

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte final de carrera

**Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto
de viviendas adosadas.**

Autor: Jorge Costa Sorolla
Directora: Lluïsa F. Cabeza Fabra

Septiembre de 2008

0 - ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

0	ÍNDICE GENERAL _____	II
1	MEMORIA _____	1
1.1	Introducción _____	10
1.1.1	El cambio climático _____	10
1.1.2	Energías renovables _____	20
1.1.3	Energía solar térmica _____	23
1.1.4	Refrigeración por absorción _____	28
1.2	Objeto del proyecto _____	37
1.3	Alcance _____	38
1.4	Antecedentes _____	38
1.5	Normas y referencias _____	39
1.5.1	Disposiciones legales y normas aplicadas _____	39
1.5.2	Bibliografía _____	39
1.6	Definiciones y abreviaturas _____	41
1.6.1	Definiciones _____	41
1.6.2	Abreviaturas _____	44
1.7	Requisitos de diseño _____	44
1.7.1	Requisitos generales del proyecto _____	45
1.7.2	Descripción arquitectónica de la vivienda _____	45
1.7.3	Descripción de los cerramientos _____	47
1.7.4	Características dimensionales de las dependencias _____	53
1.7.5	Necesidades frigoríficas _____	54
1.8	Fichas justificativas del cumplimiento del Documento HE1 del CTE _____	54
1.9	Análisis de soluciones adoptadas _____	58
1.9.1	La sensación térmica _____	58
1.9.2	Campos de bienestar _____	59

1.9.3	Sistema solar térmico _____	60
1.9.4	Sistemas de refrigeración _____	65
1.9.5	Selección del sistema de refrigeración _____	73
1.10	Descripción de la instalación _____	74
1.10.1	Descripción general de la instalación de refrigeración _____	74
1.10.2	Descripción general de la instalación solar térmica _____	88
1.11	Planificación _____	98
1.11.1	Definición de las tareas _____	98
1.11.2	Diagrama de <i>Gantt</i> _____	100
1.12	Conclusiones _____	101
2	ANEJOS _____	102
2.1	Cálculos _____	113
2.1.1	Cumplimiento de la limitación de demanda energética _____	113
2.1.2	Cálculo de las cargas térmicas _____	147
2.1.3	Cálculo de la instalación de refrigeración _____	209
2.1.4	Cálculo de la instalación solar térmica _____	249
3	PLANOS _____	274
	Plano 1: Situación _____	276
	Plano 2: Emplazamiento _____	277
	Plano 3: Planta semisótano _____	278
	Plano 4: Planta baja _____	279
	Plano 5: Planta primera _____	280
	Plano 6: Planta bajocubierta _____	281
	Plano 7: Alzado fachada Oeste _____	282
	Plano 8: Alzado fachada Este _____	283
	Plano 9: Alzado fachadas Norte y Sur _____	284
	Plano 10: Sección A-A _____	285

Plano 11: Cubierta general _____	286
Plano 12: Circuito fan-coils semisótano _____	287
Plano 13: Circuito fan-coils planta baja _____	288
Plano 14: Circuito fan-coils planta primera _____	289
Plano 15: Circuito fan-coils planta bajocubierta _____	290
Plano 16: Impulsión de agua fría en los circuitos de conexión I y II _____	291
Plano 17: Retorno de agua fría en los circuitos de conexión I y II _____	292
Plano 18: Diagrama de refrigeración _____	293
Plano 19: Conexión captadores solares térmicos _____	294
Plano 20: Diagrama de ingeniería _____	295
4 PLIEGO DE CONDICIONES _____	296
4.1 Normativa _____	304
4.2 Montaje general de la instalación _____	304
4.2.1 Generalidades _____	304
4.2.2 Pruebas _____	304
4.2.3 Ajuste y equilibrado _____	309
4.2.4 Eficiencia energética _____	311
4.3 Mantenimiento y uso general de la instalación _____	312
4.3.1 Generalidades _____	312
4.3.2 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas _____	313
4.3.3 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas _____	313
4.3.4 Programa de gestión energética _____	315
4.3.5 Instrucciones de seguridad _____	316
4.3.6 Instrucciones de manejo y maniobra _____	316
4.3.7 Instrucciones de funcionamiento _____	317
4.4 Inspección general de la instalación _____	317
4.4.1 Generalidades _____	317

4.4.2	Inspecciones periódicas de eficiencia energética_____	318
4.4.3	Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética_____	319
4.5	Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación de refrigeración _____	320
4.5.1	Bombas de circulación _____	320
4.5.2	Mantenimiento de las tuberías_____	322
4.5.3	Mantenimiento de las válvulas _____	328
4.5.4	Protección contra el hielo y la falta de circulación de agua_____	328
4.5.5	Torre de refrigeración _____	330
4.6	Hojas de especificación de la instalación de refrigeración _____	352
4.7	Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación solar térmica_____	386
4.7.1	Puesta en marcha_____	386
4.7.2	Mantenimiento _____	386
4.8	Hojas de especificación de la instalación solar térmica_____	394
5	ESTADO DE MEDICIONES_____	417
5.1	Estado de mediciones _____	420
5.1.1	Relación de partidas _____	420
5.1.2	Estado de mediciones por partidas _____	421
6	PRESUPUESTO _____	425
6.1	Precios unitarios _____	428
6.1.1	Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	428
6.1.2	Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración _____	430
6.1.3	Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica _____	431
6.2	Presupuesto por partidas _____	432
6.2.1	Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	432
6.2.2	Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración_____	434
6.2.3	Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica_____	435
6.2.4	Resumen del presupuesto por partidas _____	436

6.3	Presupuesto general _____	436
-----	---------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

1 MEMORIA

Tabla 1.1 - Definiciones en el cumplimiento de la limitación de demanda energética	___	41
Tabla 1.2 - Definiciones en el cálculo de cargas térmicas	_____	41
Tabla 1.3 - Definiciones en el cálculo de las pérdidas de carga	_____	42
Tabla 1.4 - Definiciones en el cálculo del aislamiento de las tuberías	_____	42
Tabla 1.5 - Definiciones en el procedimiento de selección de la torre de refrigeración	___	43
Tabla 1.6 - Definiciones en el cálculo de la radiación solar incidente	_____	43
Tabla 1.7 - Descripción del muro al exterior	_____	47
Tabla 1.8 - Descripción de la cubierta inclinada	_____	48
Tabla 1.9 - Descripción de la cubierta plana	_____	48
Tabla 1.10 - Descripción del suelo al aire	_____	48
Tabla 1.11 - Descripción del suelo al terreno	_____	49
Tabla 1.12 - Descripción del muro al terreno	_____	49
Tabla 1.13 - Descripción de las ventanas del semisótano	_____	49
Tabla 1.14 - Descripción de las ventanas de los dormitorios	_____	50
Tabla 1.15 - Descripción de la ventana de la cocina	_____	50
Tabla 1.16 - Descripción de la puerta acristalada del salón-comedor	_____	51
Tabla 1.17 - Descripción de la puerta acristalada del dormitorio 1	_____	51
Tabla 1.18 - Descripción de la puerta acristalada bajocubierta	_____	52
Tabla 1.19 - Descripción de la puerta de entrada	_____	52
Tabla 1.20 - Descripción de la puerta del semisótano	_____	53
Tabla 1.21 - Características dimensionales de las dependencias	_____	53
Tabla 1.22 - Necesidades frigoríficas de las dependencias	_____	54
Tabla 1.23 - Cálculo de los parámetros característicos medios	_____	55

Tabla 1.24 – Conformidad demanda energética _____	57
Tabla 1.25 - Conformidad condensaciones _____	57
Tabla 1.26 - Matriz de decisión del sistema de refrigeración _____	73
Tabla 1.27 - Matriz de decisión de la máquina de absorción _____	74
Tabla 1.28 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas _____	77
Tabla 1.29 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas _____	78
Tabla 1.30 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I _____	78
Tabla 1.31 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión I _____	79
Tabla 1.32 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II _____	79
Tabla 1.33 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión II _____	79
Tabla 1.34 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas _____	81
Tabla 1.35 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas _____	82
Tabla 1.36 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I _____	82
Tabla 1.37 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión I _____	83
Tabla 1.38 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II _____	83

Tabla 1.39 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión II	83
Tabla 1.40 - Matriz de decisión de las bombas de circulación	84
Tabla 1.41 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación de agua fría	85
Tabla 1.42 - Matriz de decisión de los fan-coils	86
Tabla 1.43 – Fan-coils seleccionados para cada dependencia de las viviendas	87
Tabla 1.44 - Matriz de decisión del principio de funcionamiento de los captadores solares de vacío	89
Tabla 1.45 - Matriz de decisión de los captadores de vacío de flujo directo	90
Tabla 1.46 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito I	93
Tabla 1.47 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito I	94
Tabla 1.48 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito II	95
Tabla 1.49 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito III	95
Tabla 1.50 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación solar térmica	96
Tabla 1.51 - Diagrama de <i>Gantt</i> de la elaboración del proyecto	100

2 ANEJOS

Tabla 2.1 - Superficie de huecos por fachada en planta semisótano	114
Tabla 2.2 - Superficie de huecos por fachada en planta baja	114
Tabla 2.3 - Superficie de huecos por fachada en planta primera	114
Tabla 2.4 - Superficie de huecos por fachada en planta bajocubierta	115
Tabla 2.5 - Superficie de fachada respecto el total de fachadas	115
Tabla 2.6 - Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire en m^2K/W	117
Tabla 2.7 - Resistencias térmicas de cámaras de aire en m^2K/W	118

Tabla 2.8 – Cálculo de la transmitancia térmica del muro al exterior _____	119
Tabla 2.9 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta inclinada _____	119
Tabla 2.10 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta plana _____	120
Tabla 2.11 - Cálculo de la transmitancia térmica del suelo al aire _____	120
Tabla 2.12 - Cálculo de la transmitancia térmica de las cajas de persiana _____	121
Tabla 2.13 - Cálculo de la transmitancia térmica de los pilares en fachada _____	122
Tabla 2.14 - Transmitancia térmica de suelos en contacto con el terreno U_s en W/m^2K _____	123
Tabla 2.15 - Resistencias térmicas de los componentes del suelo al terreno _____	124
Tabla 2.16 - Transmitancia térmica de muros en contacto con el terreno U_T en W/m^2K _____	125
Tabla 2.17 - Resistencias térmicas de los componentes del muro al terreno _____	125
Tabla 2.18 - Transmitancias térmicas de los huecos _____	127
Tabla 2.19 - Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m^2K _____	128
Tabla 2.20 - Verificación de cada una de las transmitancias de la envolvente térmica _____	128
Tabla 2.21 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Norte _____	130
Tabla 2.22 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Sur _____	130
Tabla 2.23 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Este/Oeste _____	130
Tabla 2.24 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Norte _____	131
Tabla 2.25 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Sur _____	131
Tabla 2.26 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Este/Oeste _____	132
Tabla 2.27 - Transmitancia térmica media de cubiertas _____	132
Tabla 2.28 - Transmitancia térmica media de suelos _____	133
Tabla 2.29 - Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno _____	133
Tabla 2.30 – Verificación de las transmitancias térmicas medias _____	134
Tabla 2.31 - Datos climáticos mensuales de la localidad de Fraga, T en $^{\circ}C$ y HR en $\%$ _____	135
Tabla 2.32 - Verificación de limitación de condensaciones superficiales _____	138
Tabla 2.33 - Distribución de temperatura en el muro al exterior _____	141

Tabla 2.34 - Distribución de temperatura en el suelo al aire _____	141
Tabla 2.35 - Distribución de temperatura en los pilares en fachada _____	141
Tabla 2.36 - Distribución de temperatura en las cajas de persiana _____	141
Tabla 2.37 - Distribución de presión de saturación en el muro al exterior _____	142
Tabla 2.38 - Distribución de presión de saturación en el suelo al aire _____	142
Tabla 2.39 - Distribución de presión de saturación en los pilares en fachada _____	142
Tabla 2.40 - Distribución de presión de saturación en las cajas de persiana _____	142
Tabla 2.41 - Presión de vapor interior y exterior _____	144
Tabla 2.42 - Espesor de aire equivalente de cada capa del muro al exterior _____	144
Tabla 2.43 - Espesor de aire equivalente de cada capa del suelo al aire _____	145
Tabla 2.44 - Espesor de aire equivalente de cada capa de los pilares en fachada _____	145
Tabla 2.45 - Espesor de aire equivalente de cada capa de las cajas de persiana _____	145
Tabla 2.46 - Presión de vapor en cada capa del muro al exterior _____	145
Tabla 2.47 - Presión de vapor en cada capa del suelo al aire _____	145
Tabla 2.48 - Presión de vapor en cada capa de los pilares en fachada _____	146
Tabla 2.49 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el muro al exterior _____	146
Tabla 2.50 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el suelo al aire	146
Tabla 2.51 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en los pilares en fachada _____	146
Tabla 2.52 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en las cajas de persiana _____	146
Tabla 2.53 - Determinación de <i>OMA</i> y <i>OMD</i> _____	149
Tabla 2.54 - Condiciones exteriores de cálculo _____	150
Tabla 2.55 - Condiciones interiores, <i>T</i> en °C y <i>HR</i> en % de diseño según el RITE _____	150
Tabla 2.56 - Condiciones interiores de cálculo en el Semisótano-garaje _____	151
Tabla 2.57 - Condiciones interiores de cálculo en Instalaciones _____	152

Tabla 2.58 - Condiciones interiores de cálculo en el Salón-comedor _____	153
Tabla 2.59 - Condiciones interiores de cálculo en el Recibidor _____	154
Tabla 2.60 - Condiciones interiores de cálculo en la Cocina _____	155
Tabla 2.61 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño planta baja _____	156
Tabla 2.62 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 1 _____	157
Tabla 2.63 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 2 _____	158
Tabla 2.64 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 3 _____	159
Tabla 2.65 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 4 _____	160
Tabla 2.66 - Condiciones interiores de cálculo en el Pasillo _____	161
Tabla 2.67 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 1 _____	162
Tabla 2.68 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 2 _____	163
Tabla 2.69 - Condiciones interiores de cálculo en Bajocubierta _____	164
Tabla 2.70 - Cerramientos laterales de las viviendas de los extremos Este y Oeste de la fila _____	165
Tabla 2.71 - Resumen de los cálculos de cargas térmicas en cada dependencia _____	208
Tabla 2.72 - Cargas de refrigeración suministradas por dependencia _____	210
Tabla 2.73 - Caudal agua fría en cada fan-coil _____	211
Tabla 2.74 - Caudal de los circuitos de agua fría en las viviendas _____	212
Tabla 2.75 - Velocidad del fluido aconsejada según caudal _____	213
Tabla 2.76 - Diámetros y espesores de pared de las tuberías en las viviendas _____	213
Tabla 2.77 - Diámetros y espesores de pared de las tuberías de conexión _____	213
Tabla 2.78 - Cartuchos ALPHA para válvulas EVA según el modelo de fan-coil _____	214
Tabla 2.79 - Longitud equivalente de válvulas y filtros _____	221
Tabla 2.80 - Longitud equivalente expresada en metros de diferentes elementos en tubería _____	221
Tabla 2.81 - Pérdida de carga en los fan-coils _____	221
Tabla 2.82 - Propiedades físicas del agua a 1 bar _____	222

Tabla 2.83 - Variables de diseño para el cálculo de pérdidas de carga _____	222
Tabla 2.84 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de impulsión de las viviendas _	223
Tabla 2.85 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de retorno de las viviendas____	224
Tabla 2.86 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de impulsión de las viviendas _	225
Tabla 2.87 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de retorno de las viviendas ____	227
Tabla 2.88 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión I ____	229
Tabla 2.89 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión I _____	230
Tabla 2.90 – Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión II __	230
Tabla 2.91 – Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión II _____	230
Tabla 2.92 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión I __	231
Tabla 2.93 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión I_____	231
Tabla 2.94 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión II__	231
Tabla 2.95 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión II _____	232
Tabla 2.96 - Pérdidas de carga totales en los tramos de impulsión de las viviendas____	232
Tabla 2.97 - Pérdidas de carga totales en los tramos de retorno de las viviendas _____	233
Tabla 2.98 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión I _____	234
Tabla 2.99 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión I _____	235
Tabla 2.100 – Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión II ____	235
Tabla 2.101 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión II_____	235
Tabla 2.102 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta semisótano_____	236
Tabla 2.103 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta baja _____	237
Tabla 2.104 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta primera _____	237
Tabla 2.105 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta bajocubierta_____	238
Tabla 2.106 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el interior de edificios_____	240
Tabla 2.107 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el exterior de edificios_____	241

Tabla 2.108 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación de refrigeración _____	241
Tabla 2.109 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación de refrigeración _____	242
Tabla 2.110 – Cálculo de la altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica de los circuitos de una vivienda y del circuito de conexión I _____	243
Tabla 2.111 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito de conexión II _____	244
Tabla 2.112 - Días característicos para los meses objeto _____	250
Tabla 2.113 - Índice de nubulosidad y media mensual de radiación diaria sobre una superficie horizontal para los meses objeto _____	251
Tabla 2.114 - Media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada en los meses objeto _____	252
Tabla 2.115 - Temperatura mínima de los últimos años en Fraga _____	254
Tabla 2.116 - Temperatura de congelación del fluido caloportador en función del porcentaje de glicol _____	254
Tabla 2.117 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito primario del intercambiador _____	256
Tabla 2.118 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito secundario del intercambiador _____	256
Tabla 2.119 - Propiedades físicas agua glicolada _____	258
Tabla 2.120 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito I _____	259
Tabla 2.121 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito I _____	260
Tabla 2.122 - Pérdidas de carga singulares en el circuito I _____	261
Tabla 2.123 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito I _____	262
Tabla 2.124 - Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito I _____	263
Tabla 2.125 - Pérdida de carga total en cada camino posible del circuito I _____	264

Tabla 2.126 - Cálculo de la pérdida de carga total en el circuito I _____	265
Tabla 2.127 - Propiedades físicas del agua en el circuito II _____	266
Tabla 2.128 - Pérdidas de carga continuas en el circuito II _____	266
Tabla 2.129 - Pérdidas de carga singulares en el circuito II _____	266
Tabla 2.130 - Pérdidas de carga totales en el circuito II _____	266
Tabla 2.131 - Pérdidas de carga continuas en el circuito III _____	267
Tabla 2.132 - Pérdidas de carga singulares en el circuito III _____	267
Tabla 2.133 - Pérdidas de carga totales en el circuito III _____	267
Tabla 2.134 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido caliente en el exterior de edificios _____	268
Tabla 2.135 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación solar ____	269
Tabla 2.136 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación solar _____	269
Tabla 2.137 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito I _____	270
Tabla 2.138 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito II _____	270
Tabla 2.139 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito III _____	271

4 PLIEGO DE CONDICIONES

Tabla 4.1 – Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad _____	314
Tabla 4.2 – Medidas de generadores de frío y su periodicidad _____	315
Tabla 4.3 - Operaciones de mantenimiento en la torre de refrigeración y periodicidad _	347
Tabla 4.4 - Hoja de especificaciones de la máquina de refrigeración por absorción _____	353
Tabla 4.5 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 130</i> _____	354
Tabla 4.6 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 330</i> _____	356
Tabla 4.7 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 430</i> _____	358

Tabla 4.8 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 1</i> _____	360
Tabla 4.9 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 3</i> _____	362
Tabla 4.10 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 4</i> _____	364
Tabla 4.11 - Hoja de especificaciones de la torre de refrigeración _____	366
Tabla 4.12 - Hoja de especificaciones de las válvulas de equilibrado _____	367
Tabla 4.13 - Hoja de especificaciones de las bombas de circulación <i>CHV</i> _____	368
Tabla 4.14 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>TPE Serie 1000</i> _____	370
Tabla 4.15 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Balpex</i> _____	372
Tabla 4.16 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Unipipe</i> _____	373
Tabla 4.17 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Armaflex</i> _____	374
Tabla 4.18 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Isover</i> _____	375
Tabla 4.19 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de agua fría _	376
Tabla 4.20 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de la torre de refrigeración _____	377
Tabla 4.21 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales _____	378
Tabla 4.22 - Hoja de especificaciones de los filtros _____	379
Tabla 4.23 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola _____	380
Tabla 4.24 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención _____	381
Tabla 4.25 - Hoja de especificaciones de válvulas de seguridad _____	382
Tabla 4.26 - Hoja de especificaciones de las válvulas de 3 vías motorizada _____	383
Tabla 4.27 - Hoja de especificaciones de los termostatos _____	384
Tabla 4.28 - Hoja de especificaciones de las centralitas de regulación _____	385
Tabla 4.29 - Plan de vigilancia de la instalación solar térmica _____	388
Tabla 4.30 - Mantenimiento preventivo en el sistema de captación _____	390
Tabla 4.31 - Mantenimiento preventivo en el sistema de acumulación _____	390
Tabla 4.32 - Mantenimiento preventivo en el circuito hidráulico _____	390
Tabla 4.33 – Mantenimiento preventivo en el sistema de intercambio _____	391

Tabla 4.34 - Mantenimiento preventivo en sistema eléctrico y de control _____	391
Tabla 4.35 - Hoja de especificaciones de los captadores solares _____	395
Tabla 4.36 - Hoja de especificaciones del intercambiador de calor _____	397
Tabla 4.37 - Hoja de especificaciones del depósito acumulador _____	399
Tabla 4.38 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>TPE Serie 1000</i> _____	400
Tabla 4.39 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>UPS Serie 200</i> circuito intercambiador _____	402
Tabla 4.40 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>UPS Serie 200</i> circuito depósito _____	404
Tabla 4.41 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Balpex</i> _____	406
Tabla 4.42 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Unipipe</i> _____	407
Tabla 4.43 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Isover</i> _____	408
Tabla 4.44 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito captadores _____	409
Tabla 4.45 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito intercambiador y depósito _____	410
Tabla 4.46 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales _____	411
Tabla 4.47 - Hoja de especificaciones de los filtros _____	412
Tabla 4.48 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola _____	413
Tabla 4.49 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención _____	414
Tabla 4.50 - Hoja de especificaciones de las válvulas de seguridad _____	415
Tabla 4.51 - Hoja de especificaciones de la centralita de regulación _____	416

5 ESTADO DE MEDICIONES

Tabla 5.1 - Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	421
Tabla 5.2 - Mediciones de la partida 2: Torre de refrigeración _____	423
Tabla 5.3 - Mediciones de la partida 3: Instalación sola térmica _____	424

6 PRESUPUESTO

Tabla 6.1 - Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	428
Tabla 6.2 - Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración _____	430
Tabla 6.3 - Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica _____	431
Tabla 6.4 - Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	432
Tabla 6.5 - Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración _____	434
Tabla 6.6 - Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica _____	435
Tabla 6.7 - Resumen del presupuesto por partidas _____	436
Tabla 6.8 - Presupuesto general _____	436

ÍNDICE DE FIGURAS

1 MEMORIA

Figura 1.1 - Tasa media anual de crecimiento de las emisiones de GEI en algunos países	14
Figura 1.2 - Evolución de las emisiones de GEI en España desde 1990 (2006 dato provisional) _____	16
Figura 1.3 - Evolución de las emisiones y el PIB en España _____	17
Figura 1.4 - Evolución del mercado español en superficie instalada expresada en miles de m ² _____	27
Figura 1.5 - Distribución de la superficie de energía solar térmica en España por captadores instalados a finales de 2005 _____	28
Figura 1.6 – Ciclo de refrigeración por compresión mecánica _____	30
Figura 1.7 – Ciclo de refrigeración por absorción _____	31
Figura 1.8 - Diagramas de confort para invierno y verano según la ASHRAE _____	60
Figura 1.9 - Máquina de refrigeración por absorción <i>LS Cable</i> _____	75
Figura 1.10 - Torre de refrigeración de circuito cerrado <i>EWK-C 1260/5</i> _____	76
Figura 1.11 - Válvula de zona motorizada y de equilibrado dinámico de dos vías <i>Frese EVA</i> _____	80

Figura 1.12 - Fan-coil <i>Roca</i> _____	87
Figura 1.13 - Captador de tubos de vacío <i>Solamax 30</i> _____	90
Figura 1.14 - Intercambiador por placas _____	91
2 ANEJOS	
Figura 2.1 - Zonas climáticas según el CTE _____	116
Figura 2.2 – Suelo en contacto con el terreno _____	122
Figura 2.3 - Orientaciones de las fachadas _____	129
Figura 2.4 - Valores límite de los parámetros característicos medios _____	134
Figura 2.5 – Gráfico de la longitud equivalente de diferentes accesorios _____	220
Figura 2.6 – Determinación del factor de funcionamiento <i>K</i> _____	248
4 PLIEGO DE CONDICIONES	
Figura 4.1 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que lleva el motor) _____	330
Figura 4.2 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que no lleva el motor) _____	331
Figura 4.3 - Manipulación y descarga del conjunto bandeja - envolvente _____	331
Figura 4.4 - Manipulación y descarga del silenciador _____	332
Figura 4.5 - Elementos necesarios para el montaje de la bomba _____	333
Figura 4.6 - Montaje del silenciador _____	334
Figura 4.7 - Montaje de las persianas estándar _____	335
Figura 4.8 - Montaje de las persianas especiales _____	336
Figura 4.9 – Montaje de la rejilla de protección del ventilador _____	336
Figura 4.10 – Distancia mínima entre la torre y paredes de alrededor _____	338
Figura 4.11 - Emplazamiento de la torre si hay obstáculos _____	338
Figura 4.12 – Conexionado de la torre _____	340
Figura 4.13 – Conexión bypass _____	340

