calor específico de la mezcla no bajará de las 0,72kcal/kg°C, tal y como indican las especificaciones técnicas.

La densidad del fluido caloportador será aproximadamente de 0,98 g/cm<sup>3</sup>.

### **2.4.2 Conducciones**

En este caso, se utilizará como material del circuito primario el cobre, ya que el resto de tuberías del edificio son de ese material. De esta forma se procura una concordancia entre la antigua y la nueva instalación.

Para calcular el diámetro de las tuberías se utilizará la siguiente expresión:

$$D = j \times C^{0,35}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería.

j: Es la constante, que para las tuberías metálicas tiene un valor de 2,2.

C: Es el caudal en m<sup>3</sup>/h.

Como se observa en la fórmula, para poder obtener el diámetro, es necesario que se haya calculado previamente el caudal. El fabricante de los paneles solares elegidos proporciona un valor de caudal de 50 l/h por cada panel por lo que se calculará el caudal total que debe circular por todo el campo de captadores. En este caso:

$$C = 50 \times n^{\circ} \text{ captadores} = 50 \times 22 = 1100 \text{ l/h} = 1,10 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Una vez hallado el caudal, se calcula el diámetro de las tuberías de cobre:

$$D = j \times C^{0,35} = 2,2 \times 1,10^{0,35} = 2,27 \text{ cm}$$

La tubería comercial con diámetro interior más cercano a 22,7 mm es la de 25 mm con un diámetro exterior de 28 mm según la norma UNE 37.141-76 que se indica en la siguiente tabla:

Dext (mm)	Espesor (mm)	Dint (mm)	Peso lineal (kg/m)	Sup. Pared ext. (cm <sup>2</sup> /m)	Sección interior (mm <sup>2</sup> )	Capacidad (l/m)	Resist. útil (kp/cm <sup>2</sup> )	Resist. rotura (kp/cm <sup>2</sup> )
6	0.75	4.5	0.110	188	16	0.016	147	733
	1	4	0.140	188	13	0.013	220	1100
8	0.75	6.5	0.152	251	33	0.033	102	510
	1	6	0.196	251	28	0.028	147	733
10	0.75	8.5	0.194	314	57	0.057	78	388
	1	8	0.252	314	50	0.050	110	550
12	0.75	10.5	0.236	377	87	0.087	63	314
	1	10	0.308	377	78	0.078	88	440
15	0.75	13.5	0.299	471	143	0.143	49	244
	1	13	0.391	471	133	0.133	68	338
18	0.75	16.5	0.362	565	214	0.214	40	199
	1	16	0.475	565	201	0.201	55	275
22	1	20	0.587	691	314	0.314	44	220
	1.2	19.6	0.698	691	302	0.302	54	269
	1.5	19	0.860	691	284	0.284	69	347
28	1	26	0.753	880	531	0.531	34	169
	1.2	25.6	0.899	880	515	0.515	41	206
	1.5	25	1.111	880	491	0.491	53	264
35	1	33	0.951	1100	855	0.855	27	133
	1.2	32.6	1.134	1100	835	0.835	32	162
	1.5	32	1.405	1100	804	0.804	41	206
42	1	40	1.146	1319	1257	1.257	22	110
	1,2	39.6	1.369	1319	1232	1.232	27	133
	1.5	39	1.699	1319	1195	1.195	34	169
54	1.2	51.6	1.172	1696	2091	2.091	20	102
	1.5	51	2.202	1696	2043	2.043	26	129
63	1.5	60	2.579	1979	2827	2.827	22	110

	2	59	3.411	1979	2734	2.734	30	149
80	1.5	77	3.292	2513	4657	1.657	17	86
	2	76	4.362	2513	4356	4.536	23	116
100	2	96	5.840	3142	7238	7.238	18	92
	2.5	95	6.815	3142	7088	7.088	23	116

Tabla 13.- Diámetros de tubería de cobre

Se elegirá entonces una tubería de cobre, que es el material más adecuado para este tipo de instalaciones, con un diámetro interior de 25 mm y exterior de 28 mm en el caso de la tubería de ida y retorno de la instalación. Para cada tramo se dimensionará a continuación el diámetro adecuado según el caudal de fluido que circule.

A continuación se muestra una relación de los diámetros seleccionados para el circuito de agua fría:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Di (mm)	De (mm)
1	8	1.10	Cu 25	28
2	5	0.6	Cu 19	22
3	5	0.4	Cu 16	18
4	5	0.2	Cu 13	15
5	5	0.5	Cu 19	22
6	5	0.25	Cu 13	15
Conexiones	2x0.2	0.25	Cu 13	15
Conexiones	3x0.2	0.2	Cu 13	15

Tabla 14.- Diámetros y longitudes de cada tramo

En el caso de agua caliente se tomarán las mismas longitudes y medidas ya que las tuberías circularán de forma paralela con el fin de ahorrar espacio y tener una visión simplificada del circuito para su correcto mantenimiento.

### 2.4.3 Pérdidas de carga

A continuación se calculan las pérdidas de carga totales en la instalación de producción de ACS mediante captadores solares térmicos. En este circuito

el agua, junto con el fluido caloportador, tendrá que superar numerosos obstáculos para conseguir una velocidad equilibrada.

Los cálculos de pérdidas de carga son desglosados según el motivo de producción. Se han valorado tres tipos de pérdidas de carga:

- Pérdidas de carga lineales: Son las que aparecen a lo largo de la longitud de la tubería.

$$Pérdidas_{tub\_rectas} = Pérdidas\_lineales \times longitud$$

En este caso también se tendrá en cuenta la velocidad del fluido, que tendrá que estar en torno a 1 m/s. Se calcula según la siguiente expresión:

$$v = \frac{C}{\pi R^2}$$

- Pérdidas de carga por singularidades: Son las provocadas por los elementos hidráulicos dispuestos a lo largo del circuito. Definidas por el fabricante.

Los elementos que aparecen en la instalación serán:

- Entrada al depósito
- Salida al depósito
- Válvula de resorte
- Válvula de equilibrado
- Válvula de tres vías
- Codos a 90°
- Derivación en T

- Uniones (de purgador, de purgador-desaireador y de vaso de expansión)

- Pérdidas de carga en los captadores: Son las existentes dentro del propio captador solar. Irán definidas por el fabricante.

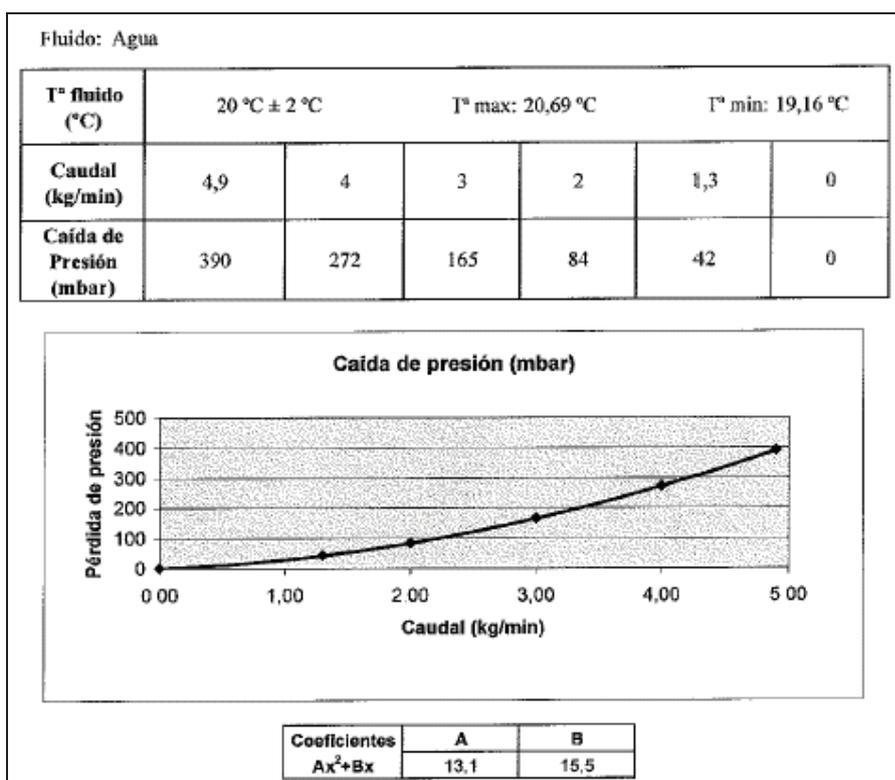


Fig. 2.- Pérdidas de carga en captadores según fabricante

En este caso el circuito tiene una longitud considerable y los diámetros varían en función del caudal. Por ello se han realizado los cálculos de las pérdidas de carga por cada tramo de la instalación. Finalmente las pérdidas de carga del sistema serán la suma de las pérdidas de carga existentes en cada tramo del circuito.

A continuación se muestran los resultados:



Tramo	Caudal (l/h)	De (mm)	Di (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a./m)	L (m)	p.d.c. lineal (mm.c.a.)	p.d.c. singularidades (mm.c.a.)	p.d.c. captadores (mm.c.a.)	p.d.c. (mm.c.a.)
1	1100	28	25	0,98	19,62	8	156,96	31,79	-	188,75
2	600	22	19	0,93	23,62	5	118,1	39,61	-	157,71
3	400	18	16	0,95	33,53	5	167,65	41,81	-	209,46
4	200	15	13	0,68	9,97	5	49,85	26,48	-	76,33
5	500	22	19	0,84	17,17	5	85,85	64,12	-	149,97
6	250	15	13	0,75	14,73	5	73,65	49,33	-	122,98
7	250	15	13	0,75	14,73	0,2	2,946	71,31	22	96,26
8	250	15	13	0,62	5,1	0,2	1,02	55,12	22	78,14
9	200	15	13	0,68	9,97	0,2	1,994	61,84	22	85,83
10	200	15	13	0,68	9,97	0,2	1,994	61,84	22	85,83
11	200	15	13	0,68	9,97	0,2	1,994	61,84	22	85,83
									Total	1337,09

Tabla 15. - Pérdidas de carga por tramo

#### **2.4.4 Bomba de circulación**

Para obtener la potencia de la bomba de impulsión se tomarán en cuenta los valores recogidos en los cálculos anteriores. Es decir:

Caudal máximo del circuito primario = 1100 l/h

Pérdidas de carga en el circuito primario = 1337,09 mmca

Estos valores definen el punto de trabajo de la bomba. En este caso según el fabricante se elige un modelo cuyo punto de funcionamiento se aproxime lo máximo posible al hallado según las pérdidas de carga del circuito y el caudal de fluido que soporta la instalación.

Finalmente se ha elegido una bomba de la casa Wilo modelo Stratos Pico 25/1-6 con una potencia absorbida de 40 W y que cumple con los requisitos expuestos anteriormente y necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

#### **2.4.5 Vaso de expansión**

Para el dimensionamiento del vaso de expansión se toma la fórmula recomendada por el fabricante, en la que se tendrán que introducir los valores estimados para la instalación que se proyecta.

En este caso se tiene:

$$V_n = V_u \times \frac{(P_f + 1)}{(P_f - P_i)}$$

Donde:

Vn= Volumen nominal del vaso de expansión

Vu= Volumen útil del vaso de expansión

Pi= Presión Inicial (presión de llenado de la instalación), bar

Valor aconsejado: (Presión estática + 0.5bar)

Pf= Presión Final, bar

Valor aconsejado: (Presión apertura válvula de seguridad - 0.5bar)

El volumen útil del vaso de expansión (Vu) será la suma de dos partidas:

*1. Volumen de fluido en los colectores*

Junkers, empresa fabricante, certifica de acuerdo a normativa vigente, una capacidad volumétrica de su captador Excellence FKT-1S, de 1,43 litros/captador. Por tanto el volumen total de fluido en la captación, en base a una superficie compuesta por 22 captadores, es de 31,46 litros.

*2. Volumen de fluido en las conducciones del circuito primario.*

Para el cálculo de esta capacidad se han utilizado los datos de longitud determinados anteriormente y con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$V = Longitud \cdot Sección = L \cdot Di^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

Han permitido calcular la capacidad volumétrica de cada tramo y del total de la conducción, obteniéndose un volumen en el total de las conducciones para el primario de 9,49 litros.

Tramo	Longitud (m)	Longitud (dm)	Di (dm)	Di (mm)	Volumen (l)
1	8	80	0,25	25	3,93
2	5	50	0,19	19	1,42
3	5	50	0,16	16	1,01
4	5	50	0,13	13	0,66
5	5	50	0,19	19	1,42
6	5	50	0,15	15	0,88
Conexiones	0,4	4	0,15	15	0,07
Conexiones	0,6	6	0,13	13	0,08
				<b>TOTAL</b>	<b>9,49</b>

Tabla 16.- Diámetros y longitudes de cada tramo

En este caso no existe intercambiador de placas ya que se proyecta la instalación de un depósito interacumulador de 2.500 litros de capacidad y con una superficie de intercambio de 6,7 m<sup>2</sup>.

La suma de las partidas, arroja un volumen total a considerar en el cálculo del vaso de expansión de 40,95 litros.

A continuación se toma como Pf un valor de 10 Kg/cm<sup>2</sup> y como Pi un valor de 2,4 (1,5+ altura estática)

En este caso sustituyendo valores se tiene:

$$V_n = 40,95 \times \frac{(10+1)}{(10-2,4)} = 59,27l$$

Según estos resultados el volumen del vaso de expansión deberá estar en torno a los 60 l.

### 3. CÁLCULOS CALEFACCIÓN

#### 3.1 Cálculo de cargas térmicas

En primer lugar se realiza un estudio de las cargas térmicas existentes en todo el edificio. Una vez obtenidos estos datos, se estima que para obtener un ahorro energético equitativo se pretenderá dotar de calefacción únicamente a la planta de Administración, de forma que se realizarán los cálculos a partir de la pérdida de carga sufrida en las estancias pertenecientes a este módulo del edificio.

Estos cálculos se realizan a partir de la siguiente expresión:

$$Q = A \times U \times (T_i - T_e)$$

Dónde:

Q es la carga térmica por transmisión

A es el área de la pared o elemento por el que circula el flujo

U es la transmitancia media del elemento

T<sub>i</sub> es la temperatura en el interior del recinto

T<sub>e</sub> es la temperatura exterior

Se tienen en cuenta entonces varios factores derivados de la localización del edificio y que influirán en los cálculos de pérdidas de cargas térmicas, como son:

Término municipal: Cortiguera (Suances)

Altitud sobre el nivel del mar: 80 m

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: 2.20 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Velocidad del viento: 0 m/s

Temperatura del terreno: 6.73 °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 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Estas condiciones, internas y externas, del edificio, influyen de tal forma que para calcular las pérdidas de carga térmicas totales, éstas se deberán desglosar en otras tres cargas sensibles. Se tienen en cuenta las cargas térmicas por calefacción o cargas interiores, dónde se analizan los cerramientos de cada recinto además de las producidas por la intermitencia de uso, que serán el 5% de las anteriores y las de ventilación que dependerán del caudal de ventilación de cada estancia.

A partir de estos datos se han realizado una serie de cálculos con el programa Cype.

Resultados de los cálculos de potencias consumidas en los recintos de la planta Administración para cada hora del día durante los meses de funcionamiento de la calefacción son los siguientes:

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 0	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	74,7	6430,6	85,5	7361,5	90,9	7826,9	86	7408	69,8	6011,7
Despac. Director 1	101,7	1088,1	118,1	1263,6	126,3	1351,3	118,9	1272,3	94,3	1009,1
Despac. Director 2	66,6	565,3	77,3	1121	82,7	1198,8	77,8	1128,8	61,7	985,2
Despac. Director 3	73	1095,1	84,8	1271,7	90,7	1360,1	85,4	1280,6	67,7	1015,6
Sala Profesores	74,4	1094,4	86,5	1270,9	92,5	1359,2	87,1	1279,7	69	1015
Cafetería	74,5	1095,5	86,5	1272,2	92,6	1360,5	87,1	1281	69,1	1016
Sala Usos Múltiples	74,8	1099,2	86,8	1276,4	92,9	1365,1	87,4	1285,3	69,3	1019,4
Biblioteca	75,1	1096,3	87,2	1273,1	93,3	1361,6	87,8	1282	69,6	1016,7
Despacho AMPA	65,2	1290,4	75,7	1498,6	80,9	1602,6	76,2	1509	60,4	1196,8
Despacho Alumnos	64,2	930,9	74,6	1081	79,7	1156,1	75,1	1088,5	59,5	863,3
Sala Visitas	75,4	1078	87,5	1251,9	93,6	1338,8	88,2	1260,6	69,9	999,8
Conserjería	58,5	11085,8	67,9	1284,1	72,7	1373,3	68,4	1293	54,3	1025,5
TOTAL W		18369,6		21226		22654,3		21368,8		17084,1
TOTAL KI		66130,56		76413,6		81565,48		76927,68		61502,76

Tabla 17.- Potencia para la hora 0.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 1	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	76,8	6616,8	87,7	7547,6	93,1	8013,1	87,7	7547,6	71,4	6151,4
Despac. Director 1	105	1123,2	121,4	1298,7	129,6	1386,4	121,4	1298,7	95,8	1035,4
Despac. Director 2	68,7	596,4	79,5	1152,1	84,8	1230	79,5	1152,1	63,4	918,6
Despac. Director 3	75,4	1130,4	87,1	1307,1	93	1395,4	87,1	1307,1	69,5	1042,1
Sala Profesores	76,9	1129,7	88,9	1360,2	94,9	1394,5	88,9	1306,2	70,8	1041,4
Cafetería	76,9	1130,8	88,9	1307,5	95	1395,9	88,9	1307,5	70,9	1042,5
Sala Usos Múltiples	77,2	1134,6	89,2	1311,9	95,3	1400,5	89,2	1311,9	71,2	1046
Biblioteca	77,5	1131,7	89,6	1308,5	95,7	1396,9	89,6	1308,5	71,5	1043,3
Despacho AMPA	67,3	1332,1	77,8	1540,2	83	1644,3	77,8	1540,2	62	1228
Despacho Alumnos	66,3	960,9	76,6	1111	81,8	1186,1	76,6	1111	61,1	885,8
Sala Visitas	77,8	1112,8	90	1286,7	96,1	1373,6	90	1286,7	71,7	1025,8
Conserjería	60,4	1141,4	69,8	1319,8	74,5	1409	69,8	1319,8	55,7	1052,
<b>TOTAL W</b>		<b>18940,8</b>		<b>21797,3</b>		<b>23225,7</b>		<b>21797,3</b>		<b>17512,6</b>
<b>TOTAL KI</b>		<b>68166,88</b>		<b>78470,28</b>		<b>83612,52</b>		<b>78470,28</b>		<b>63045,36</b>

Tabla 18.- Potencia para la hora 1.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 2	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	77,9	6709,9	88,7	7640,7	94,1	8105,1	88,7	7640,7	72,5	6214,4
Despac. Director 1	106,6	1140,7	123	1316,2	131,2	1404	123	1316,2	98,4	1053
Despac. Director 2	69,8	1012	80,5	1167,7	85,9	1245,5	80,5	1167,7	64,4	934,2
Despac. Director 3	76,5	1148,1	88,3	1324,7	94,2	1413,1	88,3	1324,7	70,7	1059,8
Sala Profesores	78,1	1147,4	90,1	1323,9	96,1	1412,1	90,1	1323,9	72	1059,1
Cafetería	78,1	1148,5	90,1	1325,2	96,2	1413,5	90,1	1325,2	72,1	1060,1
Sala Usos Múltiples	78,4	1152,3	90,5	1329,6	96,5	1418,3	90,5	1329,6	72,4	1063,7
Biblioteca	78,7	1149,4	90,8	1326,2	96,9	1414,6	90,8	1326,2	72,7	1061
Despacho AMPA	68,3	1352,9	78,8	1561	84,1	1665,1	78,8	1561	63,1	1248,8
Despacho Alumnos	67,3	975,9	77,7	1126,1	82,8	1201,1	77,7	1126,1	62,1	900,9
Sala Visitas	79	1130,2	91,2	1304	97,3	1391	91,2	1304	73	1043,2
Conserjería	61,3	1159,3	70,8	1337,6	75,5	1426,8	70,8	1337,6	56,6	1070,1
<b>TOTAL W</b>		<b>19226,6</b>		<b>22082,9</b>		<b>23511,2</b>		<b>22082,9</b>		<b>17798,3</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>59215,76</b>		<b>79498,44</b>		<b>84640,32</b>		<b>79498,44</b>		<b>64073,88</b>

Tabla 19.- Potencia para la hora 2.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 3	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	
Secretaria	77,9	6709,9	88,7	7640,7	94,1	8106,1	87,7	7547,6	72,5	6244,4					
Despac. Director 1	106,6	1140,7	123	1316,2	131,2	1404	121,4	1298,7	98,4	1053					
Despac. Director 2	69,8	1012	80,5	1167,7	85,9	1245,5	79,5	1152,1	64,4	934,2					
Despac. Director 3	76,5	1148,1	88,3	1324,7	94,2	1413,1	87,1	1307,1	70,7	1059,8					
Sala Profesores	78,1	1147,4	90,1	1323,9	96,1	1412,1	88,9	1306,2	72	1059,1					
Cafeteria	78,1	1148,5	90,1	1325,2	96,2	1413,5	88,9	1307,5	72,1	1060,1					
Sala Usos Múltiples	78,4	1152,3	90,5	1329,6	96,5	1418,3	89,2	1311,9	72,4	1063,7					
Biblioteca	78,7	1149,4	90,8	1326,2	96,9	1414,6	89,6	1308,5	72,7	1061					
Despacho AMPA	68,3	1352,9	78,8	1561	84,1	1665,1	77,8	1540,2	63,1	1248,8					
Despacho Alumnos	67,3	975,9	77,7	1126,1	82,8	1201,1	76,6	1111	62,1	900,9					
Sala Visitas	79	1130,2	91,2	1304	97,3	1391	90	1286,7	73	1043,2					
Conserjería	61,3	1159,3	70,8	1337,6	75,5	1426,8	69,8	1319,8	56,6	1070,1					
		19226,6		22082,9		23511,2		21797,3		17798,3					
<b>TOTAL W</b>		<b>69215,76</b>		<b>79498,44</b>		<b>84640,32</b>		<b>78470,28</b>		<b>64073,88</b>					
<b>TOTAL KJ</b>															

Tabla 20.- Potencia para la hora 3.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HOFA 4	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	76,8	66168	87,7	7547,6	93,1	8013,1	87,7	7547,6	71,4	6151,4
Despac Director 1	105	11232	121,4	1298,7	129,6	1386,4	121,4	1298,7	95,8	1035,4
Despac Director 2	68,7	995,4	75,5	1152,1	84,8	1230	79,5	1152,1	63,4	918,6
Despac Director 3	75,4	11304	87,1	1307,1	93	1395,4	87,1	1307,1	69,5	1042,1
Sala Profesores	76,9	1129,7	88,9	1306,2	94,9	1394,5	88,9	1306,2	70,8	1041,4
Cafetería	76,9	11308	88,9	1307,5	95	1395,9	88,9	1307,5	70,9	1042,5
Sala Usos Múltiples	77,2	1134,6	85,2	1311,9	95,3	1400,5	89,2	1311,9	71,2	1046
Biblioteca	77,5	1131,7	85,6	1308,5	95,7	1396,9	89,6	1308,5	71,5	1043,3
Despacho AMPA	67,3	1332,1	77,8	1540,2	83	1644,3	77,8	1540,2	62	1228
Despacho Alumnos	66,3	960,9	76,6	1111	81,8	1186,1	76,6	1111	61,1	885,8
Sala Visitas	77,8	11128	90	1286,7	95,1	1373,6	90	1286,7	71,7	1025,8
Conserjería	60,4	11414	55,8	1319,8	74,5	1409	69,8	1319,8	55,7	1052,3
		18940,8		21797,3		23225,7		21797,3		17512,6
<b>TOTAL W</b>		<b>68186,88</b>		<b>78470,28</b>		<b>83612,52</b>		<b>78470,28</b>		<b>63045,36</b>
<b>TOTAL KI</b>										

Tabla 21.- Potencia para la hora 4.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 0	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	74,7	6430,6	85,5	7361,5	90,9	7826,9	86	7408	69,8	6011,7
Despac. Director 1	101,7	1088,1	118,1	1263,6	126,3	1351,3	118,9	1272,3	94,3	1009,1
Despac. Director 2	66,6	565,3	77,3	1121	82,7	1198,8	77,8	1128,8	61,7	585,2
Despac. Director 3	73	1095,1	84,8	1271,7	90,7	1360,1	85,4	1280,6	67,7	1015,6
Sala Profesores	74,4	1094,4	86,5	1270,9	92,5	1359,2	87,1	1279,7	69	1015
Cafetería	74,5	1035,5	86,5	1272,2	92,6	1360,5	87,1	1281	69,1	1016
Sala Usos Múltiples	74,8	1099,2	86,8	1276,4	92,9	1365,1	87,4	1285,3	69,3	1019,4
Biblioteca	75,1	1096,3	87,2	1273,1	93,3	1361,6	87,8	1282	69,6	1016,7
Despacho AMPA	65,2	1290,4	75,7	1498,6	80,9	1602,6	76,2	1509	60,4	1196,8
Despacho Alumnos	64,2	930,9	74,6	1081	79,7	1156,1	75,1	1088,5	59,5	863,3
Sala Visitas	75,4	1078	87,5	1251,9	93,6	1338,8	88,2	1260,6	69,9	999,8
Conserjería	58,5	11085,8	67,9	1284,1	72,7	1373,3	68,4	1293	54,3	1025,5
TOTAL W		18369,6		21226		22654,3		21368,8		17084,1
TOTAL KI		66130,56		76413,6		81565,48		76927,68		61502,76

Tabla 22.- Potencia para la hora 5.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 6	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	71,4	6151,4	82,3	7082,2	87,7	7547,6	83,3	7175,3	67,1	5779
Despac. Director 1	96,8	1035,4	113,2	1210,9	121,4	1298,7	114,8	1228,5	90,2	965,2
Despac. Director 2	63,4	918,6	74,1	1074,3	79,5	1152,1	75,2	1089,8	59,1	856,3
Despac. Director 3	69,5	1042,1	81,3	1218,8	87,1	1307,1	82,4	1236,4	64,8	971,5
Sala Profesore:	70,8	1041,4	82,9	1218	88,9	1306,2	84,1	1235,6	66	970,8
Cafetería	70,9	1042,5	82,9	1219,2	88,9	1307,5	84,1	1236,8	66,1	971,8
Sala Usos Múltiples	71,2	1046	82,9	1223,2	89,2	1311,9	84,4	1241	66,3	975,1
Biblioteca	71,5	1043,3	83,2	1220,1	89,6	1308,5	84,8	1237,8	66,5	972,5
Despacho AMPA	62	1228	83,6	1436,1	77,8	1540,2	73,6	1456,9	57,3	1144,7
Despacho Alumnos	61,1	885,8	72,5	1036	76,6	1111	72,5	1051	57	825,8
Sala Visitas	71,7	1025,8	71,4	1199,7	90	1286,7	85,1	1217,1	66,9	956,3
Conserjería	55,7	1052,3	83,9	1236,6	69,8	1319,8	66,1	1248,4	51,9	980,9
<b>TOTAL W</b>		<b>17512,6</b>	<b>65,1</b>	<b>20369,1</b>		<b>21797,3</b>		<b>20654,6</b>		<b>16369,9</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>63043,36</b>		<b>73328,76</b>		<b>78470,28</b>		<b>74356,56</b>		<b>658931,64</b>

Tabla 23.- Potencia para la hora 6.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 7	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	67,7	5825,6	78,5	6756,4	83,9	7221,8	80,6	6942,6	64,4	5546,3
Despac. Director 1	91	974	107,4	11495	115,6	1237,2	110,7	1184,6	86,1	921,4
Despac. Director 2	59,6	854,1	70,3	1019,8	75,7	1097,6	72,5	1050,9	56,4	817,4
Despac. Director 3	65,4	980,3	77,1	1156,9	83	1245,3	79,5	1192,3	61,8	927,3
Sala Profesores	66,6	979,7	78,7	1156,2	84,7	1244,4	81,1	1191,5	63	926,7
Cafetería	66,7	980,5	78,7	1157,3	84,7	1245,7	81,1	1192,7	63,1	927,6
Sala Usos Múltiples	66,9	983,9	79	1161,2	85	1249,8	81,4	1196,7	63,3	930,7
Biblioteca	67,2	981,4	79,3	1158,2	85,4	1246,6	81,8	1193,6	63,6	928,3
Despacho AMPA	58,3	1155,1	68,9	1363,3	74,1	1467,3	71	1404,9	55,2	1092,7
Despacho Alumnos	57,5	833,3	67,8	983,4	73	1058,5	69,9	1013,5	54,4	788,2
Sala Visitas	67,5	965	79,6	1138,9	85,7	1225,8	62,1	1173,6	63,8	912,8
Conserjería	52,4	989,8	61,8	1168,2	66,5	1257,4	63,7	1203,9	49,5	936,3
		16512,8		19369,3		20797,4		19440,8		15555,7
<b>TOTAL W</b>		<b>59446,08</b>		<b>69729,48</b>		<b>74870,64</b>		<b>71786,88</b>		<b>56360,52</b>
<b>TOTAL KJ</b>										

Tabla 24.- Potencia para la hora 7.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 8	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (w/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	63,9	5499,8	74,7	6430,6	80,1	6896	87,7	6616,8	60,6	5220,5
Despac. Director 1	85,3	912,6	101,7	1088,1	109,9	1175,8	121,4	1123,2	80,4	859,9
Despac. Director 2	55,8	809,6	66,6	985,3	71,9	1043,1	79,5	995,4	52,6	762,9
Despac. Director 3	61,2	918,5	73	1095,1	78,9	1183,4	87,1	1130,4	57,7	865,5
Sala Profesores	62,4	917,9	74,4	1094,4	80,5	1182,7	88,9	1129,7	58,8	864,9
Cafetería	62,5	918,8	74,5	1095,5	80,5	1183,8	88,9	1130,8	58,9	865,8
Sala Usos Múltiples	62,7	921,9	74,8	1099,2	80,8	1187,8	89,2	1134,6	59,1	868,7
Biblioteca	63	919,5	75,1	1096,3	81,1	1184,7	89,6	1131,7	59,3	866,4
Despacho AMPA	54,7	1082,3	65,2	1290,4	70,4	1394,5	77,8	1332,1	51,5	1019,9
Despacho Alumnos	53,8	780,7	64,2	930,9	69,4	1006	76,6	960,9	50,7	735,7
Sala Visitas	63,2	904,1	75,4	1078	81,5	1164,9	90	1112,8	59,6	852
Conserjería	49,1	927,4	58,5	1105,8	63,2	1194,9	69,8	1141,4	46,2	873,9
<b>TOTAL W</b>		<b>15513,1</b>		<b>18369,6</b>		<b>19797,6</b>		<b>18940,8</b>		<b>14656,1</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>56847,16</b>		<b>66130,56</b>		<b>71271,36</b>		<b>68186,88</b>		<b>52761,96</b>

Tabla 25.- Potencia para la hora 8.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HCRA 9	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	59,6	5127,4	70,4	6058,3	75,8	6523,7	73,6	6337,5	57,4	4941,2
D=spac. Director 1	78,7	842,4	95,1	1017,9	103,3	1105,6	100	1070,5	75,4	807,3
D=spac. Director 2	51,5	747,3	62,3	903	67,6	980,9	65,5	949,7	49,4	716,2
D=spac. Director 3	56,5	847,8	68,3	1024,5	74,2	1112,8	71,8	1077,5	54,2	812,5
Sala Profesores	57,6	847,3	69,6	1023,8	75,6	1112	73,2	1076,7	55,2	812
Cafetería	57,7	848,1	69,7	1024,8	75,7	1113,2	73,3	1077,8	55,3	812,8
Sala Usos Múltiples	57,9	851	69,9	1028,2	76	1116,9	73,6	1081,4	55,5	815,5
Biblioteca	58,1	848,8	70,2	1025,6	76,3	1114	73,9	1078,6	55,7	813,4
D=spacho AMPA	50,5	999	61	1207,2	66,2	1311,2	64,1	1269,6	48,4	957,4
D=spacho Alumnos	49,7	720,7	60,1	870,8	65,2	945,9	63,2	915,9	47,6	690,7
Sala Visitas	58,4	834,6	70,5	1008,5	76,6	1095,4	74,2	1060,6	55,9	799,8
Consejería	45,3	856,1	54,7	1034,4	59,4	1123,6	57,6	1087,9	43,4	820,4
<b>TOTAL W</b>		<b>14370,5</b>	<b>58,5</b>	<b>17227</b>		<b>18655,2</b>		<b>18083,7</b>		<b>13799,2</b>
<b>TOTAL KI</b>		<b>51733,8</b>		<b>62017,2</b>		<b>67158,72</b>		<b>65101,32</b>		<b>49677,12</b>

Tabla 26.- Potencia para la hora 9.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 10	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	
Secretaría	55,8	4801,6	66,6	5732,5	72	6197,9	69,8	6011,7	53,6	4615,4					
Despac. Director 1	73	781	89,4	956,5	97,6	1044,2	94,3	1009,1	69,7	745,9					
Despac. Director 2	47,8	692,8	58,5	848,5	63,9	926,4	61,7	985,2	45,6	661,7					
Despac. Director 3	52,4	786	64,2	962,6	70,1	1051	67,7	1015,6	50	750,2					
Sala Profesores	53,4	785,5	65,4	962	71,4	1050,3	69	1015	51	750,7					
Cafetería	53,5	786,3	65,5	963	71,5	1051,3	69,1	1016	51	750					
Sala Usos Múltiples	53,7	788,9	65,7	966,2	71,8	1054,8	69,3	1019,4	51,3	753,5					
Biblioteca	53,9	786,9	66	963,7	72,1	1052,1	69,6	1016,7	51,5	751,5					
Despacho AMPA	46,8	926,2	57,3	1134,3	62,5	1238,4	60,4	1196,8	44,7	884,6					
Despacho Alumnos	46,1	668,1	56,4	818,3	61,6	1054,8893,3	59,5	863,3	44	638,1					
Sala Visitas	54,1	773,7	66,3	647,6	72,3	1034,5	69,9	999,8	51,7	739					
Conserjería	42	793,7	51,4	972	56,1	1061,2	54,3	1025,5	40,1	758					
<b>TOTAL W</b>		13370,7		16227,2		17655,4		17084,1		12798,6					
<b>TOTAL KI</b>		48134,52		58417,92		63559,44		61502,76		46074,96					

Tabla 27.- Potencia para la hora 10.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 11	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	52	4475,8	52,8	5406,7	682	5872,1	67,1	5779	50,9	4382,7
Despac. Director 1	67,2	719,5	83,6	896	918	982,8	90,2	965,2	65,6	702
Despac. Director 2	44	638,3	54,8	794	601	871,9	59,1	856,3	42,9	622,8
Despac. Director 3	48,3	724,2	60,1	900,8	65,9	989,1	64,8	971,5	47,1	706,5
Sala Profesores	49,2	723,7	61,2	900,2	672	988,5	66	970,8	48	706,1
Cafetería	49,2	723,5	61,3	901,1	673	989,5	66,1	971,8	48	705,9
Sala Usos Múltiples	49,4	726,9	61,5	904,1	675	992,8	66,3	975,1	48,2	709,1
Biblioteca	49,7	725	61,8	901,8	678	990,2	66,6	972,5	48,4	707,3
Despacho AMPA	43,1	853,3	53,6	1061,5	589	1165,5	57,8	1144,7	42	832,5
Despacho Alumnos	42,5	615,6	52,8	765,7	58	940,8	57	825,8	41,4	600,6
Sala Visitas	49,9	712,9	52	886,7	681	973,7	66,9	956,3	48,6	695,5
Conserjería	38,7	731,2	48,1	909,6	528	998,8	51,9	980,9	37,7	713,4
<b>TOTAL W</b>		<b>12369,9</b>		<b>15227,2</b>		<b>16655,7</b>		<b>16369,9</b>		<b>12084,4</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>44531,64</b>		<b>54817,92</b>		<b>59960,52</b>		<b>58931,64</b>		<b>43505,84</b>

Tabla 28.- Potencia para la hora 11.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 12	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	48,7	4196,6	59,6	5127,4	65	5592,8	64,4	5546,3	48,2	4150
Despac. Director 1	62,3	566,9	78,7	842,4	86,9	930,1	86,1	921,4	61,5	658,1
Despac. Director 2	40,8	591,6	51,5	747,3	56,9	825,2	56,4	817,4	40,3	583,8
Despac. Director 3	44,7	671,2	56,5	847,8	62,4	936,1	61,8	927,3	44,2	662,4
Sala Profesores	45,6	670,8	57,6	847,3	63,6	935,5	63	926,7	45	661,9
Cafetería	45,6	670,6	57,7	848,1	63,7	936,5	63,1	927,6	45	661,8
Sala Usos Múltiples	45,8	673,7	57,9	851	63,9	939,6	63,3	930,7	45,2	664,8
Biblioteca	46	671,9	58,1	848,8	64,2	937,2	63,6	928,3	45,4	663,1
Despacho AMPA	39,9	790,9	50,5	999	55,7	1103,1	55,2	1092,7	39,4	780,5
Despacho Alumnos	39,3	570,5	49,7	720,7	54,9	795,8	54,4	788,2	38,8	563
Sala Visitas	46,2	660,7	58,4	834,6	64,4	921,5	63,8	912,8	45,6	652
Conserjería	35,9	677,7	45,3	856,1	50	945,3	49,5	936,3	35,4	668,8
<b>TOTAL W</b>		<b>11513,1</b>		<b>143705</b>		<b>15798,7</b>		<b>15655,7</b>		<b>137702</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>41447,16</b>		<b>51733,8</b>		<b>56875,32</b>		<b>56360,52</b>		<b>40932,72</b>

Tabla 29.- Potencia para la hora 12.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 13	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	46,6	4010,4	57,4	4941,2	62,8	5406,7	62,8	5406,7	46,6	4010,4
Despac. Director 1	59	631,8	75,4	807,3	83,6	896	83,6	896	59	631,8
Despac. Director 2	638,7	560,5	49,4	716,2	54,8	794	54,8	794	638,7	560,5
Despac. Director 3	42,4	635,9	54,2	812,5	60,1	900,8	60,1	900,8	42,4	635,9
Sala Profesores	43,2	635,5	55,2	812	61,2	900,2	61,2	900,2	43,2	635,5
Cafetería	43,2	635,3	55,3	812,8	61,3	901,1	61,3	901,1	43,2	635,3
Sala Usos Múltiples	43,4	638,2	55,5	815,5	61,5	904,1	61,5	904,1	43,4	638,2
Biblioteca	43,6	636,6	55,7	813,4	61,8	901,8	61,8	901,8	43,6	636,6
Despacho AMPA	37,8	749,3	48,4	957,4	53,6	1061,5	53,6	1061,5	37,8	749,3
Despacho Alumnos	37,3	540,5	47,6	690,7	52,8	765,7	52,8	765,7	37,3	540,5
Sala Visitas	43,8	625,9	55,9	799,8	62	886,7	62	886,7	43,8	625,9
Conserjería	34	642,1	43,4	820,4	48,1	909,6	48,1	909,6	34	642,1
		1094,2		13799,2		15227,2		15227,2		1094,2
<b>TOTAL W</b>		<b>39391,2</b>		<b>49677,12</b>		<b>54817,92</b>		<b>54817,92</b>		<b>39391,2</b>
<b>TOTAL KJ</b>										

Tabla 30.- Potencia para la hora 13.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 14	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	45,5	3917,3	56,3	7878,2	61,7	5313,6	61,7	5313,6	45,5	3917,3
Despac. Director 1	57,4	614,2	73,8	798,7	82	877,5	82	877,5	57,4	614,2
Despac. Director 2	37,6	544,9	48,3	700,6	53,7	778,5	53,7	778,5	37,6	544,9
Despac. Director 3	41,2	618,2	53	794,8	58,9	883,2	58,9	883,2	41,2	618,2
Sala Profesores	42	617,8	54	794,3	60	882,6	60	882,6	42	617,8
Cafetería	42	617,7	54,1	795,1	60,1	883,5	60,1	883,5	42	617,7
Sala Usos Múltiples	42,2	620,5	54,3	797,8	60,3	886,4	60,3	886,4	42,2	620,5
Biblioteca	42,4	618,9	54,5	795,7	60,6	884,1	60,6	884,1	42,4	618,9
Despacho AMPA	36,8	728,5	47,3	936,6	52,6	1040,7	52,6	1040,7	36,8	728,5
Despacho Alumnos	36,2	525,5	46,6	6975,6	51,8	750,7	51,8	750,7	36,2	525,5
Sala Visitas	42,6	608,6	54,7	782,4	60,8	869,4	60,8	869,4	42,6	608,6
Conserjería	33	624,2	42,5	802,6	47,2	891,7	47,2	891,7	33	624,2
<b>TOTAL W</b>		<b>10656,3</b>		<b>135134</b>		<b>14941,9</b>		<b>14941,9</b>		<b>10656,3</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>38862,68</b>		<b>48648,24</b>		<b>53790,84</b>		<b>53790,84</b>		<b>38862,68</b>

Tabla 31.- Potencia para la hora 14.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 15	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	45,5	3917,3	56,3	7878,2	61,7	5313,6	61,7	5313,6	45,5	3917,3
Despac. Director 1	57,4	614,2	73,8	798,7	82	877,5	82	877,5	57,4	614,2
Despac. Director 2	37,6	544,9	48,3	700,6	53,7	778,5	53,7	778,5	37,6	544,9
Despac. Director 3	41,2	618,2	53	794,8	58,9	883,2	58,9	883,2	41,2	618,2
Sala Profesores	42	617,8	54	794,3	60	882,5	60	882,5	42	617,8
Cafetería	42	617,7	54,1	795,1	60,1	883,5	60,1	883,5	42	617,7
Sala Usos Múltiples	42,2	620,5	54,3	797,8	60,3	886,4	60,3	886,4	42,2	620,5
Biblioteca	42,4	618,9	54,5	795,7	60,6	884,1	60,6	884,1	42,4	618,9
Despacho AMPA	36,8	728,5	47,3	936,6	52,6	1040,7	52,6	1040,7	36,8	728,5
Despacho Alumnos	36,2	525,5	46,6	6975,6	51,8	750,7	51,8	750,7	36,2	525,5
Sala Visitas	42,6	608,6	54,7	782,4	60,8	869,4	60,8	869,4	42,6	608,6
Conserjería	33	624,2	42,5	802,6	47,2	891,7	47,2	891,7	33	624,2
<b>TOTAL W</b>		<b>10656,3</b>		<b>13513,4</b>		<b>14941,9</b>		<b>14941,9</b>		<b>10656,3</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>38862,68</b>		<b>48648,24</b>		<b>53790,84</b>		<b>53790,84</b>		<b>38862,68</b>

Tabla 32.- Potencia para la hora 15.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 16	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	46,6	4010,4	57,4	4941,52	62,8	5406,7	52,8	5406,7	46,6	4010,4
Despac. Director 1	59	631,8	75,4	807,3	83,6	895	33,6	895	59	631,8
Despac. Director 2	38,7	560,5	49,4	716,2	54,8	794	54,8	794	38,7	560,5
Despac. Director 3	42,4	635,9	54,2	812,5	60,1	930,8	50,1	900,8	42,4	635,9
Sala Profesores	43,2	635,5	55,2	812	61,2	930,2	51,2	900,2	43,2	635,5
Cafetería	43,2	635,3	55,3	812,8	61,3	931,1	51,3	901,1	43,2	635,3
Sala Usos Múltiples	43,4	638,2	55,5	815,5	61,5	934,1	51,5	904,1	43,4	638,2
Biblioteca	43,6	636,6	55,7	813,4	61,8	931,8	51,8	901,8	43,6	636,6
Despacho AMPA	37,8	749,3	48,4	957,4	53,6	1061,5	53,6	1061,5	37,8	749,3
Despacho Alumnos	37,3	540,5	47,6	690,7	52,8	765,7	52,8	765,7	37,3	540,5
Sala Visitas	43,8	625,9	55,9	799,8	62	886,7	62	886,7	43,8	625,9
Conserjería	34	642,1	43,4	820,4	48,1	939,6	48,1	909,6	34	642,1
TOTAL W		10942		137992		152272		152272		10942
TOTAL KJ		393912		49677,12		54817,92		54817,92		393912

Tabla 33.- Potencia para la hora 16.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 17	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	48,7	4196,6	59,6	5127,4	65	5592,8	64,4	5546,3	48,2	4150
Despac. Director 1	62,3	666,9	78,7	842,4	86,9	930,1	86,1	921,4	61,5	658,1
Despac. Director 2	40,8	591,6	51,5	747,3	56,9	825,2	56,4	817,4	40,3	583,8
Despac. Director 3	44,7	671,2	56,5	847,8	62,4	936,1	61,8	927,3	44,2	662,4
Sala Profesores	45,6	670,8	57,6	847,3	63,6	935,5	63	926,7	45	661,9
Cafetería	45,6	670,6	57,7	848,1	63,7	936,5	63,1	927,6	45	661,8
Sala Usos Múltiples	45,8	673,7	57,9	851	63,9	939,6	63,3	930,7	45,2	664,8
Biblioteca	46	671,9	58,1	848,8	64,2	937,2	63,6	928,3	45,4	663,1
Despacho AMPA	39,9	790,9	50,5	999	55,7	1103,1	55,2	1092,7	39,4	780,5
Despacho Alumnos	39,3	570,5	49,7	720,7	54,9	795,8	54,4	788,2	38,8	563
Sala Visitas	46,2	660,7	58,4	834,6	64,4	921,5	63,8	912,8	45,6	652
Conserjería	35,9	677,7	45,3	856,1	50	945,3	49,5	930,3	35,4	668,8
<b>TOTAL W</b>		<b>11513,1</b>		<b>143705</b>		<b>15793,7</b>		<b>15655,7</b>		<b>137702</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>414471,6</b>		<b>51733,8</b>		<b>56875,32</b>		<b>56360,52</b>		<b>40932,72</b>

Tabla 34.- Potencia para la hora 17.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 18	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia total (W)
Secretaría	52	4475,8	5406,7	652,8	5406,7	5872,1	682	5872,1	671	5779	4382,7	57,1	5779	50,9	4382,7
Despac. Director 1	67,2	719,5	895	83,6	895	982,8	91,8	982,8	90,2	965,2	702	90,2	965,2	65,6	702
Despac. Director 2	44	638,3	794	54,8	794	871,9	60,1	871,9	59,1	856,3	622,8	59,1	856,3	42,9	622,8
Despac. Director 3	48,3	724,2	900,8	60,1	900,8	989,1	65,9	989,1	64,8	971,5	706,5	64,8	971,5	47,1	706,5
Sala Profesores	49,2	723,7	900,2	61,2	900,2	988,5	67,2	988,5	66	970,8	706,1	66	970,8	48	706,1
Cafetería	49,2	723,5	901,1	61,3	901,1	989,5	67,3	989,5	66,1	971,8	706,9	66,1	971,8	48	706,9
Sala Usos Múltiples	49,4	726,9	904,1	61,5	904,1	992,8	67,5	992,8	66,3	975,1	709,1	66,3	975,1	48,2	709,1
Biblioteca	49,7	725	901,8	61,8	901,8	990,2	67,8	990,2	66,6	972,5	707,3	66,6	972,5	48,4	707,3
Despacho AMPA	43,1	853,3	1061,5	53,6	1061,5	1165,5	58,9	1165,5	57,8	1144,7	832,5	57,8	1144,7	42	832,5
Despacho Alumnos	42,5	615,6	765,7	52,8	765,7	940,8	58	940,8	57	825,8	600,6	57	825,8	41,4	600,6
Sala Visitas	49,9	712,9	886,7	62	886,7	973,7	68,1	973,7	66,9	956,3	695,5	66,9	956,3	48,6	695,5
Conserjería	38,7	731,2	909,6	48,1	909,6	998,8	52,8	998,8	51,9	980,9	713,4	51,9	980,9	37,7	713,4
<b>TOTAL W</b>		<b>12369,9</b>	<b>15227,2</b>		<b>15227,2</b>	<b>16655,7</b>		<b>16655,7</b>		<b>16369,9</b>	<b>12084,4</b>		<b>16369,9</b>		<b>12084,4</b>
<b>TOTAL K.</b>		<b>44531,64</b>	<b>54817,92</b>		<b>54817,92</b>	<b>59960,52</b>		<b>59960,52</b>		<b>58931,64</b>	<b>43505,84</b>		<b>58931,64</b>		<b>43505,84</b>

Tabla 35.- Potencia para la hora 18.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 19	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	
Secretaría	55,8	4801,6	66,6	5732,5	72	6197,9	69,8	6011,7	53,6	4615,4					
Despat. Director 1	73	781	89,4	9555	97,6	1044,2	94,3	1005,1	69,7	745,9					
Despat. Director 2	47,8	692,8	58,5	8435	63,5	9264	61,7	985,2	45,6	661,7					
Despat. Director 3	52,4	786	64,2	962,6	70,1	1061	67,7	1015,6	50	750,2					
Sala Profesores	53,4	785,5	65,4	962	71,4	1050,3	69	1015	51	750,7					
Cafetería	53,5	786,3	65,5	963	71,5	1051,3	69,1	1016	51	750					
Sala Usos Múltiples	53,7	788,9	65,7	965,2	71,8	1054,8	69,3	1019,4	51,3	753,5					
Biblioteca	53,9	786,9	66	963,7	72,1	1052,1	69,6	1016,7	51,5	751,5					
Despacho AMPA	46,8	926,2	57,3	1134,3	62,5	1238,4	60,4	1196,8	44,7	884,6					
Despacho Alumnos	46,1	668,1	56,4	813,3	61,6	1054,8893,3	59,5	863,3	44	638,1					
Sala Visitas	54,1	773,7	66,3	647,6	72,3	1034,5	69,9	999,8	51,7	739					
Conserjería	42	793,7	51,4	972	56,1	1061,2	54,3	1025,5	40,1	75,8					
<b>TOTAL W</b>		<b>13870,7</b>		<b>16227,2</b>		<b>17655,4</b>		<b>17084,1</b>		<b>12798,6</b>					
<b>TOTAL KJ</b>		<b>481345,2</b>		<b>58417,92</b>		<b>63559,44</b>		<b>51502,76</b>		<b>46074,96</b>					

Tabla 36.- Potencia para la hora 19.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 20	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	53,6	5127,4	70,4	6058,3	75,8	6523,7	73,6	6337,5	57,4	4941,2
Despac. Director 1	78,7	842,4	95,1	1017,9	103,3	1105,6	100	1070,5	75,4	807,3
Despac. Director 2	51,5	747,3	62,3	903	67,6	980,9	65,5	949,7	49,4	716,2
Despac. Director 3	56,5	847,8	68,3	1024,5	74,2	1112,8	71,8	1077,5	54,2	812,5
Sala Profesores	57,6	847,3	69,6	1023,8	75,6	1112	73,2	1076,7	55,2	812
Cafetería	57,7	848,1	69,7	1024,8	75,7	1113,2	73,3	1077,8	55,3	812,8
Sala Usos Múltiples	57,9	851	69,9	1028,2	76	1116,9	73,6	1081,4	55,5	815,5
Biblioteca	58,1	848,8	70,2	1025,6	76,3	1114	73,9	1078,6	55,7	813,4
Despacho AMPA	50,5	999	61	1207,2	66,2	1311,2	64,1	1269,6	48,4	957,4
Despacho Alumnos	49,7	722,7	60,1	870,8	65,2	945,9	63,2	915,9	47,6	690,7
Sala Visitas	58,4	834,6	70,5	1008,5	76,6	1095,4	74,2	1060,6	55,9	799,8
Conserjería	45,3	856,1	54,7	1034,4	59,4	1123,6	57,6	1087,9	43,4	820,4
<b>TOTAL W</b>		<b>14370,5</b>	<b>585</b>	<b>17227</b>		<b>18655,2</b>		<b>18083,7</b>		<b>13799,2</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>51733,8</b>		<b>62017,2</b>		<b>67158,72</b>		<b>65101,32</b>		<b>49677,12</b>

Tabla 37.- Potencia para la hora 20.

HORA 21	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	63,9	5499,8	74,7	6430,6	80,1	6896	87,7	6616,8	60,6	5220,5
Despac. Director 1	85,3	912,6	101,7	1088,1	109,9	1175,8	121,4	1123,2	80,4	859,9
Despac. Director 2	55,8	809,6	66,6	965,3	71,9	1043,1	79,5	996,4	52,6	762,9
Despac. Director 3	61,2	918,5	73	1095,1	78,9	1183,4	87,1	1130,4	57,7	865,5
Sala Profesores	62,4	917,9	74,4	1094,4	80,5	1182,7	88,9	1129,7	58,8	864,9
Cafetería	62,5	918,8	74,5	1095,5	80,5	1183,8	88,9	1130,8	58,9	865,8
Sala Usos Múltiples	62,7	921,9	74,8	1099,2	80,8	1187,8	89,2	1134,6	59,1	868,7
Biblioteca	63	919,5	75,1	1096,3	81,1	1184,7	89,6	1131,7	59,3	866,4
Despacho AMPA	54,7	1082,3	65,2	1290,4	70,4	1394,5	77,8	1332,1	51,5	1019,9
Despacho Alumnos	53,8	780,7	64,2	930,9	69,4	1006	76,6	960,9	50,7	735,7
Sala Visitas	63,2	904,1	75,4	1078	81,5	1164,9	90	1112,8	59,6	852
Conserjería	49,1	927,4	58,5	1105,8	63,2	1194,9	69,8	1141,4	46,2	873,9
<b>TOTAL W</b>		<b>15513,1</b>		<b>18369,6</b>		<b>19797,6</b>		<b>18940,8</b>		<b>14656,1</b>
<b>TOTAL KJ</b>		<b>66847,16</b>		<b>66130,56</b>		<b>71271,36</b>		<b>68186,88</b>		<b>52761,96</b>

Tabla 38.- Potencia para la hora 21.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 23	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Secretaría	67,7	5825,6	785	67564	83,9	7221,8	80,6	6942,6	64,4	5543,3
Despac. Director 1	91	974	1074	11495	15,6	1237,2	110,7	1184,6	86,1	921,4
Despac. Director 2	59,6	864,1	703	1019,8	75,7	1097,6	72,5	1050,9	56,4	817,4
Despac. Director 3	65,4	580,3	771	1156,9	33	1245,3	79,5	1192,3	61,8	927,3
Sala Profesores	66,6	579,7	78,7	1156,2	84,7	1244,4	81,1	1191,5	63	926,7
Cafetería	66,7	580,6	78,7	1157,3	84,7	1245,7	81,1	1192,7	63,1	927,6
Sala Usos Múltiples	66,9	583,9	79	1161,2	35	1249,8	81,4	1196,7	63,3	930,7
Biblioteca	67,2	581,4	793	1158,2	85,4	1246,6	81,8	1193,6	63,6	928,3
Despacho AMPA	58,3	1155,1	689	1363,3	74,1	1467,3	71	1404,9	55,2	1092,7
Despacho Alumnos	57,5	833,3	678	983,4	73	1058,5	69,9	1013,5	54,4	788,2
Sala Visitas	67,5	965	796	1138,9	85,7	1225,8	82,1	1173,6	63,8	912,8
Conserjería	52,4	589,8	618	1168,2	66,5	1257,4	63,7	1203,9	49,5	936,3
TOTAL W		16512,8		19369,3		20797,4		19940,8		15655,7
TOTAL KJ		59446,08		69729,48		74870,64		71786,88		56360,52

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 22	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	
Secretaria	67,7	5825,6	785	6756,4	83,9	7221,8	80,6	6942,6	64,4	5543,3	64,4	5543,3	64,4	5543,3	
Despac. Director 1	91	974	107,4	1149,5	115,6	1237,2	110,7	1184,6	86,1	921,4	86,1	921,4	86,1	921,4	
Despac. Director 2	59,6	864,1	70,3	1019,8	75,7	1097,6	72,5	1050,9	56,4	817,4	56,4	817,4	56,4	817,4	
Despac. Director 3	65,4	980,3	77,1	1156,9	83	1245,3	79,5	1192,3	61,8	927,3	61,8	927,3	61,8	927,3	
Sala Profesores	66,6	979,7	78,7	1156,2	84,7	1244,4	81,1	1191,5	63	926,7	63	926,7	63	926,7	
Cafetería	66,7	980,6	78,7	1157,3	84,7	1245,7	81,1	1192,7	63,1	927,6	63,1	927,6	63,1	927,6	
Sala Usos Múltiples	66,9	983,9	79	1161,2	85	1249,8	81,4	1196,7	63,3	930,7	63,3	930,7	63,3	930,7	
Biblioteca	67,2	981,4	79,3	1158,2	85,4	1246,6	81,8	1193,6	63,6	928,3	63,6	928,3	63,6	928,3	
Despacho AMPA	58,3	1155,1	68,9	1363,3	74,1	1467,3	71	1404,9	55,2	1092,7	55,2	1092,7	55,2	1092,7	
Despacho Alumnos	57,5	833,3	67,8	983,4	73	1058,5	69,9	1013,5	54,4	788,2	54,4	788,2	54,4	788,2	
Sala Visitas	67,5	965	79,6	1138,9	85,7	1225,8	82,1	1173,6	63,8	912,8	63,8	912,8	63,8	912,8	
Conserjería	52,4	989,8	61,8	1168,2	66,5	1257,4	63,7	1203,9	49,5	936,3	49,5	936,3	49,5	936,3	
TOTAL W		16512,8		19369,3		20797,4		19940,8		15655,7		15655,7		15655,7	
TOTAL KJ		59446,08		69729,48		74870,64		71786,88		56360,52		56360,52		56360,52	

Tabla 29.- Potencia para la hora 22.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

HORA 23	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)	
Secretaría	71,4	6151,4	82,3	7082,2	87,7	7547,6	83,3	71753,3	67,1	5779					
Despac. Director 1	96,8	1035,4	113,2	1210,9	121,4	1298,7	114,8	1228,5	90,2	955,2					
Despac. Director 2	63,4	918,6	74,1	1074,3	79,5	1152,1	75,2	1089,8	59,1	856,3					
Despac. Director 3	69,5	1042,1	81,3	1218,8	87,1	1307,1	82,4	1236,4	64,8	971,5					
Sala Profesores	70,8	1041,4	82,9	1218	88,9	1306,2	84,1	1235,6	66	970,8					
Cafetería	70,9	1042,5	82,9	1219,2	88,9	1307,5	84,1	1236,8	66,1	971,8					
Sala Usos Múltiples	71,2	1046	83,2	1223,2	88,2	1311,9	84,4	1241	66,3	975,1					
Biblioteca	71,5	1043,3	83,6	1220,1	89,6	1308,5	84,8	1237,8	66,6	972,5					
Despacho AMPA	62	1228	72,5	1436,1	77,8	1540,2	73,6	1456,9	57,8	1144,7					
Despacho Alumnos	61,1	885,8	71,4	1036	76,6	1111	72,5	1051	57	825,8					
Sala Visitas	71,7	1025,8	83,9	1199,7	90	1286,7	85,1	1217,1	66,9	956,3					
Conserjería	55,7	1052,3	65,1	1230,6	58,7	1319,8	66,1	1248,4	51,9	980,9					
TOTAL W		17512,6		20369,1		21797,3		20654,6		16369,9					
TOTAL KI		63045,36		73328,76		78470,28		74356,56		58931,64					

Tabla 30.- Potencia para la hora 23.

### **3.2 Cálculo de la cobertura**

A continuación se muestran los datos recogidos dentro de la hoja de cálculo:

Datos en la hoja de cálculo:

- **Hora Solar**

- **Hora Civil**

- **Tiempo** (en horas)

- **Temperatura ambiente**, que es un valor que va variando a lo largo del día y se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_{ambiente} = \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} + \frac{T_{máx} - T_{mín}}{2} \times \cos(\omega t + \varphi)$$

Siendo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24}$$

Para un tiempo aproximado de 15 horas:

$$\omega t + \varphi = 0; \frac{2\pi}{24} \times 15 + \varphi = 0; \varphi = -\frac{5\pi}{4}$$

Por lo que introduciendo estos valores en la expresión anterior se obtiene que:

$$T_{ambiente} = \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} + \frac{T_{máx} - T_{mín}}{2} \times \cos\left(\frac{2\pi}{24}t - \frac{5\pi}{4}\right)$$

### - Radiación

Los valores de radiación incidente en la zona donde se sitúa el instituto para cada hora del día.

### -Temperatura del depósito

El depósito inicialmente está a una temperatura y a lo largo del día irá variando debido a las pérdidas de calor, a los aumentos de temperatura y demás, por lo tanto para cada hora calculamos la temperatura del mismo. Teniendo en cuenta que al final del día la temperatura debe de ser la misma que la del inicio porque sino el sistema estaría desequilibrado.

### - Rendimiento

Los valores del rendimiento del colector van variando cada hora, ya que depende de la temperatura ambiente y de la radiación. En este caso, esta ecuación de rendimiento será proporcionada por el fabricante:

$$\eta_{col} = 0,811 - U_c \cdot \frac{(T_{ce} - T_{amb})}{I}$$

$U_c$ : coeficiente de pérdidas

$T_{CE}$ : temperatura de entrada (depósito)

$T_{amb}$ : temperatura ambiente

$I$ : radiación solar

El tipo de captadores solares seleccionado para esta instalación posee un rendimiento representado por la siguiente expresión:

$$\eta_{col} = 0,811 - 3,653 \cdot \frac{(T_{ce} - T_{amb})}{I}$$

### - Calor útil

Este valor nos indica, para cada hora, el calor que obtenemos del sol mediante los paneles solares.

$$Q_{\text{útil}} = I \times \eta \times A$$

I: Radiación

$\eta$ : Rendimiento

A: área del colector

### - Calor de Carga

Son las pérdidas de carga producidas a lo largo de todo el día en el módulo de administración dónde se quiere instalar el suelo radiante. Previamente se ha obtenido el valor de cargas de calefacción para dimensionar así la instalación.

### -Calor perdido (Qperd)

El depósito tiene un coeficiente de pérdidas. Debemos de tener en cuenta esas pérdidas debidas a la pérdida de calor que se produce por las paredes del depósito.

$$Q_{\text{perd}} = A \times U_{\text{dep}} \times (T_{\text{dep}} - T_{\text{amb.dep}})$$

### -Temperatura nueva del depósito (T dep.nuev)

La temperatura nueva que se obtiene del depósito será:

$$T_{dep.nueva} = \frac{T_{dep} + (Q_{útil} - Q_{consumo} - Q_{perdido})}{Vol.Almacenamiento \times 4,18}$$

### - Calor auxiliar (Qaux)

Puesto que no siempre seremos capaces de cubrir la demanda con el aporte de energía que nos da el sol, necesitaremos un sistema auxiliar que nos proporcione la energía que nos falta para cubrir la demanda. Para cada hora comprobaremos si necesitamos o no el aporte de energía auxiliar.

En caso de ser necesaria es decir si la temperatura del depósito es menor de lo establecido, tendremos que calcular la energía auxiliar necesaria de la siguiente manera:

$$Q_{Aux} = (44 - T_{dep.nueva}) \times Vol.Almacenamiento \times 4,18$$

### - Eficiencia (f(%))

Mediante todos estos parámetros se obtendrá el calor de consumo total y el calor auxiliar total, pudiendo realizar el porcentaje entonces de eficiencia de la instalación.

$$f(\%) = 100 \times \frac{Q_{útil}}{Q_{consumo} + Q_{perdido}}$$

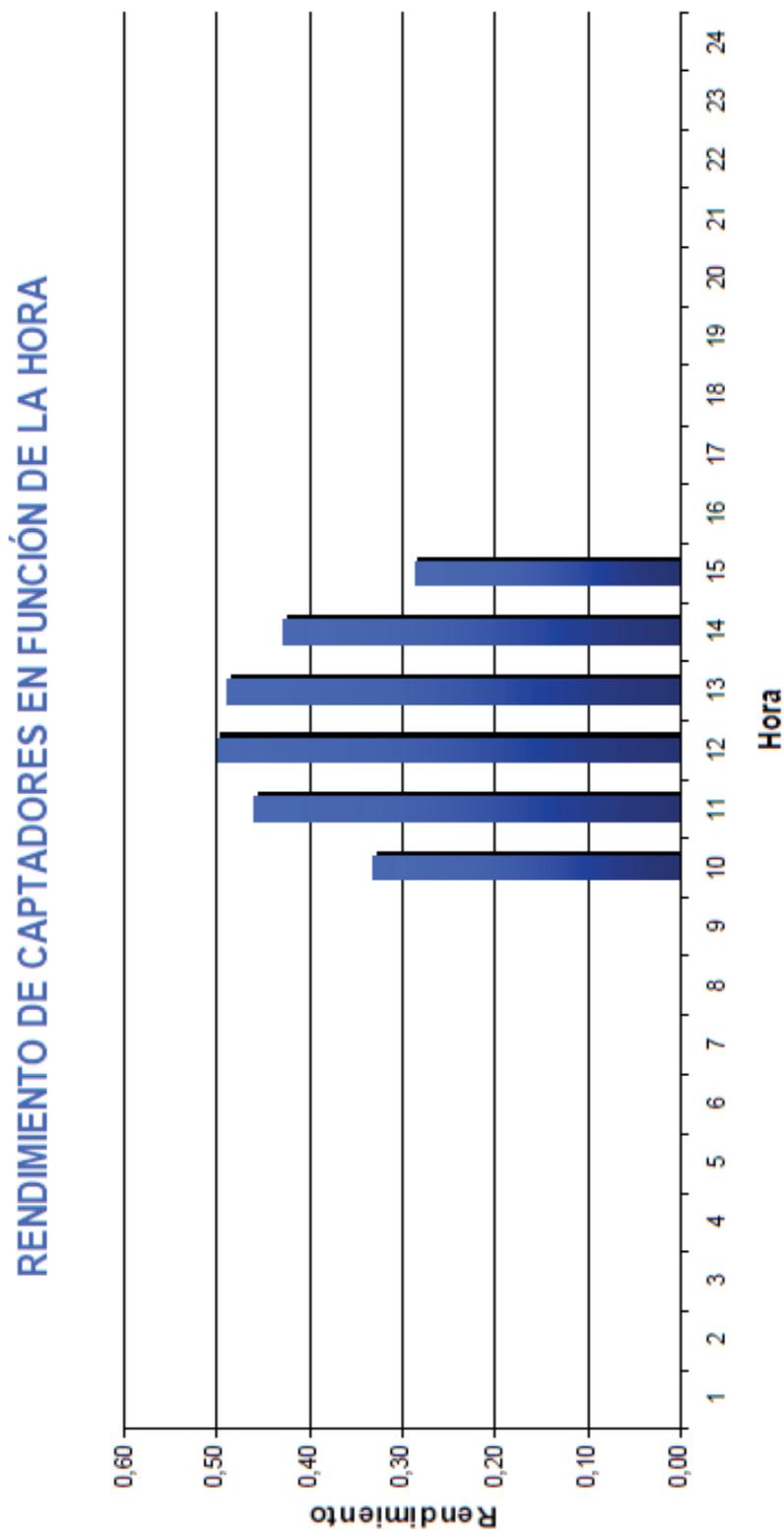
A continuación se muestran las tablas dónde se reflejan los valores, introducidos y calculados, anteriormente expuestos. Para los meses de: Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo que será cuando la calefacción esté en funcionamiento.

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

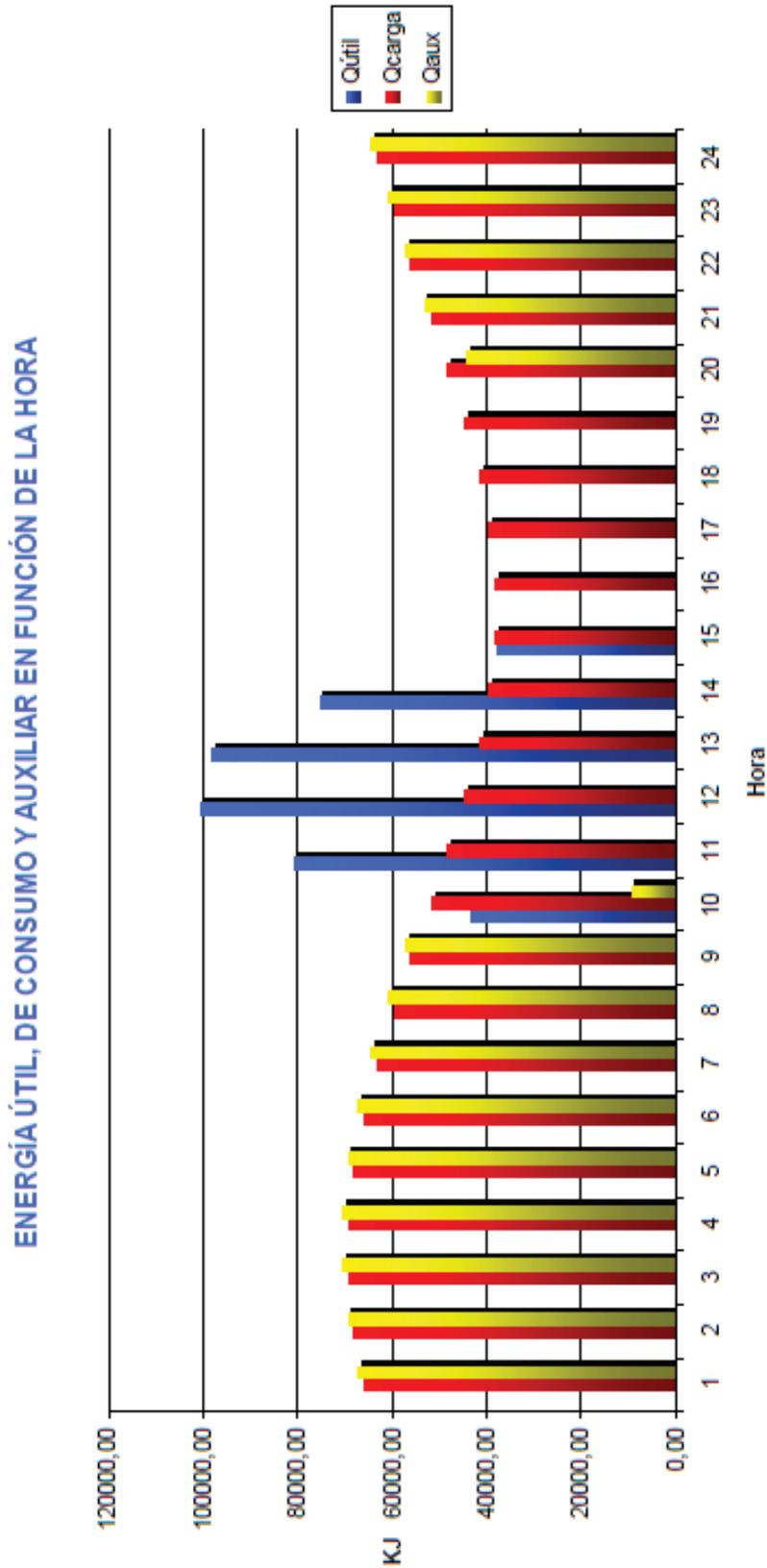
NOVIEMBRE

Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Radiacion (kJ/m2)	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qcarga	Qperdido	Tdepnueva	Qaux		
0:00:00	1:00:00	0,5	8,6	0	44	0,00	0,00	66130,56	1242,00	41,85	67372,56		
1:00:00	2:00:00	1,5	8,2	0	44,0	0,00	0,00	68186,88	1242,00	41,79	69428,88		
2:00:00	3:00:00	2,5	8,0	0	44,0	0,00	0,00	69215,76	1242,00	41,75	70457,76		
3:00:00	4:00:00	3,5	8,0	0	44,0	0,00	0,00	69215,76	1242,00	41,75	70457,76		
4:00:00	5:00:00	4,5	8,2	0	44,0	0,00	0,00	68186,88	1242,00	41,79	69428,88		
5:00:00	6:00:00	5,5	8,6	0	44,0	0,00	0,00	66130,56	1242,00	41,85	67372,56		
6:00:00	7:00:00	6,5	9,2	0	44,0	0,00	0,00	63045,36	1242,00	41,95	64287,36		
7:00:00	8:00:00	7,5	9,9	172	44,0	0,00	0,00	59446,08	1242,00	42,06	60688,08		
8:00:00	9:00:00	8,5	10,6	520	44,0	0,00	0,00	55847,16	1242,00	42,18	57089,16		
9:00:00	10:00:00	9,5	11,4	881	44,0	0,33	43650,73	51733,80	1242,00	43,70	9325,07		
10:00:00	11:00:00	10,5	12,1	1177	44,0	0,46	81085,31	48134,52	1242,00	45,01	0,00		
11:00:00	12:00:00	11,5	12,8	1343	45,0	0,50	100606,55	44531,64	1285,32	46,76	0,00		
12:00:00	13:00:00	12,5	13,4	1343	46,8	0,49	96285,61	41447,16	1360,17	48,53	0,00		
13:00:00	14:00:00	13,5	13,8	1177	48,5	0,43	75437,65	39391,20	1435,96	49,63	0,00		
14:00:00	15:00:00	14,5	14,0	881	49,6	0,29	37721,51	38362,68	1483,24	49,57	0,00		
15:00:00	16:00:00	15,5	14,0	520	49,6	0,00	0,00	38362,68	1480,34	48,29	0,00		
16:00:00	17:00:00	16,5	13,8	172	48,3	0,00	0,00	39391,20	1425,91	46,99	0,00		
17:00:00	18:00:00	17,5	13,4	0	47,0	0,00	0,00	41447,16	1370,15	45,63	0,00		
18:00:00	19:00:00	18,5	12,8	0	45,6	0,00	0,00	44531,64	1311,65	44,16	0,00		
19:00:00	20:00:00	19,5	12,1	0	44,2	0,00	0,00	48134,52	1249,03	42,59	44241,51		
20:00:00	21:00:00	20,5	11,4	0	44,0	0,00	0,00	51733,80	1242,00	42,31	52975,80		
21:00:00	22:00:00	21,5	10,6	0	44,0	0,00	0,00	55847,16	1242,00	42,18	57089,16		
22:00:00	23:00:00	22,5	9,9	0	44,0	0,00	0,00	59446,08	1242,00	42,06	60688,08		
23:00:00	0:00:00	23,5	9,2	0	44,0	0,00	0,00	63045,36	1242,00	41,95	64287,36		
										436787,36	1290945,60	31031,76	f(%)
													33,0

Tabla 41.- Noviembre



Gráfica 27.- Rendimiento noviembre



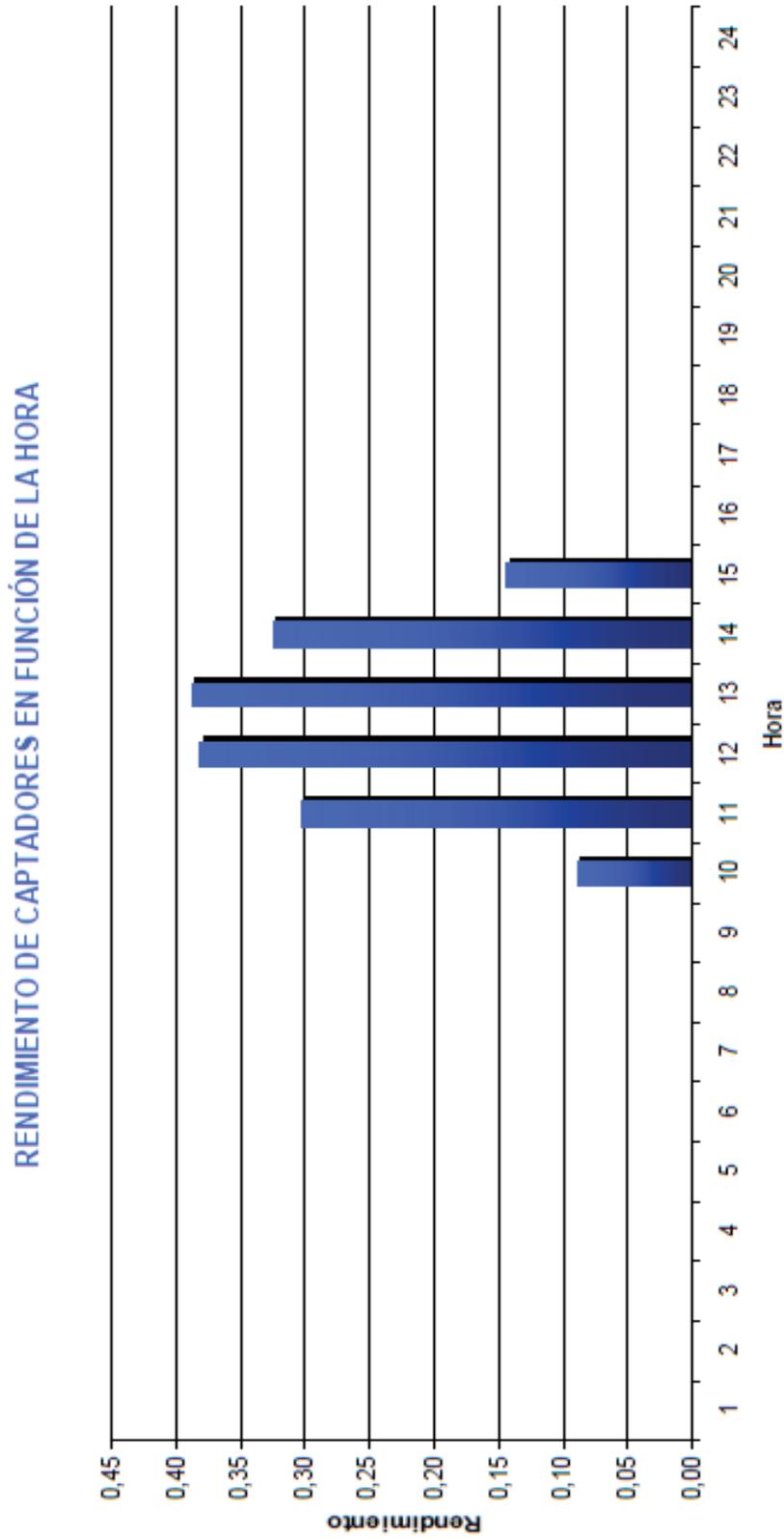
Gráfica 28.- Energía noviembre

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

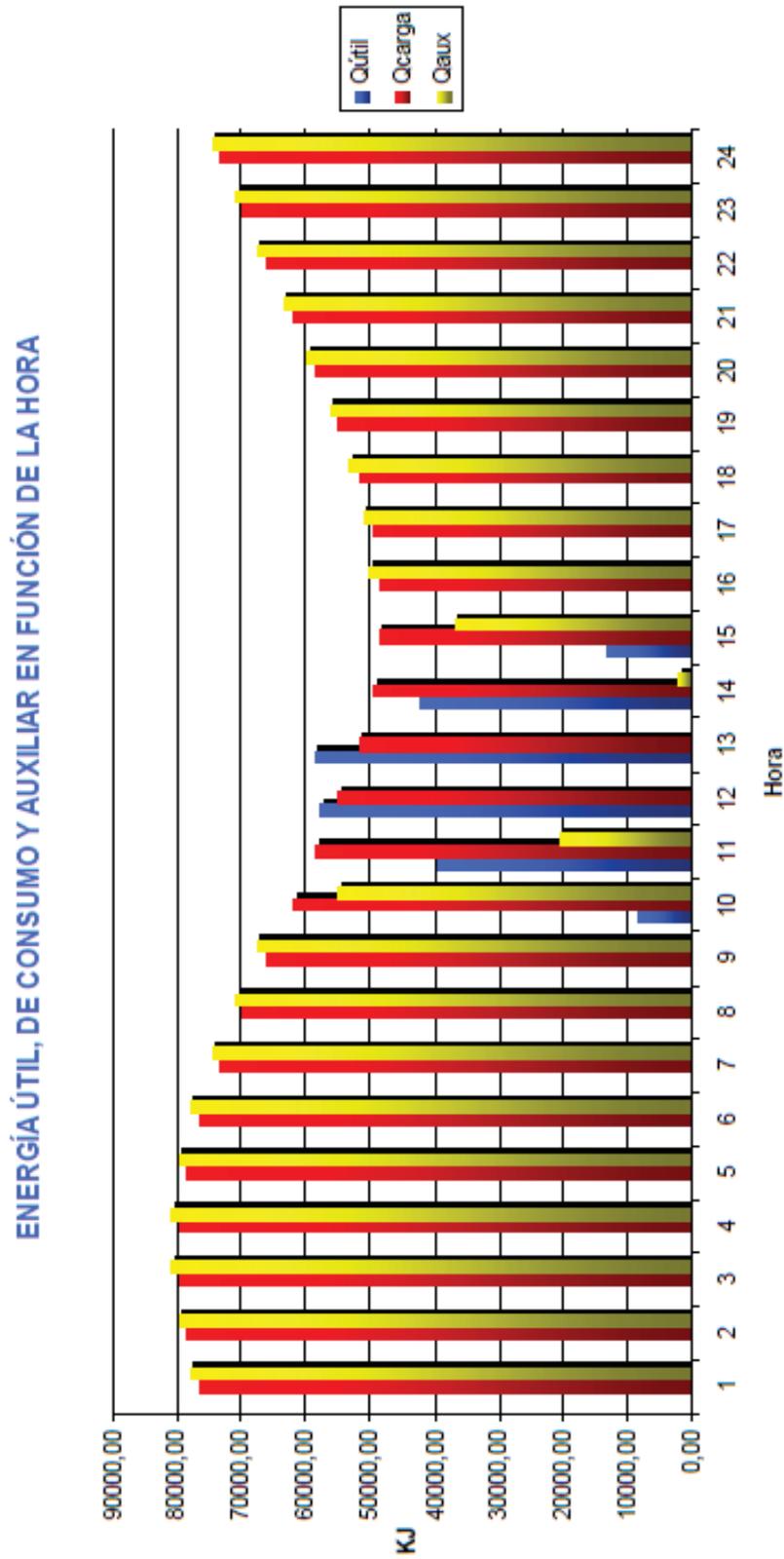
DICIEMBRE

Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Radiacion (k-J/m2)	T <sub>DEP</sub>	Rendimiento	Qutil	Qcarga	Qperdido	T <sub>DEPNUEVA</sub>	Q <sub>AUX</sub>	
0:00:00	1:00:00	0,5	6,6	0	44	0,00	0,00	76413,60	1370,48	41,52	77784,08	
1:00:00	2:00:00	1,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1370,48	41,45	79840,76	
2:00:00	3:00:00	2,5	6,0	0	44,0	0,00	0,00	79498,44	1370,48	41,42	80868,92	
3:00:00	4:00:00	3,5	6,0	0	44,0	0,00	0,00	79498,44	1370,48	41,42	80868,92	
4:00:00	5:00:00	4,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1370,48	41,45	79840,76	
5:00:00	6:00:00	5,5	6,6	0	44,0	0,00	0,00	76413,60	1370,48	41,52	77784,08	
6:00:00	7:00:00	6,5	7,2	0	44,0	0,00	0,00	73328,76	1370,48	41,62	74699,24	
7:00:00	8:00:00	7,5	7,9	0	44,0	0,00	0,00	69729,48	1370,48	41,73	71099,96	
8:00:00	9:00:00	8,5	8,6	328	44,0	0,00	0,00	66130,56	1370,48	41,85	67501,04	
9:00:00	10:00:00	9,5	9,4	622	44,0	0,09	8294,23	62017,20	1370,48	42,24	55093,45	
10:00:00	11:00:00	10,5	10,1	866	44,0	0,30	39410,81	58417,92	1370,48	43,35	20377,59	
11:00:00	12:00:00	11,5	10,8	1005	44,0	0,38	57617,80	54817,92	1370,48	44,05	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	11,4	1005	44,0	0,39	58605,70	51733,80	1372,44	44,22	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	11,8	866	44,2	0,32	42137,41	49677,12	1379,95	43,94	1990,80	
14:00:00	15:00:00	14,5	12,0	622	44,0	0,14	13315,11	48648,24	1370,48	42,83	36703,62	
15:00:00	16:00:00	15,5	12,0	328	44,0	0,00	0,00	48648,24	1370,48	42,40	50018,72	
16:00:00	17:00:00	16,5	11,8	0	44,0	0,00	0,00	49677,12	1370,48	42,37	51047,60	
17:00:00	18:00:00	17,5	11,4	0	44,0	0,00	0,00	51733,80	1370,48	42,31	53104,28	
18:00:00	19:00:00	18,5	10,8	0	44,0	0,00	0,00	54817,92	1370,48	42,21	56188,40	
19:00:00	20:00:00	19,5	10,1	0	44,0	0,00	0,00	58417,92	1370,48	42,09	59788,40	
20:00:00	21:00:00	20,5	9,4	0	44,0	0,00	0,00	62017,20	1370,48	41,98	63387,68	
21:00:00	22:00:00	21,5	8,6	0	44,0	0,00	0,00	66130,56	1370,48	41,85	67501,04	
22:00:00	23:00:00	22,5	7,9	0	44,0	0,00	0,00	69729,48	1370,48	41,73	71099,96	
23:00:00	0:00:00	23,5	7,2	0	44,0	0,00	0,00	73328,76	1370,48	41,62	74699,24	
									219381,05	1537766,64	32903,02	1351288,61
										f(%)	14,0	