1 - MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1	MEMORIA _____	1
1.1	Introducción _____	10
1.1.1	El cambio climático _____	10
	1.1.1.1 Antecedentes _____	10
	1.1.1.2 Contexto internacional _____	11
	1.1.1.3 Contexto en España _____	15
1.1.2	Energías renovables _____	20
	1.1.2.1 Energía solar _____	20
	1.1.2.1.1 Energía solar directa _____	20
	1.1.2.1.2 Energía solar térmica _____	21
	1.1.2.1.3 Energía solar fotovoltaica _____	21
	1.1.2.2 Energía eólica _____	21
	1.1.2.3 Energía de la biomasa _____	21
	1.1.2.4 Diferencia de temperatura oceánica (OTEC) _____	22
	1.1.2.5 Energía de las olas _____	22
	1.1.2.6 Energía hidráulica _____	22
	1.1.2.7 Energía de las mareas _____	22
1.1.3	Energía solar térmica _____	23
	1.1.3.1 Antecedentes _____	23
	1.1.3.2 Situación en España _____	25
1.1.4	Refrigeración por absorción _____	28
	1.1.4.1 Fundamentos físicos _____	29
	1.1.4.2 Interés energético _____	33
	1.1.4.2.1 Coefficient of Performance (C.O.P.) _____	34
	1.1.4.2.2 Reducción de consumos primarios _____	36
	1.1.4.2.3 Aprovechamientos alternativos _____	37

1.2	Objeto del proyecto	37
1.3	Alcance	38
1.4	Antecedentes	38
1.5	Normas y referencias	39
1.5.1	Disposiciones legales y normas aplicadas	39
1.5.2	Bibliografía	39
1.5.2.1	Libros de texto	39
1.5.2.2	Páginas web	40
1.5.2.3	Programas utilizados	40
1.6	Definiciones y abreviaturas	41
1.6.1	Definiciones	41
1.6.1.1	Definiciones en el cumplimiento de la limitación de demanda energética	41
1.6.1.2	Definiciones en el cálculo de cargas térmicas	41
1.6.1.3	Definiciones en el cálculo de las pérdidas de carga	42
1.6.1.4	Definiciones en el cálculo del aislamiento de las tuberías	42
1.6.1.5	Definiciones en el procedimiento de selección de la torre de refrigeración	43
1.6.1.6	Definiciones en el cálculo de la radiación solar incidente	43
1.6.2	Abreviaturas	44
1.7	Requisitos de diseño	44
1.7.1	Requisitos generales del proyecto	45
1.7.2	Descripción arquitectónica de la vivienda	45
1.7.2.1	Planta semisótano	45
1.7.2.2	Planta baja	46
1.7.2.3	Planta primera	46
1.7.2.4	Planta bajocubierta	47

1.7.3	Descripción de los cerramientos	47
1.7.4	Características dimensionales de las dependencias	53
1.7.5	Necesidades frigoríficas	54
1.8	Fichas justificativas del cumplimiento del Documento HE1 del CTE	54
1.9	Análisis de soluciones adoptadas	58
1.9.1	La sensación térmica	58
1.9.2	Campos de bienestar	59
1.9.3	Sistema solar térmico	60
1.9.3.1	Componentes de una instalación solar térmica	61
1.9.3.2	Clasificación de las instalaciones solares térmicas	62
1.9.4	Sistemas de refrigeración	65
1.9.4.1	Sistemas autónomos	68
1.9.4.1.1	De ventana	68
1.9.4.1.2	Unidades compactas	68
1.9.4.1.3	Sistemas partidos	69
1.9.4.2	Sistemas no autónomos (centralizados)	70
	Sistemas de ventiloconvectores o fan-coils	71
1.9.4.3	Sistemas no autónomos centrales	71
1.9.5	Selección del sistema de refrigeración	73
1.10	Descripción de la instalación	74
1.10.1	Descripción general de la instalación de refrigeración	74
1.10.1.1	Máquina de refrigeración por absorción	74
	Torre de refrigeración	75
1.10.1.2	Distribución de agua fría	76
1.10.1.2.1	Red de tuberías	76
1.10.1.2.2	Equilibrado de la instalación	80
1.10.1.2.3	Aislamiento térmico de las tuberías	80

1.10.1.2.4	Sistema de bombeo _____	84
1.10.1.2.5	Sistema de expansión _____	85
1.10.1.3	Unidades terminales _____	86
1.10.1.4	Regulación y control _____	88
1.10.1.5	Otros elementos _____	88
1.10.2	Descripción general de la instalación solar térmica _____	88
1.10.2.1	Sistema de captación _____	89
1.10.2.2	Sistema de intercambio _____	91
1.10.2.3	Sistema de acumulación _____	92
1.10.2.4	Distribución del fluido caloportador _____	92
1.10.2.4.1	Red de tuberías _____	92
1.10.2.4.2	Aislamiento térmico de las tuberías _____	92
1.10.2.4.3	Sistema de bombeo _____	95
1.10.2.4.4	Sistema de expansión _____	97
1.10.2.5	Regulación y control _____	97
1.10.2.6	Otros elementos _____	97
1.11	Planificación _____	98
1.11.1	Definición de las tareas _____	98
1.11.2	Diagrama de <i>Gantt</i> _____	100
1.12	Conclusiones _____	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 - Definiciones en el cumplimiento de la limitación de demanda energética	41
Tabla 1.2 - Definiciones en el cálculo de cargas térmicas	41
Tabla 1.3 - Definiciones en el cálculo de las pérdidas de carga	42
Tabla 1.4 - Definiciones en el cálculo del aislamiento de las tuberías	42
Tabla 1.5 - Definiciones en el procedimiento de selección de la torre de refrigeración	43
Tabla 1.6 - Definiciones en el cálculo de la radiación solar incidente	43
Tabla 1.7 - Descripción del muro al exterior	47
Tabla 1.8 - Descripción de la cubierta inclinada	48
Tabla 1.9 - Descripción de la cubierta plana	48
Tabla 1.10 - Descripción del suelo al aire	48
Tabla 1.11 - Descripción del suelo al terreno	49
Tabla 1.12 - Descripción del muro al terreno	49
Tabla 1.13 - Descripción de las ventanas del semisótano	49
Tabla 1.14 - Descripción de las ventanas de los dormitorios	50
Tabla 1.15 - Descripción de la ventana de la cocina	50
Tabla 1.16 - Descripción de la puerta acristalada del salón-comedor	51
Tabla 1.17 - Descripción de la puerta acristalada del dormitorio 1	51
Tabla 1.18 - Descripción de la puerta acristalada bajocubierta	52
Tabla 1.19 - Descripción de la puerta de entrada	52
Tabla 1.20 - Descripción de la puerta del semisótano	53
Tabla 1.21 - Características dimensionales de las dependencias	53
Tabla 1.22 - Necesidades frigoríficas de las dependencias	54
Tabla 1.23 - Cálculo de los parámetros característicos medios	55
Tabla 1.24 - Conformidad demanda energética	57
Tabla 1.25 - Conformidad condensaciones	57
Tabla 1.26 - Matriz de decisión del sistema de refrigeración	73

Tabla 1.27 - Matriz de decisión de la máquina de absorción _____	74
Tabla 1.28 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas _____	77
Tabla 1.29 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas _____	78
Tabla 1.30 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I _____	78
Tabla 1.31 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión I _____	79
Tabla 1.32 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II _____	79
Tabla 1.33 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión II _____	79
Tabla 1.34 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas _____	81
Tabla 1.35 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas _____	82
Tabla 1.36 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I _____	82
Tabla 1.37 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión I _____	83
Tabla 1.38 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II _____	83
Tabla 1.39 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión II _____	83
Tabla 1.40 - Matriz de decisión de las bombas de circulación _____	84

Tabla 1.41 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación de agua fría _____	85
Tabla 1.42 - Matriz de decisión de los fan-coils _____	86
Tabla 1.43 – Fan-coils seleccionados para cada dependencia de las viviendas _____	87
Tabla 1.44 - Matriz de decisión del principio de funcionamiento de los captadores solares de vacío _____	89
Tabla 1.45 - Matriz de decisión de los captadores de vacío de flujo directo _____	90
Tabla 1.46 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito I _____	93
Tabla 1.47 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito I _____	94
Tabla 1.48 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito II _____	95
Tabla 1.49 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito III _____	95
Tabla 1.50 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación solar térmica _____	96
Tabla 1.51 - Diagrama de <i>Gantt</i> de la elaboración del proyecto _____	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Tasa media anual de crecimiento de las emisiones de GEI en algunos países	14
Figura 1.2 - Evolución de las emisiones de GEI en España desde 1990 (2006 dato provisional)	16
Figura 1.3 - Evolución de las emisiones y el PIB en España	17
Figura 1.4 - Evolución del mercado español en superficie instalada expresada en miles de m ²	27
Figura 1.5 - Distribución de la superficie de energía solar térmica en España por captadores instalados a finales de 2005	28
Figura 1.6 – Ciclo de refrigeración por compresión mecánica	30
Figura 1.7 – Ciclo de refrigeración por absorción	31
Figura 1.8 - Diagramas de confort para invierno y verano según la ASHRAE	60
Figura 1.9 - Máquina de refrigeración por absorción <i>LS Cable</i>	75
Figura 1.10 - Torre de refrigeración de circuito cerrado <i>EWK-C 1260/5</i>	76
Figura 1.11 - Válvula de zona motorizada y de equilibrado dinámico de dos vías <i>Frese EVA</i>	80
Figura 1.12 - Fan-coil <i>Roca</i>	87
Figura 1.13 - Captador de tubos de vacío <i>Solamax 30</i>	90
Figura 1.14 - Intercambiador por placas	91

1.1 Introducció

1.1.1 El cambio climático

1.1.1.1 Antecedentes

Los combustibles fósiles comprenden principalmente el petróleo y sus derivados (gasolinas, diesel, etc.), el gas natural y el carbón mineral. Al principio de la explotación de estos recursos, se consideraban ilimitados y su impacto ambiental era despreciable. Sin embargo, el extraordinario crecimiento de la población mundial (y nacional), junto con el aumento en el consumo per cápita de estos recursos, ha propiciado que sólo queden reservas de petróleo disponibles para su explotación económica durante la primera mitad del siglo XXI.

Por otro lado, el consumo masivo de hidrocarburos está produciendo ya alteraciones de la atmósfera a nivel mundial. Los niveles de dióxido de carbono que se detectan actualmente son significativamente mayores que los que existían en 1950. Esto produce el conocido efecto invernadero, que está produciendo ya un incremento en las temperaturas promedio mundiales. No es objeto de esta introducción discutir las implicaciones geográficas, biológicas, agrícolas, económicas y sociales de este calentamiento atmosférico, pero es obvio que una alteración artificial no controlada y con consecuencias que no conocemos, no puede ser deseable.

Los combustibles fósiles también son causantes de la llamada lluvia ácida, que en los bosques cercanos a las áreas altamente industrializadas está causando grandes daños al suelo, y por tanto a la flora y la fauna.

En las grandes ciudades, la combinación de las emisiones de gases de combustión, con algunos otros fenómenos naturales, como las inversiones térmicas, la humedad y la

radiación solar producen algunos efectos indeseables para la salud humana, como las altas concentraciones de ozono y, en general, la concentración de componentes indeseables en la atmósfera.

Tanto por razones económicas (próxima escasez de hidrocarburos) como ecológicas (alteración de la atmósfera y el suelo), es imperativo el desarrollo de nuevas alternativas energéticas, que sean menos agresivas contra el ambiente. El actual esquema de consumo energético, tanto en España como a nivel global, simplemente no es sustentable, es decir, no puede mantenerse indefinidamente sin amenazar su propia existencia.

Algunos modelos que consideran los efectos que está teniendo actualmente el uso y abuso de los combustibles fósiles, considerando las posibles tendencias futuras, amenazan con producir una catástrofe en contra de la humanidad, antes de que termine el siglo XXI.

Como solución a estos problemas medioambientales y tecnológicos existen muchas alternativas energéticas. Algunas de ellas no han sido desarrolladas por limitaciones técnicas y económicas, y otras se han utilizado sólo parcialmente.

1.1.1.2 Contexto internacional

La comunidad internacional viene trabajando desde hace años en la elaboración de un marco que aborde la vertiente supranacional del cambio climático. A este respecto, y hasta la fecha presente, el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que entró en vigor en 1994, constituye la iniciativa de carácter multilateral más relevante.

El Convenio no atribuye obligaciones cuantificadas de limitación de las emisiones. En cambio, introduce la posibilidad de adoptar otros instrumentos jurídicos conexos. El instrumento que desarrolla el Convenio, estableciendo limitaciones a las emisiones de un

grupo de países, y creando algunos mecanismos novedosos de reducción de las emisiones, es el Protocolo de Kioto.

El Protocolo de Kioto fue aprobado en el año 1997 durante la tercera Conferencia de las Partes del Convenio y entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Mediante este acuerdo, los países desarrollados se comprometen a reducir colectivamente sus emisiones un 5% como media anual durante el período 2008-2012 con relación a las emisiones del año base (1990 en la mayoría de los casos). Los quince países que formaban parte de la Unión Europea cuando se adoptó y ratificó el Protocolo, de conformidad con las reglas en él establecidas, acordaron redistribuir el objetivo comunitario entre los estados miembro. Como consecuencia de esta distribución (acuerdo de reparto de la carga) a España le corresponde limitar en un 15% el crecimiento de sus emisiones durante el período 2008-2012, como media anual, respecto al año base.

La existencia de compromisos cuantificados de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero es la columna vertebral del Protocolo de Kioto, y aquello que lo hace único frente a otras iniciativas internacionales de lucha contra el cambio climático. Pero el Protocolo presenta otros elementos singulares que merecen al menos un breve comentario. El primero de estos elementos consiste en un conjunto de tres instrumentos de mercado concebidos para que las reducciones de emisiones se produzcan allí donde los costes de mitigación son menores. Son los llamados mecanismos de flexibilidad. El segundo elemento singular en el diseño del Protocolo de Kioto lo constituye la inclusión de las absorciones de carbono por los llamados sumideros biológicos en la contabilidad del balance de emisiones nacionales.

Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto se han convertido en un elemento clave para facilitar la transición hacia un modelo de crecimiento económico a escala global

menos dependiente de los combustibles fósiles, mediante la creación de un mercado de carbono mundial y el establecimiento, como consecuencia de ello, de un precio vinculado a sus emisiones. En particular, el denominado Mecanismo de Desarrollo Limpio se ha revelado como un instrumento eficaz para incentivar la transferencia de tecnología limpia a los países en vías de desarrollo y propiciar que su crecimiento económico vaya ajustándose a una senda de moderación en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.

Pero, además, el Protocolo de Kioto y sus mecanismos de flexibilidad han inducido e inspirado la creación de un mercado de derechos de emisión de ámbito comunitario. Efectivamente, la Unión Europea puso en marcha el 1 de enero de 2005 el mercado de CO₂ más ambicioso hasta la fecha (Directiva 2003/87/CE). Este mercado cubre las emisiones de CO₂ de más de 10.000 instalaciones en los 27 Estados miembros, (en total más de 2.000 millones de toneladas); aproximadamente, el 45% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la Unión. A su vez, el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión, junto con el mecanismo de desarrollo limpio del Protocolo de Kioto y otros instrumentos con menor impacto están actuando como motor de un mercado global de carbono. La importancia de este mercado radica en que pone precio a la emisión de CO₂, de forma que se crea un incentivo económico para evitar o reducir las emisiones allí donde sea económicamente más eficiente. A fecha de hoy, el precio de la tonelada de CO₂ (período 2008-2012) en el mercado comunitario se sitúa en torno a 20 euros.

El Protocolo de Kioto supone, sin lugar a dudas, un paso muy positivo en la lucha contra el cambio climático. Sin embargo, es inevitable plantearse si el Protocolo es un instrumento suficiente para que se alcance el objetivo último del Convenio y, en definitiva, para que se afronte con éxito el reto del cambio climático. La primera duda surge con la consideración del calendario de negociación y aplicación, que ha sido extremadamente prolongado. ¿Tenemos tanto tiempo? Por otro lado, aparecen limitaciones del Protocolo, referidas tanto

a la falta de participación de dos grandes países industrializados: Australia y Estados Unidos, como al hecho de que los compromisos de limitación de las emisiones no afectan a los países en desarrollo, entre los que se encuentran algunos en rápido crecimiento económico y energético como son India, China, Sudáfrica, México y Brasil. Por último, no se puede obviar el hecho de que algunos países firmantes del Protocolo estamos todavía lejos de los objetivos de cumplimiento.

La Figura 1.1 muestra la tasa media de crecimiento anual de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los “seis grandes” y en España, a lo largo del período 1990-2003. Destaca el crecimiento de los dos grandes países en desarrollo, pero también el de España, muy por encima del de Estados Unidos, Japón o la Unión Europea. Por otro lado, el caso de Rusia pone de manifiesto el típico colapso económico, y de las emisiones, de los países de la antigua Unión Soviética.

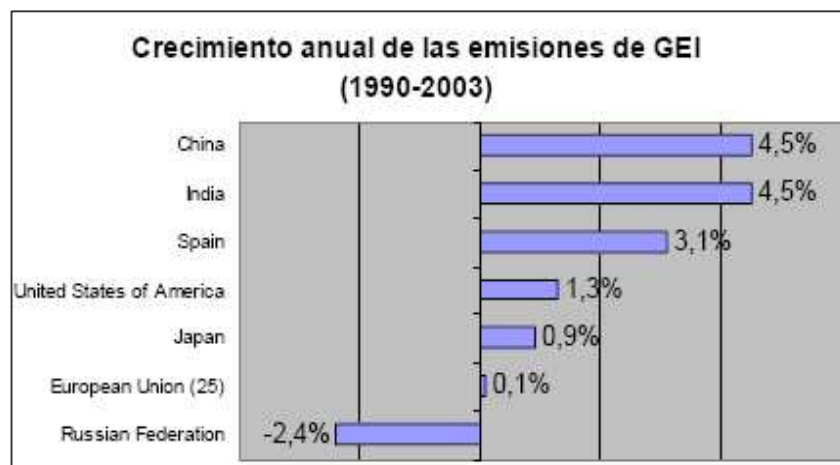


Figura 1.1 - Tasa media anual de crecimiento de las emisiones de GEI en algunos países

La ofensiva contra el cambio climático no ha hecho más que empezar. Las medidas adoptadas hasta ahora no son suficientes para frenarlo en el medio y largo plazo. Se necesitan políticas y cambios mucho más estrictos. Existe un consenso generalizado sobre la necesidad de que, para impedir aumentos de la temperatura global superiores a 2 °C a

finales del siglo XXI, va a ser necesario reducir un 50-85% las emisiones globales de CO₂ equivalente en el año 2050 respecto a las del año 2000. En un mundo con población tendente a alcanzar los 10000 millones de personas, esto supone un objetivo de emisión per capita global, en el largo plazo, de entre 1,5-2,5 toneladas CO₂ equivalente por persona y año. Los datos recogidos en los últimos informes indican claramente que, en la actualidad, la responsabilidad en las emisiones de CO₂ a la atmósfera sigue recayendo mayoritariamente en los ciudadanos de los países ricos, que emiten entre 5 y 10 veces más del valor deseable en el largo plazo. Es, por tanto, evidente que los países ricos, como España, deben profundizar rápidamente en una senda de reducción drástica de las emisiones.

1.1.1.3 Contexto en España

España, en tanto que Parte del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kioto, tiene la obligación de elaborar y presentar anualmente un inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El inventario nacional cubre todas las fuentes de emisión de GEI y recoge también la absorción de CO₂ por parte de los sumideros forestales. Las principales categorías del inventario son: energía, procesos industriales, agricultura, residuos, y actividades forestales.

España tiene el perfil emisor típico de un país industrializado, donde dominan las emisiones procedentes del manejo de la energía, industria (en parte energía) y el transporte (también energía) en cuanto a sectores, y el CO₂ en cuanto a gases. En 2006 el sector energético fue responsable del 78,5% de las emisiones de GEI, presentando un aumento del 60% respecto a las de 1990.

Las emisiones en España muestran una tendencia de crecimiento significativo desde el año 1990, con ligeros descensos puntuales para algunos años como el 1993 y 1996. Esto ha llevado a unas emisiones totales en CO₂ equivalente de 440,7 Mt en 2005, frente a las 289,6 Mt de 1990 (un incremento del 52%).

Antes de abordar las posibles estrategias de mitigación, conviene hacer un análisis del inventario español de emisiones de GEI: ¿por qué las emisiones han crecido tanto desde 1990? (véase la Figura 1.2). El fuerte desarrollo económico, aumento de la población, el incremento de la demanda energética y el crecimiento de la movilidad son factores clave.

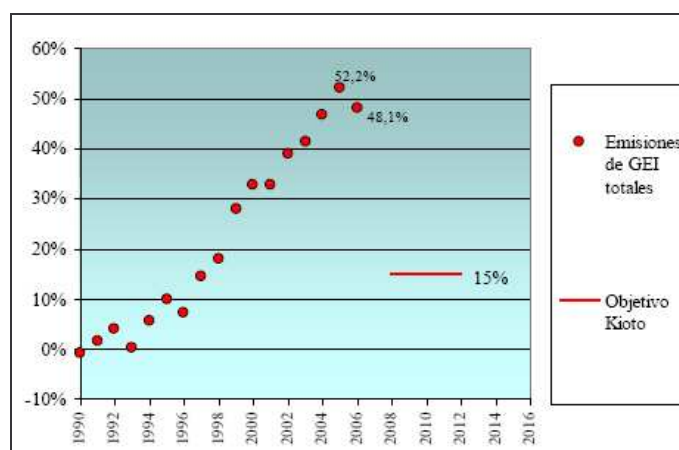


Figura 1.2 - Evolución de las emisiones de GEI en España desde 1990 (2006 dato provisional)

Las emisiones de CO₂ tienen obviamente lugar en el contexto económico general del país, que se ha caracterizado en los últimos años por un elevado crecimiento. Desde 1995 el crecimiento interanual del PIB español se mantiene por encima del de la media de la UE-15 (en el intervalo 2002-2006 los porcentajes han sido: 2,2, 2,5, 2,7, 3,4 y finalmente 3,8% en 2006, mientras que en 2005 y 2006 en la UE fueron 1,7 y 2,9%, respectivamente y en los doce países de la zona euro 1,4 y 2,7%). Mientras que en 1995 el PIB per cápita español estaba 13% por debajo de la media europea, en 2004 la diferencia ha sido solamente de un 2%.

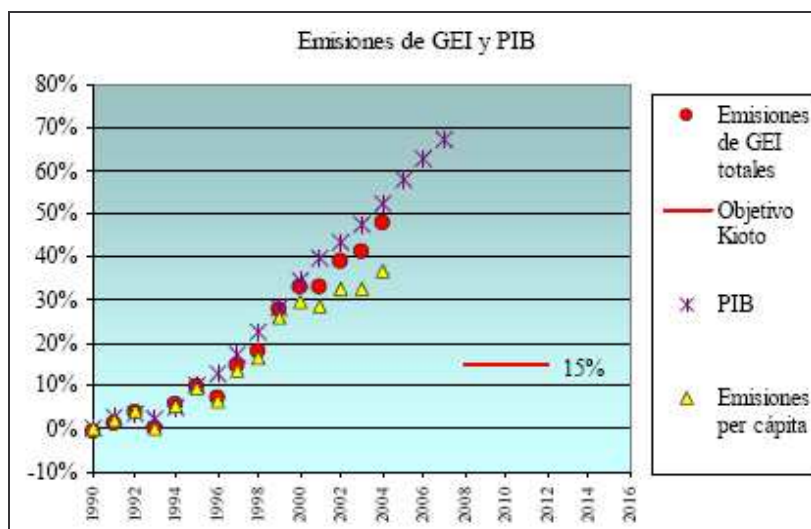


Figura 1.3 - Evolución de las emisiones y el PIB en España

El reto de la lucha contra el cambio climático en España es lograr desacoplar crecimiento económico y emisiones de GEI. Sólo en los últimos años (véase la Figura 1.3) parece observarse un desacoplamiento.

El reciente e intenso fenómeno migratorio en España ha dado lugar a un fuerte incremento de la población, aumentando también ligeramente la tasa de natalidad, aunque con menos de 1,3 hijos por mujer permanece muy por debajo de la media de los países de la UE-15 y UE-25. El crecimiento de la población española en el periodo 1980-2000 fue del 8,3%, es decir, un 0,4% interanual. Sin embargo, en los últimos años (2000-2006) y debido fundamentalmente a la inmigración, este crecimiento ha sido del 10,4%, es decir, un 1,7% interanual. En valores absolutos, la población española ha pasado de 40,5 millones en 2000 a 44,7 millones en 2006.

El número de hogares en España, el 1 de enero de 2006, era de 15.141.000 unidades, lo que supone un incremento del 34% desde 1990. La ocupación media de los hogares españoles en el periodo 1990-2005 se ha reducido en un 15%, desde un valor de 3,4 personas por hogar en 1990 hasta un valor de 2,9 en 2006.

En España, casi el 80% de las emisiones de GEI tienen su origen en transformaciones energéticas intermedias, para producir electricidad o combustibles, o en los usos finales de la energía.

El crecimiento medio anual de la demanda de energía primaria nacional en el periodo 1990-2005 fue del 3,1%, mientras que en la Unión Europea (UE-15) en el mismo periodo la cifra se situó en el 1,1%. En el año 2006 la demanda de energía primaria española disminuyó en valor absoluto (es la primera vez que hay una disminución en 10 años) en un 1% aproximadamente.