Tabla 42. - Diciembre



Gráfica 29.- Rendimiento Diciembre



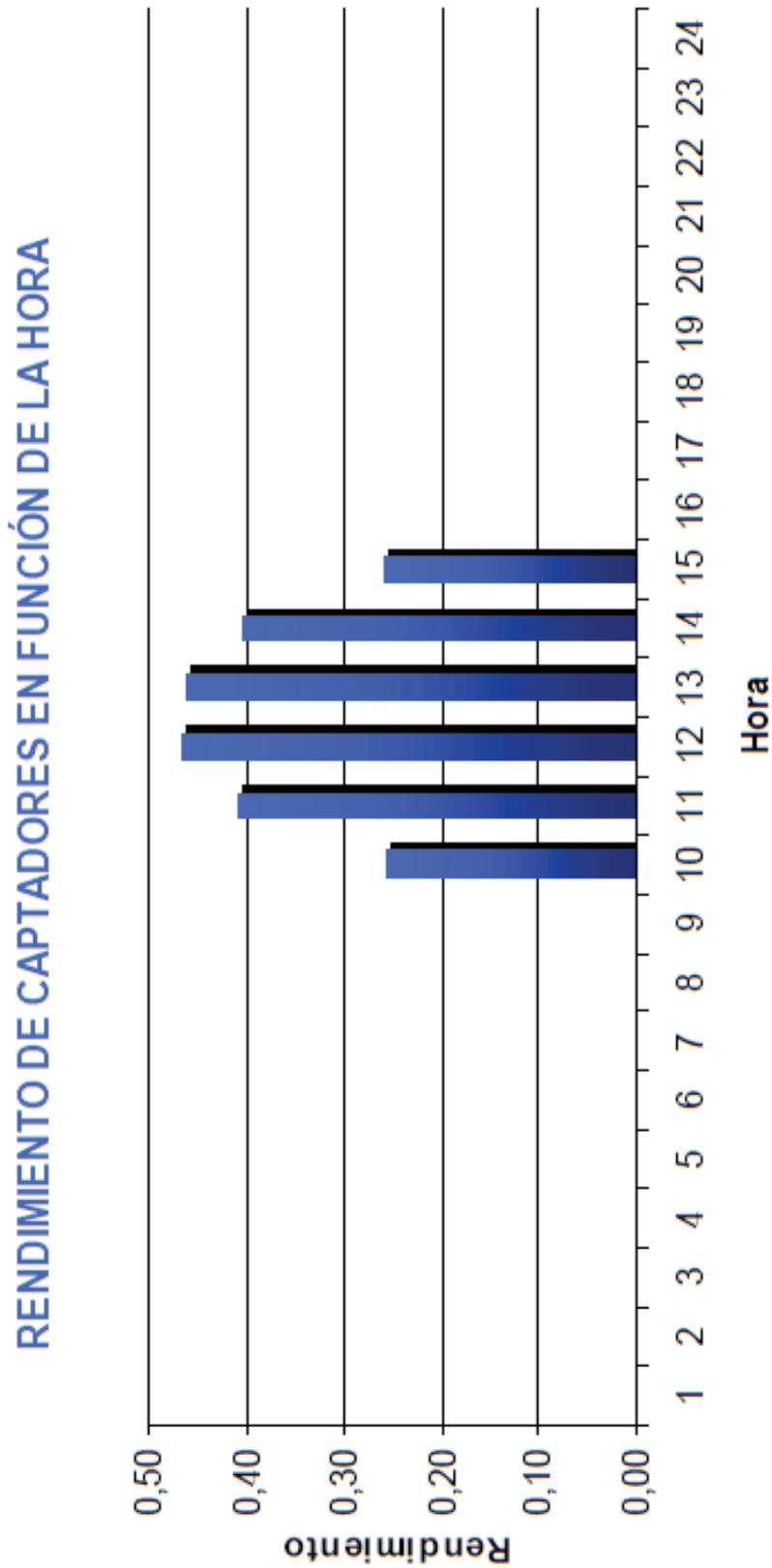
Gráfica 30.- Energía diciembre

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

ENERO

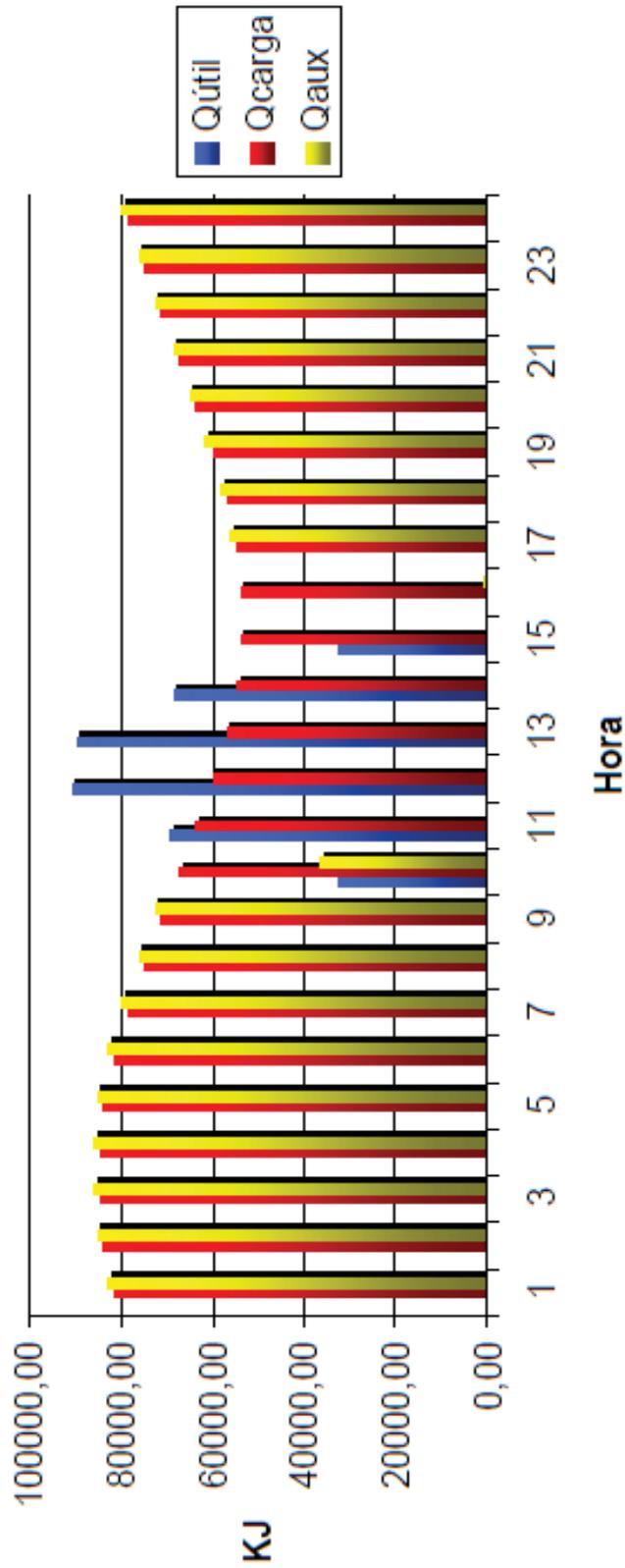
Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Radiacion (kJ/m <sup>2</sup> )	Tdep	Rendimiento	Qutil	Qcarga	Qperdido	Tdepnueva	Qaux			
0:00:00	1:00:00	0,5	5,6	0	44	0,00	0,00	81555,48	1370,48	41,35	82925,96			
1:00:00	2:00:00	1,5	5,2	0	44,0	0,00	0,00	83612,52	1370,48	41,29	84983,00			
2:00:00	3:00:00	2,5	5,0	0	44,0	0,00	0,00	84640,32	1370,48	41,26	86010,80			
3:00:00	4:00:00	3,5	5,0	0	44,0	0,00	0,00	84640,32	1370,48	41,26	86010,80			
4:00:00	5:00:00	4,5	5,2	0	44,0	0,00	0,00	83612,52	1370,48	41,29	84983,00			
5:00:00	6:00:00	5,5	5,6	0	44,0	0,00	0,00	81555,48	1370,48	41,35	82925,96			
6:00:00	7:00:00	6,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1370,48	41,45	79840,76			
7:00:00	8:00:00	7,5	6,9	137	44,0	0,00	0,00	74870,64	1370,48	41,57	76241,12			
8:00:00	9:00:00	8,5	7,6	479	44,0	0,00	0,00	71271,36	1370,48	41,68	72641,84			
9:00:00	10:00:00	9,5	8,4	836	44,0	0,26	32351,23	67158,72	1370,48	42,85	36177,97			
10:00:00	11:00:00	10,5	9,1	1129	44,0	0,41	69421,31	63559,44	1370,48	44,14	0,00			
11:00:00	12:00:00	11,5	9,8	1295	44,1	0,47	90630,29	59960,52	1376,62	45,08	0,00			
12:00:00	13:00:00	12,5	10,4	1295	45,1	0,46	89890,37	56875,32	1416,64	46,09	0,00			
13:00:00	14:00:00	13,5	10,8	1129	46,1	0,40	68523,20	54817,92	1459,80	46,48	0,00			
14:00:00	15:00:00	14,5	11,0	836	46,5	0,26	32558,40	53790,84	1476,53	45,75	0,00			
15:00:00	16:00:00	15,5	11,0	479	45,8	0,00	0,00	53790,84	1445,51	43,99	316,90			
16:00:00	17:00:00	16,5	10,8	137	44,0	0,00	0,00	54817,92	1370,48	42,21	56188,40			
17:00:00	18:00:00	17,5	10,4	0	44,0	0,00	0,00	56875,32	1370,48	42,14	58245,80			
18:00:00	19:00:00	18,5	9,8	0	44,0	0,00	0,00	59960,52	1370,48	42,04	61331,00			
19:00:00	20:00:00	19,5	9,1	0	44,0	0,00	0,00	63559,44	1370,48	41,93	64929,92			
20:00:00	21:00:00	20,5	8,4	0	44,0	0,00	0,00	67158,72	1370,48	41,81	68529,20			
21:00:00	22:00:00	21,5	7,6	0	44,0	0,00	0,00	71271,36	1370,48	41,68	72641,84			
22:00:00	23:00:00	22,5	6,9	0	44,0	0,00	0,00	74870,64	1370,48	41,57	76241,12			
23:00:00	0:00:00	23,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1370,48	41,45	79840,76			
										383374,80	1661166,72	33214,29	f(%)	22,6

Tabla 43.- Enero



Gráfica 31.- Rendimiento enero

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 32.- Energía enero

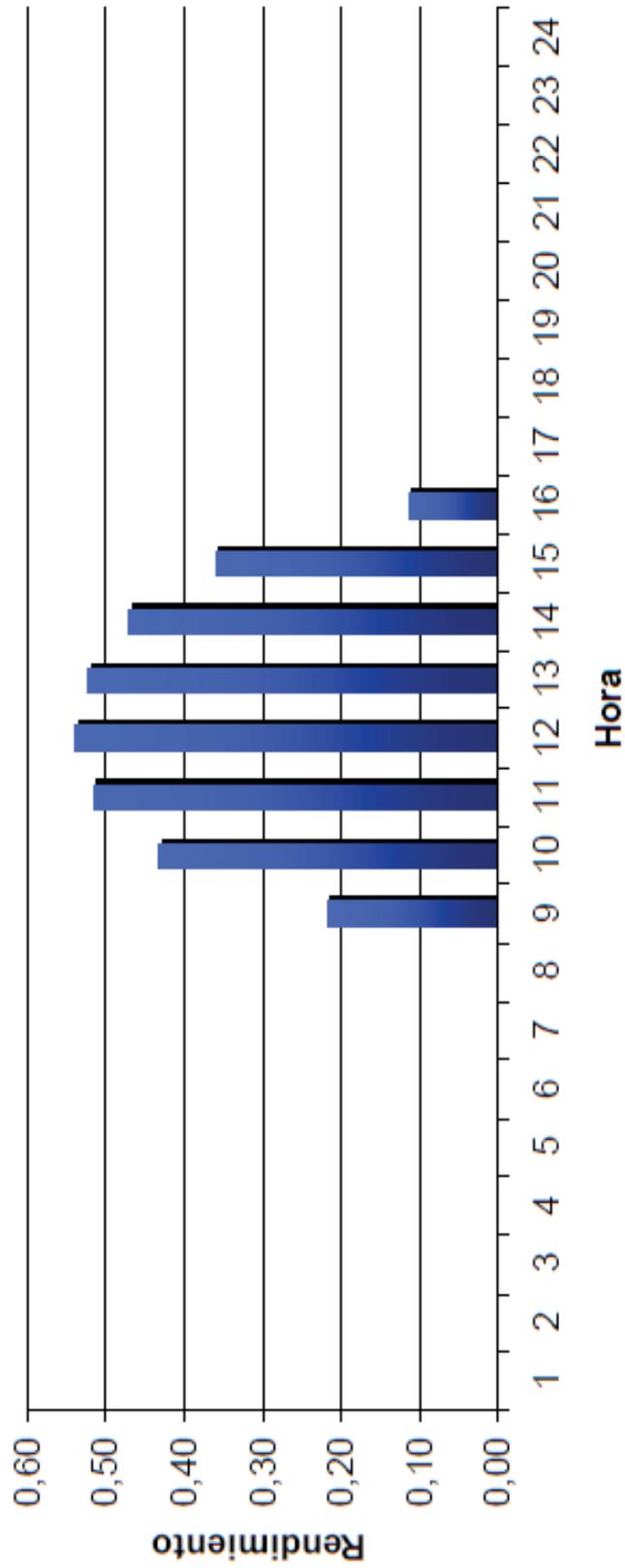
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

FEBRERO

Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Radiacion (kJ/m2)	T <sub>dep</sub>	Rendimiento	Qutil	Qcarga	Qperdido	T <sub>depnueva</sub>	Q <sub>AUX</sub>	
0:00:00	1:00:00	0,5	6,5	0	44	0,00	0,00	76927,68	1327,66	41,50	78255,34	
1:00:00	2:00:00	1,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1327,66	41,45	79797,94	
2:00:00	3:00:00	2,5	6,0	0	44,0	0,00	0,00	79498,44	1327,66	41,42	80826,10	
3:00:00	4:00:00	3,5	6,0	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1327,66	41,45	79797,94	
4:00:00	5:00:00	4,5	6,2	0	44,0	0,00	0,00	78470,28	1327,66	41,45	79797,94	
5:00:00	6:00:00	5,5	6,5	0	44,0	0,00	0,00	76927,68	1327,66	41,50	78255,34	
6:00:00	7:00:00	6,5	7,0	0	44,0	0,00	0,00	74356,56	1327,66	41,59	75684,22	
7:00:00	8:00:00	7,5	7,5	312	44,0	0,00	0,00	71786,88	1327,66	41,67	73114,54	
8:00:00	9:00:00	8,5	8,2	784	44,0	0,22	25609,64	68186,88	1327,66	42,60	43904,89	
9:00:00	10:00:00	9,5	8,8	1207	44,0	0,43	78272,86	65101,32	1327,66	44,38	0,00	
10:00:00	11:00:00	10,5	9,5	1538	44,4	0,52	118980,41	61502,76	1343,84	46,17	0,00	
11:00:00	12:00:00	11,5	10,0	1726	46,2	0,54	139440,31	58931,64	1420,52	48,69	0,00	
12:00:00	13:00:00	12,5	10,5	1726	48,7	0,52	135433,21	56360,52	1528,56	51,16	0,00	
13:00:00	14:00:00	13,5	10,8	1538	51,2	0,47	108417,09	54817,92	1634,50	52,82	0,00	
14:00:00	15:00:00	14,5	11,0	1207	52,8	0,36	65306,65	53790,84	1705,49	53,14	0,00	
15:00:00	16:00:00	15,5	11,0	784	53,1	0,11	13303,81	53790,84	1718,89	51,79	0,00	
16:00:00	17:00:00	16,5	10,8	312	51,8	0,00	0,00	54817,92	1661,23	49,99	0,00	
17:00:00	18:00:00	17,5	10,5	0	50,0	0,00	0,00	56360,52	1584,07	48,14	0,00	
18:00:00	19:00:00	18,5	10,0	0	48,1	0,00	0,00	58931,64	1504,92	46,21	0,00	
19:00:00	20:00:00	19,5	9,5	0	46,2	0,00	0,00	61502,76	1422,35	44,20	0,00	
20:00:00	21:00:00	20,5	8,8	0	44,2	0,00	0,00	65101,32	1336,39	42,08	60044,09	
21:00:00	22:00:00	21,5	8,2	0	44,0	0,00	0,00	68186,88	1327,66	41,78	69514,54	
22:00:00	23:00:00	22,5	7,5	0	44,0	0,00	0,00	71786,88	1327,66	41,67	73114,54	
23:00:00	0:00:00	23,5	7,0	0	44,0	0,00	0,00	74356,56	1327,66	41,59	75684,22	
								<b>684763,98</b>	<b>1598435,28</b>	<b>34120,29</b>		
											<b>f(%)</b>	<b>41,9</b>

Tabla 44.- Febrero

## RENDIMIENTO DE CAPTADORES EN FUNCIÓN DE LA HORA



Gráfica 33.- Rendimiento febrero

**CALOR ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA**

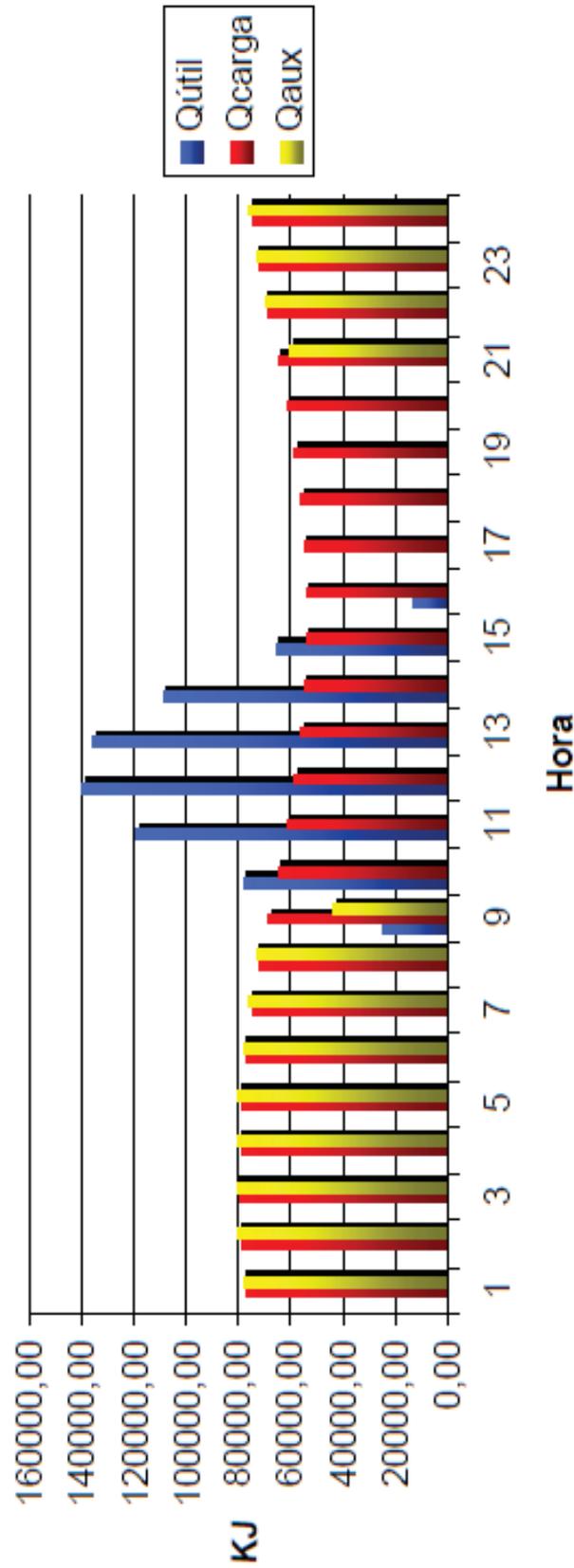


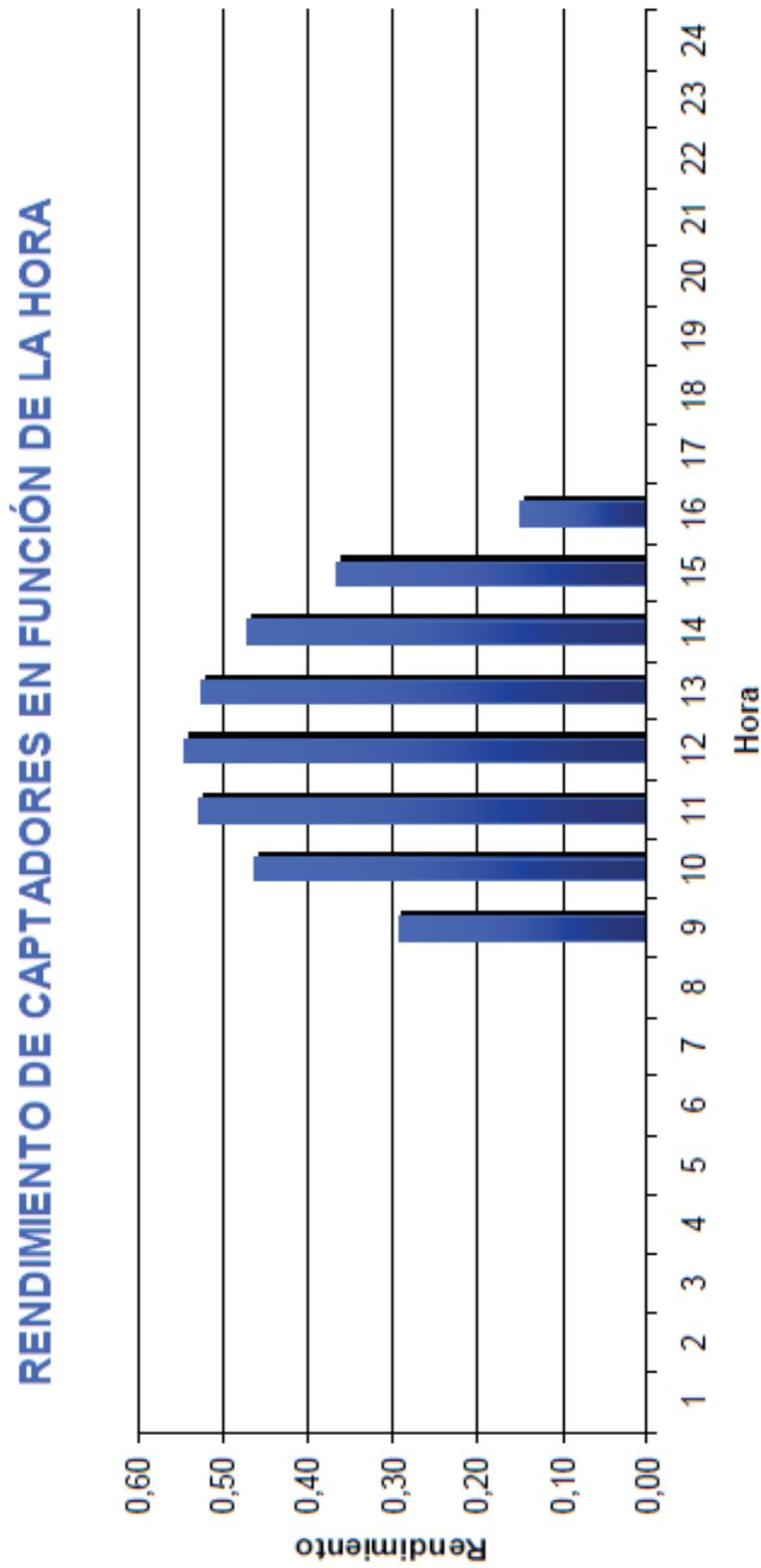
Tabla 34.- Energía febrero

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN

MARZO

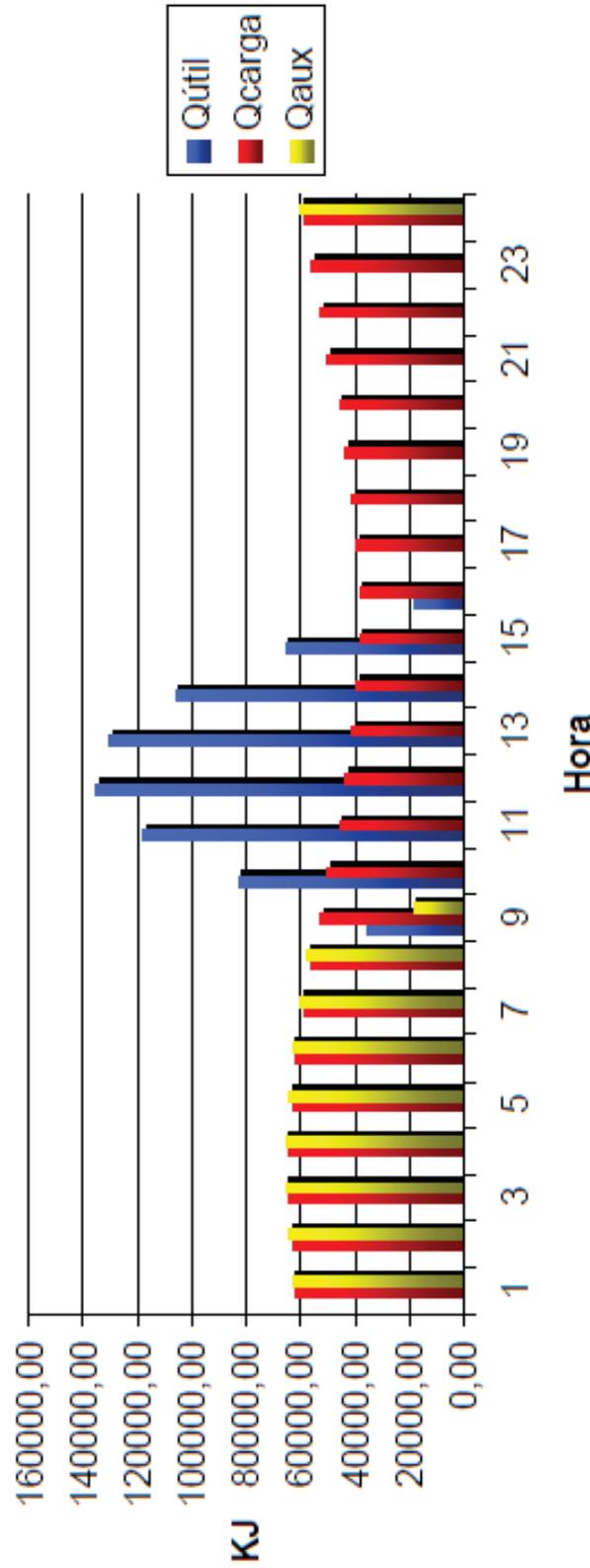
Hora solar	Hora civil	Tiempo (horas)	Tamb	Radiacion (kJ/m2)	T <sub>DEF</sub>	Rendimiento	Qutil	Qcarga	Qperdido	T <sub>DEFnueva</sub>	Q <sub>Aux</sub>			
0:00:00	1:00:00	0,5	9,5	0	44	0,00	0,00	61502,76	1242,00	42,00	62744,76			
1:00:00	2:00:00	1,5	9,2	0	44,0	0,00	0,00	63045,36	1242,00	41,95	64287,36			
2:00:00	3:00:00	2,5	9,0	0	44,0	0,00	0,00	64073,88	1242,00	41,92	65315,88			
3:00:00	4:00:00	3,5	9,0	0	44,0	0,00	0,00	64073,88	1242,00	41,92	65315,88			
4:00:00	5:00:00	4,5	9,2	0	44,0	0,00	0,00	63045,36	1242,00	41,95	64287,36			
5:00:00	6:00:00	5,5	9,5	0	44,0	0,00	0,00	61502,76	1242,00	42,00	62744,76			
6:00:00	7:00:00	6,5	10,0	105	44,0	0,00	0,00	58931,64	1242,00	42,08	60173,64			
7:00:00	8:00:00	7,5	10,5	434	44,0	0,00	0,00	56360,52	1242,00	42,16	57602,52			
8:00:00	9:00:00	8,5	11,2	820	44,0	0,29	35815,64	52761,96	1242,00	43,42	18188,32			
9:00:00	10:00:00	9,5	11,8	1197	44,0	0,46	82889,86	49677,12	1242,00	45,02	0,00			
10:00:00	11:00:00	10,5	12,5	1497	45,0	0,53	118582,85	46074,96	1285,68	47,29	0,00			
11:00:00	12:00:00	11,5	13,0	1664	47,3	0,54	135555,63	43503,84	1382,97	50,18	0,00			
12:00:00	13:00:00	12,5	13,5	1664	50,2	0,52	130830,41	40932,72	1506,84	53,00	0,00			
13:00:00	14:00:00	13,5	13,8	1497	53,0	0,47	105693,19	39391,20	1627,59	55,07	0,00			
14:00:00	15:00:00	14,5	14,0	1197	55,1	0,37	65561,13	38362,68	1715,94	55,88	0,00			
15:00:00	16:00:00	15,5	14,0	820	55,9	0,15	18175,47	38362,68	1750,75	55,18	0,00			
16:00:00	17:00:00	16,5	13,8	434	55,2	0,00	0,00	39391,20	1720,78	53,87	0,00			
17:00:00	18:00:00	17,5	13,5	105	53,9	0,00	0,00	40932,72	1664,62	52,51	0,00			
18:00:00	19:00:00	18,5	13,0	0	52,5	0,00	0,00	43503,84	1606,43	51,07	0,00			
19:00:00	20:00:00	19,5	12,5	0	51,1	0,00	0,00	46074,96	1544,80	49,55	0,00			
20:00:00	21:00:00	20,5	11,8	0	49,6	0,00	0,00	49677,12	1479,75	47,92	0,00			
21:00:00	22:00:00	21,5	11,2	0	47,9	0,00	0,00	52761,96	1409,86	46,19	0,00			
22:00:00	23:00:00	22,5	10,5	0	46,2	0,00	0,00	56360,52	1335,86	44,35	0,00			
23:00:00	0:00:00	23,5	10,0	0	44,0	0,00	0,00	58931,64	1242,00	42,08	60173,64			
										693104,18	1229237,28	33693,88	f(%)	54,9

Tabla 45.- Marzo



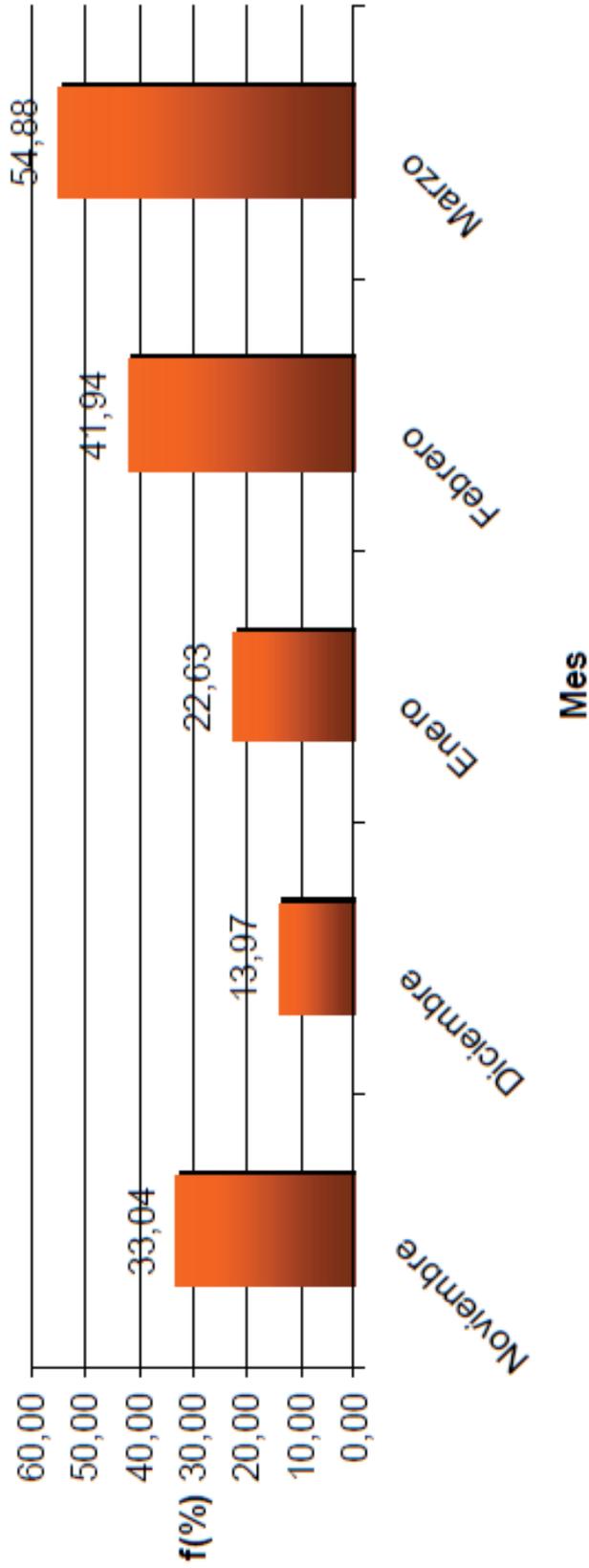
Gráfica 35. - Rendimiento marzo

## ENERGÍA ÚTIL, DE CONSUMO Y AUXILIAR EN FUNCIÓN DE LA HORA



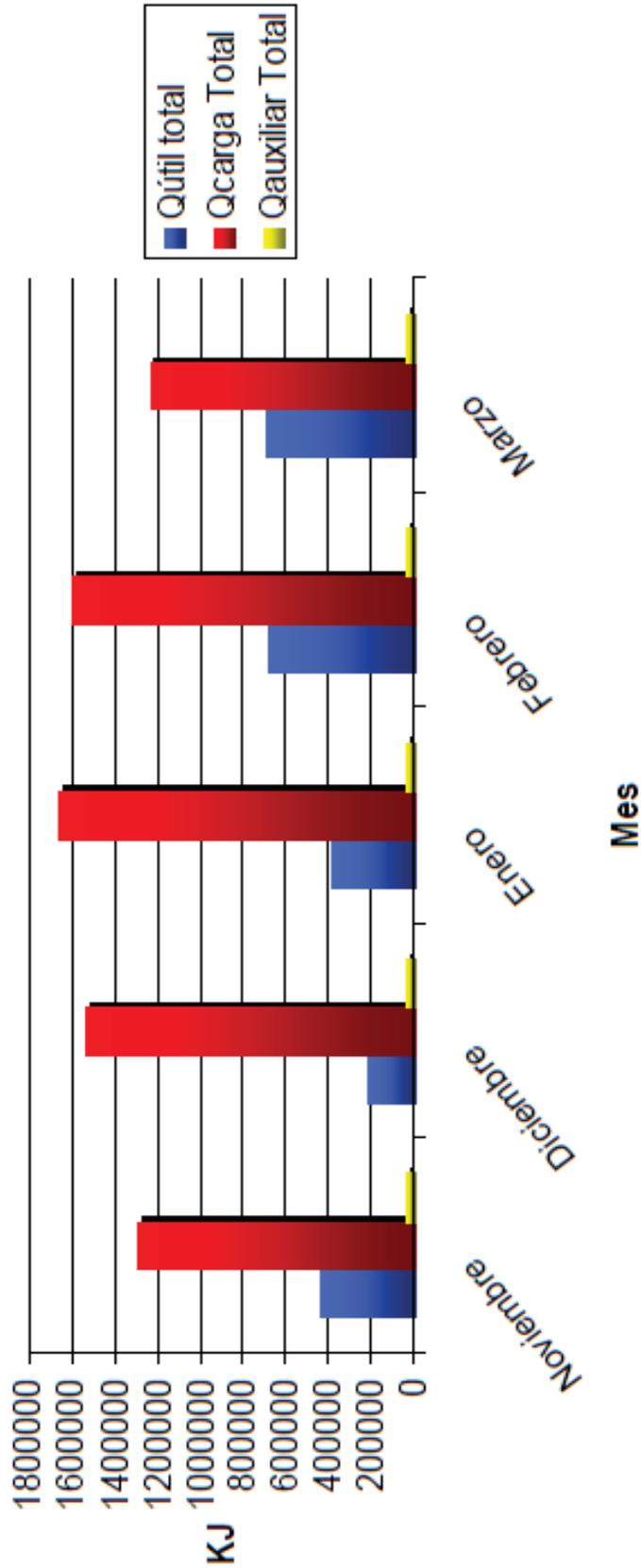
Gráfica 36.- Energía marzo

## EFICIENCIA DE LA INSTALACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS MESES



Gráfica 37.- Eficiencia

**ENERGÍAS TOTALES EN FUNCIÓN DE LOS MESES**



Gráfica 38.- Energías totales

- Resumen de coberturas y eficiencia media:

<i>Mes</i>	<i>Cobertura f(%)</i>
Noviembre	33,04
Diciembre	13,97
Enero	22,63
Febrero	41,94
Marzo	54,88
<b>f(%)MEDIA</b>	<b>33,29</b>

Tabla 46.- Eficiencia media y coberturas

### **3.3 Distancia entre captadores**

Según el RITE, los colectores se deben orientar hacia el sur geográfico, pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación. El ángulo de inclinación de los colectores sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica  $\beta$  y del periodo de utilización de la instalación.

La separación entre filas de captadores será igual o mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = k \times h$$

Siendo:

d la separación entre filas

h la altura del colector (ambas magnitudes expresadas con la misma unidad de medida). Este dato lo proporciona el fabricante del equipo elegido.

k un coeficiente cuyo valor se obtiene de la siguiente tabla, a partir de la inclinación de los colectores con respecto a un plano horizontal.

Coeficiente de separación entre filas de colectores:

Inclinación	20	25	30	35	40	45	50	55
Coeficiente k	1,532	1,638	1,732	1,831	1,879	1,932	1,970	1,992

Tabla 47.- Cálculo del coeficiente K

Por lo tanto, en este caso, colocando los paneles a 40° y orientación sur, se obtiene una distancia entre captadores de:

$$d = 1,879 \times 2,07 = 3,89m$$

Teniendo en cuenta este valor, se colocarán trece filas con 65 captadores distribuidos en grupos de 5 (máximo número de captadores en serie especificado por el fabricante) instalados en serie, para luego combinar la serie y el paralelo de forma mixta para mejorar la eficiencia y conseguir una ubicación en cubierta lo más estética posible, siempre logrando un equilibrio.

### **3.4 Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento**

El volumen del acumulador debe ser proporcional a la demanda requerida en el edificio, cubriendo como mínimo la de un día.

Para calcular dicho volumen, se debe tener en cuenta la superficie de captación instalada, ya que si ésta es de gran tamaño y el acumulador es pequeño se podrán obtener altas temperaturas, pero poco suministro y una eficiencia de la instalación baja, mientras que si la superficie de captación es pequeña y el acumulador grande, se retiene una gran cantidad de calor, pero no se pueden alcanzar temperaturas elevadas por lo que es necesario más aporte energético exterior.

Debe cumplirse la siguiente condición según el CTE:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Sabemos que la superficie de captación es:

$$A=150 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$50 < \frac{V}{150} < 180 \rightarrow 7500 < V < 27000$$

Teniendo en cuenta el CTE se decide introducir un volumen de acumulación de 7.500 l, que será lo suficientemente grande como para soportar la demanda.

### **3.5 Dimensionamiento del subsistema de termotransferencia**

#### **3.5.1 Fluido de trabajo**

El líquido que pasa a través de los paneles solares se llama líquido caloportador o portador, puesto que es el que se encarga de transportar el calor desde los paneles hasta el acumulador. Normalmente el líquido que atraviesa los paneles no es el de consumo, sino que hay un circuito cerrado que atraviesa los paneles y otro para el consumo.

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos. Según las características climatológicas del lugar y la calidad del agua empleada.

El C.T.E. nos especifica una serie de condiciones que debe de cumplir el fluido de trabajo:

-Tendrá un pH a 20°C entre 5 y 9.

-La salinidad del agua del circuitos primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650  $\mu$ S/cm.

-El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico.

-El límite de dióxido de carbono libre contenido en agua no excederá de 50

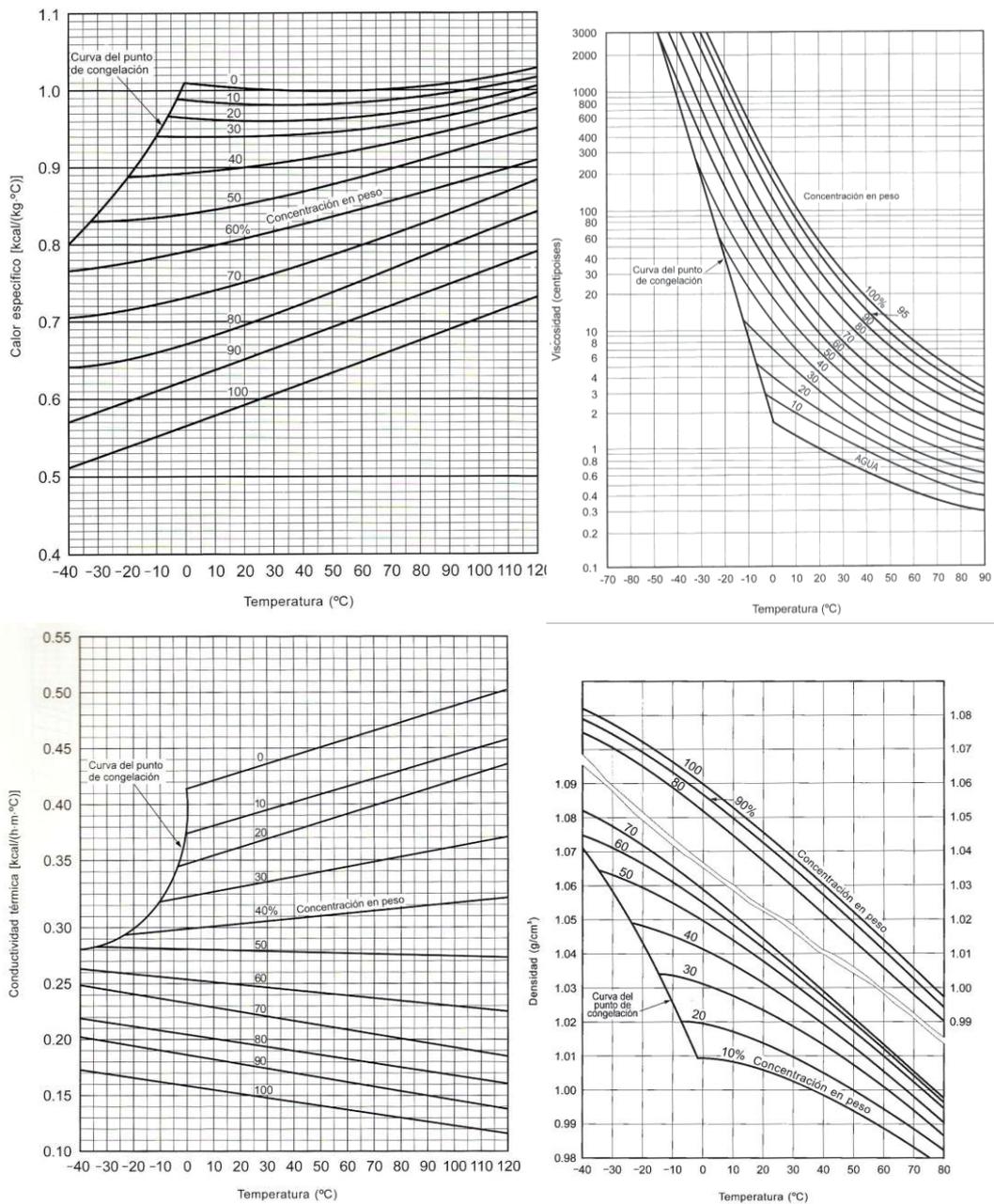
mg/l.

El fluido caloportador tendrá un calor específico no inferior a 3 kJ/kgK (0,72 kcal/kg°C), en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada en la zona, con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas.

Para el caso a estudio, se tomará como referencia la temperatura mínima histórica tomada por el Instituto Nacional de Meteorología en el aeropuerto de Parayas. Dicha medida fue tomada el 21 de Enero de 1957, y se registró un valor de -5,4°C, por lo que se debe calcular la medida de anticongelante para una temperatura de -10,4°C. Para este valor, se obtiene un porcentaje en peso de propilenglicol de aproximadamente un 25%, y de un 21% para el etilenglicol.

A continuación se muestran las gráficas referidas a las propiedades del propilenglicol, que será el fluido caloportador elegido.

## INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTÍN



Gráficas 39, 40, 41, 42.- Propiedades del propilenglicol

Se utilizará por tanto en la instalación una mezcla de propilenglicol, con una proporción de aproximadamente un 25%. Para esta mezcla, se obtiene un calor específico para una temperatura de 45°C de 0.94 kcal/kg°C, una viscosidad de 1,3 centipoises.

Para el rango de temperaturas de la instalación, el calor específico de la mezcla no bajará de las 0,72kcal/kg°C, tal y como indican las especificaciones técnicas.

La densidad del fluido caloportador será aproximadamente de 0,98 g/cm<sup>3</sup>.

### 3.5.2 Conducciones

En este caso, se utilizará como material del circuito primario el cobre, ya que el resto de tuberías del edificio son de ese material. De esta forma se procura una concordancia entre la antigua y la nueva instalación.

Para calcular el diámetro de las tuberías se utilizará la siguiente expresión:

$$D = j \times C^{0,35}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería.

j: Es la constante, que para las tuberías metálicas tiene un valor de 2,2.

C: Es el caudal en m<sup>3</sup>/h.

Como se observa en la fórmula, para poder obtener el diámetro, es necesario que se haya calculado previamente el caudal. El fabricante de los paneles solares elegidos proporciona un valor de caudal de 50 l/h por cada panel por lo que se calculará el caudal total que debe circular por todo el campo de captadores. En este caso.

$$C = 50 \times n^{\circ} \text{ captadores} = 50 \times 65 = 3250 \text{ l} / \text{h} = 3,25 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Una vez hallado el caudal, se calcula el diámetro de las tuberías de cobre:

$$D = j \times C^{0,35} = 2,2 \times 3,25^{0,35} = 3,32 \text{ cm}$$

La tubería comercial con diámetro interior más cercano a 33,2 mm es la de 39 mm con un diámetro exterior de 42 mm según la norma UNE 37.141-76 que se indica en la siguiente tabla:

Dext (mm)	Espesor (mm)	Dint (mm)	Peso lineal (kg/m)	Sup. Pared ext. (cm <sup>2</sup> /m)	Sección interior (mm <sup>2</sup> )	Capacidad (l/m)	Resist. útil (kp/cm <sup>2</sup> )	Resist. rotura (kp/cm <sup>2</sup> )
6	0.75	4.5	0.110	188	16	0.016	147	733
	1	4	0.140	188	13	0.013	220	1100
8	0.75	6.5	0.152	251	33	0.033	102	510
	1	6	0.196	251	28	0.028	147	733
10	0.75	8.5	0.194	314	57	0.057	78	388
	1	8	0.252	314	50	0.050	110	550
12	0.75	10.5	0.236	377	87	0.087	63	314
	1	10	0.308	377	78	0.078	88	440
15	0.75	13.5	0.299	471	143	0.143	49	244
	1	13	0.391	471	133	0.133	68	338
18	0.75	16.5	0.362	565	214	0.214	40	199
	1	16	0.475	565	201	0.201	55	275
22	1	20	0.587	691	314	0.314	44	220
	1.2	19.6	0.698	691	302	0.302	54	269
	1.5	19	0.860	691	284	0.284	69	347
28	1	26	0.753	880	531	0.531	34	169
	1.2	25.6	0.899	880	515	0.515	41	206
	1.5	25	1.111	880	491	0.491	53	264
35	1	33	0.951	1100	855	0.855	27	133
	1.2	32.6	1.134	1100	835	0.835	32	162
	1.5	32	1.405	1100	804	0.804	41	206
42	1	40	1.146	1319	1257	1.257	22	110
	1,2	39.6	1.369	1319	1232	1.232	27	133
	1.5	39	1.699	1319	1195	1.195	34	169
54	1.2	51.6	1.172	1696	2091	2.091	20	102
	1.5	51	2.202	1696	2043	2.043	26	129
63	1.5	60	2.579	1979	2827	2.827	22	110
	2	59	3.411	1979	2734	2.734	30	149
80	1.5	77	3.292	2513	4657	1.657	17	86
	2	76	4.362	2513	4356	4.536	23	116
100	2	96	5.840	3142	7238	7.238	18	92
	2.5	95	6.815	3142	7088	7.088	23	116

Tabla 48.- Diámetros de tubería de cobre

Se elegirá entonces una tubería de cobre, que es el material más adecuado para este tipo de instalaciones, con un diámetro interior de 39 mm y exterior de 42 mm en el caso de la tubería de ida y retorno de la instalación. Para cada tramo se dimensionará a continuación el diámetro adecuado según el caudal de fluido que circule.

A continuación se muestra una relación de los diámetros seleccionados para el circuito de agua fría:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Di (mm)	De (mm)
1	8	3.25	Cu 39	42
2	1	0.25	Cu 13	15
3	10	3	Cu 39	42
4	1	0.75	Cu 19	22
5	5	0.5	Cu 19	22
6	5	0.25	Cu 13	15
7	1	2.25	Cu 39	42
8	14	0.75	Cu 19	22
9	5	0.5	Cu 19	22
10	5	0.25	Cu 13	15
11	5	1.5	Cu 25	28
12	1	0.25	Cu 13	15
13	8	1.25	Cu 25	28
14	5	0.5	Cu 19	22
15	5	0.25	Cu 13	15
16	10	0.75	Cu 19	22
17	5	0.5	Cu 19	22
18	5	0.25	Cu 13	15
Conexiones	13x0.2	0.25	Cu 13	15

Tabla 49.- Diámetros y longitudes de cada tramo

En el caso de agua caliente se tomarán las mismas longitudes y medidas ya que las tuberías circularán de forma paralela con el fin de ahorrar espacio y tener una visión simplificada del circuito para su correcto mantenimiento.

### 3.5.3 Pérdidas de carga

A continuación se calculan las pérdidas de carga totales en la instalación de calefacción mediante captadores solares térmicos. En este circuito el agua, junto con el fluido caloportador, tendrá que superar numerosos obstáculos para conseguir una velocidad equilibrada.

Los cálculos de pérdidas de carga son desglosados según el motivo de producción. Se han valorado tres tipos de pérdidas de carga:

- Pérdidas de carga lineales: Son las que aparecen a lo largo de la longitud de la tubería.

$$Pérdidas_{tub\_rectas} = Pérdidas\_lineales \times longitud$$

En este caso también se tendrá en cuenta la velocidad del fluido, que tendrá que estar en torno a 1 m/s. Se calcula según la siguiente expresión:

$$v = \frac{C}{\pi R^2}$$

- Pérdidas de carga por singularidades: Son las provocadas por los elementos hidráulicos dispuestos a lo largo del circuito. Definidas por el fabricante.

Los elementos hidráulicos destacados que aparecen en la instalación serán:

- Entrada al depósito
- Salida al depósito
- Válvula de resorte
- Válvula de equilibrado

- Válvula de tres vías
- Codos a 90°
- Derivación en T
- Uniones (de purgador, de purgador-desaireador y de vaso de expansión)

- Pérdidas de carga en los captadores: Son las existentes dentro del propio captador solar. Irán definidas por el fabricante.

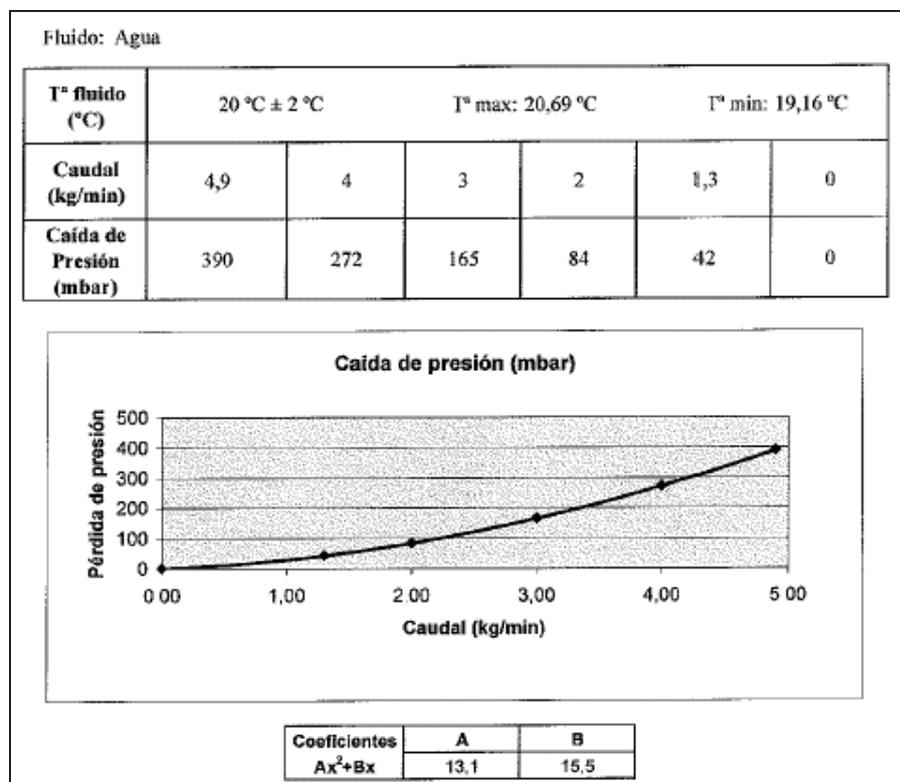


Fig. 4.- Pérdidas de carga en captadores según fabricante

En este caso el circuito tiene una longitud considerable y los diámetros varían en función del caudal. Por ello se han realizado los cálculos de las pérdidas de carga por cada tramo de la instalación. Finalmente las pérdidas de carga del sistema serán la suma de las pérdidas de carga existentes en cada tramo del circuito. A continuación se muestran los resultados:

Tramo	Caudal (l/h)	De (mm)	Di (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.s./m)	L (m)	p.d.c. lineal (mm.c.s.)	p.d.c. singularidades (mm.c.s.)	p.d.c. captadores (mm.c.s.)	p.d.c. (mm.c.s.)
1	3250	42	39	1,12	16,88	8	135,06	30,73	-	165,79
2	250	15	13	0,62	5,10	1	5,10	4,24	-	9,34
3	3000	42	39	1,06	14,68	10	146,76	26,71	-	173,47
4	750	22	19	1,06	34,91	1	34,91	28,97	-	63,88
5	500	22	19	0,84	17,17	5	85,84	44,12	-	129,97
6	250	15	13	0,75	14,73	5	73,66	29,32	-	102,98
7	2250	42	39	0,90	8,87	1	8,87	46,84	-	55,71
8	750	22	19	1,06	34,91	14	488,68	89,71	-	578,39
9	500	22	19	0,84	17,17	5	85,84	44,12	-	129,97
10	250	15	13	0,75	14,73	5	73,66	29,32	-	102,98
11	1500	28	25	1,19	33,77	5	168,83	112,78	-	281,60
12	250	15	13	0,75	14,73	1	14,73	44,05	-	58,78
13	1250	28	25	1,05	24,54	8	196,33	26,01	-	222,35
14	500	22	19	0,84	17,17	5	85,84	54,94	-	140,78
15	250	15	13	0,75	14,73	5	73,66	2,21	-	75,87
16	750	22	19	1,06	34,91	10	349,06	96,69	-	445,75
17	500	22	19	0,84	17,17	5	85,84	44,12	-	129,97
18	250	15	13	0,75	14,73	5	73,66	2,21	-	75,87
19-32	200	15	13	0,68	9,97	2,6	25,92	1,50	286	313,42
<b>Total</b>										<b>3256,86</b>

Tabla 50.- Pérdidas de carga por tramo

### 3.5.4 Bomba de circulación

Para obtener la potencia de la bomba de impulsión se tomarán en cuenta los valores recogidos en los cálculos anteriores. Es decir:

Caudal máximo del circuito primario = 3250 l/h

Pérdidas de carga en el circuito primario = 3256,86 mmca

Estos valores definen el punto de trabajo de la bomba. En este caso según el fabricante se elige un modelo cuyo punto de funcionamiento se aproxime lo máximo posible al hallado según las pérdidas de carga del circuito y el caudal de fluido que soporta la instalación.

Finalmente se ha elegido una bomba de la casa Wilo modelo Stratos 25/1-6 CAN PN10 con una potencia absorbida de 85 W y que cumple con los requisitos expuestos anteriormente y necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

### 3.5.5 Vaso de expansión

Para el dimensionamiento del vaso de expansión se toma la fórmula recomendada por el fabricante, en la que se tendrán que introducir los valores estimados para la instalación que se proyecta.

En este caso se tiene:

$$V_n = V_u \times \frac{(P_f + 1)}{(P_f - P_i)}$$

Donde:

Vn= Volumen nominal del vaso de expansión

Vu= Volumen útil del vaso de expansión

Pi= Presión Inicial (presión de llenado de la instalación), bar

Valor aconsejado: (Presión estática + 0.5bar)

Pf= Presión Final, bar

Valor aconsejado: (Presión apertura válvula de seguridad - 0.5bar)

El volumen útil del vaso de expansión (Vu) será la suma de dos partidas:

*1. Volumen de fluido en los colectores*

Junkers, empresa fabricante, certifica de acuerdo a normativa vigente, una capacidad volumétrica de su captador Excellence FKT-1S, de 1,43 litros/captador. Por tanto el volumen total de fluido en la captación, en base a una superficie compuesta por 65 captadores, es de 92,95 litros.

*2. Volumen de fluido en las conducciones del circuito primario.*

Para el cálculo de esta capacidad se han utilizado los datos de longitud determinados anteriormente y que con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$V = \text{Longitud} \cdot \text{Sección} = L \cdot Di^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

Han permitido calcular la capacidad volumétrica de cada tramo y del total de la conducción, obteniéndose un volumen en el total de las conducciones para el primario de 47,32 litros.

Tramo	Longitud (m)	Longitud (dm)	Di (dm)	Di (mm)	Volumen (l)
1	8	80	0,39	39	9,58
2	1	10	0,15	15	0,18
3	10	100	0,39	39	11,98
4	1	10	0,2	20	0,32
5	5	50	0,19	19	1,42
6	5	50	0,15	15	0,89
7	1	10	0,4	40	1,26
8	14	140	0,2	20	4,41
9	5	50	0,19	19	1,42
10	5	50	0,15	15	0,89
11	5	50	0,26	26	2,66
12	1	10	0,15	15	0,18
13	8	80	0,25	25	3,94
14	5	50	0,19	19	1,42
15	5	50	0,15	15	0,89
16	10	100	0,2	20	3,15
17	5	50	0,19	19	1,42
18	5	50	0,15	15	0,89
Conexiones	2,5	25	0,15	15	0,44
				TOTAL	47,32

Tabla 51.- Diámetros y longitudes de cada tramo

En este caso no existe intercambiador de placas ya que se proyecta la instalación de tres depósitos interacumuladores de 2.500 litros de capacidad y con una superficie de intercambio de 6,7 m<sup>2</sup> cada uno, haciendo un total de 20,1 m<sup>2</sup>.

La suma de las partidas, arroja un volumen total a considerar en el cálculo del vaso de expansión de 140,27 litros.

A continuación se toma como Pf un valor de 10 Kg/cm<sup>2</sup> y como Pi un valor de 2,4 (1,5+ altura estática)

En este caso sustituyendo valores se tiene que el volumen total del vaso de expansión será:

$$V_n = 140,27 \times \frac{(10+1)}{(10-2,4)} = 203l$$

Según estos resultados el volumen del vaso de expansión deberá estar en torno a los 210 l. Teniendo en cuenta que se ha proyectado la instalación de tres depósitos interacumuladores, ese volumen calculado se dividirá entre tres ya que se estima conveniente colocar un vaso de expansión por depósito. En este caso el volumen de cada vaso de expansión estará en torno a los 70 litros.

### **3.6 Dimensionamiento de los circuitos de suelo radiante**

Se quiere instalar suelo radiante a ciertos recintos del edificio con el fin de adquirir en dichas habitaciones un mayor confort y reducir el uso de los radiadores convencionales en el edificio. De esta forma se consigue un ahorro energético que conlleva un ahorro económico relevante.

Las estancias que se quieren calefactar con este sistema son las siguientes, situadas todas en la planta de Administración:

Planta 1 - Biblioteca
Planta 1- Secretaría
Planta 1- Despacho Director 1
Planta 1- Despacho Director 2
Planta 1- Despacho Director 3
Planta 1 – Sala Profesores
Planta 1- Despacho AMPA
Planta 1- Despacho Alumnos
Planta 1- Sala visitas

Tabla 52.- Zonas con proyecto de suelo radiante

En primer lugar se realizará un cálculo completo de las superficies proyectadas como suelo radiante.

Recorridos de los diferentes circuitos:

CIRCUITO	ZONA	SUPERFICIE (m2)
1,2,3,4	Biblioteca	83,52
5	Despacho Dirección 1	23,10
6	Despacho Dirección 2	23,37
7	Despacho Dirección 3	23,09
8,9	Secretaría	45,89
10	Despacho de AMPA	26,50
11	Despacho de Alumnos	27,12
12	Sala visitas	25,30
13,14	Sala profesores	51,94

Tabla 53.- Superficies

En este caso existirán 14 circuitos que suministrarán calefacción a 9 zonas diferenciadas.

Los colectores estarán en el centro de gravedad térmico de las zonas a las que alimentan. Se sitúan las tuberías generales de alimentación (ida y retorno) en situación centrada.

A continuación se calculará el volumen (ml) de cada circuito en función del área que calefactan. Se adoptarán serpentines de 20 mm de diámetro exterior y un espesor de 1,8 mm con 200 mm de paso. A estos metros de serpentín habrá que sumarle los recorridos de ida y vuelta a los colectores, también llamados ramales.

Se deben conocer una serie de condicionantes, tales como:

- $t_a$  - Temperaturas de diseño del ambiente: de 18 a 24°C.
- $\Delta T$  - Tida - Tretorno del agua de los circuitos: de 5 a 10°C.
- $f$  - Flujo calorífico aportado a los interiores: de 50 a 100 w/m2.

•  $t_p$  - Temperaturas máximas recomendables de la superficie pisable, según tipo de local.

- actividades deportivas: 25°C

- viviendas y oficinas: 27°C

- salas de reuniones: 28°C

- piscinas y baños: 30°C

En el presente proyecto se tomarán los siguientes datos:

$t_a = 20^\circ\text{C}$

$\Delta T = 5^\circ\text{C}$

$T_p = 27^\circ\text{C}$

Se divide la potencia necesaria en cada estancia en la hora más fría del año, donde la temperatura exterior es mínima, entre el área a la calefactar.

$$f = \frac{P}{S}$$

Se tiene que el caudal para cada circuito es:

$$C = A \cdot f$$

Y partiendo de que el salto térmico es de 5°C se halla el caudal en l/seg.

A continuación se muestra una tabla con los resultados:

CIRCUITO	ZONA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	LONGITUD DEL SERPENTÍN (m)	LONGITUD RAMAL (m)	LONGITUD TOTAL (m)
1	Biblioteca	20,88	104,4	4	108,4
2	Biblioteca	20,88	104,4	4	108,4
3	Biblioteca	20,88	104,4	6	110,4
4	Biblioteca	20,88	104,4	6	110,4
5	Disp. Director 1	23,1	115,5	50	165,5
6	Disp. Director 2	23,37	116,9	5	121,9
7	Disp. Director 3	23,09	115,5	10	125,5
8	Secretaría	22,94	114,7	15	129,7
9	Secretaría	22,94	114,7	20	134,7
10	Disp. AMPA	26,5	132,5	25	157,5
11	Disp. Alumnos	27,12	135,6	30	165,6
12	sala visitas	25,3	126,5	35	161,5
13	Sala profesores	25,97	129,9	40	169,9
14	Sala profesores	25,97	129,9	45	174,9

Tabla 54. Dimensionado del suelo radiante.

Observando los caudales y buscando el equilibrio, se estima oportuno colocar 3 colectores. A continuación se muestra la demanda que suministra cada colector por zonas:

- Colector 1, con 4 salidas, que suministrará un caudal total de 0,36 l/s a la zona biblioteca.
- Colector 2, con 5 salidas, que suministrará un caudal total de 0,45 l/s a las zonas de Despacho de Dirección 1, Despacho de Dirección 2, Despacho de dirección 3 y Secretaría.
- Colector 3, con 5 salidas, que suministrará un caudal total de 0,57 l/s a las zonas de Despacho de AMPA, Despacho de Alumnos, Sala de visitas y Sala de Profesores.

En este caso la caldera se situará en la planta baja. En el circuito que existe entre la misma y el colector que suministra el caudal al suelo radiante existirán unas pérdidas de carga que se deberán tener en cuenta:

COLECTORES	CAUDAL TOTAL (l/s)	PÉRDIDA DE CARGA EN EL CIRCUITO MÁS DESFAVORABLE (m)	PÉRDIDA DE CARGA EN EL CIRCUITO DE CALDERA (m)	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)
1	0,36	2,23	0,94	3,17
2	0,45	0,97	2,36	3,33
3	0,57	1,85	1,79	3,64

Tabla 55.- Pérdidas de carga totales

Ahora se conocen los caudales y las pérdidas de carga que deberán soportar las bombas, se seleccionará una bomba por cada colector, haciendo en este caso un total de 3 bombas modelo Wilo Star- RSG 30/7 con una potencia absorbida de 320 W.

#### **4. AEROTERMOS**

También se debe tener en cuenta que en los días calurosos de verano, este tipo de instalaciones pueden alcanzar, aunque de manera puntual y aislada, los 170 °C, y no es tan raro que alcancen temperaturas del orden de 150 °C.

A estas temperaturas tan elevadas, incluso cuando el punto de ebullición del fluido caloportador es más alto que el del agua, se va a producir la transformación de líquido a gas.

Ante este hecho se deben tomar medidas como la instalación de disipadores individuales para cada colector o de aerotermos. En este caso se va a dotar a la instalación de aerotermos.

Los aerotermos son equipos eléctricos que evacuan el calor gracias a un flujo de aire forzado por un ventilador eléctrico. La ventaja de estos equipos es que facilita la instalación, y no requieren montaje individualizado para cada colector.

Se va a instalar por tanto un equipo de aerotermos del 30% de la potencia de la instalación, esto es 30kW, suministrado por la empresa Salvador Escoda.

En lo referente al funcionamiento de los aerotermos cabe señalar que solamente entrarán en funcionamiento cuando la temperatura de los acumuladores solares supere los 110 °C o la temperatura del primario supere los 130 °C.

Aunque entre en funcionamiento el aerotermino, no parará el funcionamiento del circuito primario para evitar picos de temperatura.

## 5. AISLAMIENTO

El aislamiento térmico de tuberías y otros elementos del circuito primario se realizarán con espuma elastomérica.

Según el RITE, el espesor de dicho aislamiento viene recogido en la siguiente tabla:

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (1) mm	Temperatura del fluido (2) °C			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
D ≤ 35	20	20	30	40
35 < D ≤ 60	20	30	40	40
60 < D ≤ 90	30	30	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

Fig. 5.- Espesor de aislamiento

Por lo tanto, para esta instalación, el espesor del aislamiento será de 20 mm en tramos interiores y de 30 mm en tramos exteriores, ya que para conducciones externas la norma marca que hay que aumentar 10mm el espesor aislante.

Estas son las características del material aislante seleccionado:

- Temperatura límite = 105°C
- No vulnerable a la corrosión.
- Comportamiento ante el fuego: autoextinguible.
- Resistencia mecánica media
- Muy resistente al agua
- Peso específico = 60 kg/m<sup>3</sup>
- Coeficiente de conductividad = 0,035 W/m<sup>2</sup>K a los 20°C.

La espuma elastomérica sufre degradación al exponerse a las radiaciones UV del sol, por lo que es necesario proteger las partes instaladas a la intemperie con una imprimación.

## **6. ESTRUCTURA DE SOPORTE Y ANCLAJES**

La estructura de soporte y el sistema de anclaje del campo de colectores constituyen un aspecto importante en una instalación de energía solar, particularmente su montaje en obra.

Cada grupo de 5 y 4 colectores tendrá su propia estructura. Dicha estructura será elaborada en taller y transportada posteriormente a la cubierta del centro docente.

El amarre de los captadores a la cubierta del edificio de mantenimiento se realizará mediante los elementos de sujeción que la misma empresa Junkers proporciona junto con los captadores y se realizará siguiendo las instrucciones técnicas detalladas en el respectivo anexo.

Previamente se comprobará en los planos del edificio que la unidad estructural de mantenimiento es lo suficientemente resistente para soportar el peso de los captadores y de los elementos de sujeción.

El método de sujeción que proporciona la empresa Junkers es un método que cumple la normativa y por tanto dota a la instalación de la resistencia adecuada para soportar tanto la fuerza del viento como otros agentes meteorológicos.

La cubierta dónde se proyecta la instalación de los captadores está compuesta por un terrazo de grava, esto hace necesaria el anclaje de la estructura soporte a una base de hormigón de dimensiones 1210x1130x70

(mm). Cuya densidad es de 2,56 t/m<sup>3</sup>, suficiente para soportar la carga de viento en la zona.

Al realizar el montaje de las estructuras de soporte se debe considerar que los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojen sombra sobre los captadores. También debemos considerar que las dilataciones térmicas producidas en el captador no provoquen que la estructura transmita cargas al mismo, afectando así a su integridad.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández

# **ANEXO B: NORMATIVA UTILIZADA**

## **NORMATIVA UTILIZADA**

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. R.D. 919/2006, de 28 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11, así como sus normas UNE de aplicación.

- Código Técnico de la Edificación (CTE)

- Documento Básico HS-4; Suministro de agua, del Código Técnico en la Edificación, CTE

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas IT-1, IT-2, IT-3 e IT-4, así como las normas a que se refiere.

- Norma UNE 60.401-76, sobre conjuntos de regulación de presión de gas con caudal nominal máximo de 50 m<sup>3</sup>/h y presión de entrada de 0,5 a 4 bar.

- Especificaciones técnicas de la empresa suministradora.

# **ANEXO C: FICHAS TÉCNICAS**

## **FICHAS TÉCNICAS**

- 1.- Captadores Solares
- 2.- Interacumuladores
- 3.- Vasos de Expansión
- 4.- Aerotermos
- 5.- Bombas de Circulación
- 6.- Aislamientos
- 7.- Manómetro
- 8.- Soportes y Anclajes
- 9.- Suelo Radiante
- 10.-Caldera

## Captadores solares planos de Junkers gama TOP: EXCELLENCE, COMFORT y CLASSIC

### Captadores "EXCELLENCE": FKT

Máximo rendimiento en las condiciones más difíciles

El captador solar FKT de Junkers supone una revolución en los captadores solares de alto rendimiento, debido a su capacidad de lograr las máximas prestaciones, aún en las condiciones más difíciles, y a su innovador circuito hidráulico con doble serpentín.

#### Tratamiento altamente selectivo: PVD

La confianza en el tratamiento selectivo de mayor rendimiento permite un excelente ahorro energético en cualquier condición.

#### Circuito hidráulico con doble serpentín

El exclusivo diseño del absorbedor reduce los sobrecalentamientos en épocas de bajo consumo y elevada radiación en un captador con alta temperatura de estancamiento. Además, su reducida pérdida de carga permite la conexión de hasta 10 captadores FKT en paralelo.

#### Vidrio solar ligeramente estructurado

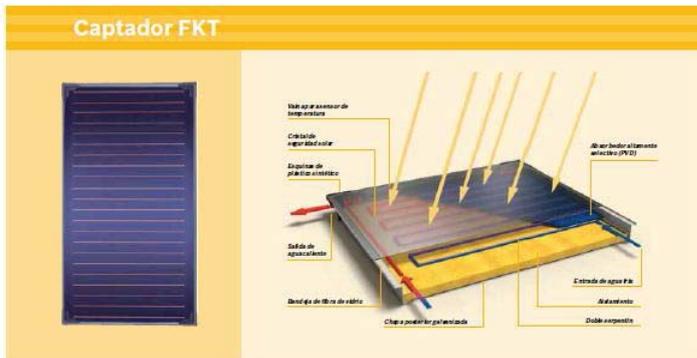
La calidad del vidrio solar utilizado le permite alcanzar un máximo rendimiento y una gran estabilidad con el paso del tiempo.

#### Conexiones metálicas flexibles

Facilitan el montaje de los captadores solares, proporcionando estanqueidad total y gran durabilidad.

#### Para montaje en vertical y horizontal

La posibilidad de su montaje en horizontal le permite adaptarse a un gran número de instalaciones, aumentando la estética de las mismas.

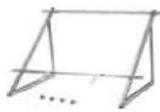


MODELO	FKT-1 S	FKT-1 W
Montaje	Vertical	Horizontal
Dimensiones (mm)	1145x2070x90	2070x1145x90
Área total (m <sup>2</sup> )	2,37	2,37
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	2,25	2,25
Área del observador (m <sup>2</sup> )	2,23	2,23
Volumen del observador (l)	1,43	1,76
Peso en vacío (kg)	44	45
Presión trabajo máx. (bar)	10	10
Caudal nominal (l/h)	50	50
Material de la caja	Fibra de vidrio, con esquinas de plástico y chapa de acero tratada con aluminio y zinc	Fibra de vidrio, con esquinas de plástico y chapa de acero tratada con aluminio y zinc
Aislamiento	Lana mineral, de 55 mm. de espesor	Lana mineral, de 55 mm. de espesor
Absorbedor	Selectivo	Selectivo
Recubrimiento absorbedor	PVD	PVD
Circuito hidráulico	Doble serpentín	Doble serpentín
Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)		
Factor de eficiencia $\eta_0$	0,811	0,811
Coef. pérdidas línea (W/m <sup>2</sup> K)	3,653	3,653
Coef. pérdidas secundaria (W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,0146	0,0146

# Estructuras de soporte

De acuerdo con el nº de captadores por grupo, modo de fijación, viento y tipo de tejado, creamos tablas para la selección de estructuras que podrá encontrar en los anexos (págs. 36-38).