El consumo de energía primaria per capita en 2005 en España, 3,2 tep/hab. y año, se encuentra aún por debajo de la media de los países de la OCDE (4,7 tep/hab. y año) y de la media de los países de la UE-25 (3,8 tep/hab. y año). El promedio mundial se sitúa en 1,8 tep/hab y año.

En lo que respecta a las fuentes energéticas con las que se ha suministrado la energía primaria en España, en 2006 el petróleo fue la fuente energética más demandada (48,5%), seguido por el gas natural (20,8%), el carbón (14,4%) y la energía nuclear (10,3%). Las energías renovables se sitúan a continuación con el 5,9% del total.

El precio de los productos energéticos finales es uno de los factores más determinantes de su consumo. En España los precios de los productos energéticos finales -electricidad, productos petrolíferos y gas natural, principalmente- han crecido en la última década en general por debajo del Índice de Precios de Consumo (IPC), por lo que su evolución en términos reales, esto es, descontando el efecto de la inflación, ha sido descendente.

Las tarifas españolas de electricidad para consumidores domésticos se encuentran en el entorno medio-bajo de los precios equivalentes en la UE, mientras que los precios para consumidores industriales están en el entorno de los valores medios europeos. El precio de los combustibles para automoción está entre los más bajos de la UE-15. Con los precios actuales de la energía en España es difícil que los consumidores adopten por sí mismos medidas de ahorro y eficiencia energética.

La movilidad de personas y de mercancías en España se ha multiplicado por más de dos entre 1990 y 2005. Prevalece el transporte por carretera, con el 90% y el 85% de los viajeros-km y de las toneladas-km transportados, respectivamente, en 2005. Esto es consecuencia tanto del aumento de la actividad económica como del modelo de ocupación del territorio y del urbanismo que le sigue. En relación con el número de habitantes, España es el segundo país europeo con mayor densidad de red de autovías y autopistas.

El parque de vehículos se ha multiplicado por cuatro entre 1975 y 2005, siendo actualmente de los más antiguos de Europa: supera en más de un año la antigüedad media del parque europeo.

El modo de transporte que más ha incrementado sus emisiones es el de transporte por carretera, seguido por el transporte marítimo y fluvial. Las emisiones de la aviación presentan una tasa de crecimiento muy elevada en los últimos años. Las debidas al transporte por ferrocarril, en cambio, han disminuido notablemente desde 1990.

La hidraulicidad española es muy variable, lo que introduce un elemento importante de aleatoriedad en las estadísticas energéticas, y en el inventario nacional. La producción eólica total es fuertemente variable en el corto plazo, pero mucho más estable que la hidráulica en periodos anuales.

1.1.2 Energías renovables

Se llama fuente de energía renovable a aquella que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible (en la Tierra) no disminuye a medida que se aprovecha. Para tener un esquema de desarrollo sustentable es indispensable que la mayoría de los recursos, y particularmente la energía, sean del tipo renovable.

La principal fuente de energía renovable es el Sol. El Sol envía a la Tierra únicamente energía radiante, es decir, luz visible, radiación infrarroja y algo de ultravioleta.

Sin embargo, en la atmósfera esta energía proveniente del Sol se convierte en una variedad de efectos, algunos de los cuales tienen importancia como recurso energético, tal es el caso de la energía eólica, la energía de la biomasa, la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas.

1.1.2.1 Energía solar

La energía solar, como recurso energético terrestre, está constituida simplemente por la porción de la luz que emite el Sol y que es interceptada por la Tierra. España es un país con alta incidencia de energía solar en la gran mayoría de su territorio.

1.1.2.1.1 Energía solar directa

Una de las aplicaciones de la energía solar es directamente como luz solar, por ejemplo, para la iluminación de recintos. En este sentido, cualquier ventana es un colector solar. Otra aplicación directa, muy común, es el secado de ropa y algunos productos en procesos de producción con tecnología simple.

1.1.2.1.2 Energía solar térmica

Se denomina térmica a la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. La climatización de viviendas, calefacción, refrigeración, secado, etc., son aplicaciones térmicas.

1.1.2.1.3 Energía solar fotovoltaica

Se llama fotovoltaica a la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin que tenga lugar un efecto térmico.

1.1.2.2 Energía eólica

La energía eólica es la energía que se extrae del viento. Las aplicaciones más comunes son: transporte (veleros), generación eléctrica y bomba de agua.

La energía eólica es derivada de la energía solar, porque una parte de los movimientos de aire atmosférico se debe al calentamiento causado por el Sol (también existe un efecto de la rotación de la Tierra y otro de la atracción gravitacional de la Luna y el Sol).

1.1.2.3 Energía de la biomasa

La forma más antigua de aprovechamiento de la energía solar, inventada por la Naturaleza misma, es la fotosíntesis. Mediante este mecanismo las plantas elaboran su propio alimento (su fuente de energía) y el de otros seres vivos en las cadenas alimenticias.

Pero también mediante fotosíntesis se obtienen otros productos, como la madera, que tienen muchas aplicaciones, además de su valor energético. A partir de la fotosíntesis puede

utilizarse la energía solar para producir sustancias con alto contenido energético (liberable mediante una combustión) como el alcohol y el metano.

1.1.2.4 Diferencia de temperatura oceánica (OTEC)

Se ha propuesto utilizar la diferencia de temperaturas que existe entre la superficie del océano (unos 20 °C o más en zonas tropicales) y la correspondiente a unas decenas de metros debajo de la superficie (cerca a 0 °C), para proporcionar los flujos de calor que impulsen un ciclo termodinámico y puedan producir otras formas de energía.

1.1.2.5 Energía de las olas

También se ha propuesto aprovechar, en ciertos lugares privilegiados, el vaivén de las olas del mar para generar energía eléctrica. Las olas son, a su vez, producidas por el efecto del viento sobre el agua. Por tanto también es una forma derivada de la energía solar.

1.1.2.6 Energía hidráulica

La energía hidráulica es la que se obtiene a partir de caídas de agua, artificiales o naturales. Típicamente se construyen presas en los lugares con una combinación de gasto anual de agua y condiciones orográficas adecuadas. Estrictamente, también ésta es una forma de energía derivada de la energía solar, porque el Sol provee de fuerza impulsora del ciclo hidrológico. Sin embargo, tradicionalmente se ha considerado como una forma de energía aparte.

1.1.2.7 Energía de las mareas

En algunas regiones costeras se dan unas mareas especialmente altas y bajas. En estos lugares se ha propuesto construir grandes represas costeras que permitirían generar energía

eléctrica con grandes volúmenes de agua aunque con pequeñas diferencias de altura. Es como la energía hidráulica, pero su origen es la atracción gravitacional del Sol y principalmente de la Luna, en vez del ciclo hidrológico.

1.1.3 Energía solar térmica

1.1.3.1 Antecedentes

La disponibilidad de energía en el mundo se ha convertido en un problema crucial, dado que la gran mayoría de los países, tanto los en vías de desarrollo como los industrializados, se ven afectados por las crecientes demandas requeridas para satisfacer sus metas económicas y sociales.

A partir de los últimos años, se ha reconocido como inevitable que la oferta de energía debe sufrir una transición desde su actual dependencia de los hidrocarburos hacia aplicaciones energéticas más diversificadas, lo que implica el aprovechamiento de la variedad de fuentes de energía renovables que se disponen.

El Sol es una fuente inagotable de recursos para el hombre. Provee una energía limpia, abundante y disponible en la mayor parte de la superficie terrestre y puede por lo tanto, liberarlo de los problemas ambientales generados por los combustibles convencionales, como el petróleo, y de otras alternativas energéticas, como las centrales nucleares. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos de las últimas décadas, el aprovechamiento de esta opción ha sido insignificante, comparándolo con el consumo global de energía en el mundo.

Los problemas técnicos que se plantean para el aprovechamiento de la energía solar son los siguientes:

- Gran dispersión de la energía solar sobre la superficie de la Tierra.
- Carácter incontrolable y variable en el tiempo de la intensidad de radiación solar.

La radiación solar que recibe una superficie horizontal es del orden de $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ al mediodía, variando según la latitud del lugar, nubosidad, humedad y otros factores, pero su principal problema es su intermitencia. En invierno, que es generalmente, cuando más se necesita, es menor, de modo que en la mayoría de los casos la disponibilidad no coincide con la demanda. Por ello, se requiere el almacenamiento para un tiempo de autonomía determinado y además, en caso de superarse el mismo, contar con el apoyo de sistemas de respaldo o fuentes suplementarias de energía.

Por ello, para el aprovechamiento destinado a la aplicación de la energía solar es necesario realizar los siguientes procesos:

- Captación y concentración de la energía solar
- Transformación para su utilización
- Almacenamiento para satisfacer uniformemente la demanda con un tiempo de autonomía establecido
- Disponer de una fuente energética suplementaria disponible si se supera el tiempo de autonomía
- Transporte de la energía almacenada, para su utilización en los puntos de consumo

De esa manera, para lograr una solución técnica que optimice las inversiones a realizar, en cada caso particular es necesario analizar detenidamente cual es el tiempo de autonomía adecuado para la instalación, teniendo en cuenta que cuanto mayor es la capacidad de almacenamiento, menor es el tamaño de las fuentes energéticas de apoyo.

1.1.3.2 Situación en España

España es el cuarto país europeo en el aprovechamiento de la energía solar térmica, por delante de países como Italia, Francia o Gran Bretaña. Con un 6% del total del mercado europeo, nuestro país ha alcanzado la madurez tecnológica y comercial tras más de 20 años de experiencia.

No obstante, el desarrollo de la energía solar en España se ha producido a un ritmo muy desigual a lo largo de las últimas décadas. A finales de la década de los 70 y principios de los 80 se empezaron a dar los primeros pasos en el desarrollo de esta energía. Durante los primeros años, coincidiendo con la crisis energética que se encontraba en su mayor intensidad entonces, se crearon unas expectativas sobre la utilización de la energía solar quizás demasiado sobredimensionadas para las posibilidades reales de aquellos momentos. Al abrigo de las buenas perspectivas del mercado surgieron un gran número de empresas, tanto de fabricación de captadores solares como de instaladores, que no en todos los casos contaban con las suficientes garantías técnicas de calidad y fiabilidad de los equipos para ofrecer este tipo de servicios. Esto provocó que algunas instalaciones no dieran los resultados previstos y, lo que es peor, la sensación de que la energía solar térmica ofrecía baja durabilidad, mal rendimiento y problemas frecuentes para el usuario.

Así, durante el último tramo de este periodo se produjo un estancamiento del mercado y una selección natural tanto de los fabricantes como de los instaladores, que llevó al cese de sus actividades a aquellos que no estaban lo suficientemente preparados para dar servicios de calidad en este mercado.

Posteriormente, en el periodo que va desde 1985 a 1995, los precios energéticos sufrieron un fuerte descenso y la sensación de crisis energética desapareció. Las entidades

relacionadas con las instalaciones solares que continuaban en el mercado se afianzaron y la demanda se estabilizó a un nivel de aproximadamente 10.000 m² por año.

Durante este periodo se produjeron avances significativos en los aspectos de calidad y garantías ofrecidos tanto por los instaladores como por los fabricantes de equipos. También se mejoró notablemente el mantenimiento de las instalaciones. Cabe mencionar la aparición de nuevos conceptos, como la "garantía de resultados solares", por el que al usuario se le aseguraba la producción de una cantidad de energía con un sistema solar que, de no alcanzarse, se compensaba pagándole la diferencia entre la energía garantizada y la energía realmente producida por su instalación. Otra novedad fue la introducida en el *Programa Prosol* de la Junta de Andalucía, consistente en el "pago a plazos" de la inversión. Hoy en día este tipo de facilidades en la financiación se han extendido al resto del territorio español, a la vez que se han puesto en marcha otros mecanismos para favorecer la instalación de captadores solares mediante subvenciones directas.

En esta última década, la aportación de energía solar térmica ha aumentado considerablemente en nuestro país, sobre todo, gracias a las ayudas públicas (línea ICO-IDAE, CC.AA., y ordenanzas municipales), a la madurez del mercado en todos los sentidos, y a las grandes posibilidades que ofrece esta tecnología en un país con tantas horas de sol al año como España. De los 10.000 m² nuevos que se instalaban cada año en la década de los 90, hemos pasado a crecimientos medios por encima de los 60.000 m² en los primeros años de 2000, hasta llegar a los 90.000 en el año 2005.

Con todo, nuestro país aún se encuentra lejos de los objetivos nacionales fijados en el Plan de Energías Renovables (PER), que plantea alcanzar una superficie instalada de 4,9 millones de metros cuadrados para el año 2010 (véase la Figura 1.4). Para ello, la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), que obliga a instalar un aporte de

energía solar para agua caliente en todas las viviendas de nueva construcción, junto a las medidas ya puestas en marcha con anterioridad, darán un impulso definitivo a un mercado con excelentes perspectivas a medio y largo plazo.

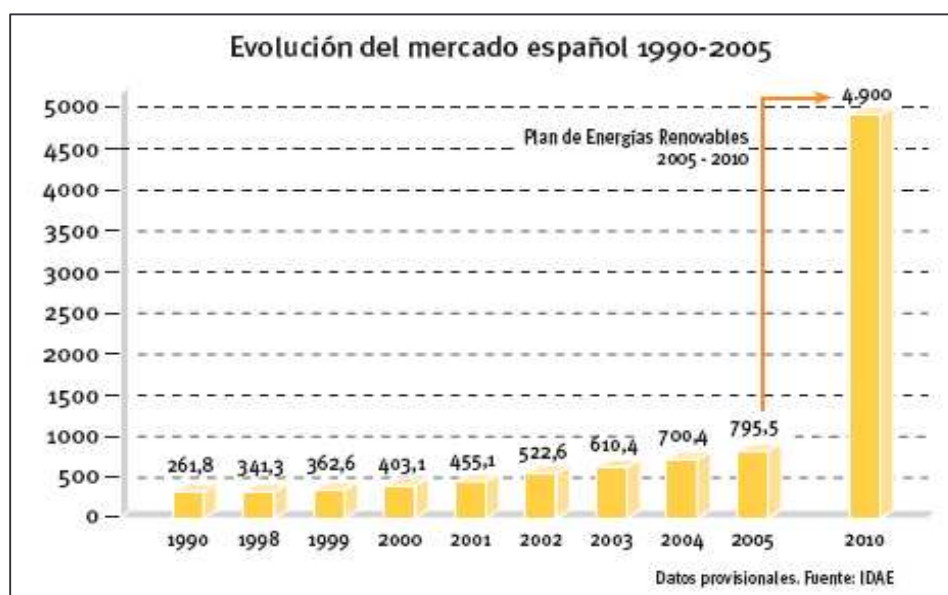


Figura 1.4 - Evolución del mercado español en superficie instalada expresada en miles de m²

En la actualidad, el principal cliente de energía solar en España es el usuario particular que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria. En segundo lugar se encuentran los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas.

En cuanto al reparto del mercado por zonas geográficas (véase la Figura 1.5), las comunidades autónomas con mayor superficie instalada son aquellas que cuentan con un clima más favorable para el aprovechamiento de la energía solar térmica. En este sentido destacan por sus cuotas de participación en el mercado Andalucía, Cataluña, Canarias, Baleares, la Comunidad Valenciana y Madrid, según orden de importancia. También se observa una mayor concentración de instalaciones solares en zonas turísticas o de alto nivel de renta.

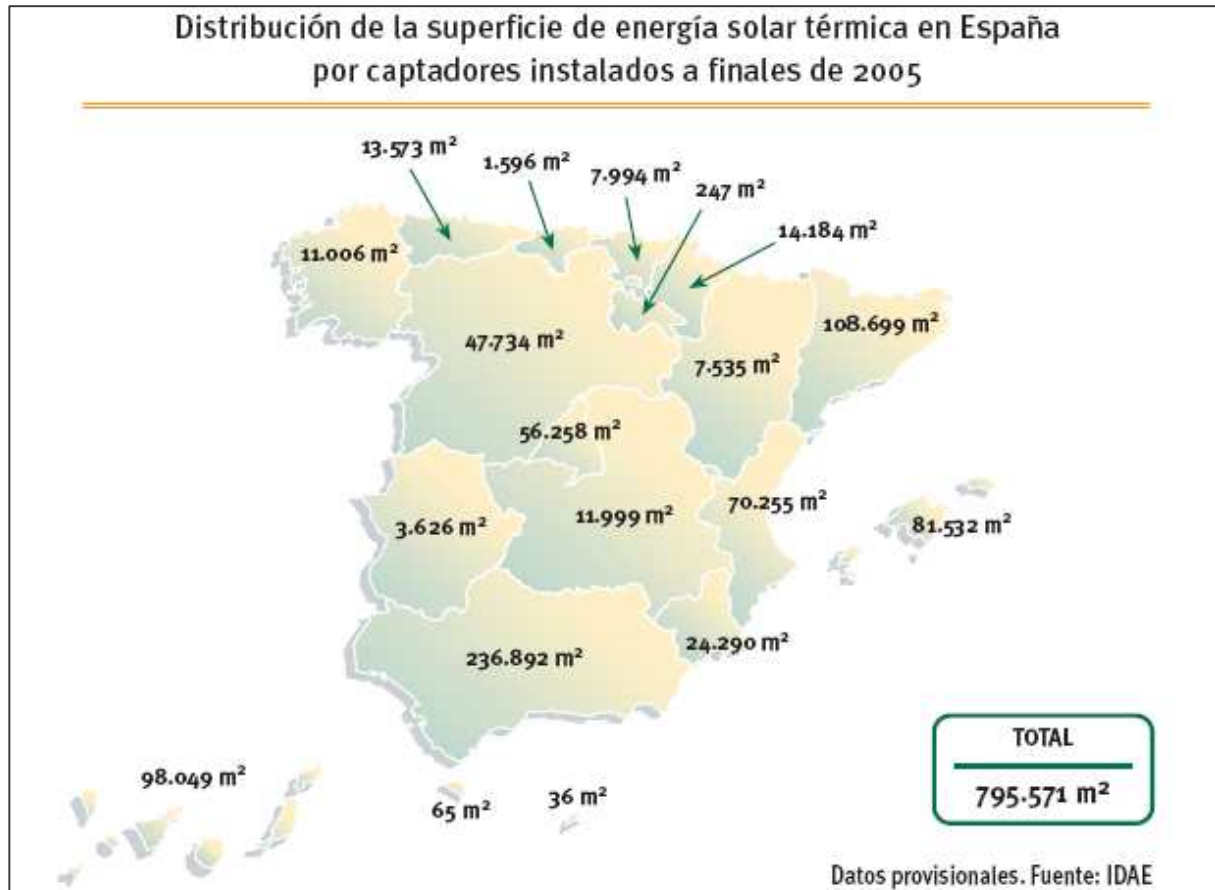


Figura 1.5 - Distribución de la superficie de energía solar térmica en España por captadores instalados a finales de 2005

1.1.4 Refrigeración por absorción

Las primeras aplicaciones industriales de los principios termodinámicos de la absorción de un vapor por un líquido, con el fin de conseguir la refrigeración de otro líquido, datan de los primeros años 30. La comercialización a mayor escala de plantas frigoríficas de absorción con ciclo amoníaco-agua comienzan en los 40 y la puesta en el mercado de las primeras plantas con ciclo agua-bromuro de litio tiene lugar a principio de los 50.

Los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el bromuro de litio, para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente.

1.1.4.1 Fundamentos físicos

A partir de este principio es posible concebir una máquina en la que se produce una evaporación con la consiguiente absorción de calor, que permite el enfriamiento de un fluido secundario en el intercambiador de calor que actúa como evaporador, para acto seguido recuperar el vapor producido disolviendo una solución salina o incorporándolo a una masa líquida. El resto de componentes e intercambiadores de calor que configuran una planta frigorífica de absorción, se utilizan para transportar el vapor absorbido y regenerar el líquido correspondiente para que la evaporación se produzca de una manera continua.

En los ciclos de absorción hablamos siempre de agente absorbente, designando así a la sustancia que absorbe los vapores, y de agente refrigerante, o agente frigorífico, a la sustancia que se evapora y da lugar a una producción frigorífica aprovechable. Serían absorbentes el agua y la solución de bromuro de litio, y refrigerantes el amoníaco y el agua destilada, en los ciclos de absorción agua-amoniaco y bromuro de litio-agua, respectivamente.

Para conseguir una mejor comprensión del funcionamiento de un ciclo de absorción, haremos una comparación entre éste y un ciclo de refrigeración por compresión mecánica, de uso más extendido y, por tanto más conocido a todos los niveles técnicos.

En un ciclo de compresión mecánica (véase Figura 1.6), los vapores del agente frigorígeno (como debe ser denominado) que se producen en el evaporador de la máquina dando lugar a la producción frigorífica, son aspirados por un compresor que ejerce las funciones de

transportar el fluido y de elevar su nivel de entalpía. El vapor comprimido a alta presión y con un elevado nivel térmico se entrega a un intercambiador de calor, el condensador, para que ceda su energía a otro fluido, que no es utilizable para la producción frigorífica, y cambie de estado, pasando a ser líquido a alta presión y temperatura, y por lo tanto tampoco utilizable para la producción frigorífica. Este líquido relativamente caliente se fuerza a pasar a través de un dispositivo en el que deja parte de la energía que contiene, por fricción mecánica fundamentalmente, y a partir del cual entra en una zona del circuito frigorífico en la que la presión se mantiene sensiblemente mas baja, debido a que el compresor está aspirando de ella, que la presión de saturación que correspondería en el equilibrio a la temperatura a la que se encuentra el agente frigorígeno en estado líquido. Este desequilibrio entre las presiones y temperaturas de saturación y las reales a las que el refrigerante se encuentra, origina la evaporación parcial del líquido, que toma el calor latente de cambio de estado de la masa del propio líquido, enfriándola hasta la temperatura de saturación que corresponde a la presión a la que se encuentra, punto en el que la evaporación se interrumpe. El refrigerante en estado líquido a baja temperatura entra en el evaporador, donde se evaporará, cerrando así el ciclo frigorífico.

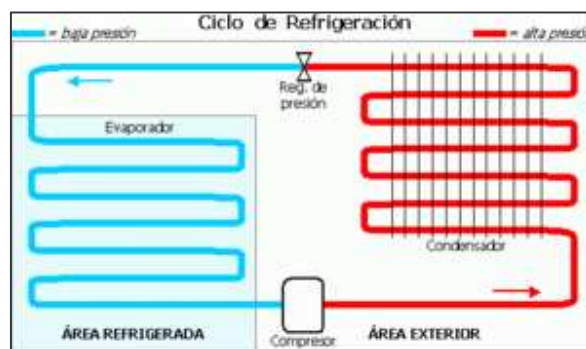
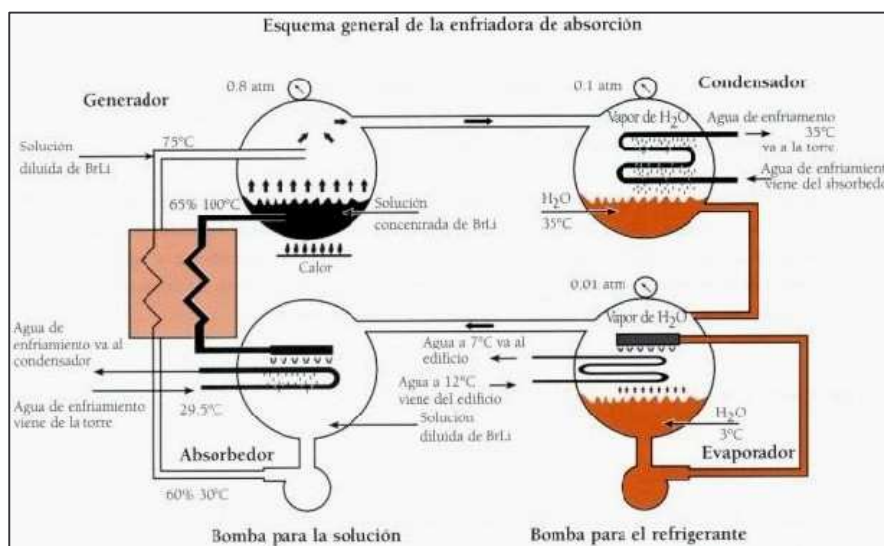


Figura 1.6 – Ciclo de refrigeración por compresión mecánica

En la máquina de absorción se produce un proceso similar (véase Figura 1.7): el refrigerante, agua o amoníaco, se evapora en el evaporador tomando el calor de cambio de estado del fluido que circula por el interior del haz tubular de este intercambiador. Los

vapores producidos se absorben por el absorbente, agua o solución de bromuro de litio, en un proceso de disolución endotérmico que requiere de refrigeración externa para que la solución se mantenga en condiciones de temperatura correctas y no aumente la presión en la cámara en la que se produce la absorción y que se denomina absorbedor. En este circuito de refrigeración externa se utilizan normalmente torres de refrigeración de agua de tipo abierto o cerrado. El agua enfriada en la torre se hace circular a través del interior del haz tubular de otro intercambiador que se encuentra situado en el interior de la cámara del absorbedor y sobre el que se rocía el absorbente para facilitar el proceso de la absorción. La masa de absorbente conteniendo el refrigerante absorbido se transporta, mediante bombeo, hasta otro intercambiador de calor cuya función es separar el refrigerante del absorbente, por destilación del primero. Este intercambiador de calor se denomina concentrador o generador y es de tipo inundado. Por su haz tubular se hace circular el fluido caliente, normalmente agua o vapor de agua, que constituye la fuente principal de energía para el funcionamiento del ciclo de absorción, y que procede como efluente de cualquier tipo de proceso en el que se genere calor residual o de sistemas de energía solar térmica.