## CUBIERTAS PLANAS

Modelo	Referencia	Código EAN	Descripción
<b>Para cubiertas planas - Captadores verticales</b>			
 FKF 4	7 739 300 455	4 010 009 858 904	<p>Bastidor soporte básico adicional para montaje de captadores verticales sobre cubierta plana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite regulación del ángulo de inclinación, entre 30° y 60°, con ajustes de 5 en 5 grados.</li> <li>- Realizado en aluminio.</li> <li>- Permite fijación sin anclajes, mediante el empleo del accesorio FKF 7.</li> <li>- <b>Necesario uno por cada captador de cada grupo, excepto el primero.</b></li> </ul>
<b>Para cubiertas planas o fachada - Captadores horizontales</b>			
 FKF 5	7 739 300 456	4 010 009 850 935	<p>Bastidor soporte básico para montaje de captadores horizontales sobre cubierta plana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite regulación del ángulo de inclinación, entre 30° y 45°, con ajustes de 5 en 5 grados.</li> <li>- Realizado en aluminio.</li> <li>- Permite fijación sin anclajes, mediante el empleo del accesorio FKF 7.</li> <li>- <b>Necesario uno por cada grupo de captadores.</b></li> </ul>
 FS 18	7 739 300 521	4 010 009 859 604	<p>Juego de conexiones hidráulicas entre captadores, para instalación en cubierta plana, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 tiras de aislamiento en espuma elastomérica, para aislar las uniones metálicas entre captadores.</li> <li>- 2 codos con salida en rosca macho de 3/4" para las conexiones de entrada y salida al grupo de captadores.</li> <li>- 2 tapones en latón.</li> <li>- 1 prensaestopas para instalación de la sonda de temperatura.</li> <li>- 1 llave allen para montaje de los captadores sobre las estructuras de soporte.</li> <li>- Necesario un juego de FS 18 por cada grupo o batería de captadores.</li> </ul>



- TDS 300**
- HASTA TRES APLICACIONES SIMULTÁNEAS:
- 8 entradas para sondas de temperatura NTC.
  - 1 entrada para un caudalímetro.
  - 2 salidas triac (velocidad variable).
  - 3 salidas 230 V / 50 Hz.
  - 1 interface para PC (RS 232).
- Display LCD iluminado y animado.
  - 27 sistemas preconfigurados con pictogramas.
  - Modo vacaciones que reduce las consecuencias del estancamiento en verano, y antihielo electrónico.
  - Regulación de velocidad en bomba.
  - Ajuste del diferencial de temperatura.
  - Dimensiones: 190 x 170 x 50 mm.
  - Montaje sobre pared.
  - Incluye dos sondas de temperatura NTC.

# DEPÓSITOS PARA PRODUCCIÓN Y ACUMULACIÓN DE ACS

## MASTER VITRO e INOX, serpentines



de 1500 a 5000 litros

Depósitos acumuladores de gran capacidad, fabricados en ACERO VITRIFICADO s/DIN 4753 (serie "MVV") o en ACERO INOXIDABLE (serie "MXV").

Destinados a funciones de producción y acumulación de agua caliente sanitaria, para instalaciones de gran consumo individuales, comunitarias o industriales. Con capacidades hasta los 5000 litros, todos los depósitos acumuladores de la serie "Master Vitro" y "Master Inox" van aislados con 80 mm. de espesor de espuma rígida de poliuretano de densidad optimizada y libre de CFC, inyectada en molde, lo que hace de esta serie que una de sus características más importantes sea precisamente su incomparable capacidad de acumulación.

Otra de sus características destacables, es el sistema exclusivo de intercambiadores. Se trata de un conjunto desmontable de serpentines que unen los colectores de ida y retorno del circuito primario, fabricados en ACERO INOXIDABLE e instalados en el depósito acumulador a través de la boca lateral de hombre DN 400.

La boca lateral DN 400, también incorpora su aislamiento térmico convenientemente adaptado.

Todos los modelos disponen de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema principal de producción de ACS, o como sistema de apoyo a una fuente energética externa.

Los depósitos "Master Vitro", se suministran de serie con equipo de protección catódica permanente "Lapesa correx-up", y como opción, equipo de protección catódica compuesto por ánodos de magnesio y medidor de carga de ánodo.

Bajo demanda, se suministra conjunto de forro acolchado color gris RAL 7042 y conjunto de acabado donde se incluyen cubierta, tapa y embellecedores de color negro.



Modelos -SSB especialmente diseñados para la producción de ACS por ENERGÍA SOLAR.

### DEPÓSITOS ACUMULADORES DE GRAN CAPACIDAD "MASTER VITRO" CON SERPENTINES, serie MVV

Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753.

Capacidades de 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 litros.

Incorporan de serie equipo de protección catódica "Lapesa correx-up". Como opción, suministramos equipo de protección catódica, compuesto por ánodos de magnesio y medidor de carga.

### DEPÓSITOS ACUMULADORES DE GRAN CAPACIDAD "MASTER INOX" CON SERPENTINES, serie MXV

Fabricados en acero inoxidable AISI 316 L, decapado mediante proceso químico automatizado por inmersión en caliente, con garantía absoluta del 100% de la superficie en contacto con ACS y posterior pasivado exento de mineralización.

Capacidades de 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 litros.

Como opción pueden incorporar equipo de protección catódica "Lapesa correx-up INOX", para casos de aguas especialmente agresivas o con contenidos en cloruros superiores a 150 mg/l.

#### Modelos -SB

Estos modelos incorporan, montado de fábrica, un paquete de serpentines en acero inoxidable para la producción de ACS a través de una fuente calorífica externa (calderas, paneles solares, etc.)

Este paquete intercambiador es un sistema exclusivo, cuya característica principal es la posibilidad de montaje y desmontaje individual de los serpentines y colectores que lo componen, accediendo al interior del depósito a través de la boca de hombre. Esto permite el recambio y mantenimiento rápido y eficaz del sistema intercambiador in situ sin grandes necesidades de espacio.

#### Modelos -SSB

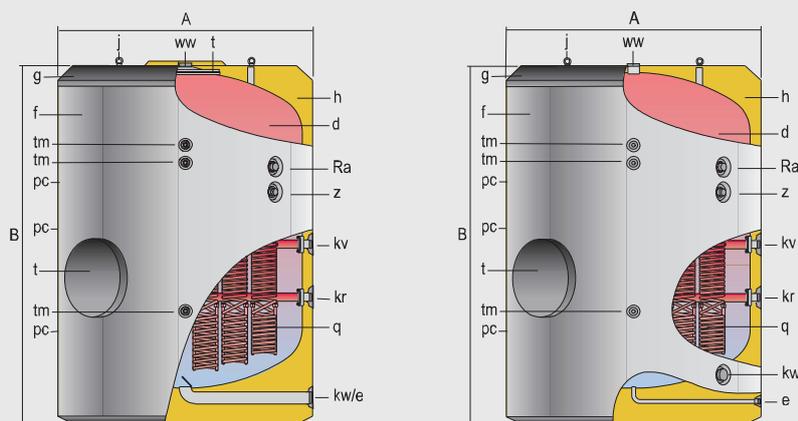
Estos modelos corresponden básicamente a los -SB, con superficies de intercambio específicas para ENERGÍA SOLAR.

#### Características técnicas

Temperatura máx. ACS	°C	90
Presión máx. depósito ACS (*)	bar	8
Temperatura máxima c. primario (**)	°C	120
Presión máxima c. primario	bar	25

(\*) Opcionalmente P=10 bar.

(\*\*) Temperatura estándar. Otras temperaturas, consultar.



**Mod. MVV-...-SB/ SSB**

**Mod. MXV-...-SB/ SSB**

t- Boca de hombre DN 400  
d- Depósito acumulación ACS  
f- Forro externo  
g- Cubierta superior

h- Aislamiento térmico  
j- Cáncamos para transporte  
q- Serpientes desmontables

Características / Conexiones / Dimensiones		Ref. tamaño acumulador						
		1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Capacidad de ACS	litros	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Superficie de intercambio Mod -SB	m <sup>2</sup>	2,8	3,4	4,2	5,0	5,9	6,7	8,4
Superficie de intercambio Mod -SSB	m <sup>2</sup>	4,2	5,0	6,7	8,4	8,4	8,4	10,0
Peso en vacío Mod. MVV (aprox.)	Kg.	400 (415)*	460 (475)*	660 (690)*	735 (760)*	820 (840)*	1040 (1055)*	1185 (1200)*
Peso en vacío Mod. MXV (aprox.)	Kg.	300 (315)*	345 (360)*	485 (515)*	525 (550)*	570 (585)*	655 (670)*	735 (750)*
kw/e: Entrada agua fría/desagüe	"GAS/M	2 (2/ 1)**	2 (2/ 1)**	3 (3/ 1)**	3 (3/ 1)**	3 (3/ 1)**	3 (3/ 1)**	3 (3/ 1)**
ww: Salida de ACS	"GAS/M	2	2	3	3	3	3	3
z: Recirculación	"GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
kv: Avance c. primario	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2
kr: Retorno c. primario	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2
Ra: Conexión lateral	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2
tm: Conexión vaina sensores	"GAS	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**	3/4M (1/2H)**
pc: Conexión ánodos protección catódica	"GAS	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**	1-1/2M (3/4H)**
Diámetro exterior: A	mm.	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910
Altura total: B	mm.	1830	2280	2015	2305	2580	2310	2710
Boca de hombre	DN	400	400	400	400	400	400	400
Resistencia eléctrica (opcional)	KW (400V)	6 ó 9	6 ó 9	6 ó 9	6 ó 9	6 ó 9	6 ó 9	6 ó 9
Potencia intercambio Mod -SB <sup>(1)</sup>	KW	130	160	180	250	300	360	440
Potencia intercambio Mod -SSB <sup>(1)</sup>	KW	180	250	250	440	440	440	500

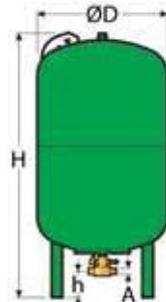
(\*) Modelos -SSB

(\*\*) Modelos en acero inoxidable, serie MXV

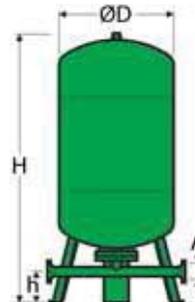
(1) Temperatura entrada circuito primario: 90° C, ΔTemperatura circuito primario = 30° C  
Temperatura entrada circuito secundario: 10° C, ΔTemperatura circuito secundario = 35° C

### "refix DT5"

- Para instalaciones de agua potable, con incrementos de presión y calentamiento de agua
- Con válvula de recirculación del agua antilegionela, incluido cierre y vaciado (60 a 500 litros),
- Membrana recambiable según según DIN 4807. Tª máxima hasta 70°C, KTW C, W 270.
- Fabricados y probados según DIN 4807 T 5, DIN DVGW Reg. n° NW 9481AU2133 y NW 9481AT2535
- Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión
- Color verde
- Presión inicial 4,0 bar



**60 - 500 litros**



**600 - 1000 litros**

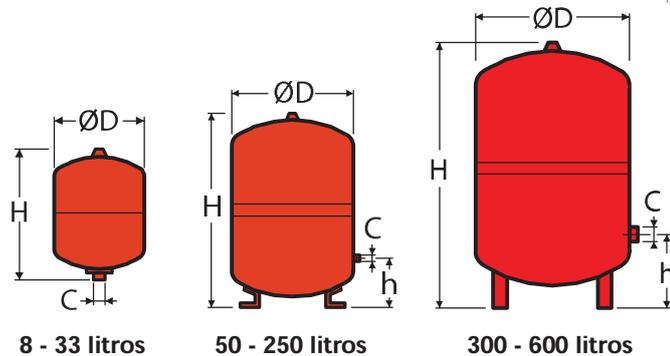


**1000 - 2000 litros**

MODELO COLOR VERDE	A	ØD	DIMENSIONES (mm)		PRESIÓN / Tª MÁX. DE TRABAJO 10 bar / 70°C	PRESIÓN / Tª MÁX. DE TRABAJO 16 bar / 70°C
			H	h		
MEMBRANA RECAMBIABLE						
<b>DT5 60</b>	R 1 1/4"	409	766	80	7309000	- - -
<b>DT5 80</b>	R 1 1/4"	480	750	65	7309100	7316005
	DN 50	480	750	100	7365000	7370000
	DN 65	480	750	110	7335705	7310306
	DN 80	480	750	115	7335805	7310307
<b>DT5 100</b>	R 1 1/4"	480	835	65	7309200	7365408
	DN 50	480	835	100	7365400	7370100
	DN 65	480	835	110	7365405	7370101
	DN 80	480	835	115	7365406	7370102
<b>DT5 200</b>	R 1 1/4"	635	975	80	7309300	7365108
	DN 50	635	975	105	7365100	7370200
	DN 65	635	975	115	7365105	7370205
	DN 80	635	975	120	7365106	7370206
<b>DT5 300</b>	R 1 1/4"	635	1.275	80	7309400	7319205
	DN 50	635	1.275	105	7365200	7370300
	DN 65	635	1.275	115	7336305	7314205
	DN 80	635	1.275	120	7336405	7314206
<b>DT5 400</b>	R 1 1/4"	740	1.245	70	7319305	- - -
	DN 50	740	1.245	95	7365500	7370400
	DN 65	740	1.245	105	7336505	7339006
	DN 80	740	1.245	110	7336605	7339005
<b>DT5 500</b>	R 1 1/4"	740	1.475	70	7309500	- - -
	DN 50	740	1.475	90	7365300	7370500
	DN 65	740	1.475	100	7365307	7370507
	DN 80	740	1.475	110	7365305	7370505
<b>DT5 600</b>	DN 50	740	1.860	235	7365600	7370600
	DN 65	740	1.860	235	7336705	7339105
	DN 80	740	1.860	235	7336806	7339205
<b>DT5 800</b>	DN 50	740	2.325	235	7365700	7370700
	DN 65	740	2.325	235	7336905	7339305
	DN 80	740	2.325	235	7337006	7339406
<b>DT5 1000</b> *D=740	DN 50	740	2.604	235	7365800	7370800
	DN 65	740	2.604	235	7337105	7339505
	DN 80	740	2.604	235	7337205	7339605
<b>DT5 1000</b> *D=1000	DN 50	1.000	2.000	160	7320105	7320205
	DN 65	1.000	2.000	150	7337305	7339705
	DN 80	1.000	2.000	140	7337405	7339805
<b>DT5 1500</b>	DN 65	1.200	2.000	160	7320305	7320405
	DN 80	1.200	2.000	150	7337505	7339905
	DN 100	1.200	2.000	140	7337605	7340005
<b>DT5 2000</b>	DN 65	1.200	2.450	160	7320505	7320605
	DN 80	1.200	2.450	150	7337705	7340105
	DN 100	1.200	2.450	140	7337805	7340205
<b>DT5 3000</b>	DN 65	1.200	2.520	190	7320705	7320805
	DN 80	1.200	2.520	180	7337905	7340305
	DN 100	1.200	2.520	170	7338005	7340405

## "reflex S"

- Para sistemas solares, de calefacción y climatización
- Para líquidos anticongelantes hasta 50%
- Conexiones roscadas
- Membrana no recambiable según DIN 4807. T<sup>a</sup> máxima hasta 70°C
- Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión
- Color rojo
- Presión inicial 8-33: 1,5 bar
- Presión inicial 50-600: 3,0 bar



MODELO LITROS	C	DIMENSIONES (mm)			PRESIÓN / T <sup>a</sup> MÁX. DE TRABAJO	Rojo
		ØD	H	h		
<b>S 8</b>	R 3/4"	206	325	-	10 bar / 120°C	9703900
<b>S 12</b>	R 3/4"	280	300	-		9704000
<b>S 18</b>	R 3/4"	280	380	-		9704100
<b>S 25</b>	R 3/4"	280	500	-		9704200
<b>S 33</b>	R 3/4"	354	450	-		9706200
<b>S 50</b>	R 3/4"	409	469	168		7209500
<b>S 80</b>	R 1"	480	538	166		7210300
<b>S 100</b>	R 1"	480	644	166		7210500
<b>S 140</b>	R 1"	480	886	166		7211500
<b>S 200</b>	R 1"	634	760	205		7213400
<b>S 250</b>	R 1"	634	890	235	7214400	
<b>S 300</b>	R 1"	634	1.060	235	7215400	
<b>S 400</b>	R 1"	740	1.070	245	7219000	
<b>S 500</b>	R 1"	740	1.290	245	7219100	
<b>S 600</b>	R 1"	740	1.530	245	7219200	

## 05 AEROTERMOS Tipo ESCOTHERM



Los aerotermos ESCOTHERM constituyen unos aparatos de gran solidez que hacen circular el aire a través de una batería alimentada por agua, vapor, aceite térmico o electricidad, realizando el intercambio térmico e impulsando y dirigiendo éste, una vez caliente, a la instalación a calefaccionar.

### Aplicaciones:

- Fábricas
- Almacenes
- Locales de venta
- Naves industriales
- Exposiciones
- Sótanos, etc.

### Construcción:

**Ventilador:** normalmente de tipo helicoidal con hélice de 4 palas de aluminio y núcleo de hierro, motor de rodamientos a bolas de engrase permanente, montado sobre cuatro amortiguadores de goma y con rejilla de protección de alambre electrosoldado.

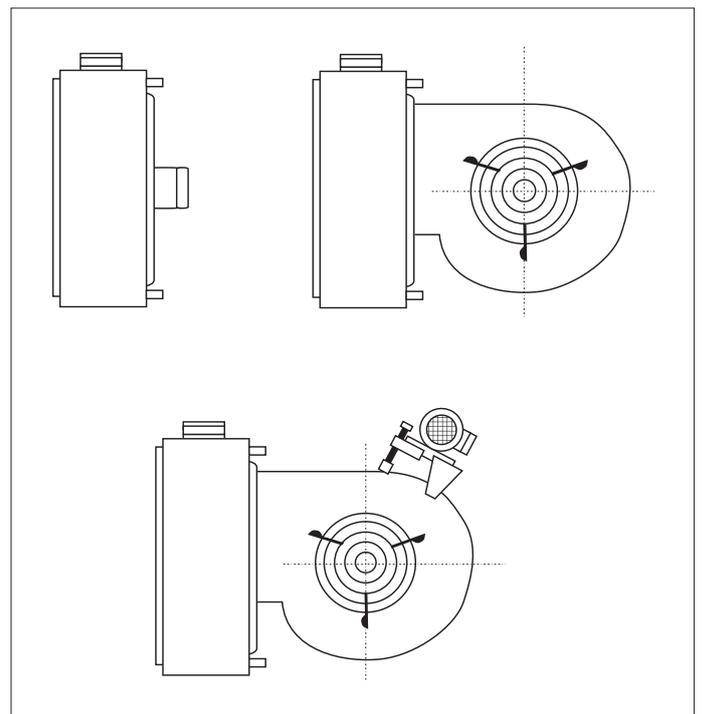
Acabado pintado anticorrosivo en polvo EPOXI.

Protección según DIN 40 050 h.

<b>A7</b>	Modelo MONOFÁSICO	IP-44
<b>A9 - A10 - A12</b>	Modelo MONOFÁSICO	IP-55
	Modelo TRIFÁSICO	IP-55
<b>A14 - A16</b>	Modelo MONOFÁSICO	IP-55
	Modelo TRIFÁSICO	IP-55

**Batería Agua caliente:** de tubo de cobre de 5/8" colocados al tresbolillo, formando triángulos equiláteros de 38 mm de lado y aleta de aluminio de 2/10 mm en placas continuas y onduladas que aumentan la superficie de intercambio.

**Carcasa metálica:** de chapa de acero, con protección anticorrosiva en polvo EPOXI de color rojo (Aerotermos de agua y vapor) y de color verde (Aerotermos eléctricos), con soporte para colgar y rejilla de aluminio de lamas orientables, que permite dirigir el aire en la dirección adecuada.

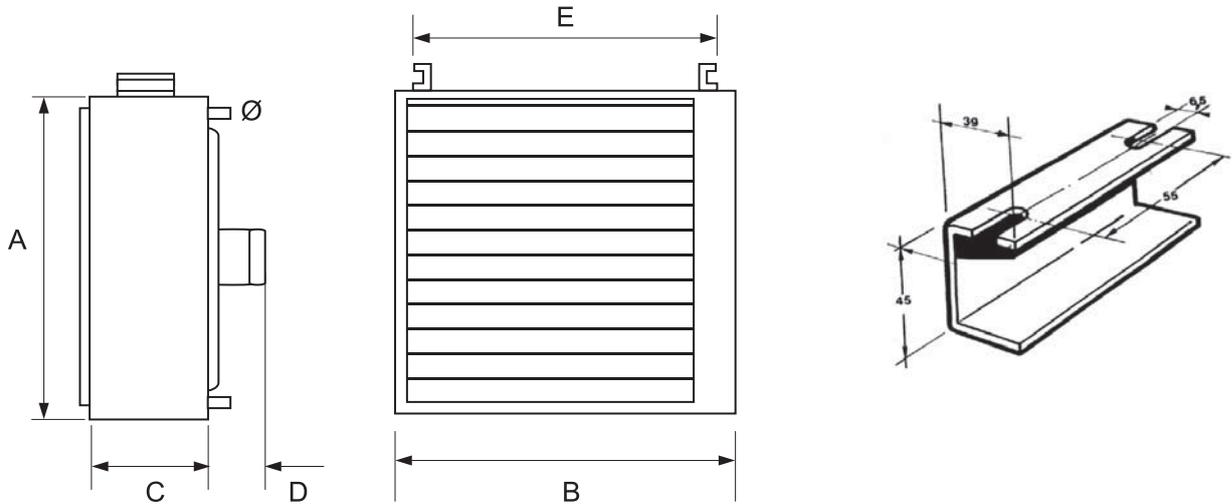


**Nota:** Sobre pedido puede acoplarse:

- Ventilador centrífugo de motor incorporado.
- Ventilador centrífugo con motor a transmisión: normal P43, antiexplosivo o antideflagrante.
- Ventilador helicoidal de 900 r.p.m.

**Dimensiones:**

**Modelo PARED**



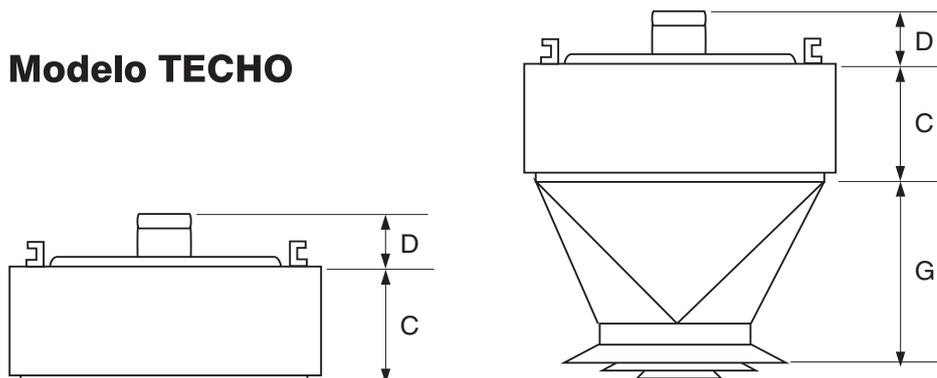
**Potencia instalada:**

Modelo	Medida (mm)					Conexión Ø
	A	B	C	D (*)	E	
A 7/2	390	405	230	70	320	3/4"
A 7/3	390	405	230	70	320	3/4"
A 9/2	480	460	230	100	370	3/4"
A 9/3	480	460	230	100	370	1"
A 10/2	500	520	230	105	420	3/4"
A 10/3	500	520	230	105	420	1"
A 12/2	580	590	230	115	490	1"
A 12/3	580	590	230	115	490	1-1/4"
A 14/2	660	650	230	115	550	1"
A 14/3	660	650	230	115	550	1-1/4"
A 16/2	685	715	230	115	600	1-1/4"
A 16/3	685	715	230	115	600	1-1/2"

Modelo	Monofásico	Trifásico
A 7	41 W	—
A 9	100 W	80 W
A 10	100 W	100 W
A 12	100 W	100 W
A 14	250 W	250 W
A 16	250 W	250 W

(\*) Puede variar por el fabricante del ventilador

**Modelo TECHO**



TECHO CON DIFUSOR		
Modelo	G	Difusor
A7	250	10"
A9	300	12"
A10	350	14"
A12	400	16"



• Pérdida de carga en batería de agua en m. c.d.a.

Caudal (l/h)	Modelo Aerotermo											
	A 7/2	A 7/3	A 9/2	A 9/3	A 10/2	A 10/3	A 12/2	A 12/3	A 14/2	A 14/3	A 16/2	A 16/3
250	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	0,25	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	0,45	0,25	0,20	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
1.000	0,75	0,40	0,35	0,25	0,40	0,25	—	—	—	—	—	—
1.250	—	—	0,70	0,40	0,55	0,30	0,40	0,30	—	—	—	—
1.500	—	—	0,80	0,50	0,80	0,35	0,55	0,40	—	—	—	—
1.750	—	—	—	—	1	0,55	0,70	0,50	0,50	0,30	—	—
2.000	—	—	—	—	1,25	0,60	0,80	0,50	0,60	0,35	0,50	0,20
2.250	—	—	—	—	1,50	0,70	1	0,55	0,75	0,45	0,60	0,35
2.500	—	—	—	—	—	—	1,20	0,60	0,85	0,50	0,70	0,50
2.750	—	—	—	—	—	—	1,40	0,80	1	0,60	0,80	0,60
3.000	—	—	—	—	—	—	—	—	1,10	0,75	1	0,65
3.500	—	—	—	—	—	—	—	—	1,60	0,85	0,20	0,80
4.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,70	1
4.500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,85	1,20
5.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,10	1,40

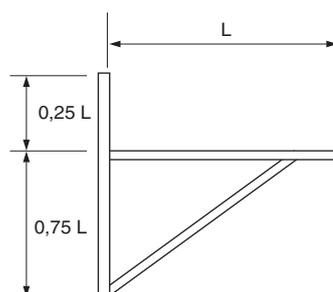
• Rendimientos aerotermos agua (Kcal/h)

Tipo	Entrada aire (°C)	Caudal (m³)	AGUA CALIENTE				VAPOR			Ø Conex.
			60/50°	70/60°	80/70°	90/80°	1 Kg	1,5 Kg	2 Kg	
7/2	5	450	3.100	3.800	4.500	5.000	6.000	6.250	6.500	3/4"
	15		2.150	2.980	3.800	4.850	4.850	5.050	5.250	
7/3	5	400	3.700	4.700	5.600	6.600	7.900	8.230	8.560	3/4"
	15		3.000	3.800	4.600	5.000	6.480	6.750	7.000	
9/2	5	1.200	6.800	8.400	10.200	12.000	14.500	15.200	15.900	3/4"
	15		5.000	6.800	8.600	10.600	12.800	13.400	13.900	
9/3	5	1.100	9.200	11.200	13.500	15.600	19.000	19.800	20.600	1"
	15		6.800	9.000	11.200	13.500	16.300	16.980	17.700	
10/2	5	2.000	10.000	13.500	16.000	19.800	22.300	23.300	24.200	3/4"
	15		9.000	11.200	12.200	14.900	20.200	21.000	21.850	
10/3	5	1.850	13.300	16.600	20.500	25.500	30.600	31.875	33.150	1"
	15		9.950	13.300	17.200	21.600	25.900	27.000	28.000	
12/2	5	3.000	17.500	21.600	25.000	29.200	33.500	34.900	36.300	1"
	15		12.600	17.100	21.600	25.200	30.200	31.500	32.700	
12/3	5	2.850	22.200	27.300	32.300	38.300	47.200	49.200	51.150	1-1/4"
	15		16.500	22.200	27.300	32.100	40.000	41.670	43.350	
14/2	5	4.000	22.800	28.800	33.600	39.500	44.600	46.500	48.360	1"
	15		16.800	22.800	28.800	34.600	40.300	42.000	43.680	
14/3	5	3.850	30.000	36.900	44.800	51.900	63.700	66.350	69.050	1-1/4"
	15		23.000	30.000	36.900	45.000	54.000	56.250	58.500	
16/2	5	5.750	32.700	41.400	49.800	58.600	64.200	66.875	69.550	1-1/4"
	15		24.800	32.700	41.200	50.000	57.960	60.375	62.800	
16/3	5	5.500	44.200	54.300	65.500	75.600	91.000	94.800	98.600	1-1/2"
	15		33.500	44.200	54.400	65.500	77.200	80.400	83.600	

**Soportes colgar a pared:**

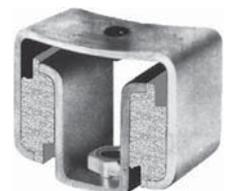
Juego de soportes construidos con tubo de 25 x 25 para la fijación a pared de los aerotermos. Pintados en color rojo igual al del aerotermo.

TIPO	LONGITUD "L"
A7	400
A9	500
A10	500
A12	550
A14	550
A16	600



**Accesorios:**

- Antivibradores para colgar.
- Termostatos ambiente de 1, 2, 3 y 4 etapas.
- Reguladores velocidad monofásicos y trifásicos.
- Soportes especiales colgar.
- Etc.

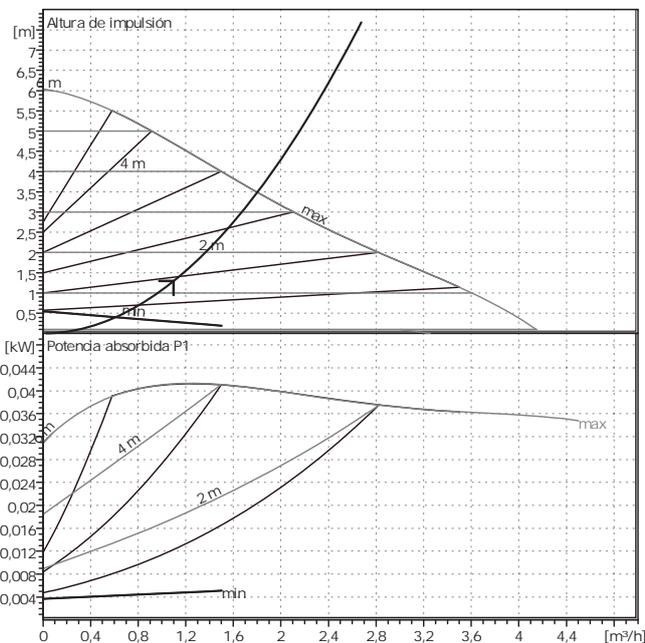


Cliente  
Nº Cliente  
Contacto  
Elaborado por

Proyecto  
Nº proyecto  
Nº pos.  
Location  
Fecha

07.12.2011

Página 1 / 1



**Datos de trabajo teóricos**

Caudal	1,1	m³/h
Altura de impulsión	1,3	m
Fluido	Propilenglicol (25)	
Temperatura fluido	60	°C
Densidad	0,9983	kg/dm³
Viscosidad cinemática	1,005	mm²/s
Presión de vapor	0	bar

**Datos bomba**

Marca	WILO
Tipo	Stratos PICO 25/1-6
Tipo inst.	Bomba simple
Modo de funcionamiento	dp-c
Presión nominal máx.	PN10
Temp. mín. fluido	2 °C
Temp. máx. fluido	110 °C

**Datos hidráulicos (punto de trabajo)**

Caudal	1,1	m³/h
Altura de impulsión	1,3	m
Potencia absorbida P1	0,0125	kW

**Altura mín. aspiración**

Temperatura	50	95	110		°C
Altura mín. aspiración	0,5	3	10		m

**Materiales**

Carcasa bomba	EN-GJL 200
Rodete	PP + G/F 40 %
Eje	Acero inox.
Cojinete	Carbón, impre. d. metal

**Medidas**

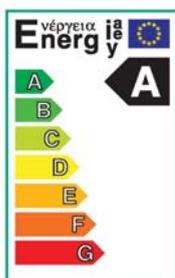
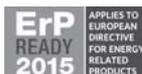
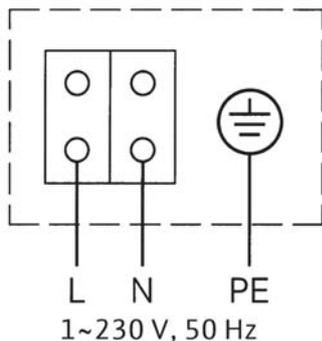
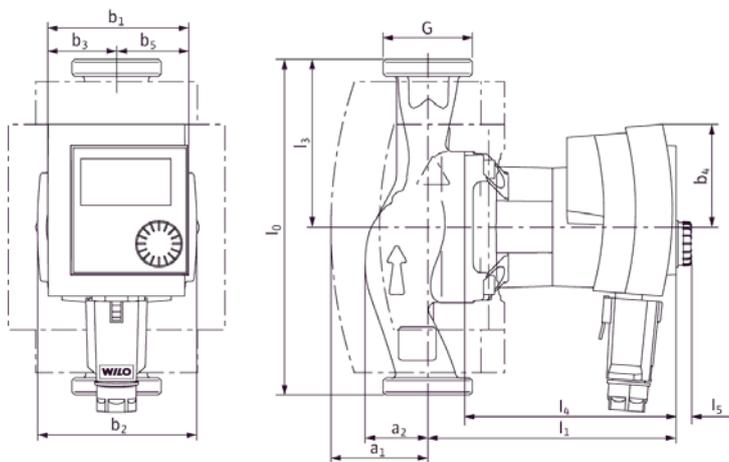
							mm	
a1	52	b4	55	l4	112			
a2	34	b5	37	l5	8			
b1	75	l0	180	G	25			
b2	81	l1	132					
b3	51	l3	90					

Lado aspiración	Rp 1/G 1 1/2	/ PN10
Lado impulsión	Rp 1/G 1 1/2	/ PN10
Peso	2,2 kg	

**Datos del motor**

Energy efficiency class	A
Potencia absorbida P1	40 W
Velocidad nominal	4230 1/min
Tensión nominal	230 V 50 Hz 1~
Intensidad máx. absorbida	0,35 A
Tipo de protección	IP X4D
Tolerancia tensión	

Referencia de la versión estándar 4132463

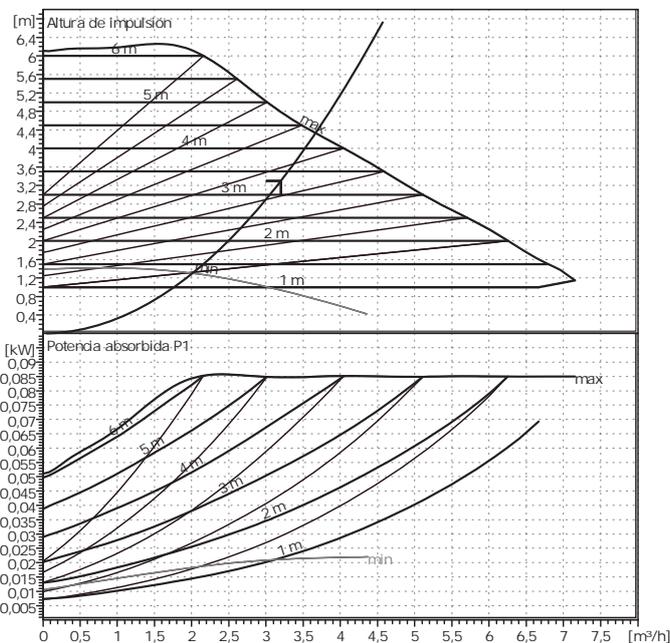


Cliente  
Nº Cliente  
Contacto  
Elaborado por

Proyecto  
Nº proyecto  
Nº pos.  
Location  
Fecha

07.12.2011

Página 1 / 1



**Datos de trabajo teóricos**

Caudal	3,2 m³/h
Altura de impulsión	3,3 m
Fluido	Propilenglicol (25)
Temperatura fluido	45 °C
Densidad	998,3 kg/m³
Viscosidad cinemática	1,005 mm²/s
Presión de vapor	0 bar

**Datos bomba**

Marca	WILO
Tipo	Stratos 25/1-6 CAN PN 10
Tipo inst.	Bomba simple
Modo de funcionamiento	dp-c
Presión nominal máx.	PN10
Temp. mín. fluido	-10 °C
Temp. máx. fluido	110 °C

**Datos hidráulicos (punto de trabajo)**

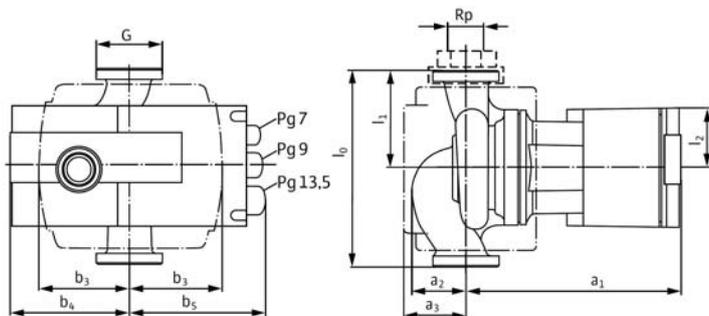
Caudal	3,2 m³/h
Altura de impulsión	3,3 m
Potencia absorbida P1	0,0582 kW

**Altura mín. aspiración**

Temperatura	50	95	110			°C
Altura mín. aspiración	3	10	16			m

**Materiales**

Carcasa bomba	EN-GJL 200
Rodete	PPS, reforzado con fibra de vidrio
Eje	X 46 Cr 13
Cojinete	Carbón, impre. d. metal



**Medidas**

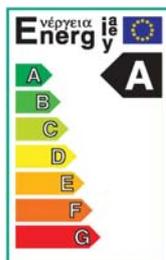
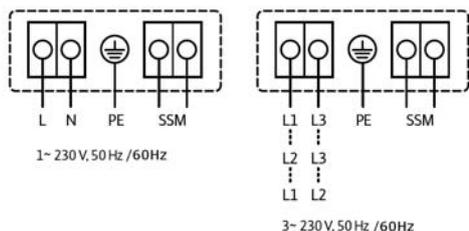
		mm			
a1	182	b5	114		
a2	43		180		
a3	56	l1	90		
b3	76	l2	49		
b4	89	G	25		

Lado aspiración	Rp 1/G 1 1/2	/ PN10
Lado impulsión	Rp 1/G 1 1/2	/ PN10
Peso	4,1 kg	

**Datos del motor**

Energy efficiency class	A
Pot. nominal P2	65 W
Potencia absorbida P1	85 W
Velocidad nominal	3400 1/min
Tensión nominal	1 ~ 230 V, 50Hz
Intensidad máx. absorbida	0,78 A
Tipo de protección	IP X4D
Tolerancia tensión	

Referencia de la versión estándar 2090447



WILO SE  
 Nortkirchenstr. 100  
 D 44263 Dortmund  
 Teléfono 0231/4102-0  
 Telefax 0231/4102-7363

**Star-RSG 30/7**  
 Instalación: Standard pump

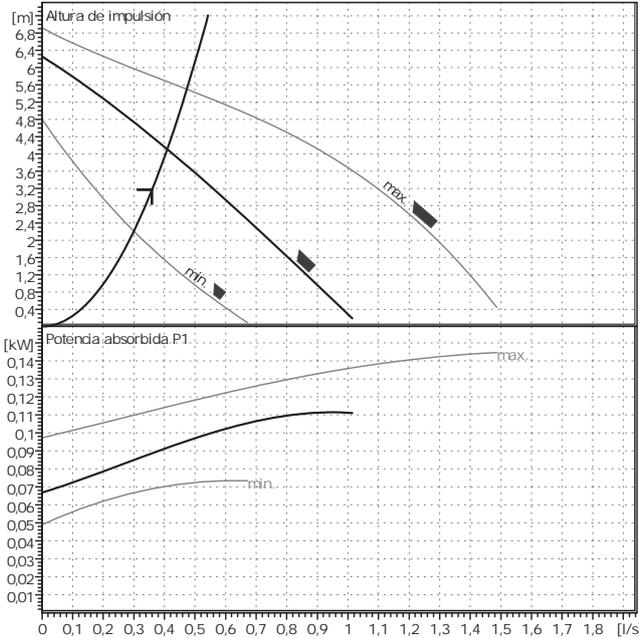


Cliente  
 Nº Cliente  
 Contacto  
 Elaborado por

Proyecto  
 Nº proyecto  
 Nº pos.  
 Location  
 Fecha

10.10.2011

Página 1 / 1



**Datos de trabajo teóricos**

Caudal	0,36 l/s
Altura de impulsión	3,17 m
Fluido	Agua limpia
Temperatura fluido	45 °C
Densidad	0,9983 kg/dm <sup>3</sup>
Viscosidad cinemática	1,005 mm <sup>2</sup> /s
Presión de vapor	0 kPa