En el concentrador se produce la ebullición del fluido refrigerante, que se separa del absorbente y que como consecuencia aumenta su concentración, en el caso de solución salina, o su pureza cuando se trata de agua, para que pueda ser utilizado de nuevo en el proceso de absorción. El flujo de absorbente vuelve al absorbedor siguiendo un camino más o menos diferente según cada tipo de máquina, mientras que el flujo de vapores del refrigerante destilado en el concentrador pasa, por simple diferencia de presión, a otro intercambiador de calor por el interior de cuyo haz tubular circula agua procedente también de la torre de refrigeración, y que se denomina condensador porque alrededor de su haz tubular se produce la condensación de los vapores del agente frigorífico para volver al estado líquido.

El líquido obtenido en el condensador se canaliza hacia la cámara de evaporador, por gravedad y por diferencia de presión, ya que esta se encuentra a una presión inferior a la de la cámara del condensador. Cuando el líquido llega a la cámara del evaporador sufre un fenómeno idéntico al comentado en la descripción hecha del ciclo de compresión mecánica, y se evapora parcialmente, llevando la temperatura de la masa del líquido a la temperatura de saturación que corresponde a la presión en la que la cámara del evaporador se encuentra. De esta forma, el líquido frío está en condiciones de tomar calor del fluido que circula por el interior del haz tubular del evaporador, hasta evaporarse, cerrando así su ciclo. Si comparamos ambos ciclos, comprenderemos que en el de absorción los intercambiadores de calor del absorbedor y del condensador, junto con la bomba o bombas que hacen la función de transporte del absorbente, equivalen a su trabajo al compresor del ciclo de compresión mecánica. Mientras que en el evaporador, condensador y dispositivo de expansión de las máquinas de absorción se desarrollan procesos similares, por no decir idénticos, a los que tienen lugar en sus homónimos del ciclo de compresión mecánica. Sería válido referirse al concentrador y condensador de la máquina de absorción como sector de

alta presión, y al absorbedor y evaporador como sector de baja presión, siguiendo la similitud con el ciclo de compresión mecánica.

1.1.4.2 Interés energético

En todo proceso de definición de las posibles soluciones a un determinado problema de aprovechamiento energético, los considerandos que más fuertemente influyen en la decisión de los proyectistas y de las propiedades son de índole económica, fundamentalmente, aunque hoy en día las consideraciones de impacto ambiental tienen también una importancia prioritaria.

Las relaciones entre el coste de la inversión inicial requerida y el beneficio esperado y entre los costes y resultados de explotación previstos, en resumidas cuentas el *cash flow* del proyecto, son determinantes en la elección de la solución idónea.

A partir de estas premisas, es preciso analizar en detalle todas las posibles soluciones teniendo en consideración no solo el coste de los equipos a instalar, sino también el coste de las energías a consumir, con una proyección de futuro sobre la evolución que, previsiblemente, puedan experimentar estos últimos durante el periodo que se establezca como plazo de amortización de la instalación a realizar. Este criterio, normalmente, reduce de forma drástica el abanico de posibles opciones.

El coste inicial de una planta frigorífica de absorción resulta, en la mayoría de los casos, superior al de un equipo de compresión mecánica de la misma capacidad. La razón para esta diferencia está en la muy superior cantidad de materiales metálicos que son necesarios para la fabricación de los intercambiadores de calor, en equipos que se basan en procesos termodinámicos sin prácticamente aportación del equivalente térmico del trabajo mecánico.

Sin embargo, cuando se analizan los costes de explotación a partir del valor de las energías consumibles, la balanza puede desplazarse a favor de los equipos de absorción, si se dan las condiciones de partida necesarias.

1.1.4.2.1 Coefficient of Performance (C.O.P.)

El concepto de COP (Coefficient Of Performance) en refrigeración, es sinónimo de Eficiencia Energética en el evaporador. COP se define “oficialmente” como: “La cantidad de refrigeración obtenida de una máquina dividida entre la cantidad de energía que se requiere aportar para conseguir esta refrigeración (ASHRAE)”. En este cómputo no se incluyen los consumos auxiliares de energía eléctrica necesarios para el funcionamiento de bombas y ventiladores.

Los COPs esperables de los ciclos de absorción son también muy bajos comparados con los de los ciclos de compresión mecánica. En máquinas de absorción de una etapa, con bromuro de litio, no se superan COPs de 0,7, en máquinas de doble etapa se alcanzan valores que pueden ser hasta 1,5 veces a los esperables en una etapa, es decir de hasta 1,2, esto significa que las máquinas de doble etapa aprovechan mejor la energía que las de etapa simple. En ciclos de baja temperatura amoníaco/agua se consiguen valores de COP de 0,5 y pueden alcanzarse máximos de 0,8.

Por el contrario en equipos de compresión mecánica de gran cantidad, con compresores centrífugos y de tornillo, se consiguen en la actualidad rendimientos frigoríficos entre 4,5 y 5,5 kW/kW (COPs en el evaporador de 4,5 a 5,5). A igualdad de costes de las energías consumibles, estas diferencias tan espectaculares habrían convertido a las máquinas de absorción, hace mucho tiempo, en piezas de museo o “curiosidades tecnológicas”.

¿Cuál puede ser, entonces, la razón para que los ciclos de absorción sigan teniendo actualmente una aplicación práctica? La respuesta es bastante sencilla: el coste de producir el trabajo mecánico necesario para obtener un kW de refrigeración por ciclo de compresión mecánica de vapor es, normalmente, superior al coste necesario para recuperar la cantidad de calor a aplicar para obtener el mismo kW en un ciclo de absorción. El coste de la energía básica es el único factor que determina la posible competitividad de los sistemas de absorción frente a los de compresión mecánica.

Por ejemplo: si comparamos un sistema de refrigeración por compresión con un COP esperable de 5,5, y un sistema de absorción de doble etapa con un COP de 1, en una aplicación en la que se dispone de una fuente de calor recuperable cuyo coste por kW recuperado es de 1 unidad mientras que el coste de la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar las máquinas de compresión es de 6 unidades, será evidente el interés de utilizar el sistema de absorción, simplemente a partir de los costes de las energías, sin tener en consideración otras posibles ventajas. Este es un análisis demasiado simplificado, ya que no se han tenido en consideración los costes energéticos que implica el funcionamiento de las torres de recuperación, las bombas de agua de torre, ni las bombas de agua fría. Un estudio más completo nos llevaría a la conclusión de que, teniendo en cuenta todos los consumos de todo tipo de energías en una aplicación dada, el coste de la energía eléctrica debería ser de 8 a 9 veces superior al de la energía térmica recuperada por hacer que la opción por absorción fuera competitiva con la de compresión mecánica.

Lo que es evidente es que siempre que exista la posibilidad de utilizar energías térmicas desechables, gratuitas, o de muy bajo coste, procedentes de energías renovables, o efluentes de procesos industriales o de sistemas de cogeneración, la aplicación de sistemas de absorción para la producción frigorífica será competitiva e interesante.

También es preciso citar que aún existen lugares en los que la disponibilidad de energía eléctrica para grandes potencias no está garantizada, o bien implica un coste muy elevado, y sin embargo existen combustibles fósiles accesibles, gas natural por ejemplo, a un precio aceptable. Esta es otra posibilidad de aplicación de los sistemas de absorción, utilizando en estos casos máquinas con combustión directa que consumen un combustible líquido o gaseoso directamente para la producción de calor y frío de forma simultánea o alternativa, con COPs que pueden alcanzar valores de 1,5.

Así mismo puede resultar interesante la aplicación de sistemas híbridos, que se basan en la instalación de máquinas de absorción en serie, o en paralelo, con máquinas de compresión mecánica sobre el mismo circuito de agua enfriada. En estos sistemas, las máquinas de compresión se utilizan para hacer frente a las cargas térmicas básicas, o en horas valle, mientras que las máquinas de absorción se utilizan exclusivamente en horas punta o para combatir las demandas punta. Esto permite dimensionar las máquinas que consumen energía mas cara para condiciones de menor carga, lo que repercute favorablemente en los costes de explotación de la instalación.

1.1.4.2.2 Reducción de consumos primarios

De todo lo comentado hasta ahora puede extraerse otra conclusión importante; teniendo en cuenta que los sistemas de absorción son tanto más interesantes, económicamente hablando, cuanto más barata es la energía térmica disponible para el accionamiento de las máquinas, está claro que este tipo de equipos son especialmente útiles para recuperar calor de deshecho, y esta particularidad permite enfocar el problema de aprovechamiento energético desde otro punto de vista.

Los sistemas de absorción no solo hacen posible la utilización de energías térmicas que serian evacuadas a la atmósfera de no utilizarse estos sistemas para su recuperación y

aprovechamiento, sino que además, al mismo tiempo, evitan el consumo de energías más caras, fósiles o eléctricas, para su utilización en la producción frigorífica. Es decir, de alguna manera, dan lugar a un doble ahorro de energía; uno por la recuperación de energías desechables y otro por la reducción de consumos primarios en la producción de energía eléctrica.

1.1.4.2.3 Aprovechamientos alternativos

Por último no queremos dejar de comentar las posibilidades de los equipos de absorción para ser utilizados para la refrigeración y climatización en aplicaciones en las que se dispone de fuentes alternativas de energía. Energías no convencionales como la geotérmica, la biomasa y la solar térmica pueden ser empleadas como fuente de aporte energético a los concentradores de plantas de absorción de simple efecto, para valores de temperatura de agua comprendidos entre 80 y 130 °C, bien es verdad que con COPs bastante bajos, alrededor de 0,5, pero con la ventaja que supone la independencia de fuentes convencionales de energía y, sobre todo, el ahorro de combustibles fósiles y la reducción del impacto ambiental que su uso lleva aparejado.

1.2 Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo especificar las condiciones técnicas de una instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de diez viviendas adosadas situadas en el municipio de Fraga, en la provincia de Huesca.

El interés y preocupación por el medio ambiente, junto con el ahorro de energía han sido factores determinantes a la hora de decantarse por una instalación de refrigeración solar en detrimento de una instalación convencional.

1.3 Alcance

El alcance del proyecto incluye el diseño de la instalación necesaria para el buen funcionamiento del sistema de refrigeración.

La red de distribución de agua así como la instalación eléctrica no se diseñaran en este proyecto ya que no son objeto del mismo.

No está dentro del alcance de este proyecto los trabajos de ejecución ni la dirección de las obras, ya que se está realizando el diseño de una instalación, y no una implantación.

1.4 Antecedentes

El promotor de la obra de la urbanización situada en Avda. Aragón s/n en el término municipal de Fraga, en la provincia de Huesca, tiene la intención de llevar a cabo la instalación de refrigeración para todas las dependencias de cada una de las viviendas de la urbanización.

La ejecución física de la obra se realizará al mismo tiempo que la instalación de ACS y calefacción.

Las viviendas unifamiliares constan de tres plantas y un subterráneo, además de una zona individual privada interior.

1.5 Normas y referencias

La instalación cumple las normas y reglamentos que se describen a continuación y la reglamentación vigente durante la realización de las obras.

1.5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- *UNE 157001:2002 Criterios generales para la elaboración de proyectos, y las correspondientes normas de consulta interiores.*
- *Normas UNE-EN ISO de dibujo técnico.*
- *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).*
- *Normas UNE referentes al cálculo de instalaciones de refrigeración.*
- *Normas UNE y UNESCO referentes a los materiales y dispositivos utilizados.*
- *Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HE Ahorro de Energía.*

1.5.2 Bibliografía

1.5.2.1 Libros de texto

- **Cabeza, Lluïsa F.**, *Producció de l'energia tèrmica*. Ed. Paperkite.
- **Cabeza, Lluïsa F. y Medrano, Marc**, *Sistemes de fred i climatització*. Ed. Paperkite.
- **Cabeza, Lluïsa F. y Medrano, Marc**, *Gestió de sistemes energètics*. Ed. Paperkite.
- **Agüera Soriano, José**, *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. AMV Ediciones.
- **Franco Lijó, Juan Manuel**, *Manual de refrigeración*. Ed. Reverté.

- **Carrier Air Conditioning Company**, *Manual de aire acondicionado*. Marcombo Boixareu Editores.
- **Fernández Salgado, José M^a**, *Guía completa de la energía solar térmica*. A. Madrid Vicente Ediciones.

1.5.2.2 Páginas web

Las páginas web utilizadas en la confección del presente proyecto son las siguientes:

- | | |
|--|--|
| ○ www.soloingenieria.net | ○ www.baeza-sa.com |
| ○ www.soloarquitectura.com | ○ www.isover.net |
| ○ www.goolzoom.com | ○ www.idae.es |
| ○ infomet.am.ub.es/clima/fraga/ | ○ www.ibersolar.com |
| ○ www.solarweb.net | ○ www.inygen.com |
| ○ www.italcaseperu.com | ○ www.rocayork.com |
| ○ www.lapesa.es | ○ www.adisa.es |
| ○ www.salvadorescoda.com | ○ www.grundfos.es |
| ○ www.ewk.eu | ○ www.uponor.es |
| ○ www.temperclima.es | ○ www.energuia.com |

1.5.2.3 Programas utilizados

- *Microsoft Office Word*
- *Microsoft Office Excel*
- *AutoCad 2005*
- *DpClima*
- *Adisa IT5 +*

1.6 Definiciones y abreviaciones

1.6.1 Definiciones

Para facilitar la consulta, el apartado de definiciones se ha dividido entre los diferentes apartados de los anejos.

1.6.1.1 Definiciones en el cumplimiento de la limitación de demanda energética

U	$[W/m^2 \cdot K]$	Transmitancia térmica
R	$[m^2 \cdot K/W]$	Resistencia térmica
e	$[m]$	Espesor de una capa
λ	$[W/m \cdot K]$	Conductividad térmica
B'	$[m]$	Longitud característica
A	$[m^2]$	Área
z	$[m]$	Profundidad
FM	-	Fracción de marco
F	-	Factor solar modificado
α	$[^\circ]$	Ángulo orientación del cerramiento
f_{Rsi}	-	Factor de temperatura de la superficie interior
θ	$[^\circ C]$	Temperatura
P	$[Pa]$	Presión de vapor del aire
ϕ	-	Humedad relativa
S_{dn}	$[m]$	Espesor de aire equivalente de la capa n de un cerramiento
μ	-	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

Tabla 1.1 - Definiciones en el cumplimiento de la limitación de demanda energética

1.6.1.2 Definiciones en el cálculo de cargas térmicas

OMA	$[^\circ C]$	Media de la diferencia entre la media de temperaturas máximas y la media de temperaturas mínimas mensuales de los meses de verano
OMD	$[^\circ C]$	Diferencia entre la máxima de máximas y la mínima de mínimas

Tabla 1.2 - Definiciones en el cálculo de cargas térmicas

1.6.1.3 Definiciones en el cálculo de las pérdidas de carga

H_c	[m.c.a.]	Pérdidas de carga continuas
L	[m]	Longitud de tubería
g	[m/s ²]	Aceleración de la gravedad
f	-	Coefficiente de fricción en tuberías
v	[m/s]	Velocidad media del fluido en la tubería
d	[m]	Diámetro interior de la tubería
Q	[m ³ /s]	Caudal volumétrico de fluido
Re	-	Número de Reynolds
ν	[kg/m·s]	Viscosidad cinemática del fluido
μ	[m ² /s]	Viscosidad dinámica del fluido
ρ	[kg/m ³]	Densidad del fluido
\dot{m}	[kg/s]	Caudal másico de fluido
k	[m]	Altura de rugosidad
H_s	[m.c.a.]	Pérdidas de carga singulares
L_e	[m]	Longitud equivalente asociada al accesorio
N°	-	Número de singularidades en el tramo de tubería
H_{total}	[m.c.a.]	Pérdida de carga total

Tabla 1.3 - Definiciones en el cálculo de las pérdidas de carga

1.6.1.4 Definiciones en el cálculo del aislamiento de las tuberías

d	[mm]	Espesor mínimo de aislamiento
D	[mm]	Diámetro interior del material aislante
λ	[W/m·K]	Conductividad térmica del material aislante
λ_{ref}	[W/m·K]	Conductividad térmica de referencia
d_{ref}	[mm]	Espesor mínimo de aislamiento de referencia

Tabla 1.4 - Definiciones en el cálculo del aislamiento de las tuberías

1.6.1.5 Definiciones en el procedimiento de selección de la torre de refrigeración

T_e	[°C]	Temperatura del agua a la entrada de la torre de refrigeración
T_s	[°C]	Temperatura del agua a la salida de la torre de refrigeración
Q	[m ³ /h]	Caudal de agua circulante por la torre de refrigeración
$T_{b,h}$	[°C]	Temperatura de bulbo húmedo del aire
$T_{b,s}$	[°C]	Temperatura de bulbo seco del aire
ΔT	[°C]	Salto térmico, diferencia de temperatura del agua entre la entrada y la salida
A	[°C]	Acercamiento, diferencia entre la temperatura de salida del agua y la de bulbo húmedo del aire
K	-	Factor de funcionamiento de la torre de refrigeración
S	-	Índice de selección de la torre de refrigeración

Tabla 1.5 - Definiciones en el procedimiento de selección de la torre de refrigeración

1.6.1.6 Definiciones en el cálculo de la radiación solar incidente

ϕ	[°]	Latitud del emplazamiento
γ_s	[°]	Azimut de los captadores
β	[°]	Inclinación de los captadores
ρ	[°]	Reflexión del sol
n	-	Día característico de cada mes
δ	[°]	Declinación solar
ω_{sp}	[°]	Ángulo horario correspondiente a la puesta de sol
\bar{H}_T	[kJ/m ² · día]	Media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada
\bar{H}	[kJ/m ² · día]	Media mensual de radiación diaria sobre una superficie horizontal
\bar{H}_d	[kJ/m ² · día]	Media mensual de radiación difusa diaria en superficie horizontal
\bar{R}_b	-	Cociente entre la media mensual de radiación directa sobre una superficie inclinada y una superficie horizontal para cada mes
\bar{K}_T	-	Índice de nubosidad
ω'_{sp}	[°]	Ángulo horario correspondiente a la puesta de sol para una superficie inclinada

Tabla 1.6 - Definiciones en el cálculo de la radiación solar incidente

1.6.2 Abreviaturas

ASHRAE: *American Association of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

COP: *Coefficient Of Performance*, Coeficiente de Rendimiento.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

HE: Ahorro de Energía.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

IPC: Índice de Precios al Consumidor.

IT: Instrucción Técnica.

LCD: *Liquid Crystal Display*, Pantalla de Cristal Líquido.

OTEC: *Ocean Thermal Energy Conversion*.

PER: Plan de Energías Renovables.

PIB: Producto Interior Bruto.

PVC: Policloruro de Vinilo.

RITE: Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.

TEP: Tonelada Equivalente de Petróleo.

UTA: Unidad de Tratamiento de Aire

1.7 Requisitos de diseño

El proyecto a realizar pretende diseñar una instalación de refrigeración centralizada para un conjunto de viviendas adosadas en el municipio de Fraga mediante una instalación de energía solar térmica que abastece a una máquina de refrigeración por absorción.

1.7.1 Requisitos generales del proyecto

Las viviendas precisan de un sistema de refrigeración para todas las dependencias de las mismas que garantice el confort de sus ocupantes especialmente durante los meses de mayo a septiembre.

Cada vivienda posee cuatro dormitorios, por lo que le corresponden seis ocupantes, según el apartado 3.1.1 del HE 4 del CTE. Se considera que sus ocupantes habitarán de manera continuada durante todo el verano.

La instalación cumplirá con las leyes y normas vigentes.

1.7.2 Descripción arquitectónica de la vivienda

Las viviendas están formadas por planta baja rasante de semisótano con garaje y espacio diáfano conocido como instalaciones, y plantas sobre rasante con planta baja, planta primera y planta bajocubierta.

Cada vivienda se organiza estructural y funcionalmente con escalera interior de acceso a plantas y rampa de garaje para vehículos de acceso individual a las diez viviendas, con fachada principal a Avda. Aragón y fachada posterior a la zona de urbanización privada individual del complejo (véase plano 2).

1.7.2.1 Planta semisótano

Se ha proyectado una planta bajo la rasante, es la planta semisótano (véase plano 3).

Todas las viviendas tienen acceso independiente directo a la planta bajo rasante a través de escalera.

En dicha planta se organizan hasta dos plazas de garaje y zona diáfana conocida por instalaciones.

1.7.2.2 Planta baja

Tiene su acceso principal desde la Avda. Aragón y en ella se organizan las siguientes dependencias (véase plano 4):

- Recibidor-pasillo
- Salón-comedor
- Cocina
- Baño
- Escaleras interiores
- Terraza de acceso a la zona individual privada interior

1.7.2.3 Planta primera

En ella se organizan las siguientes estancias (véase plano 5):

- Pasillo
- Baño
- Habitación de matrimonio
- Baño interior en habitación de matrimonio
- Habitación doble 1
- Habitación doble 2
- Habitación individual
- Escaleras interiores
- Terraza

1.7.2.4 Planta bajocubierta

En ella se organizan las siguientes estancias (véase plano 6):

- Espacio diáfano
- Escaleras interiores
- Terraza

1.7.3 Descripción de los cerramientos

En este apartado se describen los diferentes cerramientos que forman las viviendas del presente proyecto y que se han tenido en cuenta a la hora de realizar los cálculos posteriores. Los datos sobre los materiales han sido extraídos de la base de datos del programa *DpClima*, de la normativa del CTE y de los fabricantes; éstos se muestran resumidos en las Tablas 1.7 a 1.20.

Los símbolos e , ρ , c_p , λ y μ hacen referencia, respectivamente, al grosor de capa, a la densidad, al calor específico, a la conductividad térmica y al factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Nombre	Muro al exterior				
	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Ladrillo perforado c/vista	120	1600	879	0,76	10
Poliuretano proyectado	50	35	1590	0,024	150
Cámara de aire (sin ventilar)	50	1,2	1005	-	1
Ladrillo simple hueco	70	1200	879	0,49	10
Enlucido de yeso	10	800	879	0,3	6

Tabla 1.7 - Descripción del muro al exterior

Nombre	Cubierta inclinada				
Composición	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Teja + mortero	50	2000	1000	1,4	15
Impermeabilizante	10	1100	1680	0,19	50000
Poliuretano proyectado	50	35	1590	0,024	150
Losa hormigón	210	1000	800	0,25	80
Madera	10	800	879	0,2	20

Tabla 1.8 - Descripción de la cubierta inclinada

Nombre	Cubierta plana				
Composición	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Terrazo + mortero	40	2000	900	3,6	15
Impermeabilizante	10	1100	1680	0,19	50000
Poliuretano proyectado	50	35	1590	0,024	150
Losa hormigón	190	1000	800	0,25	80
Enlucido de yeso	10	800	879	0,3	6

Tabla 1.9 - Descripción de la cubierta plana

Nombre	Suelo al aire				
Composición	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Enlucido de yeso	10	800	879	0,3	6
Losa de hormigón	190	1000	800	0,25	80
Poliuretano proyectado	50	35	1590	0,024	150
Impermeabilizante	10	1100	1680	0,19	50000
Terrazo + mortero	40	2000	900	3,6	15

Tabla 1.10 - Descripción del suelo al aire

Nombre	Suelo al terreno				
Composición	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Hormigón en masa	250	2400	800	1,6	80
Impermeabilizante	10	1100	1680	0,19	50000
Arena	20	1400	795	0,41	-
Pavimento + mortero	50	2000	1000	1,4	15

Tabla 1.11 - Descripción del suelo al terreno

Nombre	Muro al terreno				
Composición	$e(mm)$	$\rho(kg/m^3)$	$c_p(J/kg \cdot ^\circ C)$	$\lambda(W/m \cdot K)$	μ
Impermeabilizante	10	1100	1680	0,19	50000
Hormigón armado	140	1000	800	0,36	80
Poliuretano proyectado	50	35	1590	0,024	150
Cámara aire (sin ventilar)	20	1,2	1005	-	1
Ladrillo simple hueco	70	1200	879	0,49	10
Enlucido de yeso	10	800	879	0,3	6

Tabla 1.12 - Descripción del muro al terreno

Descripción		Ventanas semisótano
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		50 x 150 cm
Superficie total		0,75 m ²
Elementos adicionales		-
Grado de actuación elementos adicionales		-

Tabla 1.13 - Descripción de las ventanas del semisótano

Descripción		Ventanas dormitorios
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		120 x 150 cm
Superficie total		1,8 m ²
Elementos adicionales		Persiana exterior color claro
		Cortina espaciada color claro
Grado de actuación elementos adicionales		50%

Tabla 1.14 - Descripción de las ventanas de los dormitorios

Descripción		Ventana cocina
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		150 x 322 cm
Superficie total		4,83 m ²
Elementos adicionales		Persiana exterior color claro
		Cortina espaciada color claro
Grado de actuación elementos adicionales		50%

Tabla 1.15 - Descripción de la ventana de la cocina

Descripción		Puerta acristalada salón-comedor
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		200 x 300 cm
Superficie total		6 m ²
Elementos adicionales		Persiana exterior color claro
		Cortina espaciada color claro
Grado de actuación elementos adicionales		50%

Tabla 1.16 - Descripción de la puerta acristalada del salón-comedor

Descripción		Puerta acristalada dormitorio 1
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		200 x 149 cm
Superficie total		2,98 m ²
Elementos adicionales		Persiana exterior color claro
		Cortina espaciada color claro
Grado de actuación elementos adicionales		50%

Tabla 1.17 - Descripción de la puerta acristalada del dormitorio 1

Descripción		Puerta acristalada bajocubierta
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	PVC
	Transmitancia	2,2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		200 x 294 cm
Superficie total		5,88 m ²
Elementos adicionales		Persiana exterior color claro
		Cortina espaciada color claro
Grado de actuación elementos adicionales		50%

Tabla 1.18 - Descripción de la puerta acristalada bajocubierta

Descripción		Puerta entrada
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	Madera
	Transmitancia	2 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		200 x 161 cm
Superficie total		3,22 m ²
Elementos adicionales		-
Grado de actuación elementos adicionales		-

Tabla 1.19 - Descripción de la puerta de entrada

Descripción		Puerta semisótano
Parte semitransparente	Tipo	Doble <i>Climalit</i>
	Grosor	4-12-4 mm
	Transmitancia	2,8 W/m ² ·K
Parte maciza	Tipo	Aislamiento R-11
	Transmitancia	0,516 W/m ² ·K
Dimensiones (alto x ancho)		200 x 250 cm
Superficie total		5 m ²
Elementos adicionales		-
Grado de actuación elementos adicionales		-

Tabla 1.20 - Descripción de la puerta del semisótano

1.7.4 Características dimensionales de las dependencias

En la Tabla 1.21 se muestran las características dimensionales de las diferentes dependencias y el uso al que están destinadas.