**Datos bomba**

Marca	WILO
Tipo	Star-RSG 30/7
Tipo inst.	Bomba simple
Modo de funcionamiento	RL14749
Presión nominal máx.	PN10
Temp. mín. fluido	-10 °C
Temp. máx. fluido	110 °C

**Datos hidráulicos (punto de trabajo)**

Caudal	0,41 l/s
Altura de impulsión	4,11 m
Potencia absorbida P1	0,0917 kW

**Altura mín. aspiración**

Temperatura	50	95	110			°C
Altura mín. aspiración	0,5	3	10			m

**Materiales**

Carcasa	EN-GJL-200
Rodete	Kunststoff (PP - 40% GF)
Eje	X 40 Cr 13
Cojinete	Carbón, impre. d. metal

**Medidas**

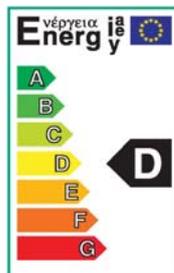
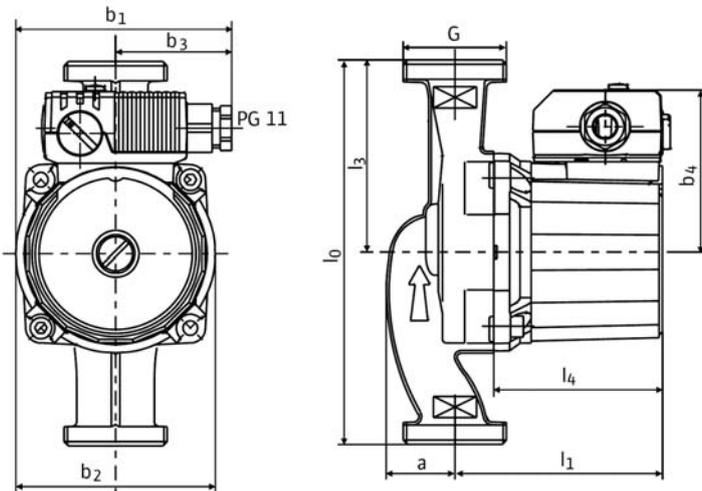
				mm		
a	32	14	91			
b1	101	10	180			
b2	93,5	11	109			
b3	54	13	90			
b4	79	14	91			

Lado aspiración	Rp 1 ¼/G 2	/ PN1000
Lado impulsión	Rp 1 ¼/G 2	/ PN1000
Peso	3 kg	

**Datos del motor**

Energy efficiency class	D
Pot. nominal P2	250 W
Potencia absorbida P1	320 W
Velocidad nominal	2900 1/min
Tensión nominal	1 ~ 230 V, 50Hz
Intensidad máx. absorbida	1,4 A
Tipo de protección	IP 68
Tolerancia tensión	

Referencia de la versión estándar 4111193



## AISLAMIENTO

### HT/Armaflex®

#### DATOS TÉCNICOS

Breve descripción	Aislamiento térmico flexible de célula cerrada.	
Material	Espuma elastomérica a base de caucho sintético. Color: negro	
Aplicación	Aislamiento de tuberías, depósitos y conductos de aire en: paneles solares, automóviles, líneas de vapor, y agua sobrecalentada.	
Campo de aplicación	Temperatura interior máxima: +150°C (Plancha: +130°C) Temperatura del fluido mínima: -50°C Para temperaturas superiores a +150°C, consulte nuestro departamento técnico.	
Conductividad térmica $\lambda$	a 10°C: 0,039 W/(m·K)	
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	$\mu \geq 4000$	
Comportamiento en caso de incendio	DIN 4102-B2	
Comportamiento a los rayos ultravioletas	Exposición a Xenotest	ISO 4892 (500h.) Fisuras en la piel poco apreciables
Instalaciones de acero inoxidable/cobre	Conforme DIN 1988/7	

### SH/Armaflex®

#### DATOS TÉCNICOS

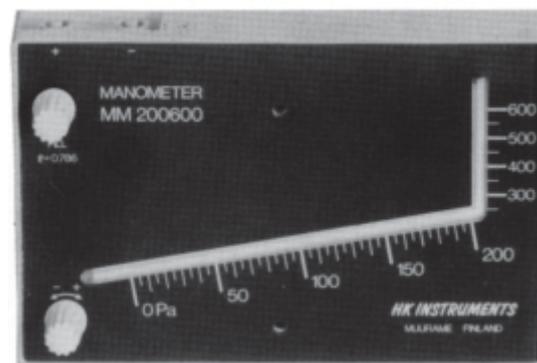
Valores del producto supervisados y garantizados por AENOR 		
Breve descripción	Aislamiento térmico flexible.	
Material	Espuma elastomérica a base de caucho sintético. Color: gris. Disponible en coquillas estándar y autoadhesivas, planchas en hojas y cinta autoadhesiva.	
Aplicación	Técnicas y sistemas de aislamiento y protección de tuberías, depósitos, válvulas, etc. en instalaciones de calefacción e hidrosanitaria.	
Peculiaridades	Aislamiento térmico que cumple con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), fácil de instalar, ahorro de tiempo, sin riesgo para la salud, sin gas de expansión C.F.C.	
Campo de aplicación	Temperatura de empleo Coquilla: +10°C a +105°C Plancha y cinta: +10°C a +85°C	
Conductividad térmica $\lambda$ , a 20°C de temperatura media.	UNE 92201 y 92205 0,037 W/(m·K)	
Protección acústica	(DIN 4109). Efecto Aislante 30 dB (A)	
Aspectos de salubridad	Neutro.	
1. Olores	No contiene asbestos.	
2. Composición		
Medio ambiente	Sin gas de Expansión C.F.C.	
Comportamiento biológico y químico	Muy buena	
1. Resistencia al envejecimiento	No se corroe	
2. Corrosión	Muy buena	
3. Resistencia a la putrefacción	Muy buena	
4. Resistencia a otros materiales	Muy buena	
Comportamiento en caso de incendio	Reacción al fuego: Coquillas (UNE 23737) M-1 Planchas (DIN 4102) B-2	
Protección a la intemperie	El nuevo RITE 2007 - en su apartado IT 1.2.4.2.1.1.2 - establece: "Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie". SH/Armaflex, expuesto a la intemperie, se protegerá inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 4 días, con un recubrimiento resistente a la radiación solar. Recomendamos la pintura Armafinish y los recubrimientos Arma-Chek.	
Instalaciones de acero inoxidable/cobre	Conforme DIN 1988/7	

## 30 MANÓMETRO DIFERENCIAL PARA FILTROS DE AIRE MM200600/MM5001500

**HK INSTRUMENTS**

El manómetro diferencial de columna **MM200600** se ha desarrollado especialmente para controlar y medir la presión diferencial entre la entrada y la salida de los filtros de aire debido a la suciedad.

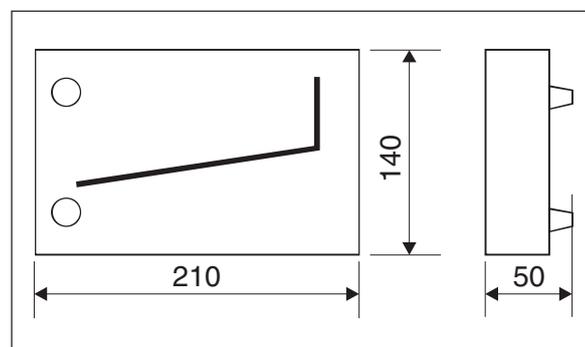
La escala es de fácil lectura y permite fijar fácilmente el punto máximo de obstrucción del filtro.



### Características técnicas:

- **Material:** ABS/acrílico/plástico policarbonato.
- **Medidas:** alto 140 mm  
ancho 210 mm  
fondo 60 mm (con el botón de ajuste sin desenroscar).
- **Escalas:** **0 a 600 Pa.** (0 a 60mm. c.d.a.)  
Precisión: entre 0 a 200 Pa  $\pm$  5 Pa.  
entre 200 a 600 Pa  $\pm$  50 Pa.  
**0 a 1500 Pa.** (0 a 150 mm.c.d.a.)  
Precisión: entre 0 a 500 Pa  $\pm$  10 Pa.  
entre 500 a 1500 Pa  $\pm$  50 Pa.  
(10 Pa = 1 mm.c.d.a.)
- **Presión aire máx.:** 2 bar (200 kPa).
- **Temperatura límite de funcionamiento:** -40 a +60°C.
- **Fluido indicador:** parafina roja de densidad 0,786 Kg/dm<sup>3</sup> (a 15°C).
- **Exceso de presión:** el fluido indicador no se derrama debido a un posible exceso de presión temporal.

### Dimensiones:



### Accesorios:

Los manómetros de columna se suministran con los siguientes accesorios para facilitar su instalación:

- Botellín 30 ml de fluido indicador.
- Tornillos de fijación a pared.
- Adhesivo VERDE (filtro limpio).  
ROJO (filtro sucio).
- Tubo de conexión en PVC de 1,8 m y Ø7/4.



### ELEMENTO BASE KLIMA-PLUS



Elemento base machihembrado para sistema dinámico de calefacción por suelo. Plastificado según norma UNE 1264-4 que sirve como:  
Elemento de fijación de los tubos, manteniendo una horizontalidad y separación homogénea de los mismos según UNE 1264.  
Aislamiento térmico reduciendo las pérdidas de calor hacia el forjado según UNE1264.  
Aislamiento acústico reduciendo la transmisión del ruido de impacto en 27dB.  
**Admite tubos de Ø12**

#### DATOS TÉCNICOS:

- DIMENSIÓN: 1334 x 998 mm.
- ESPESORES: (13/31)-(22/40)-(30/48)-(40/58)
- CONDUCTIVIDAD TÉRMICA MEDIA: 0,0355 W/K-m
- RESISTENCIA TÉRMICA: Klima+ 22-40 0,77(m<sup>2</sup>K/W)
- Klima+ 30-48 0,97(m<sup>2</sup>K/W)
- Klima+ 40-58 1,25(m<sup>2</sup>K/W)
- PLASTIFICADO: Según UNE 1264.
- SEPARACIÓN ENTRE TUBOS: 4, 8, 12, 16, 20 ó 24 cm

Artículo	Denominación	Embalaje	€/m <sup>2</sup>
SU100.125	KLIMA + 22/40 Termo acústico	Caja de cartón de 12 m <sup>2</sup>	10,25
SU100.136	KLIMA + 30/48 Termo acústico	Caja de cartón de 12 m <sup>2</sup>	11,84
SU100.137	KLIMA + 40/58 Termo acústico	Caja de cartón de 10,7 m <sup>2</sup>	13,98

**Elemento base Klimaboden 13-31** con espesor total de 31 mm incluido el tubo para instalaciones con reducida altura entre forjado y suelo terminado. Características similares al elemento base Klima Plus excepto en el aislamiento acústico.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/m <sup>2</sup>
SU100.124	KLIMA 13/31	Caja de cartón de 12 m <sup>2</sup>	9,33

### TUBO POLYTHERM EVOHFLEX ANTIDIFUSIÓN



Tubo POLYTHERM-EVOHFLEX Ø12x1,4 Pert II, sistema HXU con total uniformidad en su estructura molecular. Certificado según norma UNE EN ISO 22.391.  
Incorpora barrera de EVOH para evitar la absorción de oxígeno en instalaciones de calefacción.

#### DATOS TÉCNICOS:

- Temperatura de trabajo: Hasta 95º C.
- Suministro: Rollos.

Artículo	Denominación	Embalaje	Palet	€/ml
TFPA9120	TUBO POLYTHERM-EVOHFLEX Ø12 X 1,4 Antidifusión	90 m	1.620 m	0,69
TFPA9125	TUBO POLYTHERM-EVOHFLEX Ø12 X 1,4 Antidifusión	300 m	3.600 m	0,69
TFPA9127	TUBO POLYTHERM-EVOHFLEX Ø12 X 1,4 Antidifusión	400 m*	2.000 m	0,67

(\*)LOS ROLLOS DE 400 m SE SUMINISTRAN EN PALETS COMPLETOS SIN CAJAS Y ENVUeltOS CON FILM RETráCTIL.

### ADITIVO PARA MORTERO



\*Ver instrucciones de solado.

Aditivo para mortero. Mejora la conductividad térmica y la resistencia mecánica de los morteros.

#### ESTROTHERM:

Para un espesor de mortero de  $\geq 2,5$  cm. por encima de los tochos y  $< 3,5$  cm.  
Dosificación: 1,75 l/35 Kg de cemento.  
Para cálculo 0,6 kg/m<sup>2</sup>

#### HM:

Para un espesor de mortero de  $\geq 3,5$  cm. por encima de los tochos.  
Dosificación: 0,33 l/35 Kg de cemento.  
Para cálculo 0,14 kg/m<sup>2</sup>

Artículo	Denominación	Embalaje	€/Kg
SU100.011	ESTROTHERM	10 Kg	5,75
SU100.018	HM	10 Kg	5,94

La empresa se reserva el derecho de modificar parcial o totalmente precios, estética y características de los materiales que figuran en esta lista sin previo aviso.

### DISTRIBUIDOR PARA SUELO RADIANTE .DINÁMICO



DE 2 A 12 CIRCUITOS

DISTRIBUIDOR COMPLETO PARA SUELO RADIANTE DE 2 A 12 CIRCUITOS, COMPUESTO DE:

Colector de impulsión con **válvulas de 2 vías** y fijación para accionamiento eléctrico en cada circuito.

Colector de retorno con **medidores de caudal** de regulación integrada en cada circuito.

Termómetro sobre racor de válvula con conexión rápida en impulsión y retorno.

Purgador automático, sistema de llenado y prueba. Soportes para fijación en caja o pared, y adaptadores para tubo de Ø12 x 1.4.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
SU100.902-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 2 circuitos	1 unidad	149,95
SU100.903-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 3 circuitos	1 unidad	176,60
SU100.904-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 4 circuitos	1 unidad	197,70
SU100.905-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 5 circuitos	1 unidad	233,60
SU100.906-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 6 circuitos	1 unidad	263,00
SU100.907-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 7 circuitos	1 unidad	287,00
SU100.908-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 8 circuitos	1 unidad	325,00
SU100.909-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 9 circuitos	1 unidad	346,00
SU100.910-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 10 circuitos	1 unidad	368,00
SU100.911-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 11 circuitos	1 unidad	405,00
SU100.912-12	Distribuidor DINÁMICO Ø12, 12 circuitos	1 unidad	427,00



DE 6 A 12 CIRCUITOS

DE 6 A 12 CIRCUITOS CON ESTRATO.

Incluye además de los elementos descritos anteriormente, una estación de tratamiento "ESTRATO" compuesta de separador de aire/gases, separador de sólidos en suspensión y opcionalmente puede incorporar un captador magnético y un ánodo de sacrificio. Temperatura máx. de trabajo 60°C.

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

COLECTORES:	(TERMOPLÁSTICO.)
VÁLVULAS:	Latón con eje de INOX fuera de agua.
JUNTAS:	EPDM.
CAUDALÍMETROS:	Con escala de medición de 0 a 5 l/min
CONEXIONES:	T.L. 1 1/4"
PRESIÓN DIFERENCIAL:	0,4 Bar.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
SU100.656-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 6 circuitos	1 unidad	354,60
SU100.657-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 7 circuitos	1 unidad	377,90
SU100.658-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 8 circuitos	1 unidad	413,80
SU100.659-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 9 circuitos	1 unidad	434,85
SU100.660-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 10 circuitos	1 unidad	455,90
SU100.661-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 11 circuitos	1 unidad	491,75
SU100.662-12	Distribuidor DINÁMICO-ESTRATO Ø12, 12 circuitos	1 unidad	512,80

### RACORES Y VÁLVULAS



Válvula 1" H-1 1/4" M para conexión directa a distribuidor (SIN TENER QUE UTILIZAR CÁÑAMO, TEFLÓN, ETC)

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
SU100.524	Válvula 1" H-1 1/4" H sin racor	2 uds	11,90

## HOJA DE PE



Film de polietileno que se instala debajo del aislamiento como barrera anti-vapor en aquellas zonas que se encuentren en contacto con el terreno, o en las que existan problemas de condensación.

## DATOS TÉCNICOS:

ESPESOR:	≈ 0,2 mm..
ANCHO:	2 m.
LONGITUD:	50 m.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/m <sup>2</sup>
SU100.100	Hoja de PE	100 m <sup>2</sup>	0,85

## DESBOBINADOR



Desbobinador plegable para rollos de tubo de Ø12 a 20 mm, para rollos de hasta 500 m.

Muy útil para montaje de suelo radiante

## DATOS TÉCNICOS

Material:	acero cinzado
Longitud plegado:	95 cm.
Ancho:	10 cm.
Alto:	25 cm.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
SU104.050	Desbobinador	1ud	480,80

## CALIBRADOR



Calibra el diámetro interior del tubo y rebarba la arista para que al montar el accesorio no dañe la junta.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
HE520.444	Calibrador Ø16,20 Y 25 PEX y Multicapa	1 ud	24,00

## TIJERAS



Tijera para tubos Pex.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
HE100.517	Tijera para tubo	1 ud	33,00

## CODOS GUÍA



Curva de polipropileno reforzada con fibra de vidrio para la protección de los tubos a la salida del mortero hacia el distribuidor.

Se instalan 2 por circuito.

Artículo	Denominación	Embalaje	€/ud
SU100.009	Codos Guía Ø12	2 uds	0,95

# **SUPRAPUR**

## Caldera de pie a gas de condensación

**La nueva caldera de pie de condensación a gas de Junkers, es la solución ideal para la sustitución de antiguas calderas atmosféricas a gas. Gracias a su reducido peso y dimensiones y a los significativamente reducidos niveles de ruido, se consigue sacar el mayor partido a la instalación.**

El innovador diseño del bloque de calor de la Suprapur, combinado con la regulación EMS y el programador digital de la combustión, permite disfrutar de las ventajas de una elevada eficiencia así como de las ventajas de instalación de una caldera de pie sin requerimientos de caudales mínimos, ocupando un espacio reducido. La caldera de condensación a gas de Junkers, combina todas las ventajas de una caldera de pie de gran volumen de agua con un bloque de calor de reducidas dimensiones y pesos.

### **Nueva generación de bloques de calor de fundición aluminio silicio**

La caldera de pie a gas **Suprapur KBR** serán también actualizada, integrando la nueva versión de nuestra regulación, la Mx25 que permite recibir señales externas de 0-10v y enviar señales de fallo, integrando además el nuevo controlador Junkers CW400 que además de ser más intuitivo y fácil de programar tanto para el instalador como para el usuario final, permite el control de la instalación mediante sonda exterior, aumentando la eficiencia del sistema un 4%, pasando a ser del 97%. Dicha regulación es además compatible con los nuevos controles y módulos adicionales de la gama Cx de Junkers. Además, integra conexión IP para manejo a través de App.

Como en el resto de calderas de la gama, gracias a la posibilidad de combinación de la caldera con los módulos de control del sistema de regulación EMS y los accesorios de hidráulica, se facilita el montaje y se ahorran costes de servicio y mantenimiento. El quemador viene preajustado de fábrica por lo que se garantiza una rápida puesta en marcha. Junkers le ofrece diferentes combinaciones con la nueva gama de acumuladores de a.c.s:





**ENERG**  
енергия · ενεργεια



**JUNKERS**

Suprapur  
KBR 40 A 23  
8718586146



**A**

45 dB

**37 kW**

## Ficha del producto para el consumo de energía

Suprapur

KBR 40 A 23

8718586146

Los siguientes datos de productos corresponden a las exigencias de los Reglamentos Delegados de la UE n.º 811/2013, 812/2013, 813/2013 y 814/2013 por los que se complementan con la Directiva 2010/30/UE.

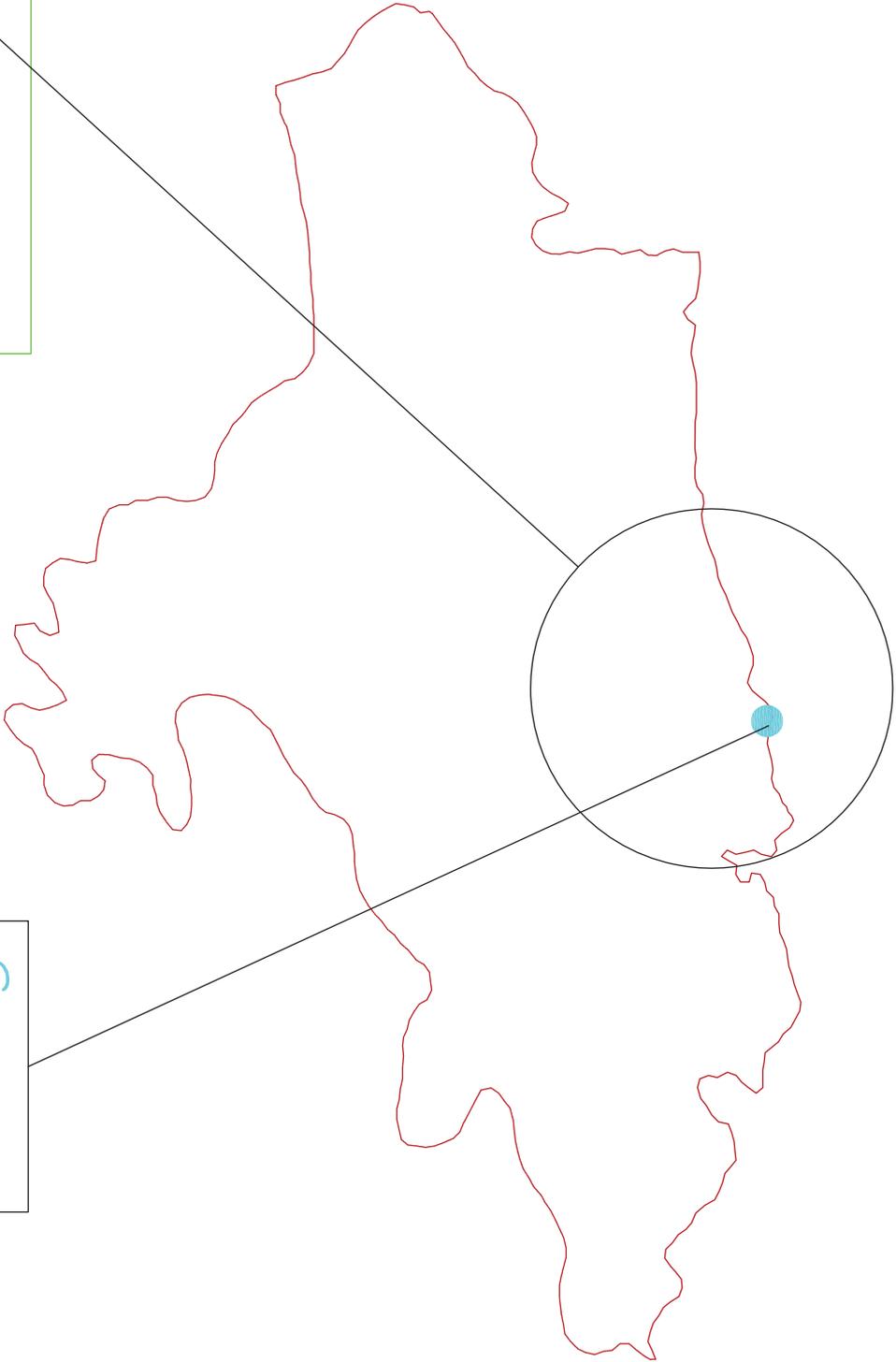
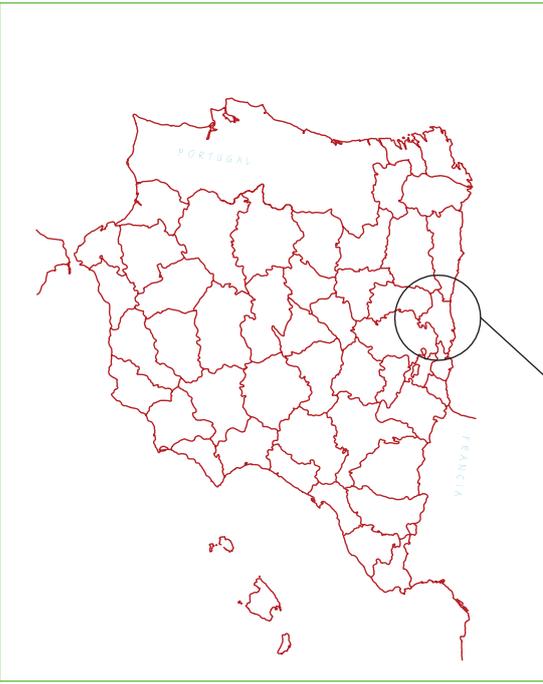
Datos del producto	Símbolo	Unidad	8718586146
Caldera de condensación			sí
Potencia calorífica nominal	Prated	kW	37
Eficiencia energética estacional de calefacción	$\eta_s$	%	93
Clases de eficiencia energética			A
<b>Potencia calorífica útil</b>			
A potencia calorífica nominal y régimen de alta temperatura	$P_4$	kW	36,8
A 30 % de potencia calorífica nominal y régimen de baja temperatura	$P_1$	kW	12,3
<b>Eficiencia</b>			
A potencia calorífica nominal y régimen de alta temperatura	$\eta_4$	%	88,2
A 30 % de potencia calorífica nominal y régimen de baja temperatura	$\eta_1$	%	98,0
<b>Consumo de electricidad auxiliar</b>			
A plena carga	elmax	kW	0,055
A carga parcial	elmin	kW	0,015
En modo de espera	$P_{SB}$	kW	0,005
<b>Otros elementos</b>			
Pérdida de calor en modo de espera	$P_{stby}$	kW	0,090
Emisión de óxido de nitrógeno (solo para gas o gasóleo)	$NO_x$	mg/kWh	23
Nivel de potencia acústica interior	$L_{WA}$	dB	45

# **DOCUMENTO II: PLANOS**

## ÍNDICE

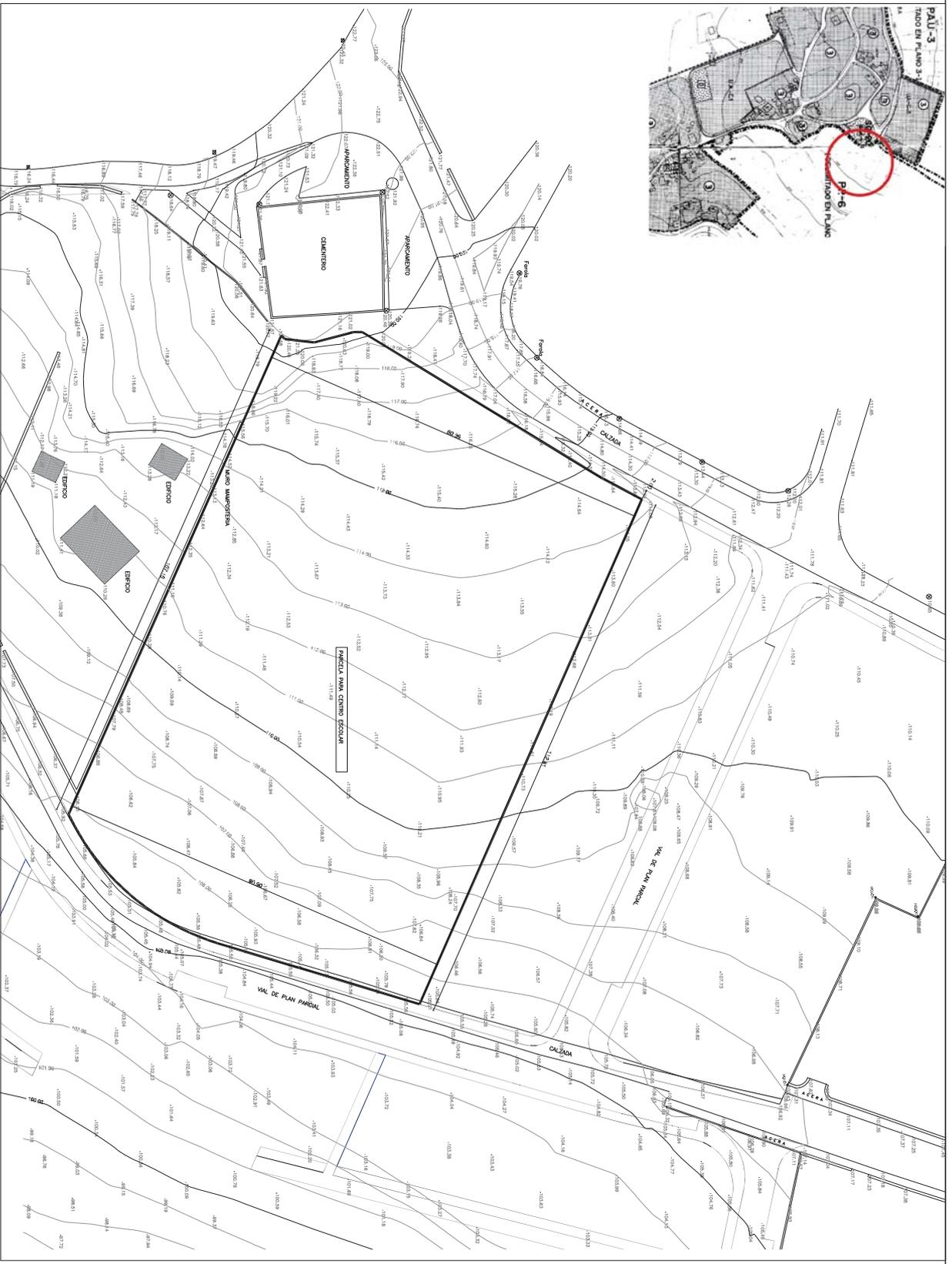
### DOCUMENTO II: PLANOS

Índice .....	1
Plano Nº 1.- Situación .....	2
Plano Nº 2.- Parcela .....	3
Plano Nº 4.- Urbanización.....	5
Plano Nº 5.- I.E.S. Ría San Martín. Semisótano .....	6
Plano Nº 6.- I.E.S. Ría San Martín. Planta baja.....	7
Plano Nº 7.- I.E.S. Ría San Martín. Primera planta.....	8
Plano Nº 8.- I.E.S. Ría San Martín.- Segunda planta.....	9
Plano Nº 9.- I.E.S. Ría San Martín. Cubierta.....	10
Plano Nº 10.- Campo de Captadores. Instalación de ACS .....	11
Plano Nº 11.- Campo de Captadores. Instalación de Calefacción .....	12
Plano Nº 12.- Cubierta con Captadores.....	13
Plano Nº 13.- Esquema de Principio de Instalación de ACS.....	14
Plano Nº 14.- Esquema de Principio de Instalación de Calefacción .....	15
Plano Nº 15.- Esquema de Principio de Instalación de Suelo Radiante .....	16
Plano Nº 16.- Superficie Suelo Radiante .....	17



Suances

DPTO. INGENIERIA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA		Plano de situación	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Situación Nacional	
Creado por: Sima Hernando Fernández	Aprobado por: Luis Vlasco Ortiz De Zarate	Rev. 1	29/09/2016
		Idioma ES	Hoja 1/14



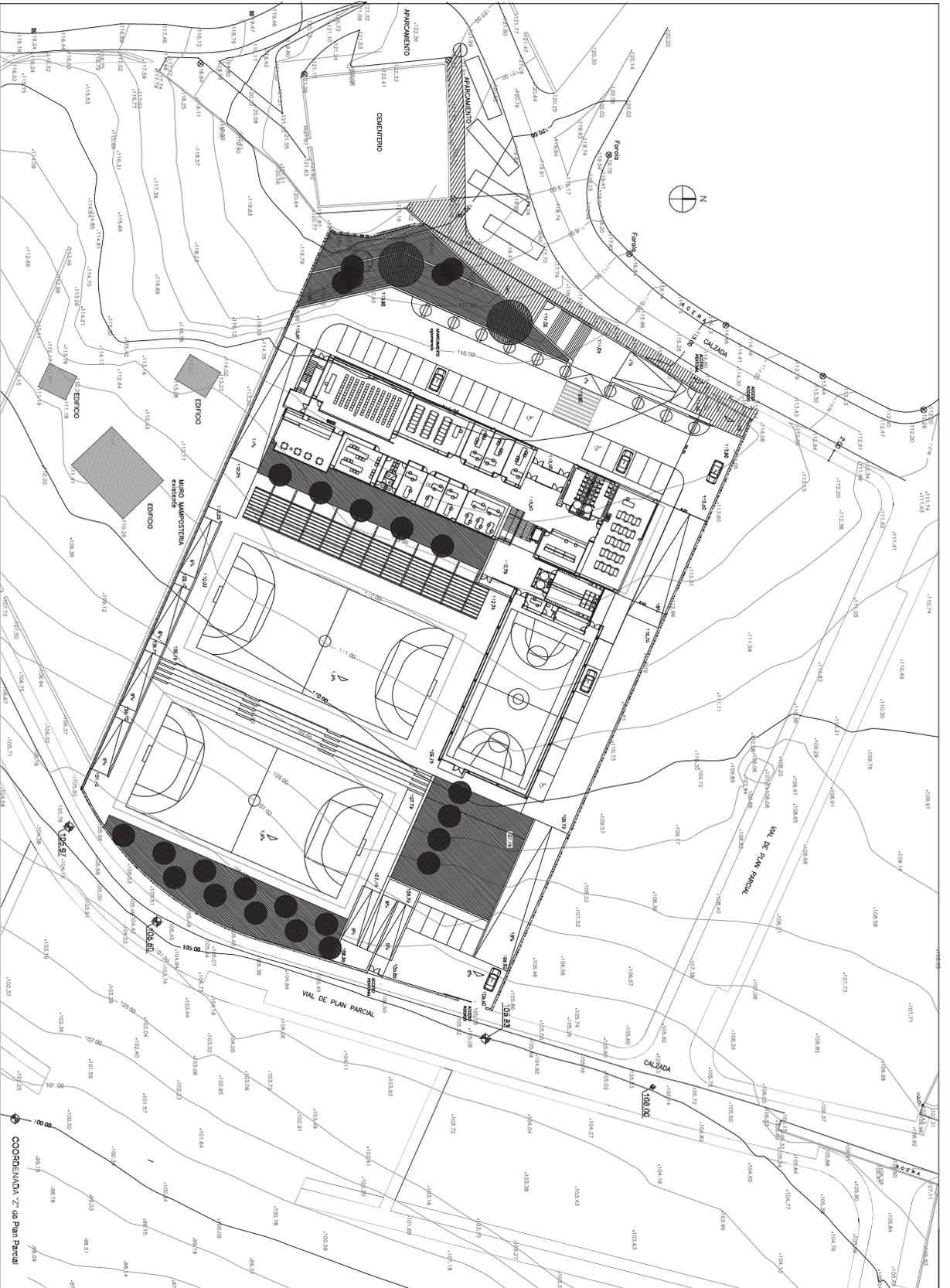
DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA

Plano de situacion

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION	Creado por:	Parcela	Rev. 1	29/09/2016	Idoma ES	Hoja 2/14
	Aprobado por:					

Silvia Hernando Fernandez

Luis Vicente Ortiz De Zarate



DPTO. INGENIERIA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Plano de situación