Dependencia	Superficie (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Uso
Instalaciones	30,48	2,2	67,06	Alojar diversos electrodomésticos
Semisótano-garaje	57,05	2,2	125,51	Estacionar vehículos, almacenar productos y realizar actividades varias
Salón-comedor	37,25	2,5	93,13	Sala de estar y comedor
Cocina	18,68	2,5	46,70	Guisar y preparar las comidas
Recibidor	6,63	2,5	16,58	Distribución hacia las otras dependencias
Baño planta baja	2,23	2,5	5,58	Servicios: váter y lavabo
Dormitorio 1	15,67	2,5	39,18	Habitación de matrimonio
Dormitorio 2	13,15	2,5	32,88	Habitación doble
Dormitorio 3	10,28	2,5	25,70	Habitación simple
Dormitorio 4	9,62	2,5	24,05	Habitación doble
Baño 1	4,80	2,5	12,00	Servicios: váter, lavabo, ducha y bidé
Baño 2	5,32	2,5	13,30	Servicios: váter, lavabo, bañera y bidé
Pasillo	6,23	2,5	15,58	Distribución hacia las otras dependencias
Bajocubierta	42,70	Variable	99,92	Realizar actividades lúdicas

Tabla 1.21 - Características dimensionales de las dependencias

1.7.5 Necesidades frigoríficas

Los datos de la Tabla 1.22 se han extraído de la realización de los cálculos de la potencia de refrigeración necesaria en las viviendas (ver apartado 2.1.2).

Dependencia	Superficie (m ²)	Carga de refrigeración (W)		
		Viviendas centrales	Vivienda Oeste	Vivienda Este
Instalaciones	30,48	764	803	832
Semisótano-garaje	57,05	3211	3369	3380
Salón-comedor	37,25	1659	1679	1701
Cocina	18,68	2787	2827	2850
Recibidor	6,63	249	249	249
Baño planta baja	2,23	205	205	205
Dormitorio 1	15,67	385	484	462
Dormitorio 2	13,15	420	477	491
Dormitorio 3	10,28	623	623	623
Dormitorio 4	9,62	403	403	403
Baño 1	4,80	1304	1317	1325
Baño 2	5,32	1320	1336	1348
Pasillo	6,23	545	545	545
Bajocubierta	42,70	1776	1923	1917
Total	260,09	25060	25411	25667
	10 viviendas	251558		

Tabla 1.22 - Necesidades frigoríficas de las dependencias

1.8 Fichas justificativas del cumplimiento del Documento HE1 del CTE

El cumplimiento de la limitación de demanda energética que exige el CTE en su Documento HE 1 viene detallado en el apartado 2.1.1.

Las fichas justificativas de la opción simplificada se muestran en las Tablas 1.23 a 1.25.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios					
ZONA CLIMÁTICA		E1	Zona de baja carga		<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Z	Muro al exterior	22,24	0,362	8,051	ΣA= 25,63
	Contorno huecos	2,11	2,200	4,642	ΣA·U= 14,549
	Caja persiana	1,28	1,450	1,856	U _{Mm} =ΣA·U/ΣA= 0,568
E	Muro al exterior	106,38	0,362	38,510	ΣA= 108,79
	Pilares fachada	2,41	2,220	5,350	ΣA·U= 43,860 U _{Mm} =ΣA·U/ΣA= 0,403
O	Muro al exterior	106,38	0,362	38,510	ΣA= 108,79
	Pilares fachada	2,41	2,220	5,350	ΣA·U= 43,860 U _{Mm} =ΣA·U/ΣA= 0,403
S	Muro al exterior	36,25	0,362	13,123	ΣA= 41,88
	Contorno huecos	3,39	2,200	7,458	ΣA·U= 23,829
	Caja persiana	2,24	1,450	3,248	U _{Mm} =ΣA·U/ΣA= 0,569
SE					ΣA=
					ΣA·U=
SO					U _{Mm} =ΣA·U/ΣA=
C-TER	Muro al terreno	170,83	0,36	61,499	ΣA= 1081,90
	Suelo al terreno	911,07	0,486	442,780	ΣA·U= 504,28 U _{Tm} =ΣA·U/ΣA= 0,466
SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Suelo al aire		-	0,318	-	ΣA=
					ΣA·U=
					U _{Sm} =ΣA·U/ΣA= 0,318
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Cubierta inclinada		50,35	0,312	15,71	ΣA= 100,26
Cubierta plana		49,91	0,325	16,22	ΣA·U= 31,93
					U _{Cm} =ΣA·U/ΣA= 0,318
Tipos		A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
					ΣA=
					ΣA·F=
					F _{Lm} =ΣA·F/ΣA=

Tabla 1.23 – Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMATICA		<input type="checkbox"/> E1	<input type="checkbox"/> Zona de baja carga	<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga			
HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados		
Z	Puerta semisótano	5,00	0,653	3,265			
	Puerta entrada	3,22	2,338	7,528			
	Ventana cocina	3,78	2,674	10,108			
	Ventana dormitorio 3	1,80	2,620	4,716			
	Puerta acrist. dormitorio 1	2,98	2,644	7,879			
				ΣA=	16,78		
				ΣA·U=	33,496		
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=	1,996		
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
E	Ventana cocina	-	2,632		-		
				ΣA=			
				ΣA·U=			
				ΣA·F=			
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=			2,632
				F _{Hm} =ΣA·F/ΣA=			
O	Ventana cocina	-	2,632		-		
				ΣA=			
				ΣA·U=			
				ΣA·F=			
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=			2,632
				F _{Hm} =ΣA·F/ΣA=			
S	Ventanas semisótano	1,50	2,614		3,921		
	Puerta acrist. salón	6,00	2,698		16,188		
	Ventanas dormitorios 2 y 4	3,60	2,620		9,432		
	Puerta acrist. bajocubierta	5,88	2,668		15,688		
				ΣA=			16,98
				ΣA·U=			45,229
				ΣA·F=			
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=			2,664
				F _{Hm} =ΣA·F/ΣA=			
SE							
				ΣA=			
				ΣA·U=			
				ΣA·F=			
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=			
				F _{Hm} =ΣA·F/ΣA=			
SO							
				ΣA=			
				ΣA·U=			
				ΣA·F=			
				U _{Hm} =ΣA·U/ΣA=			
				F _{Hm} =ΣA·F/ΣA=			

Tabla 1.23 – Cálculo de los parámetros característicos medios (continuación)

FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA		<input type="checkbox"/> Zona de baja carga	<input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga
-----------------------	--	---	--

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxproy}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,362	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,568	≤ 0,74
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0,486	≤ 0,62
Cubiertas	0,325	≤ 0,46
Huecos	2,698	≤ 3,1
Medianerías		

Particiones interiores (edificios de viviendas)⁽³⁾

		≤	
--	--	---	--

MUROS DE FACHADA		HUECOS Y LUCERNARIOS	
$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
N	0,568	1,996	2,0
E	0,403	2,832	3,1
O	0,403	2,632	
S	0,569	2,664	3,1
SE			
SO			

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}
0,466	≤ 0,57	0,318	≤ 0,48	0,318	≤ 0,35		

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
 (2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
 (3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
 (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
 (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

Tabla 1.24 – Conformidad demanda energética

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

Tipos	CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TERMICOS									
	C. Superficiales			C. Intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
Muro al exterior	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$	1013,78	2116,61	2248,76	2355,82				
	f_{Rmin}	P_n	790,04	1198,66	1201,38	1239,52				
Suelo al aire	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$	962,82	1229,78	2322,52	2357,28				
	f_{Rmin}	P_n	724,72	739,77	747,20	1242,20				
Pilares en fachada	f_{Rsi}	0,445	$P_{sat,n}$	1346,41						
	f_{Rmin}	0,355	P_n	746,97						
Caja de persiana	f_{Rsi}	0,638	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,355	P_n							
Contorno de huecos	f_{Rsi}	0,450	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,355	P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							

Tabla 1.25 - Conformidad condensaciones

1.9 Análisis de soluciones adoptadas

En el presente apartado se clasifican y describen los sistemas solares térmicos así como los sistemas de refrigeración con el fin de seleccionar los más idóneos.

1.9.1 La sensación térmica

Cuando se consigue equilibrar el balance térmico entre el cuerpo y el ambiente que nos rodea y se consigue mantener la temperatura corporal constante, se experimenta una sensación de bienestar térmico que es el que se persigue con la climatización artificial de los edificios.

Pero resulta que esta sensación de bienestar es una sensación totalmente subjetiva y que nunca llega a experimentar el 100% en un conjunto de personas, dando por bueno cuando este porcentaje llega a valores entre el 80 y el 90% de los ocupantes de un edificio o local.

La sensación de bienestar térmico que puede experimentar un determinado individuo, responde a unas condiciones ambientales que permiten al mismo mantener constante su temperatura corporal mediante un funcionamiento “normal” del mecanismo fisiológico de regulación.

Ya que la constancia de la temperatura corporal se consigue mediante la igualdad entre las tasas de disipación de calor hacia al entorno y de generación de calor dentro del organismo, la sensación térmica experimentada por un individuo en un cierto ambiente, depende no solamente de las condiciones ambientales (temperatura equivalente del entorno, presión parcial del vapor de agua al aire y velocidad de éste), sino también del nivel de la actividad que desarrolla, de la vestimenta que utiliza e incluso del individuo considerado, de manera

que dos personas diferentes pueden experimentar sensaciones térmicas diferentes en un mismo ambiente.

La mayor parte de instalaciones se diseñan para climatizar locales en los que los ocupantes han de desarrollar actividades de tipo sedentario y en cuanto a la vestimenta utilizada, se suelen utilizar valores específicos por la norma UNE 100-013-85.

1.9.2 Campos de bienestar

A pesar de que el bienestar es una sensación totalmente subjetiva y por ello variable de unos individuos a otros, estudios estadísticos realizados sobre amplias muestras de población han permitido establecer unos intervalos de valores para la temperatura equivalente y la humedad absoluta del aire, que determinan el campo de bienestar para un individuo medio.

Estos intervalos dependen de la actividad física que se desarrolle y el grado de vestimenta que se lleve, pero como ya se ha comentado, al aplicarlos a personas concretas aparece su naturaleza subjetiva, de forma que los parámetros de temperatura y humedad que se consideran óptimos son siempre admitidos en términos estadísticos.

La Figura 1.8 muestra unos diagramas de la Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) muy utilizados para definir si una determinada combinación de temperatura y humedad relativa del aire se puede considerar dentro de los parámetros de confort según sea invierno o verano.

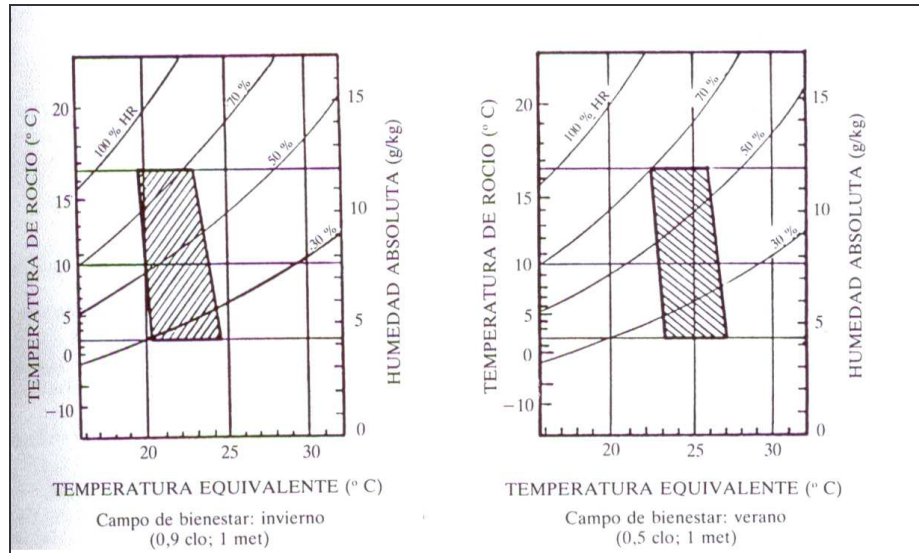


Figura 1.8 - Diagramas de confort para invierno y verano según la ASHRAE

1.9.3 Sistema solar térmico

Un sistema solar térmico aprovecha la energía solar para la producción de agua caliente.

Básicamente el funcionamiento de una instalación es el siguiente:

- Captación de la energía radiante para transformarla directamente en energía térmica, con el aumento de temperatura de un fluido de trabajo.
- Almacenamiento de dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo de los colectores, o bien transferida al agua de consumo para su posterior utilización.

Estas funciones se pueden complementar con la producción de energía térmica mediante un sistema convencional.

En cualquier instalación solar térmica se denomina circuito primario al circuito hidráulico formado por los colectores y las tuberías que los unen al acumulador, y es el encargado de recoger la energía térmica del colector y transferirla al acumulador solar directamente o a

través de un intercambiador de calor. Por el circuito secundario siempre circula agua de consumo. La transferencia de energía solar al agua del acumulador se realiza por la circulación del fluido contenido en el circuito primario. Este se calienta a su paso por los colectores y se enfría cuando pasa a través del sistema de intercambio, al transmitir el calor al agua de consumo. El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida.

1.9.3.1 Componentes de una instalación solar térmica

Una instalación solar térmica suele estar constituida por:

- Un sistema de captación formado por uno o varios captadores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que aquellos contienen.
- Un sistema de acumulación constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de colectores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de conducir el movimiento del fluido caliente desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación y desde éste a la red de consumo.
- Un sistema de regulación y control que fundamentalmente se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, para proporcionar un adecuado servicio de agua caliente y aprovechar la máxima energía solar térmica posible, Por otro lado, puede incorporar distintos elementos de protección de la instalación.
- Adicionalmente los equipos suelen disponer de un sistema de energía auxiliar que se utiliza para complementar el aporte solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o consumo superior al previsto.

1.9.3.2 Clasificación de las instalaciones solares térmicas

Existe un amplio número de alternativas de diseño dentro de todas las posibilidades de configuración que pueden darse en una instalación de energía solar térmica de producción de agua caliente. De un modo general, las instalaciones solares térmicas pueden clasificarse atendiendo a los siguientes criterios:

- Principio de circulación del fluido caloportador en el circuito primario:
 - Instalaciones por termosifón: el fluido de trabajo circula por convección natural. Al recibir la radiación solar, se calienta, aumentando su temperatura, y disminuyendo, por tanto, su densidad. Al pesar menos, dicho fluido asciende hacia la parte alta del circuito, mientras que el fluido frío contenido en el depósito de acumulación, con mayor densidad, se desplaza hacia la parte baja de la instalación por la tubería de entrada a los colectores. Así se genera una circulación del fluido.
 - Instalaciones por circulación forzada: el movimiento del fluido se realiza a través de una bomba de circulación. En este caso, la regulación del sistema se debe efectuar por medio de un control diferencial de temperaturas, entre la parte inferior del depósito de acumulación y la salida de colectores.
- Sistema de expansión:
 - Expansión abierta: 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 de circuito primario solar.
 - Expansión cerrada: el fluido del circuito primario está separado físicamente de la atmósfera. En este caso, se incorpora un vaso de expansión que tiene una membrana elástica que divide al mismo, por un lado contiene el fluido

del circuito primario y por el otro un gas (que podrías ser simplemente aire) a una cierta presión.

- Sistema de intercambio:
 - Sistemas directos: el fluido de trabajo de los colectores es el de consumo. Es fundamental asegurarse del uso de materiales compatibles entre sí y con el agua de consumo. El agua de red tiene un gran contenido de aire disuelto, y el oxígeno es el mayor responsable de la corrosión, tanto en los colectores como en el resto del circuito. Los riesgos de corrosión son mayores en los circuitos directos, pues la renovación de oxígeno es continua.
 - Sistemas indirectos: el fluido de trabajo de los colectores circula con un circuito independiente, sin posibilidad de ser distribuido al consumo. La utilización de un intercambiador introduce una pérdida de rendimiento adicional en el proceso de transferencia de calor al depósito de acumulación que pueda minimizarse con un dimensionado adecuado. No obstante, la utilización del intercambiador está justificada, porque puede eliminar los problemas que surgen en los sistemas directos por corrosiones, depósitos calcáreos, heladas y presiones elevadas en colectores.
- Según la solución de integración con el sistema de energía auxiliar
 - Sistemas centralizados en circuito solar y sistema de apoyo: hasta ahora ha sido el esquema tradicional de las instalaciones de preparación de ACS.
 - Sistemas con circuito y acumulación solar centralizada y apoyo individual con sistema instantáneo: se considera el más adecuado para instalar en edificios de viviendas, tanto por su simplicidad y bajo coste de instalación como por su rendimiento, desde el punto de vista de ahorro energético.

- Sistemas con circuito solar centralizado y acumulación distribuida directa, con apoyo individual con sistema instantáneo: cuando el primario solar llega hasta el intercambiador de cada uno de los acumuladores individuales.
- Sistemas con circuito solar centralizado y acumulación distribuida indirecta, con apoyo individual con sistema instantáneo: cuando existe un secundario solar que cuenta con una acumulación, que puede considerarse como un tampón, y es desde este secundario desde el que se realiza la cesión de calor a los acumuladores de cada vivienda.
- Según la aplicación:
 - Producción de ACS: las temperaturas requeridas son del orden de 40 a 50 °C. Esto implica que los colectores más adecuados, independientemente de otras ventajas que puedan tener, son los de placa plana.
 - Calentamiento de piscinas: normalmente las instalaciones serán mixtas, es decir, dedicadas a la producción de ACS y al calentamiento del vaso de las piscinas. Dado el volumen de las mismas, mantener la temperatura dentro de estos límites requiere de grandes cantidades de energía.
 - Apoyo a calefacción: normalmente las instalaciones estarán dedicadas a la producción de ACS y apoyo a la calefacción mediante suelo radiante, ya que éste no necesita de temperaturas de trabajo muy elevadas.
 - Aplicaciones de refrigeración: Dentro de las posibles aplicaciones, ésta es una de las más importantes e interesantes debido por un lado, al reto tecnológico que implica desarrollar sistemas de este tipo, y por el otro, al hecho de que en esta aplicación coincide la disponibilidad con la necesidad, es decir, cuanto más flujo de energía radiante llega a un determinado lugar, más altas son las temperaturas ambientales y por lo tanto más se requiere de la refrigeración. Las temperaturas del agua requeridas en el generador de la

máquina de absorción son de alrededor 100 °C, por lo que se pueden emplear captadores planos de alto rendimiento o de tubos de vacío.

1.9.4 Sistemas de refrigeración

La terminología utilizada para describir los sistemas de climatización es muy diversa en el sector de la climatización. Aquí se utiliza la clasificación y ordenación de sistemas de climatización propuesta en el programa *Clasificación Técnica de Edificios* (CALENER) del IDAE.

De modo que los sistemas de climatización se pueden clasificar de diferentes maneras según el criterio de ordenación:

- En función del medio que enfría el condensador:
 - Condensación por aire: son aparatos que utilizan el aire exterior para enfriar el condensador, impulsado por un ventilador de circulación forzada. Su instalación es sencilla.
 - Condensación por agua: utilizan agua para enfriar el condensador y normalmente requieren una torre de refrigeración para disipar el calor del agua al aire ambiente.

- En función del fluido que se trata y se distribuye, el sistema se puede dividir en subsistema primario y subsistema secundario:
 - El subsistema primario comprende todos aquellos equipos y dispositivos encargados de la generación de la energía frigorífica, así como de su transporte y distribución desde los equipos generadores a los consumidores. Normalmente utilizan agua como fluido caloportador y pueden estar formados por circuitos hidráulicos, bombas, calderas, sistemas de condensación, acumuladores térmicos, plantas de refrigeración, etc.

- El subsistema secundario, también conocido como sistemas de aire, o equipos del lado del aire, o simplemente sistemas, son todos aquellos equipos y dispositivos encargados del tratamiento y distribución del aire a los locales. Estos equipos comprenden las unidades de tratamiento de aire (UTAs), que a la vez están formadas por las baterías de frío, la sección de humidificación y la de los ventiladores, las zonas térmicas, los termostatos, las unidades terminales, etc.

Los sistemas secundarios pueden clasificarse por más de un criterio:

- Según la producción de frío los sistemas pueden ser:
 - Autónomos: son aquellos que enfrían el aire por expansión directa de un refrigerante utilizando baterías de expansión directa. No utilizan agua como fluido caloportador. La batería de expansión directa es el evaporador de la máquina de frío por compresión integrada en el equipo autónomo.
 - No autónomos (de agua fría): son aquellos que enfrían el aire utilizando baterías de agua fría. En el sector de climatización a veces se denominan centralizados, para indicar que existe una producción de agua fría.
- Según la localización del tratamiento del aire:
 - Centrales: son aquellos que tratan el aire en una unidad de tratamiento de aire que se encuentra fuera de las zonas térmicas. Los conductos de impulsión distribuyen el aire desde las UTAs o climatizadoras a las zonas acondicionadas.
 - Zonales: son aquellos que tratan el aire en un equipo que se encuentra en las zonas. A estos sistemas se les denomina sistemas de unidades terminales. La unidad terminal puede ser un fan-coil, un radiador o un equipo autónomo. No existen conductos de impulsión ni de retorno y la ventilación se toma

desde un agujero en los cerramientos o de un sistema secundario de ventilación.

- Otra clasificación utilizada por la ASHRAE distingue entre:
 - Sistemas todo aire: clasifica sistemas en los que únicamente llega aire a los locales climatizados.
 - Sistemas todo agua: son sistemas en los que únicamente llega agua a las zonas, como por ejemplo los fan-coils o los radiadores de agua caliente.
- Los sistemas centrales que tratan el aire en una UTA y después lo distribuyen por conductos se pueden subclasificar en función de la regulación del caudal de aire:
 - Caudal constante: el caudal circulante por los conductos es constante y se regula la temperatura de la zona mediante la temperatura del aire.
 - Caudal variable: pueden regular caudal distribuido a las diferentes zonas para lograr la temperatura de confort. Los ventiladores de los climatizadores han de organizarse de manera que permitan seguir las variaciones de caudal exigidas por el edificio, consumiendo la mínima energía.
- Los sistemas autónomos se pueden subclasificar según su configuración, compactos partidos (Split):
 - Compactos: es la unidad de tratamiento de aire con producción propia de frío y calor.
 - Partidos: tienen dos secciones, la de tratamiento de aire, unidad climatizadora que se instala dentro o cerca del local a refrigerar y que incluye el evaporador con su ventilador, y una unidad condensadora que se instala en el exterior del local a refrigerar y lleva el compresor y el condensador.

A continuación se presentan algunos de los sistemas más utilizados en los sectores comercial y residencial. Los sistemas presentados se han dividido entre autónomos y no autónomos. En la descripción se detallan sus características, las cuales permiten identificar también a qué subgrupo pertenecen según los otros criterios clasificatorios.

1.9.4.1 Sistemas autónomos

1.9.4.1.1 De ventana

Es una unidad de climatización de producción propia de frío en la mayoría de los equipos, y en algunos casos, con posibilidad de producción de calor.

Son de condensación por aire. Están dotados de dispositivos de regulación que controlan la velocidad del aire de impulsión, del aire de extracción y el compresor. Pueden operar como ventilación renovando el aire.

Su ventaja principal es que se pueden adaptar a edificios ya construidos, normalmente oficinas, despachos, salas de juntas, pequeños comercios, habitaciones exteriores, restaurantes, bares, y locales similares.

1.9.4.1.2 Unidades compactas

Son unidades acondicionadoras de aire en forma de caja o armario. Pueden proporcionar calefacción por bomba de calor o eléctrica por resistencia.

Su instalación es sencilla, se realiza en un muro, adosados a la pared o colgados. Necesitan de toma de aire exterior (en condensación por aire) o conexión a la red de tuberías de agua

(en la condensación por agua, el agua se recupera cuando hay más de una en una misma vivienda).

Son de fácil instalación en edificios ya construidos, viviendas, chalés, locales comerciales pequeños, etc. Son de control individual.

Otro tipo son las unidades compactas horizontales de condensación por aire, con descarga directa o indirecta. Estas unidades efectúan la distribución del aire por conductos que desembocan en las rejillas de la pared o difusores de techo. Necesitan toma de aire exterior y se instala un control por vivienda.

También existen unidades compactas verticales condensadas por aire y por agua. Las unidades condensadas por aire necesitan salida de aire al local, retorno de aire del local, salida de aire del condensador al exterior y entrada de aire desde el exterior.

1.9.4.1.3 Sistemas partidos

Es un sistema en que normalmente el compresor y condensador, unidad condensadora, están situados en el exterior, al aire libre, y la unidad climatizadora, evaporador y ventilador, se instalan en el interior. Pueden llevar bomba de calor.

Se puede instalar uno por vivienda con distribución de aire por red de conductos y descarga por rejillas, o por unidades interiores múltiples, una por habitación, tipo mural o consola.

Dentro de los sistemas partidos existen los multi-sistemas o multi-split, que consisten en una (o varias) unidad exterior con un solo compresor, de tipo rotativo hermético, que mediante válvulas de expansión electrónicas, permite que la potencia disponible en el compresor de la unidad condensadora se reparta proporcionalmente a las potencias

nominales de las unidades interiores, pudiendo conectar hasta cinco unidades interiores (algunas marcas llegan hasta ocho). Su gama está compuesta por modelos de pared, suelo o techo, enlazados con la unidad exterior por tuberías independientes, y con una capacidad frigorífica/calorífica que está en función de la longitud de las líneas del refrigerante.

1.9.4.2 Sistemas no autónomos (centralizados)

En grandes edificios o en espacios que conforman un solo ambiente o volumen (cines, teatros, polideportivos, salas de conciertos, etc.) se utilizan instalaciones centralizadas que tienen un sistema frigorífico productor de agua fría, y otro calorífico, que produce agua caliente. La instalación será la encargada de transportar el frío y el calor, ya sea directamente a las zonas a condicionar (sistema no autónomo zonal) o bien a una UTA (sistema no autónomo central), que después distribuirá el aire hacia las diferentes zonas. La zonificación utilizada en el edificio debe asegurar que no haya diferencias importantes entre las zonas o sectores.

Las instalaciones no autónomas a dos tubos son las que tienen una tubería de impulsión y otra de retorno, por donde circula agua fría o caliente. Los equipos sólo necesitan una batería de intercambio.

La instalación a cuatro tubos distribuye el agua caliente y la fría de forma independiente. Su circulación constante por los intercambiadores de las unidades terminales permite, con un sistema de regulación de caudal, disponer de calefacción y refrigeración en todas las dependencias al mismo tiempo.

Sistemas de ventiloconvectores o fan-coils

Son sistemas no autónomos zonales. Los fan-coils son acondicionadores con aplicación en edificios con muchas dependencias que necesiten un control individual de la temperatura.

El fan-coil es un acondicionador para todo el año no autónomo. Está compuesto por una batería de aletas (intercambiador de calor), una sección de motoventiladores (turbinas centrífugas) y una sección de filtros.

Los ventiladores recirculan el aire del interior del local, filtrándolo y después pasándolo por el intercambiador de calor, por el interior del cual circula agua fría o caliente.

El suministro de aire desde el exterior se puede hacer de cuatro formas:

- Directo desde el exterior al fan-coil
- Directo desde el exterior al interior del local
- Centralizado e introducido al local mediante una red de conductos y sin ningún tratamiento
- Centralizado con tratamiento del aire exterior

1.9.4.3 Sistemas no autónomos centrales

Los sistemas no autónomos (también denominados de agua fría) centrales están formados por diferentes componentes. En orden de movimiento del aire los componentes son:

- Unidad de tratamiento de aire (UTA):
 - Entrada de aire (aspiración, mezcla y expulsión)
 - Filtros
 - Batería de calor
 - Batería de frío

- Humidificación
- Ventilación
 - Conductos de distribución
 - Rejillas y difusores de impulsión
 - Rejillas de retorno

Estos sistemas centrales pueden ser tipo unizona o multizona con montaje en el suelo o en el techo, con una gran gama de caudales.

Las unidades de tratamiento de aire (UTAs) o centrales exteriores de tratamiento de aire pueden ser equipos no autónomos con baterías de agua fría y caliente o autónomos de condensación por aire. Son de tipo horizontal, preparados para instalar en terrazas o cubiertas de superficie plana de edificios, montaje al exterior, propios para acondicionar grandes espacios como hipermercados, industrias, etc. Pueden incorporar bomba de calor.

Según la necesidad, la impulsión del ventilador puede hacerse en la parte inferior, frontal o superior de la unidad.

Los sistemas no autónomos y autónomos centrales se pueden clasificar en función de que variable utilicen para conseguir las temperaturas de confort en las zonas acondicionadas:

- Caudal constante
- Caudal variable
- Caudal y temperatura variables

1.9.5 Selección del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración puede clasificarse según la producción de frío como no autónomo o centralizado, ya que existe una producción de agua fría.

Mediante la matriz de decisión (Tabla 1.26), en la cual se han establecido los criterios de selección, se escoge el sistema de refrigeración centralizado “todo agua”, en el que únicamente llegará agua fría a las unidades terminales situadas en las dependencias.

	<u>Eficiencia</u>	<u>Funcionamiento</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,25	0,2	0,15	0,25	0,15	1
<u>Todo aire</u>	7	8	8	8	8	7,75
	1,75	1,6	1,2	2	1,2	
<u>Todo agua</u>	9	8	7	9	7	8,2
	2,25	1,6	1,05	2,25	1,05	

Tabla 1.26 - Matriz de decisión del sistema de refrigeración

No existe un gran abanico de posibilidades en cuanto a la selección de las unidades terminales para sistemas de refrigeración no autónomos “todo agua”, así que se emplearán fan-coils, como en la gran mayoría de instalaciones de este tipo, éstos tienen la gran ventaja de poder ser controlados individualmente, según las exigencias térmicas de confort de las dependencias y/o de los usuarios de las mismas.

La instalación constará de una máquina de refrigeración por absorción, accionada mediante energía solar térmica proveniente de un conjunto de captadores solares de tubos de vacío. Ésta, formando un sistema de refrigeración no autónomo zonal junto con los fan-coils, abastecerá de agua fría a éstos mediante una red de tuberías, los cuales suministrarán aire frío.

1.10 Descripción de la instalación

1.10.1 Descripción general de la instalación de refrigeración

La instalación de refrigeración se basa en líneas generales en los siguientes elementos (véase plano 18):

- Máquina de refrigeración por absorción
- Distribución de agua fría
- Unidades terminales
- Regulación y control
- Otros elementos

1.10.1.1 Máquina de refrigeración por absorción

La selección de la máquina de absorción se ha realizado de acuerdo al resultado obtenido en la matriz de decisión, la cual se muestra en la Tabla 1.27.

	<u>Eficiencia</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,35	0,15	0,25	0,25	1
<i>Rotártica</i>	8	8	7	7	7,5
	2,8	1,2	1,75	1,75	
<i>LS Cable</i>	9	7	8	7	7,95
	3,15	1,05	2	1,75	

Tabla 1.27 - Matriz de decisión de la máquina de absorción

El modelo seleccionado es *LWM-W008* de la marca comercial *LS Cable* (Figura 1.9), se ajusta a las necesidades de refrigeración de la urbanización, funciona por simple efecto y tiene los siguientes parámetros de funcionamiento:

- Potencia de refrigeración: 263,7 kW

- C.O.P. (Coefficient Of Performance): 0,7
- Temperatura entrada agua caliente: 85-90 °C
- Refrigerante: agua
- Absorbente: bromuro de litio



Figura 1.9 - Máquina de refrigeración por absorción *LS Cable*

Las características de la máquina de absorción pueden verse en el apartado 2.1.3.3.1.

Torre de refrigeración

Excepto en los equipos de absorción amoníaco-agua, donde la condensación puede ser por aire, es necesario instalar una torre de refrigeración. Se ha proyectado la instalación de una torre de refrigeración de circuito cerrado, modelo *EWK-C 1260/5* de la casa comercial *EWK* (Figura 1.10). Se escoge de tipo circuito cerrado para preservar el fluido del circuito de cualquier ensuciamiento o contaminación, al no existir contacto directo con el ambiente exterior en este tipo de torres.



Figura 1.10 - Torre de refrigeración de circuito cerrado EWK-C 1260/5

1.10.1.2 Distribución de agua fría

1.10.1.2.1 Red de tuberías

La red de tuberías que abastece a las unidades terminales sigue un sistema de tubería simple, es decir, cada unidad recibe una entrada de agua fría y termina en una tubería de retorno. Como únicamente circulará agua fría, no se hace necesaria una instalación a cuatro tubos.

La red de abastecimiento de agua a las viviendas (circuitos de conexión I y II) puede verse en los planos 16 y 17, los cuales muestran la impulsión y el retorno, respectivamente.

Se utiliza un sistema de tubería flexible multicapa de Polietileno-Aluminio-Polietileno (Pex-Al-Pex), el cual es muy práctico dado, principalmente, a su rapidez y facilidad de instalación. Además este sistema asegura una larga duración y gran hermeticidad hidráulica.

En las Tablas 1.28 a 1.33 se resumen los diámetros de las tuberías de cada tramo de los circuitos que forman la red de tuberías que abastecen a los fan-coils desde la máquina de absorción, véase planos 12 a 18.

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
A-A1	26x3	20
A1-A2	26x3	20
A1-A3	18x2	14
B-B1	26x3	20
B1-B2	18x2	14
B1-B3	26x3	20
B3-B4	26x3	20
B3-B5	18x2	14
B5-B6	14x2	10
B5-B7	14x2	10
C-C1	26x3	20
C1-C2	26x3	20
C2-C3	14x2	10
C2-C4	26x3	20
C4-C5	18x2	14
C4-C6	26x3	20
C6-C7	14x2	10
C6-C8	18x2	14
C1-C9	26x3	20
C9-C10	14x2	10
C9-C11	18x2	14
C11-C12	14x2	10
C11-C13	14x2	10
D-D1	26x3	20

Tabla 1.28 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
A3-A1	18x2	14
A2-A1	26x3	20
A1-A	26x3	20
B7-B5	14x2	10
B6-B5	14x2	10
B5-B3	18x2	14
B4-B3	26x3	20
B3-B1	26x3	20
B2-B1	18x2	14
B1-B	26x3	20
C13-C11	14x2	10
C12-C11	14x2	10
C11-C9	18x2	14
C10-C9	14x2	10
C9-C1	26x3	20
C8-C6	18x2	14
C7-C6	14x2	10
C6-C4	26x3	20
C5-C4	18x2	14
C4-C2	26x3	20
C3-C2	14x2	10
C2-C1	26x3	20
C1-C	26x3	20
D1-D	26x3	20

Tabla 1.29 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
1-1'	40x3,5	33
1'-A	26x3	20
1'-B	40x3,5	33
B-C	26x3	20
C-D	26x3	20

Tabla 1.30 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
A-B	26x3	20
B-C	26x3	20
C-D	40x3,5	33
D-1	40x3,5	33

Tabla 1.31 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión I

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
0-1	110x10	90
1-2	110x10	90
2-3	110x10	90
3-4	110x10	90
4-5	90x8,5	73
5-6	90x8,5	73
6-7	75x7,5	60
7-8	75x7,5	60
8-9	63x6	51
9-10	40x3,5	33

Tabla 1.32 - Resumen de los diámetros de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II

Tramo	Tubería	Diámetro interior (mm)
1-2	40x3,5	33
2-3	63x6	51
3-4	75x7,5	60
4-5	75x7,5	60
5-6	90x8,5	73
6-7	90x8,5	73
7-8	110x10	90
8-9	110x10	90
9-10	110x10	90
10-0	110x10	90

Tabla 1.33 - Resumen de los diámetros de las tuberías de retorno del circuito de conexión II

1.10.1.2.2 Equilibrado de la instalación

Se colocarán válvulas de zona motorizadas y de equilibrado dinámico de dos vías, modelo *Frese EVA* (Figura 1.11), de la casa comercial *Temperclima*, en la tubería de retorno de cada fan-coil; y un sistema de retorno inverso en las tuberías de los circuitos de conexión I y II.

Además, en la tubería de la impulsión de cada fan-coil se instalará un filtro con válvula de bola. Véase los planos 16 a 18.

La selección de los cartuchos que deben incorporar las válvulas de equilibrado dinámico viene detallada en el apartado 2.1.3.2.



Figura 1.11 - Válvula de zona motorizada y de equilibrado dinámico de dos vías *Frese EVA*

1.10.1.2.3 Aislamiento térmico de las tuberías

El aislamiento térmico de la red de tuberías de la instalación de refrigeración cumple con la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2 del RITE. La justificación del cumplimiento de dicha exigencia se puede encontrar en el apartado 2.1.3.5.

El aislamiento escogido es de la marca *Armaflex IT*, para las tuberías que circulan por el interior; y de la marca *Isover*, para las que circulan por el exterior.

En las Tablas 1.34 a 1.39 se resumen los grosores del aislamiento térmico de las tuberías de cada tramo de los circuitos que forman la red de tuberías que abastecen a los fan-coils desde la máquina de absorción, véase planos 12 a 18.

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
A-A1	28x20	20
A1-A2	28x20	20
A1-A3	18x20	20
B-B1	28x20	20
B1-B2	18x20	20
B1-B3	28x20	20
B3-B4	28x20	20
B3-B5	18x20	20
B5-B6	15x20	20
B5-B7	15x20	20
C-C1	28x20	20
C1-C2	28x20	20
C2-C3	15x20	20
C2-C4	28x20	20
C4-C5	18x20	20
C4-C6	28x20	20
C6-C7	15x20	20
C6-C8	18x20	20
C1-C9	28x20	20
C9-C10	15x20	20
C9-C11	18x20	20
C11-C12	15x20	20
C11-C13	15x20	20
D-D1	28x20	20

Tabla 1.34 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión que circulan por las viviendas

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
A3-A1	18x20	20
A2-A1	28x20	20
A1-A	28x20	20
B7-B5	15x20	20
B6-B5	15x20	20
B5-B3	18x20	20
B4-B3	28x20	20
B3-B1	28x20	20
B2-B1	18x20	20
B1-B	28x20	20
C13-C11	15x20	20
C12-C11	15x20	20
C11-C9	18x20	20
C10-C9	15x20	20
C9-C1	28x20	20
C8-C6	18x20	20
C7-C6	15x20	20
C6-C4	28x20	20
C5-C4	18x20	20
C4-C2	28x20	20
C3-C2	15x20	20
C2-C1	28x20	20
C1-C	28x20	20
D1-D	28x20	20

Tabla 1.35 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno que circulan por las viviendas

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
1-1'	42x40	40
1'-A	28x20	20
1'-B	42x40	40
B-C	28x20	20
C-D	28x20	20

Tabla 1.36 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión I

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
A-B	28x20	20
B-C	28x20	20
C-D	42x40	40
D-1	42x40	40

Tabla 1.37 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión I

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
0-1	114x50	50
1-2	114x50	50
2-3	114x50	50
3-4	114x50	50
4-5	89x40	40
5-6	89x40	40
6-7	76x40	40
7-8	76x40	40
8-9	60x40	40
9-10	42x40	40

Tabla 1.38 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito de conexión II

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
1-2	40x3,5	40
2-3	60x40	40
3-4	76x40	40
4-5	76x40	40
5-6	89x40	40
6-7	89x40	40
7-8	114x50	50
8-9	114x50	50
9-10	114x50	50
10-0	114x50	50

Tabla 1.39 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito de conexión II

1.10.1.2.4 Sistema de bombeo

Las bombas que conforman el sistema de bombeo de la instalación de refrigeración serán centrífugas, ya que las bombas de este tipo pueden desarrollar una potencia elevada con un mantenimiento mínimo y un coste inicial reducido. Además, pueden mantener un caudal constante elevado y tienen una gran posibilidad de regular el caudal según las necesidades.

Las bombas han sido seleccionadas conforme la matriz de decisión, Tabla 1.40.

	<u>Eficiencia</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,3	0,2	0,25	0,25	1
<u>Wilo</u>	8	7	7	7	7,3
	2,4	1,4	1,75	1,75	
<u>Saer</u>	8	6	8	6	7,1
	2,4	1,2	2	1,5	
<u>Grundfos</u>	8	7	8	8	7,8
	2,4	1,4	2	2	

Tabla 1.40 - Matriz de decisión de las bombas de circulación

Se colocará una bomba de circulación por vivienda, capaz de vencer las pérdidas de carga originadas en el circuito que transcurre por cada vivienda y en el circuito de conexión I de la misma (véase el apartado 2.1.3.4.2). El punto de funcionamiento de las bombas de circulación se situará alrededor de:

- Caudal: $Q = 4,125 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 59,145 \text{ m.c.a.}$

Por lo tanto, se emplearán un total de diez bombas de circulación, situadas en el circuito de conexión a cada una de las viviendas, en el punto más bajo de éste, de manera que se evitará la cavitación de las mismas. El modelo escogido es *CHV 4-100*, de la marca comercial *Grundfos*.

Además, se ha proyectado otra bomba de circulación a la salida de la máquina de absorción, que habrá de vencer las pérdidas de carga originadas por el circuito de conexión II (véase el apartado 2.1.3.4.2). El punto de funcionamiento está en torno a:

- Caudal: $Q = 41,25 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 16,241 \text{ m.c.a.}$

El modelo escogido es *TPE Serie 1000 65-190/2* de la marca comercial *Grundfos*.

Todas las bombas de circulación han sido escogidas de forma que cumplan con los requisitos necesarios en cada caso, tal y como se indica en el apartado 2.1.3.6.

La Tabla 1.41 muestra el resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación de agua fría.

Circuito	Bomba de circulación
Vivienda y Conexión I	<i>Grundfos CHV 4-100</i>
Conexión II	<i>Grundfos TPE Serie 1000 65-190/2</i>

Tabla 1.41 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación de agua fría

Las bombas dispondrán de dos válvulas de bola, una a la entrada y otra a la salida, se instalará también un filtro de partículas sólidas en la aspiración y un manómetro leerá la presión a la salida de la bomba. Finalmente, una válvula de retención asegurará el sentido del flujo a la salida.

1.10.1.2.5 Sistema de expansión

Se ha proyectado un vaso de expansión cerrado con una capacidad de 300 litros, de la marca comercial *Salvador Escoda*.

El dimensionado del sistema de expansión viene detallado en el apartado 2.1.3.7. Éste asegura la absorción de las dilataciones del agua que se produzcan en la red de tuberías que abastecen a las viviendas desde la máquina de absorción.

1.10.1.3 Unidades terminales

Las unidades terminales de la instalación de refrigeración corresponden a los fan-coils, éstos son de la marca comercial *Roca* (Figura 1.12). Se han seleccionado considerando los resultados obtenidos en la matriz de decisión (Tabla 1.42).

	<u>Eficiencia</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,3	0,25	0,25	0,2	1
<i>Carrier</i>	7	6	7	7	6,75
	2,1	1,5	1,75	1,4	
<i>Ferrolì</i>	8	5	8	6	6,85
	2,4	1,25	2	1,2	
<i>Roca</i>	8	8	7	8	7,75
	2,4	2	1,75	1,6	

Tabla 1.42 - Matriz de decisión de los fan-coils

Se ha proyectado la instalación de dos versiones de fan-coils:

- RFR: vertical, con ventilador tangencial, con envolvente.
- RFC: para suelo o techo, con ventilador centrífugo, con o sin envolvente.

En las dependencias donde no se dan especiales exigencias de comodidad acústica (cocina, semisótano-garaje e instalaciones) se colocará la serie RFC. Mientras que en el resto, se colocará la serie RFR, orientada al sector residencial, más silenciosa y reducida (véase el apartado 2.1.3.1).


Figura 1.12 - Fan-coil Roca

Todos los fan-coils se colocarán en pared a la vista, excepto los situados en el semisótano (garaje e instalaciones) que estarán colocados en el techo.

En la Tabla 1.43 se muestran los modelos de fan-coils seleccionados para cada dependencia de las viviendas, la potencia frigorífica que aportan y la carga de refrigeración máxima de cada dependencia.

Dependencia	Fan-coil		Potencia frigorífica (W) (según velocidad)			Carga de refrigeración máxima (W)
	Serie	Modelo	Mín.	Med.	Máx.	
Instalaciones	RFC	130	1100	1300	1500	832
Semisótano-garaje	RFC	430	2900	3440	4000	3380
Salón-comedor	RFR	3	1400	1700	2000	1701
Cocina	RFC	330	2470	2900	3500	2850
Recibidor	RFR	1	630	780	880	249
Baño (p. baja)	RFR	1	630	780	880	205
Dormitorio 1	RFR	1	630	780	880	484
Dormitorio 2	RFR	1	630	780	880	491
Dormitorio 3	RFR	1	630	780	880	623
Dormitorio 4	RFR	1	630	780	880	403
Baño 1	RFR	3	1400	1700	2000	1325
Baño 2	RFR	3	1400	1700	2000	1348
Pasillo	RFR	1	630	780	880	545
Bajocubierta	RFR	4	2000	2400	2800	1923

Tabla 1.43 – Fan-coils seleccionados para cada dependencia de las viviendas

En cada vivienda el red de abastecimiento de agua fría quedará dividida en cuatro circuitos, uno por cada planta. La distribución de los fan-coils en cada dependencia se muestra en los planos 12 a 15.

1.10.1.4 Regulación y control

La instalación de refrigeración está regulada mediante una centralita de regulación. Estará conectada a los siguientes elementos de medida y control (véase plano 18):

- Máquina de absorción
- Bombas de circulación
- Electroválvulas de tres vías
- Termostatos

1.10.1.5 Otros elementos

El resto de elementos que conforman la instalación de refrigeración se muestran a continuación (véase plano 18):

- Manómetros
- Válvulas de seguridad de vaciado automático
- Válvula automática de entrada de agua
- Válvulas de paso
- Purgadores de aire

1.10.2 Descripción general de la instalación solar térmica

La instalación solar térmica consta básicamente de los siguientes elementos:

- Sistema de captación
- Sistema de intercambio

- Sistema de acumulación
- Distribución del fluido caloportador
- Regulación y control
- Otros elementos

1.10.2.1 Sistema de captación

El sistema de captación está formado por un conjunto de cincuenta captadores de tubos de vacío del tipo “flujo directo”, de acuerdo con los resultados obtenidos en la matriz de decisión (Tabla 1.44). Se justifica la utilización de captadores de tubos de vacío ya que las temperaturas del agua requeridas en el generador de la máquina de absorción son de alrededor de 100 °C, y en ese rango de temperaturas los captadores planos tienen un rendimiento muy bajo.

	<u>Eficiencia</u>	<u>Instalación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,3	0,2	0,25	0,25	1
<u>Flujo directo</u>	8	8	8	7	7,75
	2,4	1,6	2	1,75	
<u>"Heat Pipe"</u>	9	8	6	7	7,55
	2,7	1,6	1,5	1,75	

Tabla 1.44 - Matriz de decisión del principio de funcionamiento de los captadores solares de vacío

El modelo de captador utilizado es *Solamax 30*, de la casa comercial *Thermomax* (Figura 1.13). Se ha seleccionado dicha marca comercial teniendo en cuenta la matriz de decisión que se muestra en la Tabla 1.45.

El dimensionado del sistema de captación viene detallado en el apartado 2.1.4.2.3.

	<u>Eficiencia</u>	<u>Instalación</u>	<u>Coste</u>	<u>Mantenimiento</u>	<u>Rango</u>
Factor de peso	0,3	0,2	0,25	0,25	1
<u>Ferrolí</u>	7	8	8	6	7,2
	2,1	1,6	2	1,5	
<u>Viessmann</u>	8	7	7	7	7,3
	2,4	1,4	1,75	1,75	
<u>Thermomax</u>	8	8	7	8	7,75
	2,4	1,6	1,75	2	

Tabla 1.45 - Matriz de decisión de los captadores de vacío de flujo directo

Éstos se conectan en paralelo y se distribuyen en dos filas idénticas horizontales sobre la cubierta sur de la edificación. Además, se ha proyectado un sistema de retorno invertido que asegura el equilibrado hidráulico de la instalación. Con objeto de minimizar las pérdidas de calor, la parte más corta del circuito corresponde a los tramos de la salida caliente de los captadores. Véase los planos 11 y 19.



Figura 1.13 - Captador de tubos de vacío Solamax 30

El fluido caloportador del circuito de captadores contiene un 20% de anticongelante, en concreto, glicol etilénico, con el fin de solventar cualquier tipo de congelación. Dicho porcentaje se justifica en el apartado 2.1.4.2.2.

Las características de los captadores *Solamax 30* se muestran en el apartado 2.1.4.2.1.

1.10.2.2 Sistema de intercambio

Para el sistema de intercambio se ha proyectado la instalación de un intercambiador por placas, ya que éste ofrece una gran eficiencia.

El intercambiador se sitúa entre el circuito de captadores (circuito I) y el circuito que alimenta al depósito de acumulación (circuito II). Véase plano 20.

Se ha seleccionado un intercambiador por placas de la marca comercial *Adisa*, en concreto el modelo *IT450 A* (Figura 1.14), el cual puede aportar una potencia de intercambio igual a 359,2 kW.

El dimensionado del intercambiador viene detallado en el apartado 2.1.4.3.



Figura 1.14 - Intercambiador por placas

1.10.2.3 Sistema de acumulación

El depósito acumulador pertenece a la serie *Master Inercia* de la casa comercial *Lapesa*, el cual está destinado a funciones de acumulación en circuito cerrado.

El modelo seleccionado es *MV-5000I-IB*, posee una capacidad de 5000 litros y está aislado con espuma rígida de poliuretano.

El dimensionado del depósito acumulador se muestra en el apartado 2.1.4.4.