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

Creado por: Silvia Hernando Fernández

Urbantización

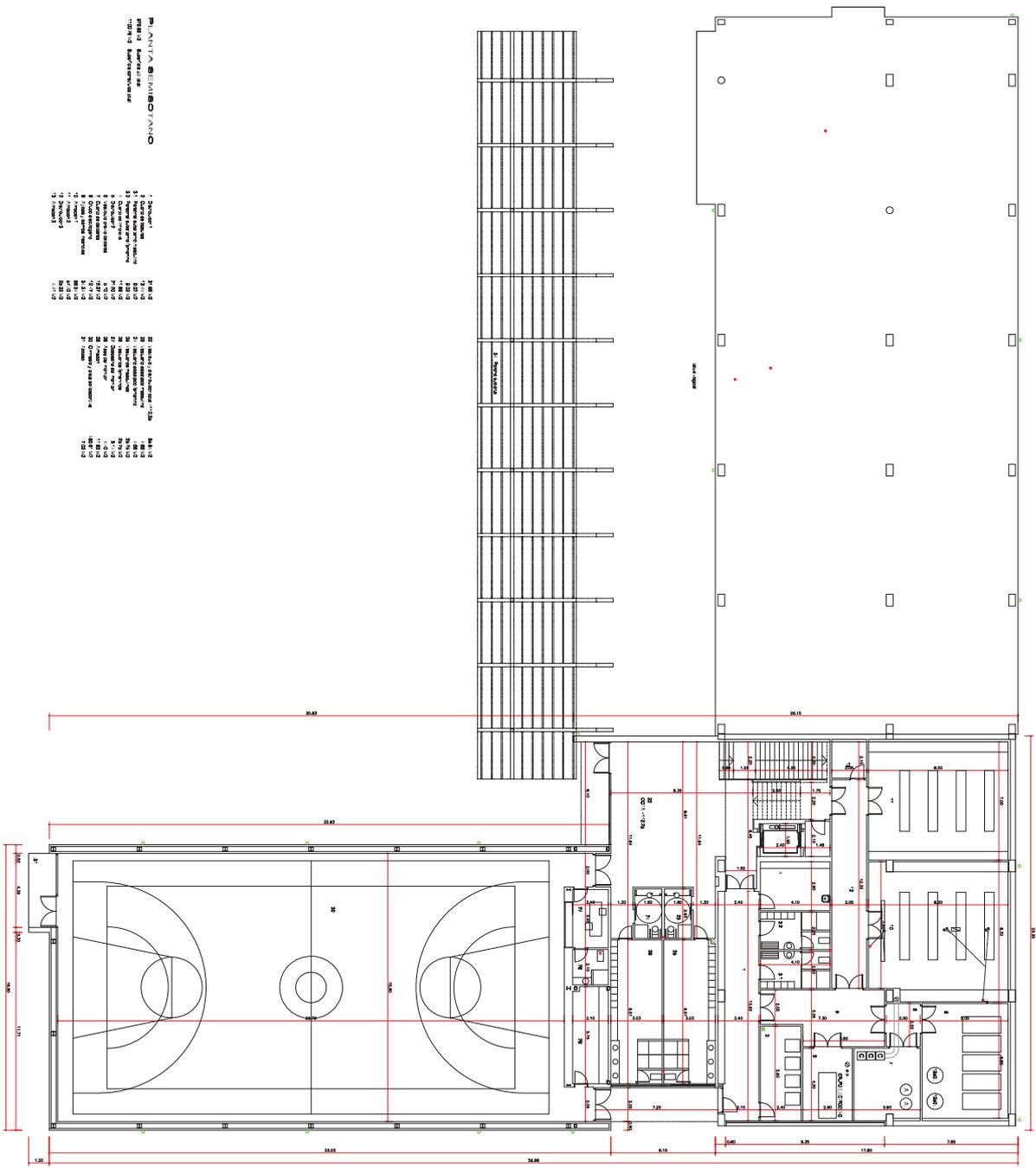
Rev. 1

29/09/2016

Idioma ES

Hoja 3/4

Aprobado por: Luis Viente Ortiz De Zarate

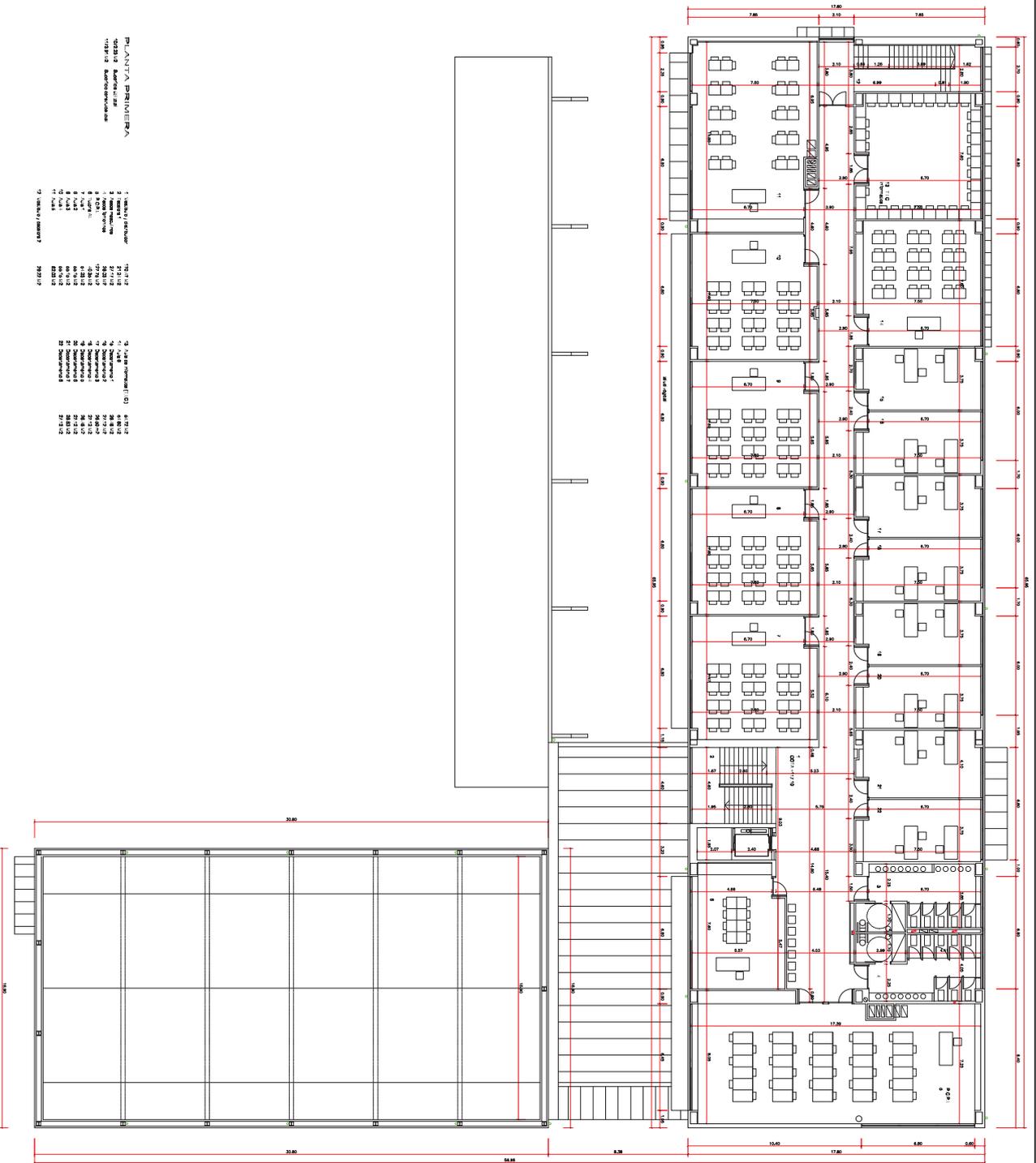


**PLANTA DE INGENIERIA**

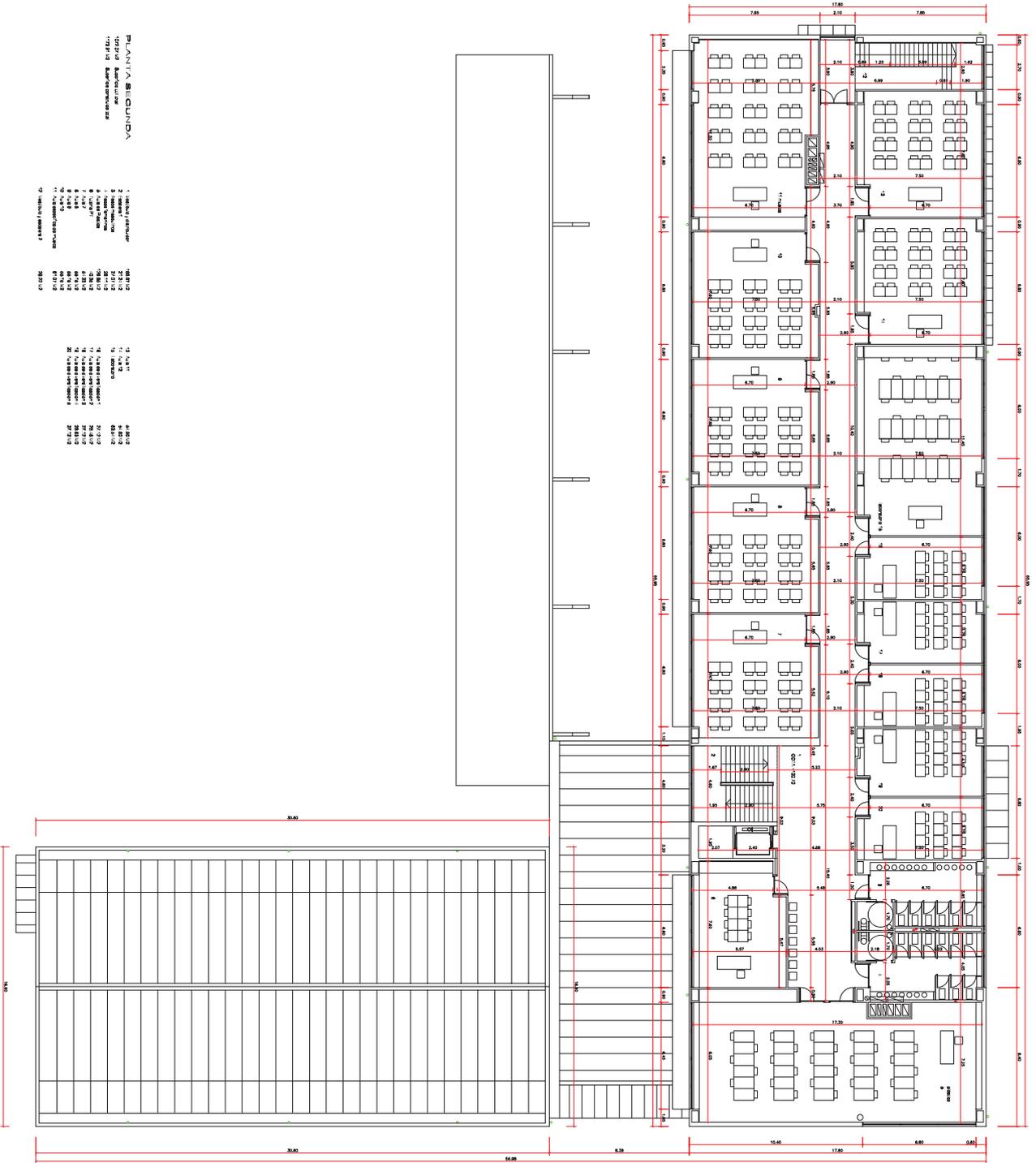
Item	Descripción	Área (m²)	Volúmenes (m³)
1	1. Staircase	28.14	1.88
2	2. Staircase	1.88	0.12
3	3. Staircase	1.88	0.12
4	4. Staircase	1.88	0.12
5	5. Staircase	1.88	0.12
6	6. Staircase	1.88	0.12
7	7. Staircase	1.88	0.12
8	8. Staircase	1.88	0.12
9	9. Staircase	1.88	0.12
10	10. Staircase	1.88	0.12
11	11. Staircase	1.88	0.12
12	12. Staircase	1.88	0.12
13	13. Staircase	1.88	0.12
14	14. Staircase	1.88	0.12
15	15. Staircase	1.88	0.12
16	16. Staircase	1.88	0.12
17	17. Staircase	1.88	0.12
18	18. Staircase	1.88	0.12
19	19. Staircase	1.88	0.12
20	20. Staircase	1.88	0.12
21	21. Staircase	1.88	0.12
22	22. Staircase	1.88	0.12
23	23. Staircase	1.88	0.12
24	24. Staircase	1.88	0.12
25	25. Staircase	1.88	0.12
26	26. Staircase	1.88	0.12
27	27. Staircase	1.88	0.12
28	28. Staircase	1.88	0.12
29	29. Staircase	1.88	0.12
30	30. Staircase	1.88	0.12
31	31. Staircase	1.88	0.12
32	32. Staircase	1.88	0.12
33	33. Staircase	1.88	0.12
34	34. Staircase	1.88	0.12
35	35. Staircase	1.88	0.12
36	36. Staircase	1.88	0.12
37	37. Staircase	1.88	0.12
38	38. Staircase	1.88	0.12
39	39. Staircase	1.88	0.12
40	40. Staircase	1.88	0.12
41	41. Staircase	1.88	0.12
42	42. Staircase	1.88	0.12
43	43. Staircase	1.88	0.12
44	44. Staircase	1.88	0.12
45	45. Staircase	1.88	0.12
46	46. Staircase	1.88	0.12
47	47. Staircase	1.88	0.12
48	48. Staircase	1.88	0.12
49	49. Staircase	1.88	0.12
50	50. Staircase	1.88	0.12

DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA		Plano de planta	
ESUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION	Creado por: Silvia Hernando Fernandez	I.E.S. Ria San Martín Planta Semisótano	Rev. 1
APROBADO POR: Luis Vicente Ortiz De Zarate	29/09/2016		
		Idioma: ESS	Hoja: 4/14



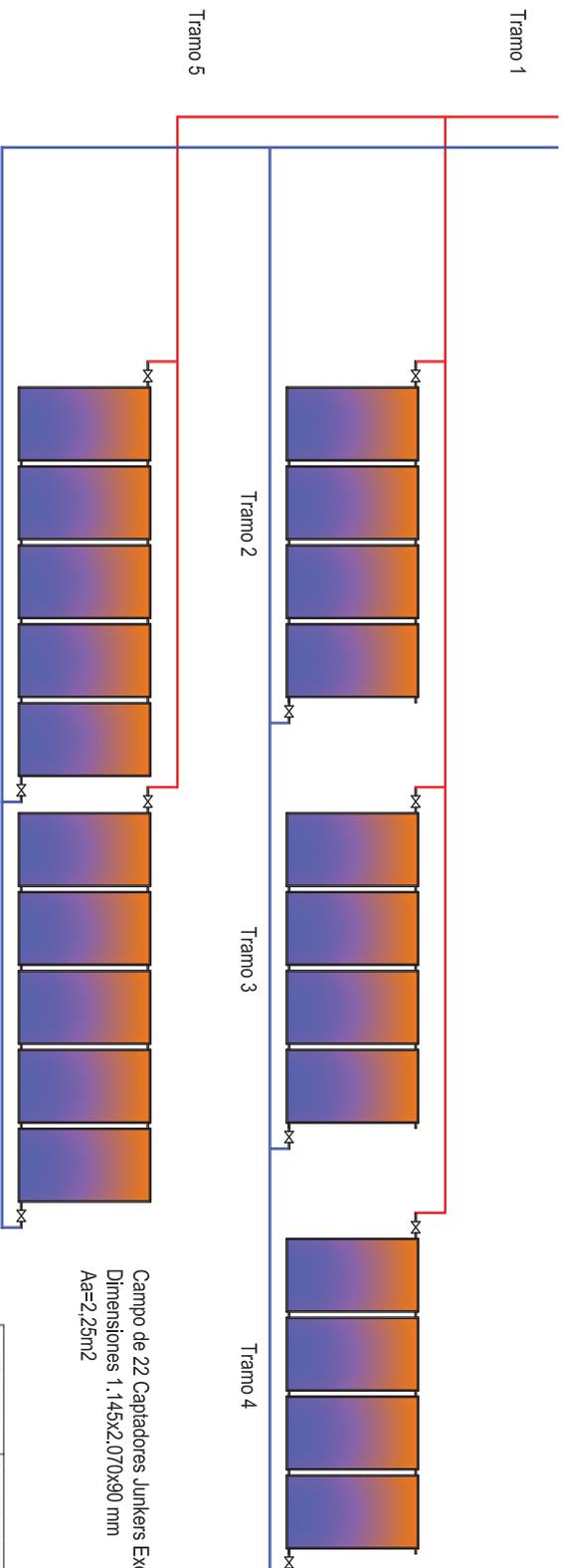


DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA		Plano de planta	
ESCUOLA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION	Creado por: <b>Shia Hernando Fernandez</b>	I.E.S. Rta San Martín Planta Primera	
	Aprobado por: <b>Luis Vicente Ortiz De Zarate</b>	Rev. 1	29/09/2016
		Idema ES	Hoja 0/14



DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA		Plano de planta	
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	Creado por: Sonia Hernando Fernández	I.E.S. Rta San Martín Planta Segunda	
	Aprobado por: Luis Vicente Ortiz De Zariate	Rev. 1	29/09/2016
		Idioma ES	Hoja 7/14

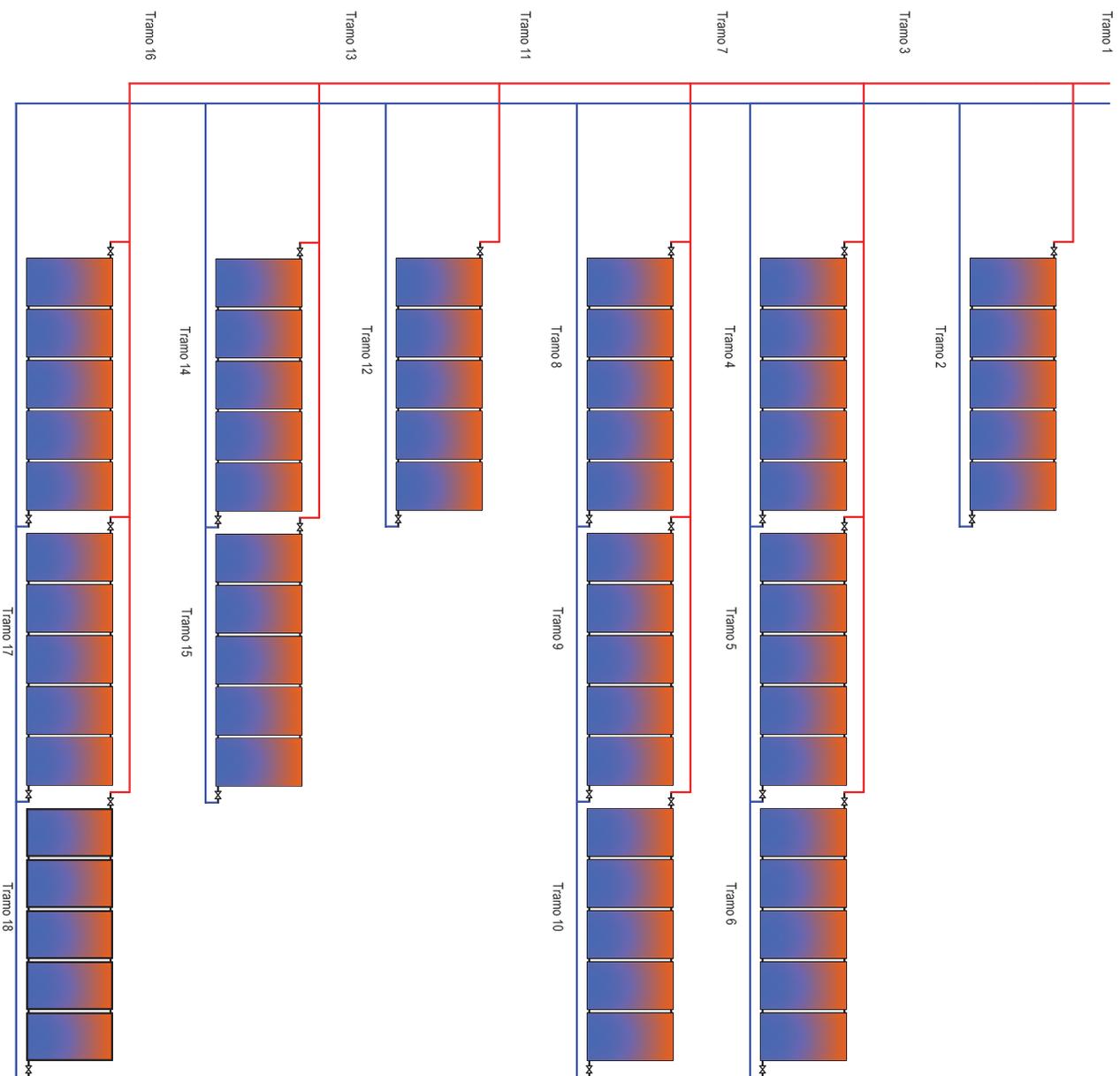




Campo de 22 Capacitores Junkers Excellence FKT-1S  
 Dimensiones 1.145x2.070x90 mm  
 Aa=2,25m<sup>2</sup>

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Di (mm)	De (mm)
1	8	1.10	Cu 25	28
2	5	0.6	Cu 19	22
3	5	0.4	Cu 16	18
4	5	0.2	Cu 13	15
5	5	0.5	Cu 19	22
6	5	0.25	Cu 13	15
<b>Conexiones</b>	<b>2x0.2</b>	<b>0.25</b>	<b>Cu 13</b>	<b>15</b>
<b>Conexiones</b>	<b>3x0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>Cu 13</b>	<b>15</b>

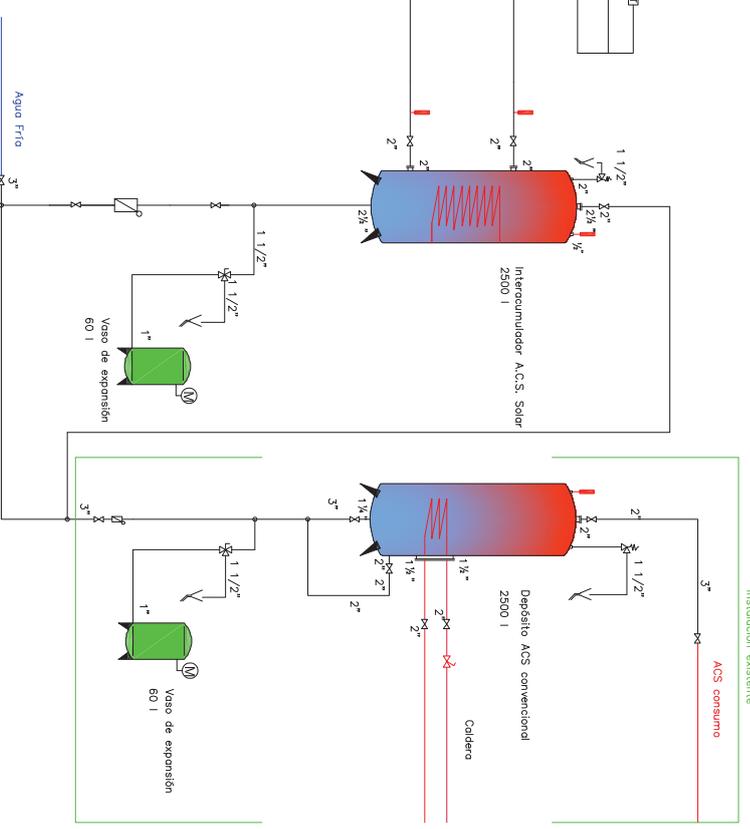
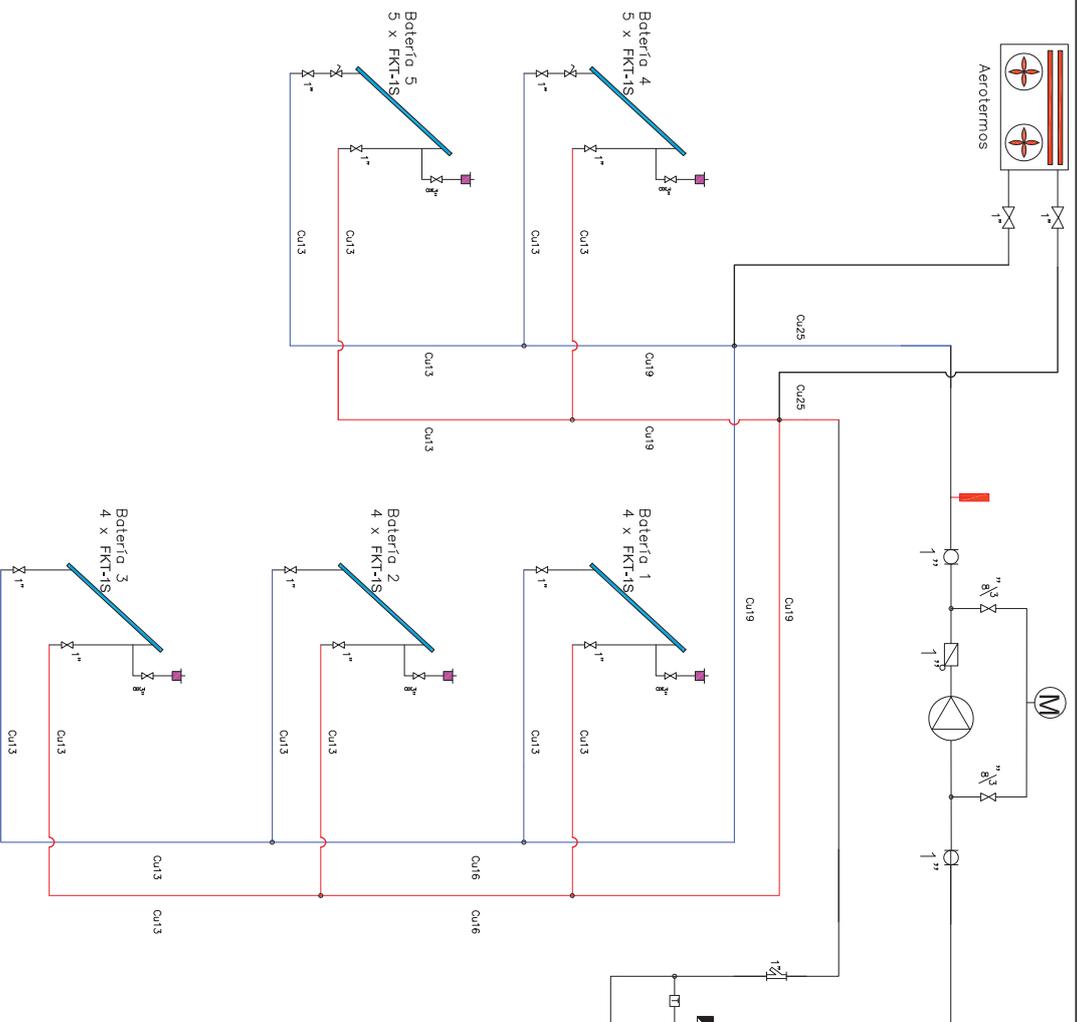
DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA		Plano de Instalador			
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION	Creado por: Silvia Hernando Fernández	Campo de capacitores. Instalación de ACS			
	Aprobado por: Luis Vicens Ortiz De Zariate				
		Rev. 1	29/09/2016	Idioma ES	Hoja 9/14



Campo de 65 Capiladores Junkers Excellence FKT-15  
 Dimensiones 1.145x2.070x90 mm  
 Aa=2,25m<sup>2</sup>

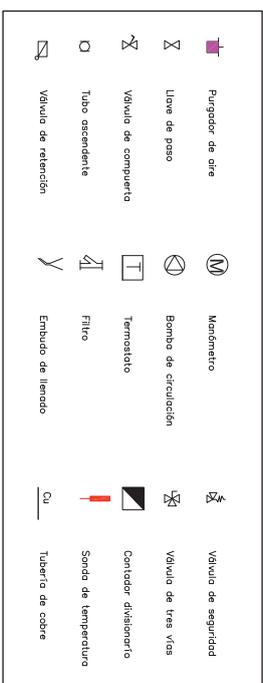
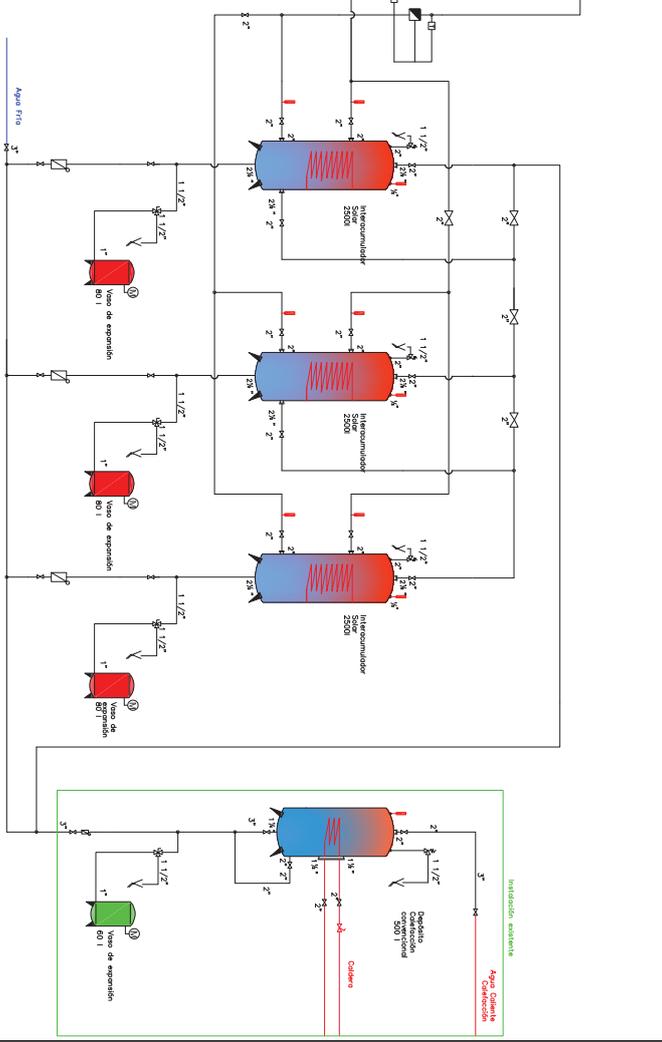
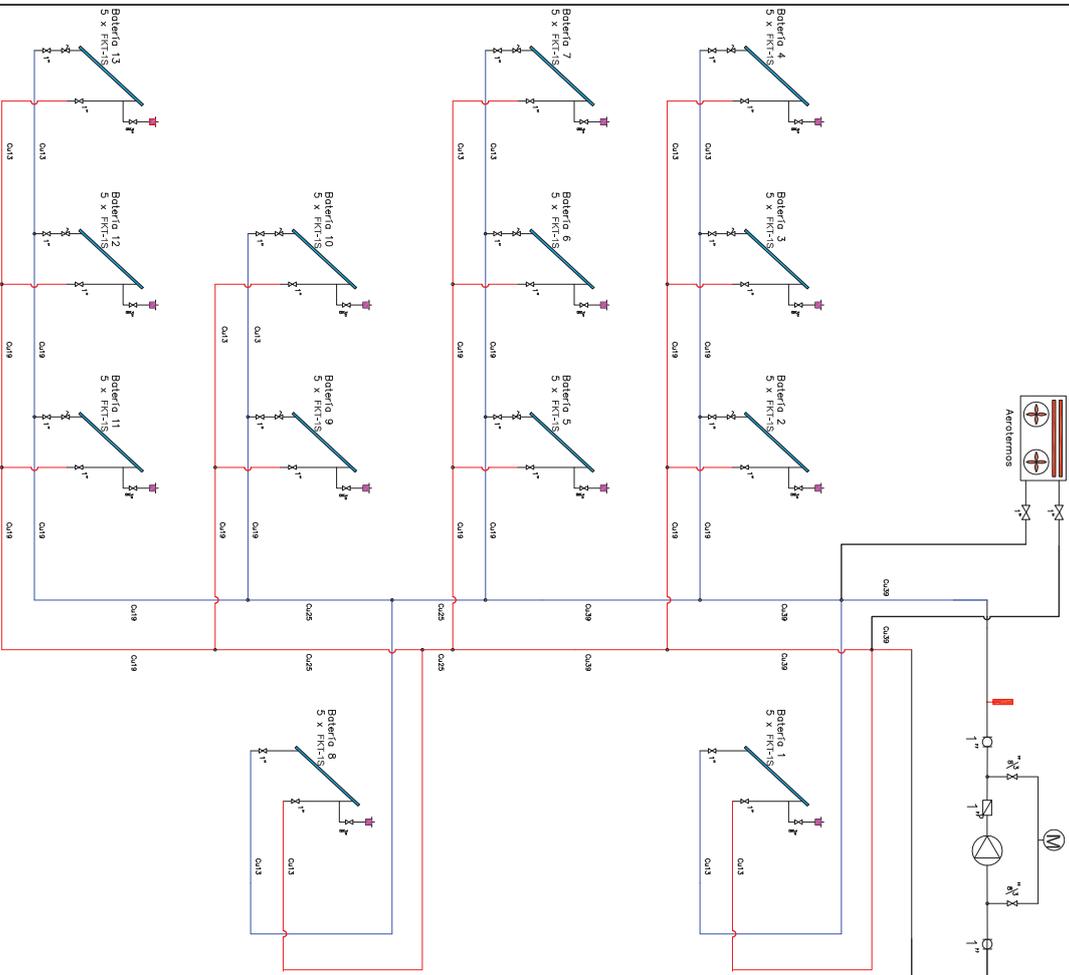
Tramo	Longitud (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Di (mm)	De (mm)
1	8	3,25	Cu 39	42
2	1	0,25	Cu 13	15
3	10	3	Cu 39	42
4	1	0,75	Cu 19	22
5	5	0,5	Cu 19	22
6	5	0,25	Cu 13	15
7	1	2,25	Cu 39	42
8	14	0,75	Cu 19	22
9	5	0,5	Cu 19	22
10	5	0,25	Cu 13	15
11	5	1,5	Cu 25	28
12	1	0,25	Cu 13	15
13	8	1,25	Cu 25	28
14	5	0,5	Cu 19	22
15	5	0,25	Cu 13	15
16	10	0,75	Cu 19	22
17	5	0,5	Cu 19	22
18	5	0,25	Cu 13	15
<b>Conexiones</b>	<b>13x0,2</b>	<b>0,25</b>	<b>Cu 13</b>	<b>15</b>

DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA		Creado por: Silvia Hernando Fernandez		Plano de Instalación			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Aprobado por: Luis Velez Ortiz De Zarate					
Campo de capiladores. Instalación de Calefacción				Rev. 1	29/09/2016	14mm ES	Hób 10/14

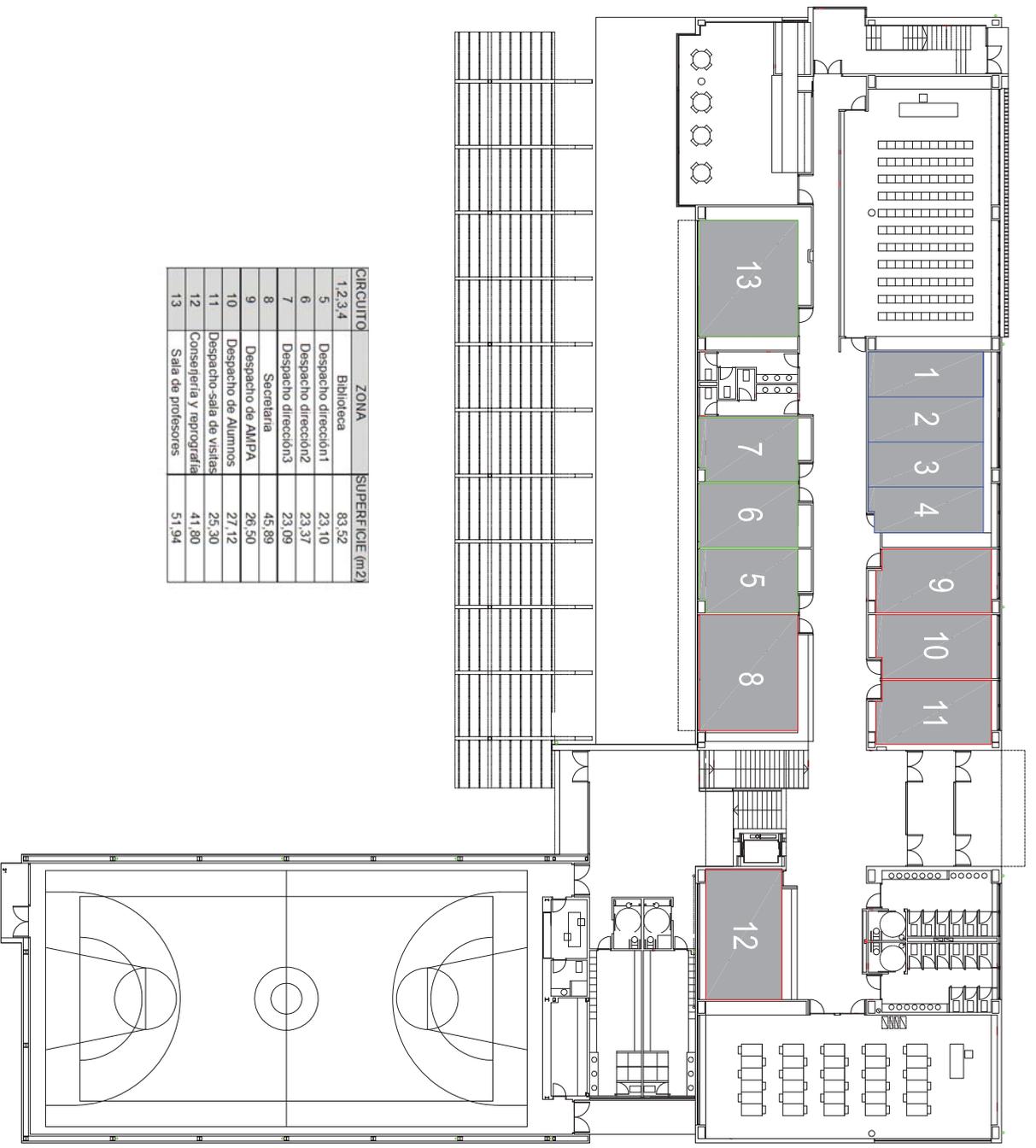


	Purgador de aire		Manómetro		Válvula de seguridad
	Llave de paso		Bomba de circulación		Válvula de tres vías
	Válvula de compuerta		Termostato		Contactor divisorio
	Tubo ascendente		Filtro		Sonda de temperatura
	Válvula de retención		Embudo de llenado		Tubtería de cobre

DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA		Plano esquema de principio	
ESQUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Esquema de principio de Instalación de ACS	
Creado por:	Silvia Hernandez Fernández	Rev.	1
Aprobado por:	Luis Vicente Ortiz De Zárate	29/09/2016	
		Kilma ES	
			Hoja 11/14



DPTO. INGENIERIA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA		Plano esquema de principio	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Esquema de principio de instalación de calefacción	
Creado por: Sílvia Hernando Ferrández	Aprobado por: Luis Vicens Oribe de Zarate	Rev. 1	29/09/2016
		Idioma	Hoja
		ES	10/14



CIRCUITO	ZONA	SUPERFICIE (m2)
1,2,3,4	Biblioteca	83,52
5	Despacho dirección1	23,10
6	Despacho dirección2	23,37
7	Despacho dirección3	23,09
8	Secretaria	45,89
9	Despacho de AMIPA	26,50
10	Despacho de Alumnos	27,12
11	Despacho-sala de visitas	25,30
12	Consejería y reprografía	41,80
13	Sala de profesores	51,94

DPTO. INGENIERIA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Plano de planta

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

Creado por: Silvia Hernando Fernández

Aprobado por: Luis Vienne Ortiz de Zariate

Superficie Suelo Radiante

Rev. 1

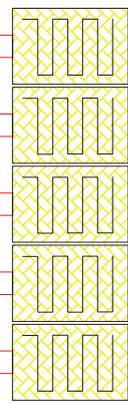
29/09/2016

Idioma ES

Hoja 14/14

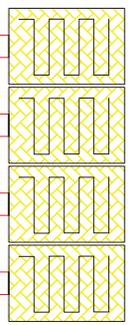
Secretaría de AMPA de alumnos sala visitas y reprografía

4589 m<sup>2</sup> 26,50 m<sup>2</sup> 27,12 m<sup>2</sup> 25,30 m<sup>2</sup> 41,80 m<sup>2</sup>

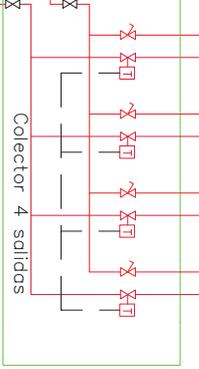
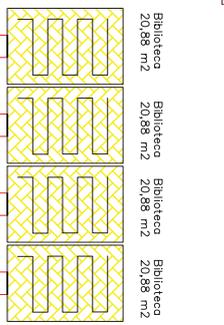


Despacho de AMPA de alumnos sala visitas y reprografía

Despacho 23,10 m<sup>2</sup> Despacho 23,37 m<sup>2</sup> Despacho 23,09 m<sup>2</sup> Sala de profesores 51,94 m<sup>2</sup>



Biblioteca 20,58 m<sup>2</sup> Biblioteca 20,58 m<sup>2</sup> Biblioteca 20,58 m<sup>2</sup> Biblioteca 20,58 m<sup>2</sup>



	Purgador de aire		Mantenimiento
	Llave de paso		Bomba de circulación
	Válvula de compuerta		Termostato
	Tubo ascendente		Filtro
	Válvula de retención		Embudo de llenado
	Sonda de temperatura		Válvula de tres vías

DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA

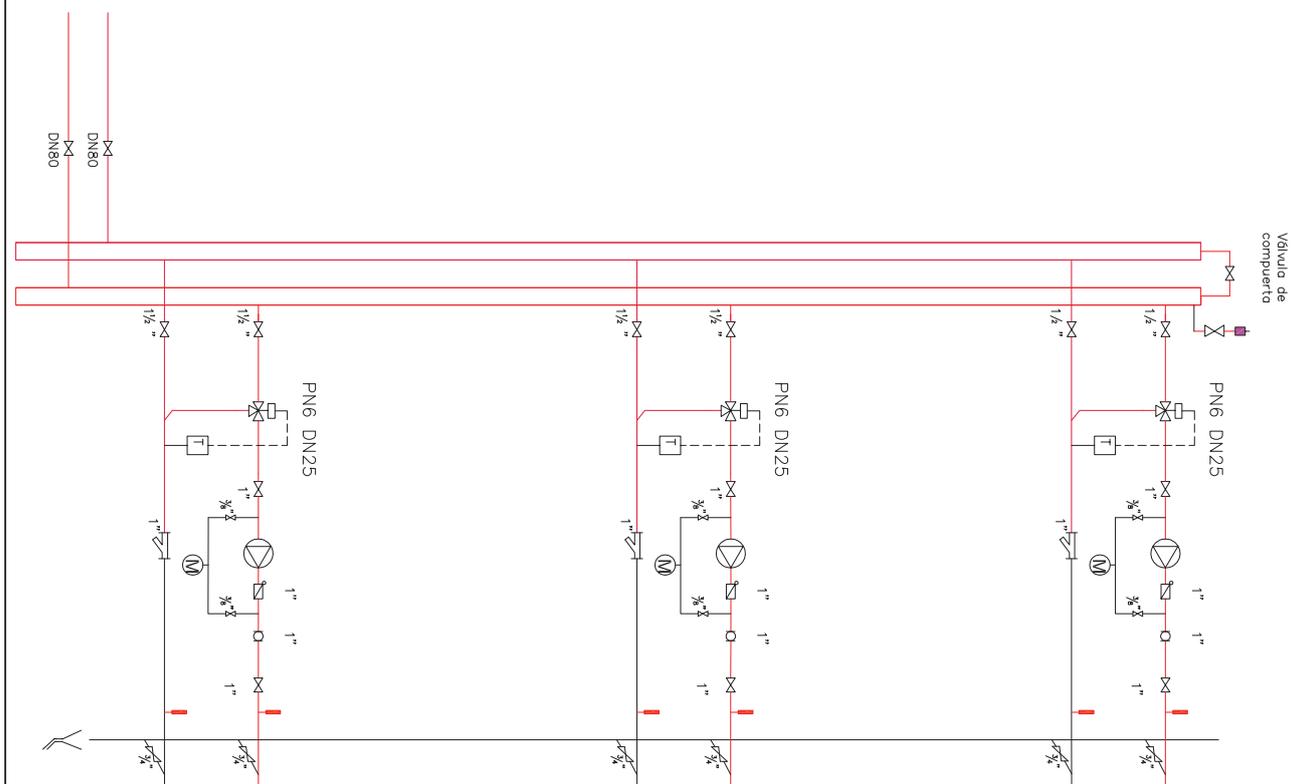
Plano esquema de principio

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

Esquema de principio de Instalación de Suelo Radiante

Creado por: Silvia Hernando Fernandez  
Aprobado por: Luis Vibeque Ortiz De Zarate

Rev. 1	29/09/2016	Idema ES	Hija 13/14
--------	------------	----------	------------



DN80  
DN80

**DOCUMENTO III:  
PLIEGO DE  
CONDICIONES**

## **ÍNDICE**

### **DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**

Índice .....	1
1.- Objeto .....	2
2.- Trabajos a realizar por el instalador.....	2
3.- Trabajos excluidos .....	2
4.- Calidad y norma de montaje .....	3
4.1.- Coordinación de trabajos con otros oficios.....	3
4.2.- Planos de detalle.....	3
4.3.- Inspección de los trabajos.....	4
4.4.- Calidad de los materiales .....	4
4.5.- Montaje .....	4
4.5.1.- Sala de máquinas .....	4
4.5.2.- Tuberías, valvulería y accesorios .....	15
4.5.3.- Radiadores .....	23
4.5.4.- Elementos de regulación y control.....	24
5.- Aislamiento .....	27
6.- Puesta en marcha.....	30
7.- Otras consideraciones .....	31
8.- Estudio de seguridad .....	31

## **1. OBJETO**

El presente pliego de condiciones tiene por objeto, la definición de los siguientes conceptos:

- 1.- Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el instalador calefactor.
- 2.- Trabajos que por sus características y afectando al montaje del equipo será realizado por otros (trabajos excluidos).
- 3.- Calidad y norma de montaje de los materiales que forman el equipo del total de la instalación.
- 4.- Definición de la puesta en marcha y pruebas a realizar por el instalador.