1.10.2.4 Distribución del fluido caloportador

1.10.2.4.1 Red de tuberías

La red de tuberías de la instalación solar se divide en tres circuitos (véase plano 20):

- Circuito I: conecta los captadores con el intercambiador.
- Circuito II: conecta el intercambiador con el depósito de acumulación.
- Circuito III: conecta el depósito con la máquina de absorción.

1.10.2.4.2 Aislamiento térmico de las tuberías

El aislamiento térmico de la red de tuberías de la instalación solar térmica cumple con la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2 del RITE. La justificación del cumplimiento de dicha exigencia se puede encontrar en el apartado 2.1.4.6. El aislamiento escogido es de la marca comercial *Isover*.

En las Tablas 1.46 a 1.49 se resumen los grosores del aislamiento térmico de las tuberías de cada tramo de los circuitos de la instalación solar (véase plano 20).

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
S-0	60x30	30
0-25	48x30	30
25-24	48x30	30
24-23	48x30	30
23-22	48x30	30
22-21	48x30	30
21-20	48x30	30
20-19	48x30	30
19-18	48x30	30
18-17	48x30	30
17-16	42x30	30
16-15	42x30	30
15-14	42x30	30
14-13	42x30	30
13-12	42x30	30
12-11	42x30	30
11-10	42x30	30
10-9	42x30	30
9-8	42x30	30
8-7	42x30	30
7-6	27x30	30
6-5	27x30	30
5-4	27x30	30
4-3	21x30	30
3-2	21x30	30
2-1	21x30	30

Tabla 1.46 - Resumen del aislamiento de las tuberías de impulsión del circuito I

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
25'-24'	21x30	30
24'-23'	21x30	30
23'-22'	21x30	30
22'-21'	27x30	30
21'-20'	27x30	30
20'-19'	27x30	30
19'-18'	42x30	30
18'-17'	42x30	30
17'-16'	42x30	30
16'-15'	42x30	30
15'-14'	42x30	30
14'-13'	42x30	30
13'-12'	42x30	30
12'-11'	42x30	30
11'-10'	42x30	30
10'-9'	42x30	30
9'-8'	48x30	30
8'-7'	48x30	30
7'-6'	48x30	30
6'-5'	48x30	30
5'-4'	48x30	30
4'-3'	48x30	30
3'-2'	48x30	30
2'-1'	48x30	30
1'-0'	48x30	30
0'-E	60x30	30

Tabla 1.47 - Resumen del aislamiento de las tuberías de retorno del circuito I

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
Circuito II	60x30	30

Tabla 1.48 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito II

Tramo	Coquilla	Grosor (mm)
Circuito II	60x30	30

Tabla 1.49 - Resumen del aislamiento de las tuberías del circuito III

1.10.2.4.3 Sistema de bombeo

Todas las bombas de la instalación solar térmica serán centrífugas, ya que las bombas de este tipo pueden desarrollar una potencia elevada con un mantenimiento mínimo y un coste inicial reducido. Además, pueden mantener un caudal constante elevado y tienen una gran posibilidad de regular el caudal según las necesidades.

Las bombas han sido seleccionadas conforme la matriz de decisión, Tabla 1.40.

Cada circuito posee una bomba de circulación según sus necesidades, las pérdidas de carga de cada circuito se muestran en el apartado 2.1.4.5. Las bombas dispondrán de dos válvulas de bola, una a la entrada y otra a la salida, se instalará también un filtro de partículas sólidas en la aspiración y un manómetro leerá la presión a la salida de la bomba. Finalmente, una válvula de retención asegurará el sentido del flujo a la salida.

Circuito I

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación del circuito I está en torno a:

- Caudal: $Q = 16,85 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 9,82 + 35,376 = 45,196 \text{ m.c.a.}$

El modelo escogido es *TPE Serie 1000 32-580/2* de la marca comercial *Grundfos*, ya que cumple con los requisitos necesarios.

Circuito II

El punto de funcionamiento de la bomba del circuito II está en torno a:

- Caudal: $Q = 21,2 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 2 + 3,017 = 5,017 \text{ m.c.a.}$

El modelo escogido es *UPS Serie 200 50-120 F* de la marca comercial *Grundfos*, éste cumple con los requisitos necesarios.

Circuito III

El punto de funcionamiento de la bomba de del circuito III está en torno a:

- Caudal: $Q = 21,2 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 0 + 3,067 = 3,067 \text{ m.c.a.}$

El modelo escogido es *UPS Serie 200 50-120 F* de la marca comercial *Grundfos*, ya que cumple con los requisitos necesarios.

La Tabla 1.50 muestra el resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación solar térmica. Véase apartado 2.1.4.7.

Circuito	Bomba de circulación
Circuito I	<i>Grundfos TPE Serie 1000 32-580/2</i>
Circuito II	<i>UPS Serie 200 50-120 F</i>
Circuito III	<i>UPS Serie 200 50-120 F</i>

Tabla 1.50 - Resumen de las bombas escogidas para los circuitos de la instalación solar térmica

1.10.2.4.4 Sistema de expansión

Se ha proyectado la instalación de un vaso de expansión cerrado para el circuito I con una capacidad de 1000 litros, de la marca comercial *Salvador Escoda*. El dimensionado del sistema de expansión de dicho circuito viene detallado en el apartado 2.1.4.8.2.

Mientras que para los circuitos II y III, se ha escogido otro del mismo tipo con una capacidad de 1500 litros. El dimensionado del sistema de expansión de ambos circuitos viene detallado en el apartado 2.1.4.8.3.

Éstos aseguran la absorción de las dilataciones del agua que se produzcan en la red de tuberías de la instalación solar térmica.

1.10.2.5 Regulación y control

La instalación solar térmica está regulada mediante una centralita de regulación. Estará conectada a los siguientes elementos de medida y control (véase plano 20):

- Máquina de absorción
- Bombas de circulación
- Sondeas de temperatura

1.10.2.6 Otros elementos

El resto de elementos que configuran la instalación solar térmica se muestran a continuación (véase plano 20):

- Manómetros
- Termómetros
- Purgadores automáticos de aire
- Válvulas de seguridad de vaciado automático

- Llaves de limpieza
- Válvulas de paso

1.11 Planificación

En este apartado se describe la planificación del presente proyecto final de carrera. A continuación se describen las tareas realizadas y la duración, en días laborales, que se le ha asignado a cada una. Más adelante se muestra un diagrama de *Gantt* que representa de una manera gráfica la realización de cada una de las tareas a lo largo del tiempo.

1.11.1 Definición de las tareas

Normativa y reglamentación: buscar las disposiciones legales que afectan al proyecto.

Duración: 15 días.

Información bibliográfica: buscar libros y manuales técnicos con referencias sobre energía solar y sistemas de climatización de edificios. Duración: 35 días.

Análisis de requerimientos: describir las viviendas y sus futuros ocupantes, elaborar los planos que describen dimensionalmente las viviendas para poder proseguir con los cálculos.

Duración: 20 días.

Análisis de soluciones: sintetizar la información obtenida de la bibliografía y análisis de pros y contras de las diferentes alternativas, para escoger la que mejor se ajusta al proyecto.

Duración: 30 días.

Selección de componentes: buscar catálogos de fabricantes para poder determinar que elementos se instalarán. Duración: 10 días.

Cálculo de las cargas térmicas: determinar la potencia necesaria de refrigeración. Duración: 15 días.

Cálculo de las pérdidas de carga: determinar las pérdidas de carga de todos los circuitos hidráulicos del sistema. Duración: 15 días.

Otros cálculos: determinar el volumen de los vasos de expansión, espesores de aislamiento de tuberías, etc. Duración: 40 días.

Memoria: redactar la memoria del proyecto. Duración: 95 días.

Anejos: redactar los anejos del proyecto. Duración: 100 días.

Diagramas de ingeniería: crear símbolos y diagramas para poder reflejar gráficamente el funcionamiento de la instalación. Duración: 10 días.

Planos de las instalaciones: elaborar los documentos gráficos de la instalación. Duración: 15 días.

Pliego de condiciones: redactar el pliego de condiciones del proyecto. Duración: 15 días.

Estado de mediciones: redactar el estado de mediciones del proyecto. Duración: 5 días.

Presupuesto: redactar el presupuesto del proyecto. Duración: 5 días.

Revisión del proyecto: seguimiento del proyecto por parte del director. Duración: 150 días.

Revisión final, impresión y encuadernación: maquetar y comprobar íntegramente el proyecto para poder imprimir los documentos y encuadernar las diferentes copias del mismo. Duración: 5 días.

1.11.2 Diagrama de Gantt

La Tabla 1.51 muestra el diagrama de Gantt de la elaboración del presente proyecto.

Tarea	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Normativa y reglamentación	■							
Información bibliográfica		■						
Análisis de requerimientos			■					
Análisis de soluciones			■					
Selección de componentes				■				
Cálculo de las cargas térmicas				■				
Cálculo de las pérdidas de carga					■			
Otros cálculos					■			
Memoria				■				
Anejos				■				
Diagramas de ingeniería						■		
Planos de las instalaciones						■		
Pliego de condiciones						■		
Estado de mediciones							■	
Presupuesto							■	
Revisión del proyecto			■					
Revisión final, impresión y encuadernación								■

Tabla 1.51 - Diagrama de Gantt de la elaboración del proyecto

1.12 Conclusiones

Como punto final, y a modo de comentario, debe indicarse que las viviendas que han servido de referencia en el presente proyecto se encontraban en construcción durante la realización del mismo.

En un principio, el promotor de la obra no pretende realizar la instalación de refrigeración en las viviendas, sin embargo, cambia de opinión y decide apostar por una instalación de refrigeración solar. La solución a la que ha llegado el autor del proyecto ha sido un sistema de refrigeración formado por fan-coils alimentados mediante agua fría procedente de una máquina de refrigeración por absorción, accionada a su vez mediante un conjunto de captadores solares térmicos. Cabe destacar que el consumo eléctrico de las máquinas de refrigeración por absorción es sustancialmente menor al de las máquinas de refrigeración por compresión mecánica convencionales. No obstante, el rendimiento de las primeras es inferior, lo cual no importa mucho, ya que se recupera energía desechable y se reducen los consumos primarios en la producción de energía eléctrica.

Dado que el diseño de la instalación de calefacción y ACS ya había sido realizado en el momento que el presente proyecto fue encargado, ha sido imposible complementar dichas instalaciones con la que nos ocupa, lo cual hubiera sido ideal para aprovechar la energía solar térmica en los meses en los que no hubiera demanda de frío.

2 - ANEJOS

ÍNDICE ANEJOS

2	ANEJOS _____	102
2.1	Cálculos _____	113
2.1.1	Cumplimiento de la limitación de demanda energética _____	113
	2.1.1.1 Objeto _____	113
	2.1.1.2 Aplicabilidad _____	114
	2.1.1.3 Datos previos _____	115
	2.1.1.3.1 Zonificación climática _____	115
	2.1.1.3.2 Clasificación de los espacios _____	115
	2.1.1.4 Cálculo de la transmitancia térmica de los cerramientos _____	116
	2.1.1.4.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior _____	116
	2.1.1.4.2 Cerramientos en contacto con el terreno _____	122
	2.1.1.4.3 Huecos _____	126
	2.1.1.5 Cálculo del factor solar modificado de huecos _____	127
	2.1.1.6 Limitación de la demanda energética _____	127
	2.1.1.7 Control de las condensaciones intersticiales y superficiales _____	135
	2.1.1.7.1 Condiciones para el cálculo de condensaciones _____	135
	2.1.1.7.2 Condensaciones superficiales _____	136
	2.1.1.7.3 Condensaciones intersticiales _____	138
2.1.2	Cálculo de las cargas térmicas _____	147
	2.1.2.1 Datos introducidos al programa _____	148
	2.1.2.1.1 Condiciones exteriores de cálculo _____	148
	2.1.2.1.2 Condiciones interiores de cálculo _____	150
	2.1.2.2 Resultados _____	165
	2.1.2.2.1 Viviendas centrales _____	165
	2.1.2.2.2 Vivienda Oeste _____	179
	2.1.2.2.3 Vivienda Este _____	193

2.1.2.3	Resumen de los cálculos de cargas térmicas _____	208
2.1.3	Cálculo de la instalación de refrigeración _____	209
2.1.3.1	Selección de las unidades terminales _____	209
2.1.3.2	Equilibrado de la instalación _____	213
2.1.3.3	Máquina de refrigeración por absorción _____	215
2.1.3.3.1	Características _____	215
2.1.3.4	Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación de refrigeración ____	215
2.1.3.4.1	Método de cálculo _____	216
2.1.3.4.2	Pérdidas de carga en la instalación de agua fría _____	222
2.1.3.5	Cálculo del aislamiento de las tuberías _____	239
2.1.3.5.1	Método de cálculo _____	239
2.1.3.5.2	Aislamiento en las tuberías de la instalación de refrigeración ____	240
2.1.3.6	Dimensionado de las bombas de circulación _____	242
2.1.3.7	Dimensionado del vaso de expansión _____	245
2.1.3.7.1	Método de cálculo _____	245
2.1.3.7.2	Vaso de expansión en los circuitos de refrigeración _____	245
2.1.3.8	Torre de refrigeración _____	246
2.1.3.8.1	Condiciones de diseño _____	246
2.1.3.8.2	Procedimiento de selección de la torre de refrigeración _____	246
2.1.3.9	Dimensionado del vaso de expansión _____	249
2.1.3.9.1	Método de cálculo _____	249
2.1.3.9.2	Vaso de expansión en el circuito de la torre de refrigeración ____	249
2.1.4	Cálculo de la instalación solar térmica _____	249
2.1.4.1	Cálculo de la radiación solar incidente _____	249
2.1.4.1.1	Datos _____	249
2.1.4.1.2	Parámetros de cálculo _____	250
2.1.4.1.3	Resultados obtenidos _____	252

2.1.4.2	Sistema de captación solar_____	253
2.1.4.2.1	Características captadores _____	253
2.1.4.2.2	Fluido caloportador _____	253
2.1.4.2.3	Conexión captadores _____	254
2.1.4.3	Sistema de intercambio _____	255
2.1.4.3.1	Datos introducidos al programa_____	255
2.1.4.3.2	Propiedades termofísicas _____	255
2.1.4.3.3	Potencia necesaria _____	256
2.1.4.3.4	Resultados obtenidos _____	257
2.1.4.4	Sistema de acumulación _____	257
2.1.4.5	Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación solar térmica _____	258
2.1.4.5.1	Método de cálculo _____	258
2.1.4.5.2	Pérdidas de carga en el circuito I_____	258
2.1.4.5.3	Pérdidas de carga en el circuito II _____	265
2.1.4.5.4	Pérdidas de carga en el circuito III _____	267
2.1.4.6	Cálculo del aislamiento de las tuberías de la instalación solar _____	268
2.1.4.6.1	Método de cálculo _____	268
2.1.4.6.2	Aislamiento en las tuberías de la instalación solar _____	268
2.1.4.7	Dimensionado de las bombas de circulación_____	269
2.1.4.7.1	Circuito I _____	270
2.1.4.7.2	Circuito II _____	270
2.1.4.7.3	Circuito III_____	271
2.1.4.8	Dimensionado de los vasos de expansión _____	271
2.1.4.8.1	Método de cálculo _____	271
2.1.4.8.2	Vaso de expansión en el circuito I_____	271
2.1.4.8.3	Vaso de expansión en los circuitos II y III _____	272

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Superficie de huecos por fachada en planta semisótano _____	114
Tabla 2.2 - Superficie de huecos por fachada en planta baja _____	114
Tabla 2.3 - Superficie de huecos por fachada en planta primera _____	114
Tabla 2.4 - Superficie de huecos por fachada en planta bajocubierta _____	115
Tabla 2.5 - Superficie de fachada respecto el total de fachadas _____	115
Tabla 2.6 - Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire en m^2K/W _____	117
Tabla 2.7 - Resistencias térmicas de cámaras de aire en m^2K/W _____	118
Tabla 2.8 – Cálculo de la transmitancia térmica del muro al exterior _____	119
Tabla 2.9 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta inclinada _____	119
Tabla 2.10 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta plana _____	120
Tabla 2.11 - Cálculo de la transmitancia térmica del suelo al aire _____	120
Tabla 2.12 - Cálculo de la transmitancia térmica de las cajas de persiana _____	121
Tabla 2.13 - Cálculo de la transmitancia térmica de los pilares en fachada _____	122
Tabla 2.14 - Transmitancia térmica de suelos en contacto con el terreno U_s en W/m^2K _____	123
Tabla 2.15 - Resistencias térmicas de los componentes del suelo al terreno _____	124
Tabla 2.16 - Transmitancia térmica de muros en contacto con el terreno U_T en W/m^2K _____	125
Tabla 2.17 - Resistencias térmicas de los componentes del muro al terreno _____	125
Tabla 2.18 - Transmitancias térmicas de los huecos _____	127
Tabla 2.19 - Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m^2K _____	128
Tabla 2.20 - Verificación de cada una de las transmitancias de la envolvente térmica _____	128
Tabla 2.21 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Norte _____	130
Tabla 2.22 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Sur _____	130
Tabla 2.23 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Este/Oeste _____	130
Tabla 2.24 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Norte _____	131

Tabla 2.25 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Sur _____	131
Tabla 2.26 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Este/Oeste _____	132
Tabla 2.27 - Transmitancia térmica media de cubiertas _____	132
Tabla 2.28 - Transmitancia térmica media de suelos _____	133
Tabla 2.29 - Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno _	133
Tabla 2.30 – Verificación de las transmitancias térmicas medias _____	134
Tabla 2.31 - Datos climáticos mensuales de la localidad de Fraga, T en $^{\circ}\text{C}$ y HR en $\%$ _	135
Tabla 2.32 - Verificación de limitación de condensaciones superficiales _____	138
Tabla 2.33 - Distribución de temperatura en el muro al exterior _____	141
Tabla 2.34 - Distribución de temperatura en el suelo al aire _____	141
Tabla 2.35 - Distribución de temperatura en los pilares en fachada _____	141
Tabla 2.36 - Distribución de temperatura en las cajas de persiana _____	141
Tabla 2.37 - Distribución de presión de saturación en el muro al exterior _____	142
Tabla 2.38 - Distribución de presión de saturación en el suelo al aire _____	142
Tabla 2.39 - Distribución de presión de saturación en los pilares en fachada _____	142
Tabla 2.40 - Distribución de presión de saturación en las cajas de persiana _____	142
Tabla 2.41 - Presión de vapor interior y exterior _____	144
Tabla 2.42 - Espesor de aire equivalente de cada capa del muro al exterior _____	144
Tabla 2.43 - Espesor de aire equivalente de cada capa del suelo al aire _____	145
Tabla 2.44 - Espesor de aire equivalente de cada capa de los pilares en fachada _____	145
Tabla 2.45 - Espesor de aire equivalente de cada capa de las cajas de persiana _____	145
Tabla 2.46 - Presión de vapor en cada capa del muro al exterior _____	145
Tabla 2.47 - Presión de vapor en cada capa del suelo al aire _____	145
Tabla 2.48 - Presión de vapor en cada capa de los pilares en fachada _____	146
Tabla 2.49 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el muro al exterior _____	146
Tabla 2.50 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el suelo al aire	146

Tabla 2.51 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en los pilares en fachada _____	146
Tabla 2.52 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en las cajas de persiana _____	146
Tabla 2.53 - Determinación de <i>OMA</i> y <i>OMD</i> _____	149
Tabla 2.54 - Condiciones exteriores de cálculo _____	150
Tabla 2.55 - Condiciones interiores, <i>T</i> en °C y <i>HR</i> en % de diseño según el RITE _____	150
Tabla 2.56 - Condiciones interiores de cálculo en el Semisótano-garaje _____	151
Tabla 2.57 - Condiciones interiores de cálculo en Instalaciones _____	152
Tabla 2.58 - Condiciones interiores de cálculo en el Salón-comedor _____	153
Tabla 2.59 - Condiciones interiores de cálculo en el Recibidor _____	154
Tabla 2.60 - Condiciones interiores de cálculo en la Cocina _____	155
Tabla 2.61 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño planta baja _____	156
Tabla 2.62 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 1 _____	157
Tabla 2.63 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 2 _____	158
Tabla 2.64 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 3 _____	159
Tabla 2.65 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 4 _____	160
Tabla 2.66 - Condiciones interiores de cálculo en el Pasillo _____	161
Tabla 2.67 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 1 _____	162
Tabla 2.68 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 2 _____	163
Tabla 2.69 - Condiciones interiores de cálculo en Bajocubierta _____	164
Tabla 2.70 - Cerramientos laterales de las viviendas de los extremos Este y Oeste de la fila _____	165
Tabla 2.71 - Resumen de los cálculos de cargas térmicas en cada dependencia _____	208
Tabla 2.72 - Cargas de refrigeración suministradas por dependencia _____	210
Tabla 2.73 - Caudal agua fría en cada fan-coil _____	211
Tabla 2.74 - Caudal de los circuitos de agua fría en las viviendas _____	212

Tabla 2.75 - Velocidad del fluido aconsejada según caudal _____	213
Tabla 2.76 - Diámetros y espesores de pared de las tuberías en las viviendas _____	213
Tabla 2.77 – Diámetros y espesores de pared de las tuberías de conexión _____	213
Tabla 2.78 - Cartuchos ALPHA para válvulas EVA según el modelo de fan-coil _____	214
Tabla 2.79 - Longitud equivalente de válvulas y filtros _____	221
Tabla 2.80 - Longitud equivalente expresada en metros de diferentes elementos en tubería _____	221
Tabla 2.81 - Pérdida de carga en los fan-coils _____	221
Tabla 2.82 - Propiedades físicas del agua a 1 bar _____	222
Tabla 2.83 - Variables de diseño para el cálculo de pérdidas de carga _____	222
Tabla 2.84 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de impulsión de las viviendas _	223
Tabla 2.85 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de retorno de las viviendas _____	224
Tabla 2.86 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de impulsión de las viviendas _	225
Tabla 2.87 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de retorno de las viviendas ____	227
Tabla 2.88 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión I ____	229
Tabla 2.89 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión I _____	230
Tabla 2.90 – Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión II __	230
Tabla 2.91 – Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión II _____	230
Tabla 2.92 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión I __	231
Tabla 2.93 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión I _____	231
Tabla 2.94 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión II __	231
Tabla 2.95 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión II _____	232
Tabla 2.96 - Pérdidas de carga totales en los tramos de impulsión de las viviendas _____	232
Tabla 2.97 - Pérdidas de carga totales en los tramos de retorno de las viviendas _____	233
Tabla 2.98 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión I _____	234
Tabla 2.99 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión I _____	235
Tabla 2.100 – Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión II ____	235

Tabla 2.101 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión II _____	235
Tabla 2.102 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta semisótano _____	236
Tabla 2.103 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta baja _____	237
Tabla 2.104 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta primera _____	237
Tabla 2.105 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta bajocubierta _____	238
Tabla 2.106 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el interior de edificios _____	240
Tabla 2.107 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el exterior de edificios _____	241
Tabla 2.108 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación de refrigeración _____	241
Tabla 2.109 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación de refrigeración _____	242
Tabla 2.110 – Cálculo de la altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica de los circuitos de una vivienda y del circuito de conexión I _____	243
Tabla 2.111 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito de conexión II _____	244
Tabla 2.112 - Días característicos para los meses objeto _____	250
Tabla 2.113 - Índice de nubulosidad y media mensual de radiación diaria sobre una superficie horizontal para los meses objeto _____	251
Tabla 2.114 - Media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada en los meses objeto _____	252
Tabla 2.115 - Temperatura mínima de los últimos años en Fraga _____	254
Tabla 2.116 - Temperatura de congelación del fluido caloportador en función del porcentaje de glicol _____	254
Tabla 2.117 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito primario del intercambiador _____	256

Tabla 2.118 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito secundario del intercambiador _____	256
Tabla 2.119 - Propiedades físicas agua glicolada _____	258
Tabla 2.120 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito I _____	259
Tabla 2.121 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito I _____	260
Tabla 2.122 - Pérdidas de carga singulares en el circuito I _____	261
Tabla 2.123 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito I _____	262
Tabla 2.124 - Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito I _____	263
Tabla 2.125 - Pérdida de carga total en cada camino posible del circuito I _____	264
Tabla 2.126 - Cálculo de la pérdida de carga total en el circuito I _____	265
Tabla 2.127 - Propiedades físicas del agua en el circuito II _____	266
Tabla 2.128 - Pérdidas de carga continuas en el circuito II _____	266
Tabla 2.129 - Pérdidas de carga singulares en el circuito II _____	266
Tabla 2.130 - Pérdidas de carga totales en el circuito II _____	266
Tabla 2.131 - Pérdidas de carga continuas en el circuito III _____	267
Tabla 2.132 - Pérdidas de carga singulares en el circuito III _____	267
Tabla 2.133 - Pérdidas de carga totales en el circuito III _____	267
Tabla 2.134 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido caliente en el exterior de edificios _____	268
Tabla 2.135 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación solar ____	269
Tabla 2.136 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación solar _____	269
Tabla 2.137 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito I _____	270
Tabla 2.138 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito II _____	270
Tabla 2.139 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito III _____	271

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Zonas climáticas según el CTE _____	116
Figura 2.2 – Suelo en contacto con el terreno _____	122
Figura 2.3 - Orientaciones de las fachadas _____	129
Figura 2.4 - Valores límite de los parámetros característicos medios _____	134
Figura 2.5 – Gráfico de la longitud equivalente de diferentes accesorios _____	220
Figura 2.6 – Determinación del factor de funcionamiento K _____	248

2.1 Cálculos

2.1.1 Cumplimiento de la limitación de demanda energética

Para la correcta aplicación del Documento HE 1, del CTE, se ha optado por el procedimiento alternativo de comprobación siguiente:

Opción simplificada

Está basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

2.1.1.1 Objeto

El objeto de la opción simplificada es:

- a) limitar la demanda energética de los edificios mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica;
- b) limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos;
- c) limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios.