## **2. TRABAJOS A REALIZAR POR EL INSTALADOR CALEFACTOR**

El instalador calefactor, deberá realizar todos los trabajos que sean necesarios para la perfecta unión y montaje de todos los elementos que integran la instalación y que se describen en el presupuesto del presente proyecto, de tal forma que la instalación quede en perfecto estado de funcionamiento.

## **3. TRABAJOS EXCLUIDOS**

- 3.1.- BANCADAS DE MAQUINARIA.
- 3.2.- EXCAVACIONES, ANDAMIAJES Y ALBAÑILERÍA EN GENERAL.
- 3.3.- AYUDA DE PEONAJE PARA EL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA DENTRO DE LA OBRA.
- 3.4.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA PARA PRUEBAS.

NOTA.- El instalador asesorará en todo momento a la contrata de arquitectura y obra civil para las provisiones necesarias de huecos, chimeneas, acometidas eléctricas o cualquier otro tipo de ayuda para la instalación correspondiente.

## **4. CALIDAD Y NORMA DE MONTAJE**

### **4.1. Coordinación de trabajos con otros oficios**

El instalador de calefacción coordinará su trabajo con la empresa constructora y los instaladores de otras especialidades que puedan afectar a su instalación y al montaje final de sus equipos.

El instalador suministrará a la dirección de obra toda la información de construcción concerniente a su trabajo, tal como:

Situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, dimensiones, materiales, soportes, chimeneas, etc., dentro del plazo exigido para no entorpecer la marcha general de la obra.

### **4.2. Planos de detalle**

El instalador preparara todos los planos de modificación sobre la base de este proyecto en caso de interesar por motivos constructivos, siendo aprobados por la Dirección de Obra, si lo considera correcto, previo estudio de los mismos.

La aprobación de los planos por la dirección de obra en general y no releva de modo alguno al instalador de la responsabilidad de errores y la necesidad de los mismos por su parte.

### **4.3. Inspección de los trabajos**

La dirección de obra, podrá realizar todas las revisiones e inspecciones, tanto en talleres como en edificios de obra, fábricas, etc. donde el instalador se encuentre realizando los trabajos relacionados con la instalación, siendo estas revisiones a criterio de la dirección de obra para la buena marcha de esta.

### **4.4. Calidad de los materiales**

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto.

Si el instalador propusiera uno de calidad similar, solo la dirección de obra decidirá su sustitución.

### **4.5. Montaje**

El montaje de los diversos materiales corresponderá con las técnicas actuales en uso para su mejor acabado, siguiéndose en general las siguientes normas:

#### **4.5.1. Sala de máquinas**

##### **4.5.1.1. Instalación de la maquinaria**

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción particularmente:

**A** - Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

**B** - Entre los distintos equipos y elementos situados en la sala de máquinas existirá el espacio libre mínimo recomendado por el fabricante, para poder efectuar las operaciones de mantenimiento, vigilancia o conducción requeridas.

Concretamente para las calderas, este espacio será como mínimo de 70 cm entre uno de los laterales de la caldera y la pared, y de 60 cm entre el otro lateral y el fondo y las paredes de la sala. Entre el techo y la caldera la distancia mínima será de 80 cm. Cuando existan varias calderas, la distancia mínima entre ellas será de 60 cm.

Con calderas de carbón y de gasóleo, se deberá prever un espacio entre estas y la chimenea igual al menos, al tamaño de la caldera para poder colocar un depurador de humos o un economizador.

Las distancias de los laterales a las paredes mencionadas antes podrán reducirse a 50 y 20 cm. respectivamente, cuando la superficie en planta de la caldera sea inferior a 0,5 m<sup>2</sup>.

Las calderas de carbón en las que sea necesaria la accesibilidad al hogar, para carga o reparto del combustible, tendrán un espacio libre frontal igual por lo menos a vez y media la profundidad de la caldera.

En cualquier tipo de calderas, el espacio libre en la parte frontal será igual a la profundidad de ésta, con un mínimo de un metro, no pudiendo en este espacio existir ningún entorpecimiento en una altura de 2 m o en una superior a 50 cm a la caldera si esta es mas alta de 1,50 m.

**C** - Deberán existir además suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de maquinas.

**D** - El cuadro eléctrico, con su interruptor general, deberá estar situado lo más próximo posible a la puerta de acceso, así como, en su caso, el interruptor del ventilador de extracción de aire.

**E** - La conexión entre la caldera y la chimenea deberá ser perfectamente accesible y permitirá el drenaje de los condensados y un adecuado tiro. El tiro, en casos excepcionales, podrá asegurarse mediante extracción mecánica.

#### 4.5.1.2. Locales

**A** - Las puertas de entrada se abrirán siempre hacia afuera y tendrán la resistencia al fuego que se fije en la reglamentación específica, siendo estancas al paso de humos y de eventuales escapes de refrigerante, para lo cual su permeabilidad no será superior a  $1 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$  bajo una presión diferencial de 100 Pa.

**B** - No se permitirá ninguna abertura o toma de ventilación que comunique con otros locales. Garajes, almacenes, etc. No se permitirá la instalación de climatizadores en sala de calderas.

**C** - Las paredes, suelo y techo tendrán la resistencia al fuego que establezca la reglamentación específica y cuando la sala de máquinas sea adyacente a un local compacto (vivienda, oficinas, etc.) se dispondrá de una separación acústica suficiente.

Las paredes, suelo y techo no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso necesario.

**D** - La sala de máquinas y cada uno de sus locales dispondrá de un sistema de desagüe eficaz con un diámetro mínimo de 100 mm y si la evacuación no es por gravedad, se preverá un depósito o pozo de bombeo, debidamente dimensionado.

**E** - La iluminación de la sala de máquinas será suficiente para realizar con comodidad los trabajos de conducción e inspección de los equipos y elementos en ella situados.

Esta iluminación se reforzara cuando sea preciso para poder apreciar sin necesidad de iluminación portátil las lecturas de los aparatos de regulación y control.

**F** - La estructura del edificio particularmente si es metálica, que queda dentro de la sala de máquinas, se protegerá contra el fuego y las altas temperaturas.

**G** - Cuando exista una salida de emergencia estará señalada con la indicación "**SALIDA DE EMERGENCIA**" recomendándose disponer junto a ella una luz piloto de emergencia.

**H** - Colocación de carteles indicadores señalados en la IT.IC.03.09.

#### 4.5.1.3.- Bancadas, desagües y purgas

Las calderas se instalarán sobre bancadas de hormigón que se elevarán 10 cm sobre el pavimento de dicha sala.

Los colectores y bombas dispondrán así mismo de bancada de iguales características, pero además con un desagüe que impida eficazmente la acumulación de agua en la sala de máquinas caso de rotura de algún elemento, goteo de prensaestopas de bombas o limpieza de filtros.

No se conducirán vaciados sino solamente hasta las proximidades de rejilla situada junto a bancadas, tal y como quedan reflejadas en los planos, de tal forma que en caso de avería de una válvula de vaciado, esta pueda observarse inmediatamente.

Todas las purgas y conducciones de válvulas de seguridad, se recogerán en un embudo construido a tal fin, que desaguará en arqueta.

#### 4.5.1.4. Calderas

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos.

Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en características indelebles.

Las calderas deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos para producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables o polvo de carbón, con potencia superior a 100 Kw. estarán provistos de los dispositivos antiexplosivos.

Las diversas partes de las calderas deben ser suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles para su limpieza y control.

Los dispositivos para la regulación del tiro, cuando están permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar provistos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecerán estables en estas posiciones o en cualquiera intermedia.

Todas las calderas dispondrán de orificios con mirilla y otro dispositivo que permita observar la llama.

Se podrá realizar con facilidad e in situ, las operaciones de entretenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para limpieza necesarios.

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de aparatos a presión, y otros que le afecten, con toda caldera deberán incluirse:

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción del fuego.

- Aparatos de medida: termómetros e hidrómetros en las calderas de agua caliente. Los termómetros medirán la temperatura del agua, en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que con su correspondiente protección, penetre en el interior de la caldera. No se consideran convenientes a estos efectos los termómetros de contacto. Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesibles para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

Para evitar, en caso de avería, los retornos de llama y las proyecciones de agua caliente, vapor o combustibles sobre el personal de servicio, deberá cumplirse:

**A** - En toda caldera, así como en todo recalentador de agua o secador recalentador de vapor, los orificios de los hogares, de las cajas de tubos y de las cajas de humos, deberán estar provistos de cierres sólidos.

**B** - Las calderas de tubos y en los recalentadores, las puertas de los hogares y los cierres de los ceniceros, estarán dispuestos para oponerse automáticamente a la salida eventual de un chorro de vapor en los hogares presurizados las compuertas deben disponer de un dispositivo que impida la salida del chorro de vapor.

**C** - En el caso de hogares de combustibles líquido o gaseoso, no podrá cerrarse por completo el registro de humos que lleve a estos a la chimenea, si no tienen un dispositivo de barrido de gases, previo a la puesta en marcha.

El ajuste de las puertas, registros, etc. deberá estar hecho de forma que se eviten todas las entradas de aire imprevistas que puedan perjudicar el funcionamiento y rendimiento de la misma.

No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

Los dispositivos eléctricos del quemador estarán protegidos para soportar sin perjuicio las temperaturas a que van a estar sometidas. En ningún caso se instalarán conductores de sección inferior a 1 mm<sup>2</sup>.

Los fusibles de todos los elementos de control, cuando estos sean eléctricos estarán situados en el cuadro general de la instalación, sin que el fallo de uno de los fusibles o automatismos de otros elementos (ventiladores, bombas, etc.) puedan afectar al funcionamiento de estos controles.

En caso de corte de energía eléctrica, los controles automáticos mencionados tomarán la posición que proporcione la máxima seguridad.

El combustible deberá quemarse en suspensión, sin que las paredes de la caldera reciban partículas de él, que no estén quemadas. La junta de unión caldera-quemador tendrá la suficiente estanqueidad para impedir fugas a la combustión.

Cuando las calderas empleen combustibles gaseosos, líquidos o carbón pulverizado, los dardos de las llamas no deberán llegar a estar en contacto con las planchas de las mismas.

Si esto no es posible porque los mecheros lanzan llamas sobre la superficie de la caldera, se protegerán las planchas expuestas al golpe de fuego con muretes de material refractario.

Todo quemador estará dotado de los elementos de control automático suficientes para que, tan pronto el agua de la caldera o la presión de vapor, hayan alcanzado su valor de seguridad, se suspenda automáticamente la inyección de combustible. El quemador, obedeciendo el mecanismo de control anterior no podrá ponerse nuevamente en funcionamiento automáticamente, aunque la temperatura o la presión, según el caso, haya descendido de su valor límite.

Este control de seguridad será independiente de los otros controles de funcionamiento que pueda tener el quemador.

Los elementos sensibles del mando del quemador que constituye el control anteriormente citado, estarán situados en el interior de la caldera.

Se montarán perfectamente alineados con la caldera, sujeto rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento será silencioso y no transmitirán vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo y a través de él, al resto de la edificación. El nivel de presión sonora máxima (referencia Ups), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dBA con todos en marcha, realizándola medida en el centro de la sala de 1,5 m de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los mismos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición definitiva, siempre que esta operación sea sencilla y se pueda volver con la misma facilidad a su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

El quemador no podrá funcionar, ni impulsar combustible por él, cuando no este acoplado correctamente a la caldera.

Tanto las calderas como los quemadores deberán estar provistos del marcado "CE" que establece el R.D. 1428/1992 de aplicación de la Directiva 90/396/CEE y el instalador deberá entregar al " Director de obra " el certificado de examen CE de tipo, extendido por un organismo de control, notificado por los Estados miembros de la Comunidad Europea, de cada aparato instalado.

#### 4.5.1.5. Chimeneas y conductos de humo

Cuando la chimenea sea interior al edificio, el conducto de humos irá encerrado en una caja hermética y resistente a la temperatura de 400 grados C. cuyas pérdidas acústicas por transmisión TL, sea como mínimo 40 dB.

Se podrá utilizar la cámara entre conducto y la caja para ventilación de la sala de calderas. La distancia entre la caja y el exterior del conjunto de

humos será al menos de 5 cm asegurándose en su construcción el mantenimiento de esta distancia.

Se recomienda que esta caja tenga orificios de ventilación en su parte baja y en su parte superior. Estos orificios de ventilación no podrán abrirse a habitaciones, cocinas, aseos o áticos.

Cuando la chimenea sea exterior al edificio o este adosada a el, las pérdidas de calor por la superficie de la misma no serán superiores a  $1,45 \text{ w/m}^2$  grado C. para combustibles sólidos y líquidos y  $2 \text{ w/m}^2$  grado C. para combustibles gaseosos, debiéndose calcular estos coeficientes para una temperatura de los materiales constructivos de la chimenea y del conducto de humos de 200 grados C.

Cuando la chimenea esté adosada al edificio regirán para la temperatura de las paredes de los locales contiguos los mismos requisitos que para chimeneas interiores a edificios señalados más adelante.

Los registros para la comprobación de las condiciones de combustión se harán en la sala de calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores.

En chimeneas que no estén situadas al exterior y a una distancia a huecos superiores a 5 m, estos orificios tendrán una tapa que permita su cierre hermético una vez realizadas las operaciones de inspección. Se exceptúa la necesidad de cierre hermético, cuando la chimenea en el lugar de la medida tenga normalmente una depresión igual o superior a 4 mm.c.d.a., el diámetro de la perforación no sea superior a 8 mm y este hecho en una sala de calderas correctamente ventilada.

En cualquier caso existirá otro orificio para toma de muestras a la salida de la caldera, a una distancia de 50 cm de la unión a la caldera y de cualquier accidente que perturba las medidas que se realicen.

Igualmente existirá otro orificio a una distancia no menor de 1 m ni mayor de 4 m de la salida de humos de la chimenea.

Estos orificios para medida tendrán un diámetro entre 5 y 10 mm.

Cuando los registros se hagan en los tramos de chimenea que van dentro del fuste, se adoptarán las medidas adecuadas para asegurar la estanqueidad en cada chimenea una vez realizada la medición.

En el caso de orificios de toma para muestreo continuo se asegurará la hermeticidad entre el tubo de toma de muestras y la pared de las chimeneas.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.).

No podrán utilizarse como elementos constitutivos de la chimenea ningún paramento del edificio.

El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared de los locales contiguos a la chimenea no sea mayor de 5 grados C., por encima de la temperatura ambiente de proyecto de este local y en ningún caso sea superior a 28 grados C. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases.

Se cuidara la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto o conductos de humos, en especial en los encuentros con forjados, cubierta, etc.

La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes, preferentemente metálicos, que permitan la libre dilatación de la chimenea. En las chimeneas de varios canales, cada uno de ellos podrá dilatarse independientemente de los demás. Estas dilataciones no deberán producir ruidos molestos en el interior o en el exterior de las viviendas.

Cuando atraviesen fachadas o tabiques, lo harán por medio de manguitos de diámetros superiores a 4 cm a los del tubo y rellenando el espacio entre ambos con material resistente al fuego.

El material del conducto de humos será resistente a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pudieran formar.

Podrán ser de material refractario o de hormigón resistente a los ácidos, de material cerámico o de acero inoxidable, u otro material idóneo.

#### 4.5.1.6. Combustible

La instalación de combustible no es objeto de este proyecto y deberá estar sujeta a lo dispuesto en la Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases (Orden 17-12- 85 ), así como cumplir la Reglamentación vigente para este tipo de instalaciones.

### **4.5.2.- Tuberías, valvulería y accesorios**

#### 4.5.2.1. Tuberías

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán los indicados a continuación:

**A** - Conducción de combustibles líquidos: acero o cobre y sus aleaciones. Para estas canalizaciones no se empleará aluminio.

**B** - Conducciones de gas: para los gases se emplearán las tuberías indicadas en su Reglamentación específica.

**C** - Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión: serán de cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldadura.

Cuando la temperatura no sobrepase los 53 grados C. se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada. Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero negro soldado.

**D** - Conducciones de agua para refrigeración de condensados: Se podrán utilizar los mismos materiales que para agua caliente, enfriada o vapor a baja presión si el circuito es cerrado. Si es abierto no se empleará tubo de acero negro salvo que haya equipo de tratamiento anticorrosivo de agua. Tanto si el circuito es cerrado como si es abierto.

Se podrá utilizar tubería de plástico homologada.

**E** - Alimentación de agua fría: Tubo de acero galvanizado, cobre o plástico (P.V.C. o polietileno).

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales de edificio o con tres ejes perpendiculares entre si.

Las tuberías horizontales, en general deberán estar colocadas lo mas próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre estas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

Cuando la instalación esta formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte al servicio del resto.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm, se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contracurva, situadas en planos distintos, ambas se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto.

En las alineaciones rectas, las derivaciones serán inferiores al dos por mil.

Las tuberías para calefacción irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación automática del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0,5 % cuando la circulación sea por gravedad o

del 0,2 %, cuando la circulación sea forzada. Estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores con preferencia en el sentido de circulación del agua.

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al dos por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas.

Cuando por razones de diversa índole sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como: desplazamientos, transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán al aislamiento de la misma.

En tuberías sin aislamiento o cuando las abrazaderas sujetan directamente el tubo, estas serán de tipo isofónico con banda de goma u otro material aislante, entre las mismas y el tubo.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero serán como máximo las indicadas en la tabla 16.1. de la IT.IC.16.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc. se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la

tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm, de la parte superior en los pavimentos.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

En las conducciones para vapor o baja presión, agua caliente, agua refrigerada, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldadura.

Los manguitos de reducción en tramos horizontales, serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior. En las uniones soldadas en tramos horizontales los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrajear los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto en las canalizaciones por agua caliente refrigerada y vapor a baja presión.

Las uniones con bridas, visibles o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil.

Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc.

Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 150 % a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones metálicas.

La tubería de acero recocido tipo MANNESMAN, normalmente empleada en la consecución de anillos de sistema monotubo o ramales de derivaciones en otros sistemas, se montará con especial cuidado cuando se las empotre en suelos o muros en evitación de posibles aplastamientos o deformaciones, no admitiéndose empalmes en la tubería empotrada.

Para la tubería de acero recocido tipo MANNESMAN, siempre que se instale empotrada en el suelo, será del tipo protegido con revestimiento de polipropileno, en evitación de posibles corrosiones y efectos de aislamiento térmico.

Las tuberías a elementos o piezas de otro material, tales como convectores, radiadores, válvulas, tubería de acero, etc. se efectuarán mediante las piezas de transición del sistema de compresión de la misma casa fabricante del tubo, o mediante uniones desmontables por ovalillos de presión y tuercas.

#### 4.5.2.2. Valvulería

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media de la de

trabajo, con un mínimo de 600 Kpa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 Kpa, deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que pueda estar sometida.

#### 4.5.2.3. Accesorios

Los espesores mínimos de metal, de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de ser sometidas.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre 10 y 600 mm.

Estarán proyectados y fabricados de modo que tengan por lo menos resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm se admiten accesorios roscados.

Donde se requieran accesorios especiales, estos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

#### 4.5.2.4. Bombas de circulación

Antes y después de cada bomba de circulación se montará un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

En conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montarán un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes. Se aislará elásticamente el grupo motobomba del resto de la instalación y de la estructura del edificio. Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30 grados.

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando deba existir será visible.

#### **4.5.3. Radiadores**

Las superficies de calefacción se colocaran de acuerdo con los planos de proyecto y con los detalles de colocación dados en este.

Antes de cada superficie de calefacción se pondrá una válvula de asiento de doble reglaje (uno de ellos no accesible a los usuarios) para regulación del circuito y del calor emitido por el elemento calefactor, así como de un detentor a la salida de cada radiador.

Los elementos calefactores serán fácilmente desmontables, sin necesidad de desmontar parte de la red de tuberías.

Todas las válvulas de las superficies calefactadas serán fácilmente accesibles.

Cuando las superficies de calefacción estén situadas junto a un cerramiento exterior. Se recomienda poner entre la superficie de calefacción y el muro exterior, un aislamiento de un material apropiado cuya conductancia sea como máximo de  $1,5 \text{ w/}^2\text{C}$ .

En ningún caso se debilitará el aislamiento del cerramiento exterior por la ubicación en hornacina de la superficie de calefacción.

Los radiadores se colocarán, como mínimo a 4 cm de la pared y a 10 cm del suelo.

En radiadores del tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de 2,5 cm.

Si se coloca un radiador en un nicho, o se le recubre con un envolvente, se tendrá la precaución de que entre la parte superior del radiador y el techo del nicho o de la envoltura exista una distancia mínima de 5 cm así como entre los laterales del nicho o del envolvente y el radiador. En cualquier caso deberán existir aberturas en la parte alta y baja de la envolvente como mínimo de 5 cm de altura para facilitar la convección natural.

En este caso, además, el acuerdo entre la pared del fondo y el techo se hará de forma que tienda a facilitar la salida de aire situado detrás del radiador. La envolvente del radiador permitirá el fácil acceso a llaves y purgadores.

El radiador permanecerá sensiblemente horizontal (si esta mas alto de un lado, será del lado del purgador) apoyado sobre todas sus partes o apoyos, cualquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones. Los radiadores de hasta 10 elementos o 50 cm tendrán dos apoyos o cuelgues y por cada 50 cm de longitud o fracción tendrán un elemento más de cuelgue o apoyo.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías se efectuará de forma que el radiador se pueda purgar bien de aire hacia la red, sin que queden bolsas que eviten el completo llenado del radiador, o impidan la buena circulación del agua a través del mismo, en caso contrario cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

#### **4.5.4.- Elementos de regulación y control**

Los elementos de regulación y control serán los apropiados para los campos de temperaturas humedades, presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deban medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se requiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejados de las unidades terminales para que ni radiación directa de ellos, ni el aire tratado afecten directamente a los elementos sensibles del aparato.

Los termómetros, termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

Los equipos de regulación de las instalaciones deberán, como mínimo, cumplir las exigencias dadas en esta instrucción técnica y además deberán ser los adecuados para permitir el cumplimiento de los límites dados en estas Instrucciones Técnicas y en especial la IT.IC.04, debiendo el proyectista considerar el consumo de energía propio del sistema de regulación.

En particular, en los sistemas de regulación de tipo neumático se permitirá para cada aparato de control, un consumo máximo de  $6 \text{ cm}^3/\text{s}$  en condiciones normales. Las pérdidas en las membranas de los pistones utilizados en estos sistemas, no podrán ser superiores a  $0,4 \text{ cm}^3/\text{s}$  en condiciones normales cuando están sometidos a la presión de 140 Kpa.

#### 4.5.4.1. Válvulas termostáticas

Las válvulas termostáticas para superficies de calefacción responderán a las siguientes características:

Serán estancos, en posición cerrada, para la presión diferencial de 100 Kpa y deberán soportar, sin perjuicio de sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, provocados por elevación y disminución de temperatura, desde sus posiciones extremas.

#### 4.5.4.2. Termostato de ambiente

Se instalarán a 1,5 metros sobre el suelo.

#### 4.5.4.3. Válvulas motorizadas

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

#### 4.5.4.4. Centralita electrónica

Cuando se instale una centralita electrónica de compensación de temperatura exterior, esta accionará una válvula motorizada de cuatro vías y que funcionará de la siguiente forma:

Una sonda situada en el exterior del edificio, estará captando constantemente la temperatura de exterior y mandando las órdenes correspondientes a la centralita.

Una sonda situada en la tubería de impulsión estará captando constantemente la temperatura de impulsión de agua del circuito de radiadores y mandando los resultados a la centralita.

Tanto la válvula como las sondas cumplirán las especificaciones de la IT.IC.13 en cuanto a calidad, capacidad de respuesta, pérdida de carga y tolerancia.

En general será necesario que la instalación que regulan las prestaciones determinadas en la IT.IC. Particularmente la IT.IC.04.

## **5. AISLAMIENTO**

La aplicación del material aislante deberá cumplir las exigencias que a continuación se indican:

Antes de su colocación deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre, etc.

A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.

El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y de que se mantenga uniforme el espesor.

Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de este, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore en el transcurso del tiempo.

El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de manera que este quede firme y lo haga duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.

En las tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente y el terminado será impermeable e inalterable a la intemperie, recomendándose los revestimientos metálicos sobre base de emulsión asfáltica o banda bituminosa.

La barrera anti-vapor, si es necesaria, deberá estar situada en la cara exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes, distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y protección y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, para evitar paso de calor dentro del aislamiento ( puentes térmicos ) se colocarán, remachadas, entre los mencionados distanciadores y la anilla distanciadora correspondiente plaquitas de amianto o material similar, de espesor adecuado.

Todas las piezas de material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.

Hasta un diámetro de 150 mm el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no admitiéndose para este fin la utilización de lanas a granel o fieltros, solo podrán utilizarse aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas con espacio suficiente para que al quitarles se puedan desmontar aquellas (dejando espacio para sacar los tornillos), del mismo espesor que el calorifugado de la tubería en que están intercalados, de manera que al mismo tiempo que proporciona un perfecto aislamiento, sean fácilmente desmontables para la revisión de estas partes sin deterioro del material aislante. Si es necesario dispondrán de un drenaje.

Los casquetes se sujetaran por medio de abrazaderas de cinta metálica provista de cierres de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Delante de las bridas se instalará el aislamiento por medio de coronas frontales engatillados y de tal forma que puedan sacarse con facilidad los pernos de dichas bridas.

En el caso de accesorios para reducciones, la tubería de mayor diámetro determinará el espesor del material a emplear.

Se evitará en los soportes el contacto directo entre estos y la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar liso y firme.

Podrán utilizarse protecciones adicionales de plástico, aluminio, etc. siendo estas recomendables en las tuberías y equipos situados a la intemperie.

En estos casos, en los codos, arcos, tapas, fondos de depósitos y demás elementos de forma se realizara la protección en segmentos individuales engatillados entre si.

El aislamiento térmico de redes enterradas deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneos o escorrentía.

Si las redes aisladas contienen agua sobrecalentada, fluidos térmicos o vapor de agua, el material deberá mantener un coeficiente de conductividad térmica suficiente a la temperatura de servicio

## **6. PUESTA EN MARCHA**

Antes de cubrir las tuberías que discurren ocultas, se probarán hidráulicamente por lo menos a una vez y media la presión de trabajo normal, corrigiendo cualquier posible fuga antes de proceder a su cubrimiento.

En la puesta en marcha de la instalación se comprobará el buen funcionamiento de la totalidad de los elementos que la integran, sustituyendo cualquiera de ellos que no funcione o fuera de las condiciones previstas, sean tanto los elementos mecánicos, estáticos, de protección y maniobra o de medida.

Se comprobará la distribución uniforme de calor en cada una de las dependencias de acuerdo con lo previsto, procediendo a un reglaje eficaz del sistema a través de los elementos previstos al efecto, realizándose de forma definitiva para el buen uso de la propiedad.

En caso de duda o verificación posterior, las mediciones de temperatura en el interior de las dependencias se efectuará con un termómetro contrastado de calidad suficiente (como mínimo de columna de mercurio + 1 % de error) suspendido a 1,5 metros del suelo en las proximidades del centro del recinto.

Cualquier deficiencia e imperfección de materiales o funcionamiento imputables al instalador, serán de su exclusiva responsabilidad, procedente a su corrección sin cargo alguno.

## **7. OTRAS CONSIDERACIONES**

Aparte de las consideraciones anteriores, se cumplirán en su totalidad, **EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS EN EDIFICIOS Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS** y la reglamentación vigente sobre instalaciones de gas.

## **8. ESTUDIO DE SEGURIDAD**

Las instalaciones recogidas en este proyecto se realizan como subcontrata del contratista de la obra civil, la cual dispone de un proyecto de seguridad firmado por el Técnico competente que recoge la totalidad de la obra con todos los oficios implicados en la misma.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández

# **DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO**

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

**ÍNDICE**

1.- Presupuesto.....2

## 1. PRESUPUESTO

### 1.1 Instalación solar para A.C.S.

Cant.	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
2	Ud. Estructura soporte para 5 captadores verticales modelo FV5	675,00	1.350,00
3	Ud. Estructura soporte para 4 captadores verticales modelo FV4	555,00	1.665,00
6	Ud. Juego de cajas metálicas (4 uds.) para hacer de contrapeso en instalaciones sobre cubierta plana	125,00	750,00
22	Ud. Captador solar plano modelo FKT-1 S Junkers de alto rendimiento, con tratamiento altamente selectivo (PVD) para montaje en vertical	765,00	16.830,00
5	Ud. Juego de conexiones hidráulicas entre captadores modelo FS 18	50,00	250,00
1	Ud. Depósito interacumulador con serpentín modelo Lapesa Master Vitro MVV2500SSB con protección catódica Correx Up.	7.685,00	7.685,00
8	m.l: Tubería de cobre de $\Phi$ 25, espesor 1,5	4,09	32,72
10	m.l: Tubería de cobre de $\Phi$ 19, espesor 1,5	2,20	22,00
5	m.l: Tubería de cobre de $\Phi$ 16, espesor 1	1,60	8,00
11	m.l: Tubería de cobre de $\Phi$ 13, espesor 1	1,30	14,30
35	l: Propilenglicol Tyfocor L Ibersolar	4,69	164,32
1	Ud: Vaso de expansión Sedical Refix DT5	366,00	366,00
8	m.l: Aislamiento HT Armaflex, 25x025	13,60	108,80
10	m.l: Aislamiento HT Armaflex, 25x019	12,04	120,40
5	m.l: Aislamiento HT Armaflex, 25x016	10,54	52,70
11	m.l: Aislamiento HT Armaflex, 25x013	9,71	106,81
1	Ud: Lata adhesivo Armaflex ADH625	29,85	29,85

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Cant.	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
1	Ud:Aerotermos Salvador Escoda A16/3M	1.109,00	1.109,00
5	Ud:Purgador automático de aire	47,00	235,00
1	Ud:Válvula Multiuso, llenado, vaciado, Purga	32,00	32,00
1	Ud:Válvula Mezcladora Termostática	52,00	52,00
1	Ud:Válvula a 3 vías motorizada, 2"	326,42	326,42
1	Ud:Accesorios: Codos en T, reducciones, racoeres, manguitos, uniones	213,00	213,00
1	Ud:Manómetro diferencial MM200600 Salvador Escoda	37,78	37,78
17	Ud:Válvulas de esfera 2"	20,00	340,00
2	Ud:Válvulas de retención antirretorno 2"	47,30	94,60
4	Ud:Válvula de Seguridad apta agua+propilenglicol Pmax=6bar	10,00	40,00
1	Ud:Sonda de Inmersión para uso interior	22,00	22,00
1	Ud:Sonda de Inmersión para uso exterior	22,00	22,00
4	Ud:Vaina de inmersión, acero inoxidable	8,00	32,00
1	Ud:Regulación y control Junkers TDS 300	678,00	678,00
1	Ud:Contactor Auxiliar	21,00	21,00
1	Ud:Sonda temperatura Interacumulador ACS	12,00	12,00
1	Ud:Tarjeta electronic	87,00	87,00
1	Ud:Extensión de terminal	128,00	128,00
1	Ud:Termostato de seguridad	21,00	21,00

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Cant.	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
<b>TOTAL INSTALACIÓN SOLAR PARA A.C.S.</b>			<b>33.356,70</b>

**1.2 Instalación solar para calefacción**

Cant	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
13	Ud:Estructura soporte para 5 captadores verticales modelo FV5	675,00	8.775,00
17	Ud:Juego de cajas metálicas (4 ud.) para hacer de contrapeso en instalaciones sobre cubierta plana	125,00	2.125,00
65	Ud:Captador solar plano modelo FKT-1 S Junkers de alto rendimiento, con tratamiento altamente selectivo (PVD) para montaje en vertical	765,00	49.725,00
13	Ud:Juego de conexiones hidráulicas entre captadores modelo FS 18	50,00	650,00
3	Ud:Depósito interacumulador con serpentín modelo Lapesa Master Vitro MVV2500SSB con protección catódica Correx Up.	7.685,00	23.055,00
19	m.l:Tubería de cobre de $\Phi$ 39, espesor 1,5	5,11	97,09
13	m.l:Tubería de cobre de $\Phi$ 25, espesor 1,5	4,09	53,17
45	m.l:Tubería de cobre de $\Phi$ 19, espesor 1,5	2,20	99,00
24,6	m.l:Tubería de cobre de $\Phi$ 13, espesor 1	1,30	31,98
100	l:Propilenglicol Tyfocor L Ibersolar	4,69	469,00
3	Ud:Vaso de expansión Sedical Reflex S	450,00	1.350,00
19	m.l:Aislamiento HT Armaflex, 25x039	14,40	273,60
13	m.l:Aislamiento HT Armaflex, 25x025	13,60	176,80
45	m.l:Aislamiento HT Armaflex, 25x019	12,04	541,80
24,6	m.l:Aislamiento HT Armaflex, 25x013	9,71	238,87

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Cant	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
1	Ud:Lata adhesivo Armaflex ADH625	29,85	29,85
1	Ud:Aerotermos Salvador Escoda A16/3M	1.109,00	1.109,00
1	Ud:Bomba de circulación Wilo Stratos 25/1-6 CAN	298,00	298,00
13	Ud.Purgador automático de aire	47,00	611,00
1	Ud:Válvula Multiuso, llenado, vaciado, Purga	32,00	32,00
2	Ud:Válvula Mezcladora Termostática	52,00	104,00
3	Ud:Válvula a 3 vias motorizada, 2"	326,42	979,26
1	Ud:Accesorios: Codos en T, reducciones, racores, manguitos, uniones	640,00	640,00
5	Ud:Manómetro diferencial MM200600 Salvador Escoda	37,78	188,90
50	Ud:Válvulas de esfera 2"	20,00	1.000,00
5	Ud:Válvulas de retención antirretorno 2"	47,30	236,50
8	Ud:Válvula de Seguridad apta agua+propilenglicol Pmax=6bar	10,00	80,00
3	Ud:Sonda de Inmersión para uso interior	22,00	66,00
1	Ud:Sonda de Inmersión para uso exterior	22,00	22,00
10	Ud:Vaina de inmersión, acero inoxidable	8,00	80,00
1	Ud:Regulación y control Junkers TDS 300	678,00	678,00
1	Ud:Contactor auxiliar	21,00	21,00
3	Ud:Sonda temperatura Interacumulador	12,00	36,00

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Cant	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
1	Ud:Tarjeta Electronic	87,00	87,00
1	Ud:Extensión de terminal	128,00	128,00
1	Ud:Termostato de seguridad	21,00	21,00
2	Ud: Caldera gas natural Suprapur	3.720,00	7.440,00
<b>TOTAL INSTALACIÓN SOLAR PARA CALEFACCIÓN</b>			<b>101.548,00</b>

**1.3 Instalación suelo radiante**

Cant.	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
20	m.s:Elemento base Polytherm Klima-Plus caja de 12 m <sup>2</sup>	10,25	2.460,00
3	Ud:Tubo Polytherm Evohflex rollo 400 m	0,67	804,00
5	Ud:Zócalo Perimetral rollo 25 m	1,81	226,25
14	Ud:Aditivo para mortero Estrotherm garrafa de 10 Kg	5,75	805,00
1	Ud:Distribuidor Colector dinámico Polytherm 4 circuitos (ida y retorno)	197,70	197,70
1	Ud:Distribuidor Colector dinámico Polytherm 5 circuitos (ida y retorno)	233,60	233,60
1	Ud:Distribuidor Colector dinámico Polytherm 6 circuitos (ida y retorno)	263,00	263,00
3	Ud:Válvula 1" H-1 ¼" H sin racor	11,90	35,70
3	Ud:Bomba Wilo Star RSG- 30/7	355,00	1.065,00
6	Ud:Purgador de aire Polytherm	47,00	282,00
15	Ud:Regulador de caudal Polytherm	20,00	300,00
6	Ud:Llaves de corte Polytherm	20,00	120,00

INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN EN EL I.E.S. RIA SAN MARTIN

Cant.	Descripción	Prc. Unit €/Ud.	Prc. Tot €
6	Ud:Termómetro Polytherm	12,00	72,00
6	Ud:Válvula de vaciado Polytherm	20,00	120,00
15	Ud:Válvula termostatizable Polytherm	20,00	300,00
3	Ud:Armario de acero para colector Polytherm	89,46	268,38
<b>TOTAL INSTALACIÓN SUELO RADIANTE</b>			<b>7.552,63</b>

#### **1.4 Mano de obra**

Nº OPERARIOS	DESIGNACIÓN	HORAS TRABAJADAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL €
1	Peón especializado de albañil	130	10	1.300
1	Oficial 1ª fontanero calefactor	140	15	2.100
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3.400</b>

#### **1.5 Maquinaria Auxiliar**

NÚMERO DE MÁQUINAS	DESIGNACIÓN	HORAS DE TRABAJO	PRECIO UNITARIO	TOTAL €
1	Grúa	12	39	468

#### **1.6 Resumen de Presupuesto**

<b>PRESUPUESTO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1.1 Instalación solar para A.C.S.	33.356,70
1.2 Instalación solar para calefacción	101.548,82
1.3 Instalación suelo radiante	7.552,63
1.4 Honorarios de operarios	3.400,00
1.5 Maquinaria	468,00
<b>TOTAL</b>	<b>146.326,15</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL 146.326,15 €**

El presupuesto de ejecución del material asciende a la cantidad de ciento cuarenta y seis mil trescientos veintiséis con quince céntimos.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL</b>	<b>146.326,15 €</b>
10% Gastos Generales	14.632,62 €
6% Beneficio Industrial	8.779,57 €
18% I.V.A.	26.338,71 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>196.077,05 €</b>

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de ciento noventa y seis mil setenta y siete euros y cinco céntimos, IVA vigente no incluido.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA 196.077,05 €**

Honorarios dirección del proyecto	1.600 €
Licencias y permisos	450 €

**PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 198.127,05 €**

El presupuesto para el conocimiento de la administración asciende a la cantidad de ciento noventa y ocho mil ciento veintisiete euros con cinco céntimos, IVA vigente no incluido.

Santander, 29 de Septiembre de 2016

Fdo: Silvia Hernando Fernández



# **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía**

“C.T.E. Documento Básico HE Ahorro de energía (BOE 23/10/2007)”

“RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios”

“Manuales de Energías Renovables (IDAE)”

“La Energía Solar. Aplicaciones Prácticas (Censolar)”

“Instalaciones de Energía Solar (Censolar)”

Catálogos Comerciales

### **Web**

Uponor- <http://www.uponor.es>

Instituto Geográfico Nacional- <http://www.ign.es>

Universidad de Cantabria- <http://www.unican.es>