2.1.1.2 Aplicabilidad

Puede utilizarse la opción simplificada dado que se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:

- a) la superficie de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie;
- b) la superficie de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

La cubierta no posee ningún lucernario, mientras que la superficie de huecos en cada fachada se muestra en las Tablas 2.1 a 2.4.

Orientación fachada	Superficie de huecos
Norte	40%
Sur	12%

Tabla 2.1 - Superficie de huecos por fachada en planta semisótano

Orientación fachada	Porcentaje de huecos
Norte (recibidor)	55%
Norte (cocina)	60%
Sur	42%
Oeste	60%

Tabla 2.2 - Superficie de huecos por fachada en planta baja

Orientación fachada	Porcentaje de huecos
Norte (dormitorio 1)	37%
Norte (dormitorio 3)	29%
Sur (dormitorio 2)	23%
Sur (dormitorio 4)	29%

Tabla 2.3 - Superficie de huecos por fachada en planta primera

Orientación fachada	Porcentaje de huecos
Sur	26%

Tabla 2.4 - Superficie de huecos por fachada en planta bajocubierta

Como excepción, se admiten superficies de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio; como ocurre en las fachadas Norte y Oeste de la cocina y se muestra en la Tabla 2.5.

Fachada	Porcentaje de área respecto el total
Norte (cocina)	5%
Oeste (cocina)	1%

Tabla 2.5 - Superficie de fachada respecto el total de fachadas

2.1.1.3 Datos previos

2.1.1.3.1 Zonificación climática

La localidad de Fraga, al hallarse en la provincia de Huesca, pertenece a la zona climática E1, tal y como se puede observar en la Figura 2.1.

2.1.1.3.2 Clasificación de los espacios

Todos los espacios interiores del edificio se consideran espacios habitables. A su vez, éstos se consideran espacios con baja carga interna, es decir, espacios en los que se disipa poco calor. A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se consideran espacios de clase higrométrica 3 o inferior, ya que no se prevé una alta producción de humedad. Mientras que todos los cerramientos que separan los espacios habitables del ambiente exterior, conforman la envolvente térmica del edificio.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Figura 2.1 - Zonas climáticas según el CTE

2.1.1.4 Cálculo de la transmitancia térmica de los cerramientos

2.1.1.4.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

La transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$ de la parte opaca de los cerramientos en contacto con el aire exterior viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Ec. 2.1

Donde: R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo [$m^2 \cdot K/W$].

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Ec. 2.2

Donde: $R_1, R_2 \dots R_n$ son las resistencias térmicas de cada capa [$m^2 \cdot K/W$].

R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la Tabla 2.6 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección de flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 \cdot K/W$].

La resistencia de una capa térmicamente homogénea viene definida por la siguiente expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Ec. 2.3

Donde: e es el espesor de la capa [m].

λ es la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa [$W/m \cdot K$].

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Tabla 2.6 - Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire en m^2K/W

Las cámaras de aire pueden ser consideradas por su resistencia térmica, para ello se considerarán:

- a) cámara de aire sin ventilar;
- b) cámara de aire ligeramente ventilada;
- c) cámara de aire muy ventilada.

La resistencia térmica de las cámaras de aire sin ventilar viene definida en la Tabla 2.7 en función de su espesor.

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla 2.7 - Resistencias térmicas de cámaras de aire en m^2K/W

Los resultados de los cálculos de la transmitancia térmica para los cerramientos en contacto con el aire exterior que conforman la envolvente térmica se muestran a continuación.

Se incluyen aquellos puentes térmicos cuya superficie sea superior a $0,5 m^2$ y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.

Muro al exterior

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica del muro al exterior son las que se muestran en la Tabla 2.8.

Capa	Conductivitat tèrmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistència tèrmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Superficial exterior	-	-	0,04
Ladrillo perforado c/vista	0,76	0,12	0,16
Poliuretano proyectado	0,024	0,05	2,083
Cámara aire (sin ventilar)	-	0,05	0,18
Ladrillo simple hueco	0,49	0,07	0,14
Enlucido de yeso	0,3	0,01	0,03
Superficial interior	-	-	0,13
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			2,763
Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$			0,362

Tabla 2.8 – Cálculo de la transmitancia térmica del muro al exterior

Cubierta inclinada

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta inclinada son las que se muestran en la Tabla 2.9.

Capa	Conductivitat tèrmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistència tèrmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Superficial exterior	-	-	0,04
Teja + mortero	1,4	0,05	0,04
Impermeabilizante	0,19	0,01	0,05
Poliuretano proyectado	0,024	0,05	2,083
Losa hormigón	0,25	0,21	0,84
Madera	0,2	0,01	0,05
Superficial interior	-	-	0,1
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			3,203
Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$			0,312

Tabla 2.9 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta inclinada

Cubierta plana

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta plana son las que se muestran en la Tabla 2.10.

Capa	Conductividad térmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistencia térmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Superficial exterior	-	-	0,04
Terrazo + mortero	3,6	0,04	0,01
Impermeabilizante	0,19	0,01	0,05
Poliuretano proyectado	0,024	0,05	2,083
Losa hormigón	0,25	0,19	0,76
Enlucido de yeso	0,3	0,01	0,03
Superficial interior	-	-	0,1
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			3,073
Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$			0,325

Tabla 2.10 - Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta plana

Suelo al aire

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica del suelo al aire son las que se muestran en la Tabla 2.11.

Capa	Conductividad térmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistencia térmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Superficial exterior	-	-	0,04
Enlucido de yeso	0,3	0,01	0,03
Losa de hormigón	0,25	0,19	0,76
Poliuretano proyectado	0,024	0,05	2,083
Impermeabilizante	0,19	0,01	0,05
Terrazo + mortero	3,6	0,04	0,01
Superficial interior	-	-	0,17
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			3,143
Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$			0,318

Tabla 2.11 - Cálculo de la transmitancia térmica del suelo al aire

Contorno de huecos

El contorno de los huecos, de PVC, posee una transmitancia térmica $U = 2,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, la cual ha sido facilitada por el fabricante.

Caja de persiana

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica de las cajas de persiana son las que se muestran en la Tabla 2.12.

Capa	Conductividad térmica $\lambda(\text{W/m} \cdot \text{K})$	Espesor $e(\text{m})$	Resistencia térmica $R(\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$
Superficial exterior	-	-	0,13
Cámara aire (muy ventilada)	-	-	-
Placa PVC espumado	0,07	0,03	0,43
Superficial interior	-	-	0,13
Resistencia térmica total $R_T(\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$			0,69
Transmitancia térmica $U(\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$			1,45

Tabla 2.12 - Cálculo de la transmitancia térmica de las cajas de persiana

Según el Documento Básico HE 1 del CTE, para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior. E incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

Pilares en fachada

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica de los pilares en fachada son las que se muestran en la Tabla 2.13.

Capa	Conductividad térmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistencia térmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Superficial exterior	-	-	0,04
Ladrillo perforado c/vista	0,76	0,09	0,12
Hormigón	1,6	0,25	0,16
Superficial interior	-	-	0,13
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			0,45
Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$			2,22

Tabla 2.13 - Cálculo de la transmitancia térmica de los pilares en fachada

2.1.1.4.2 Cerramientos en contacto con el terreno

2.1.1.4.2.1 *Suelos en contacto con el terreno*

Para el cálculo de la transmitancia, $U_s(W/m^2 \cdot K)$, de suelos en contacto con el terreno, como el que se muestra en la Figura 2.2, se consideran en este apartado:

- soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,5 m por debajo de éste;
- soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

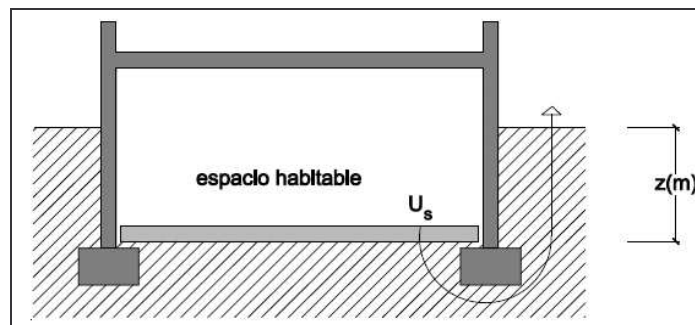


Figura 2.2 – Suelo en contacto con el terreno

Se toma el procedimiento de cálculo correspondiente al apartado b, ya que la profundidad del suelo en contacto con el terreno es $z = 1,83 m$.

La transmitancia térmica se obtendrá de la Tabla 2.14 en función de la profundidad z de la solera o losas respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión 2.2, despreciando las resistencias térmicas superficiales, y de la longitud característica B' calculada mediante la expresión 2.4.

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

Ec. 2.4

Donde: A es el área de la solera [m^2];

P es la longitud del perímetro de la solera [m].

B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Tabla 2.14 - Transmitancia térmica de suelos en contacto con el terreno U_s en W/m^2K

El suelo en contacto con el terreno que forma parte de la envolvente térmica se muestra a continuación.

Suelo al terreno

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica del suelo al terreno son las que se muestran en la Tabla 2.15.

Capa	Conductividad térmica $\lambda(W/m \cdot K)$	Espesor $e(m)$	Resistencia térmica $R(m^2 \cdot K/W)$
Hormigón en masa	1,6	0,25	0,16
Impermeabilizante	0,19	0,01	0,05
Arena	0,41	0,02	0,05
Pavimento + mortero	1,4	0,05	0,04
Resistencia térmica total $R_T(m^2 \cdot K/W)$			0,3

Tabla 2.15 - Resistencias térmicas de los componentes del suelo al terreno

La longitud característica se obtiene mediante la Ecuación 2.4, a partir de la superficie de la solera y de su perímetro, $91,04 \text{ m}^2$ y $43,82 \text{ m}$ respectivamente, y ésta tiene un valor de $B' = 4,16 \text{ m}$.

Para obtener la transmitancia térmica, en la Tabla 2.14, se tiene en cuenta que $1 \text{ m} < z \leq 2 \text{ m}$ y tomando $B' = 5 \text{ m}$, se interpola linealmente para obtener el valor correspondiente a $R_f = 0,3 \text{ m}^2 \cdot K/W$, el cual es $U_s = 0,486 \text{ W/m}^2 \cdot K$.

Mientras que, para obtener la transmitancia del primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno, se tiene en cuenta que $z = 1 \text{ m}$, por tanto, $0,5 \text{ m} < z \leq 1 \text{ m}$, y tomando igualmente $B' = 5 \text{ m}$, se interpola linealmente para obtener el valor correspondiente a $R_f = 0,3 \text{ m}^2 \cdot K/W$, el cual resulta $U_s = 0,568 \text{ W/m}^2 \cdot K$.

2.1.1.4.2.2 Muros en contacto con el terreno

La transmitancia térmica $U_T(W/m^2 \cdot K)$ de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de la Tabla 2.16 en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión 2.2 despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Rm (m ² K/W)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

 Tabla 2.16 - Transmitancia térmica de muros en contacto con el terreno U_T en W/m²K

La transmitancia para el primer metro de muro en contacto con el terreno se obtendrá de la columna $z = 1$ m .

El muro en contacto con el terreno que forma parte de la envolvente térmica se muestra a continuación.

Muro al terreno

Las capas consideradas en el cálculo de la transmitancia térmica del muro al terreno son las que se muestran en la Tabla 2.17.

Capa	Conductividad térmica λ (W/m · K)	Espesor e (m)	Resistencia térmica R (m ² · K/W)
Impermeabilizante	0,19	0,01	0,05
Hormigón armado	0,36	0,14	0,39
Poliuretano proyectado	0,024	0,05	2,083
Cámara aire (sin ventilar)	-	0,02	0,17
Ladrillo simple hueco	0,49	0,07	0,14
Enlucido de yeso	0,3	0,01	0,03
Resistencia térmica total R_T (m² · K/W)			2,863

Tabla 2.17 - Resistencias térmicas de los componentes del muro al terreno

En la Tabla 2.16, se toma $R_m = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ e interpolando linealmente, para $z = 1,83 \text{ m}$, se obtiene la transmitancia térmica del muro al terreno, $U_T = 0,360 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

La transmitancia para el primer metro de muro enterrado se obtiene de la columna $z = 1 \text{ m}$, la cual resulta $U_T = 0,390 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

2.1.1.4.3 Huecos

La transmitancia térmica de los huecos $U_H (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K})$ se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

Ec. 2.5

Donde: $U_{H,v}$ es la transmitancia térmica de la parte semitransparente $[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$;

$U_{H,m}$ es la transmitancia térmica del marco de la ventana o puerta $[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$;

FM es la fracción de hueco ocupada por el marco.

La parte semitransparente de todos los huecos está compuesta por un vidrio doble con cámara de aire de 4-12-4 mm, el cual posee una transmitancia térmica $U_{H,v} = 2,8 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. El marco en puertas y ventanas acristaladas es de PVC, el cual posee una transmitancia $U_{H,m} = 2,2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Mientras que la parte maciza de la puerta de entrada es de madera, de transmitancia $U_{H,m} = 2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Por último, la parte maciza de la puerta de acceso al semisótano tiene un aislamiento con un valor R-11, por lo que le corresponde una transmitancia $U_{H,m} = 0,516 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

Las transmitancias térmicas de los huecos obtenidas se muestran en la Tabla 2.18.

Hueco	Fracción de hueco ocupado por el marco, FM	Transmitancia térmica $U_H (W/m^2 \cdot K)$
Ventanas semisótano	0,31	2,614
Ventanas dormitorios	0,30	2,620
Ventana cocina (Norte)	0,21	2,674
Ventana cocina (Oeste)	0,28	2,632
Puerta acristalada salón	0,17	2,698
Puerta acristalada dormitorio 1	0,26	2,644
Puerta acristalada bajocubierta	0,22	2,668
Puerta entrada	0,77	2,184
Puerta semisótano	0,94	0,653

Tabla 2.18 - Transmitancias térmicas de los huecos

2.1.1.5 Cálculo del factor solar modificado de huecos

Este apartado no se ha realizado dado que para la zona climática E1 no se establecen valores límite del factor solar modificado F para espacios con baja carga interna.

2.1.1.6 Limitación de la demanda energética

A efectos de limitación de la demanda, se incluirán sólo aquellos puentes térmicos cuya superficie sea superior a $0,5 m^2$ y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.

- a) Comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo indicado en la Tabla 2.19.

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con <i>espacios no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m
⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos
⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

Tabla 2.19 - Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m^2K

En este caso, se toman los valores límite correspondientes a las zonas climáticas E de la Tabla 2.19.

Cerramientos y particiones interiores	Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$	Transmitancia térmica máxima $U(W/m^2 \cdot K)$
Muro al exterior	0,362	0,74
Suelo al terreno (primer metro del perímetro)	0,568	
Muro al terreno (primer metro)	0,390	
Suelo al terreno	0,486	0,62
Suelo al aire	0,318	
Cubierta inclinada	0,312	0,46
Cubierta plana	0,325	
Ventanas semisótano	2,614	3,1
Ventanas dormitorios	2,620	
Ventana cocina (Norte)	2,674	
Ventana cocina (Oeste)	2,632	
Puerta acristalada salón	2,698	
Puerta acristalada dormitorio 1	2,644	
Puerta acristalada bajocubierta	2,668	
Puerta entrada	2,184	
Puerta semisótano	0,653	

Tabla 2.20 - Verificación de cada una de las transmitancias de la envolvente térmica

- b) Cálculo de la media de los distintos parámetros característicos del edificio.

Muros

Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la Figura 2.3. La orientación se caracteriza mediante el ángulo α , que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

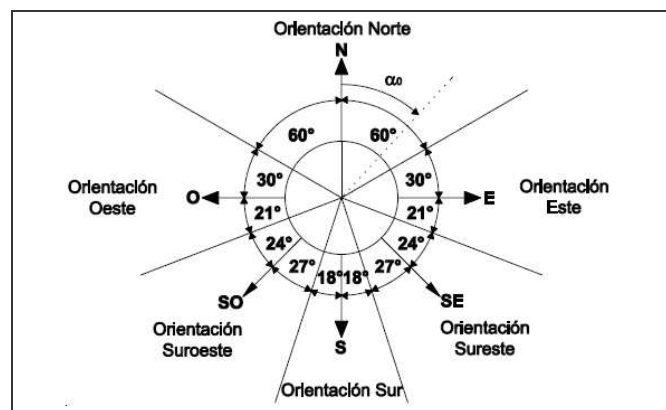


Figura 2.3 - Orientaciones de las fachadas

A continuación se muestran las transmitancias térmicas medias de los muros U_{Mm} , para las orientaciones correspondientes, considerando los puentes térmicos, como se indica en la Ecuación 2.6.

$$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$$

Ec. 2.6

Donde: A_M es el área del muro [m^2].

U_M es la transmitancia térmica del muro [$W/m^2 \cdot K$].

A_{PF} es el área del puente térmico [m^2].

U_{PF} es la transmitancia térmica del puente térmico [$W/m^2 \cdot K$].

En la Tabla 2.21 se muestra la transmitancia media de los muros con orientación Norte.

<i>NORTE</i>	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Mm}(W/m^2 \cdot K)$
Muro al exterior	0,362	22,24	0,568
Contorno de huecos	2,2	2,11	
Caja de persiana	1,45	1,28	

Tabla 2.21 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Norte

La Tabla 2.22 muestra la transmitancia media de muros con orientación Sur.

<i>SUR</i>	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Mm}(W/m^2 \cdot K)$
Muro al exterior	0,362	36,25	0,569
Contorno de huecos	2,2	3,39	
Caja de persiana	1,45	2,24	

Tabla 2.22 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Sur

En la Tabla 2.23 se indica la correspondiente a las orientaciones Este y Oeste, las cuales coinciden dada la simetría.

<i>ESTE/OESTE</i>	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Mm}(W/m^2 \cdot K)$
Muro al exterior	0,362	106,38	0,403
Pilares en fachada	2,22	2,41	

Tabla 2.23 - Transmitancia térmica media de muros con orientación Este/Oeste

Huecos

Al igual que con los muros, las transmitancias medias de los huecos U_{Hm} , también se calculan en función de la orientación que tengan, mediante la Ecuación 2.7.

$$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$$

Ec. 2.7

Donde: A_H es el área del hueco [m^2].

U_H es la transmitancia térmica del hueco [$W/m^2 \cdot K$].

En las Tablas 2.24, 2.25 y 2.26 se muestran las transmitancias térmicas medias de los huecos con orientación Norte, Sur y Este/Oeste, respectivamente.

NORTE	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Hm}(W/m^2 \cdot K)$
Puerta semisótano	0,653	5,00	1,996
Puerta entrada	2,338	3,22	
Ventana cocina	2,674	3,78	
Ventana dormitorio 3	2,620	1,80	
Puerta acristalada dormitorio 1	2,644	2,98	

Tabla 2.24 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Norte

SUR	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Hm}(W/m^2 \cdot K)$
Ventanas semisótano	2,614	1,50	2,664
Puerta acristalada salón	2,698	6,00	
Ventanas dormitorios 2 y 4	2,620	3,60	
Puerta acristalada bajocubierta	2,668	5,88	

Tabla 2.25 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Sur

ESTE/OESTE	Transmitancia térmica	Área	Transmitancia térmica media
-------------------	------------------------------	-------------	------------------------------------

Tipo	$U(W/m^2 \cdot K)$	$A(m^2)$	$U_{Hm}(W/m^2 \cdot K)$
Ventana cocina	2,632	-	2,632

Tabla 2.26 - Transmitancia térmica media de huecos con orientación Este/Oeste

Cubiertas

En la Tabla 2.27 se puede observar la transmitancia térmica media de las cubiertas U_{Cm} , calculada mediante la Ecuación 2.8.

$$U_{Cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c}{\sum A_c}$$

Ec. 2.8

Donde: A_c es el área de la cubierta [m^2].

U_c es la transmitancia térmica de la cubierta [$W/m^2 \cdot K$].

Tipo	Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$	Área $A(m^2)$	Transmitancia térmica media $U_{Cm}(W/m^2 \cdot K)$
Cubierta inclinada	0,312	50,35	0,318
Cubierta plana	0,325	49,91	

Tabla 2.27 - Transmitancia térmica media de cubiertas

Suelos

Para el cálculo de la transmitancia térmica media de suelos U_{Sm} se aplica la Ecuación 2.9.

$$U_{Sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$$

Ec. 2.9

Donde: A_s es el área del suelo [m^2].

U_s es la transmitancia térmica del suelo [$W/m^2 \cdot K$].

En la Tabla 2.28 se muestra la transmitancia térmica media de suelos. En el cálculo únicamente se tiene en cuenta el suelo al aire, ya que el suelo al terreno se considera como cerramiento en contacto con el terreno, ya que su profundidad es mayor a 0,5 m .

Tipo	Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$	Área $A(m^2)$	Transmitancia térmica media $U_{Sm}(W/m^2 \cdot K)$
Suelo al aire	0,318	-	0,318

Tabla 2.28 - Transmitancia térmica media de suelos

Cerramientos en contacto con el terreno

Por último, en la Tabla 2.29 se muestra la transmitancia térmica media de los cerramientos en contacto con el terreno U_{Tm} calculada mediante la Ecuación 2.10 y teniendo en cuenta tanto el muro al terreno, como el suelo al terreno.

$$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$$

Ec. 2.10

Donde: A_T es el área del cerramiento en contacto con el terreno $[m^2]$.

U_T es la transmitancia del cerramiento en contacto con el terreno $[W/m^2 \cdot K]$.

Tipo	Transmitancia térmica $U(W/m^2 \cdot K)$	Área $A(m^2)$	Transmitancia térmica media $U_{Tm}(W/m^2 \cdot K)$
Muro al terreno	0,360	170,83	0,466
Suelo al terreno	0,486	911,07	

Tabla 2.29 - Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno

- c) Comprobación de que los parámetros característicos medios son inferiores a los valores límite de la Figura 2.4.

ZONA CLIMÁTICA E1										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					$U_{Mlim}: 0,57 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de suelos					$U_{Slim}: 0,48 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de cubiertas					$U_{Clim}: 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Factor solar modificado límite de lucernarios					$F_{Lim}: 0,36$					
% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,43 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas E1.

Figura 2.4 - Valores límite de los parámetros característicos medios

En la Tabla 2.30 se puede comprobar que las transmitancias térmicas medias de la envolvente térmica son inferiores a los valores límite establecidos.

Tipo	Orientación	Transmitancia térmica media	Transmitancia térmica límite
		$U_m \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$	$U_{lim} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$
Muros	Norte	0,568	0,57
	Sur	0,569	
	Este/Oeste	0,403	
Huecos	Norte (43% de huecos)	1,996	2,0
	Sur (27% de huecos)	2,664	3,1
	Este/Oeste (7% de huecos)	2,632	3,1
Cubiertas		0,318	0,35
Suelos		0,318	0,48
Cerramientos en contacto con el terreno		0,466	0,57

Tabla 2.30 – Verificación de las transmitancias térmicas medias

2.1.1.7 Control de las condensaciones intersticiales y superficiales

2.1.1.7.1 Condiciones para el cálculo de condensaciones

2.1.1.7.1.1 *Condiciones exteriores*

Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad de Fraga, lo cuales se muestran en la Tabla 2.31.

Los datos medios mensuales se han obtenido mediante una estación automática *Davis Vantage Pro Plus* situada en Fraga.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T_{med}	6,1	7,4	11,3	14,6	19,2	24,0	26,2	25,7	21,5	16,9	10,1	5,5
HR_{med}	77	70	57	61	52	51	48	49	61	69	73	77

Tabla 2.31 - Datos climáticos mensuales de la localidad de Fraga, T en $^{\circ}C$ y HR en %

2.1.1.7.1.2 *Condiciones interiores*

Para el cálculo de condensaciones superficiales se tomará una temperatura del ambiente interior igual a $20^{\circ}C$ para el mes de enero, y una humedad relativa del ambiente interior igual a 45%.

Para el cálculo de condensaciones intersticiales se tomará una temperatura interior del ambiente interior de $21^{\circ}C$ para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente interior igual a 50%.

2.1.1.7.2 Condensaciones superficiales

La comprobación de limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,\min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos y puentes térmicos se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

Sin embargo, el cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la Tabla 2.20 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase higrométrica 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

2.1.1.7.2.1 *Factor de temperatura de la superficie interior mínimo*

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,\min}$ de un puente térmico, cerramiento o partición interior se podrá calcular a partir de la Ecuación 2.11.

$$f_{Rsi,\min} = \frac{\theta_{si,\min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Ec. 2.11

Donde: θ_e es la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero [$^{\circ}C$].

$\theta_{si,\min}$ es la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la Ecuación 2.12 [$^{\circ}C$].

$$\theta_{si,\min} = \frac{237,3 \cdot \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}$$

Ec. 2.12

Donde: P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la Ecuación 2.13 [Pa].

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$$

Ec. 2.13

Donde: P_i es la presión del vapor interior obtenida de la Ecuación 2.14 [Pa].

$$P_i = \phi_i \cdot 2337$$

Ec. 2.14

Donde: ϕ_i es la humedad relativa interior expresada en tanto por 1.

Sustituyendo las condiciones de cálculo en las ecuaciones anteriores se obtiene el factor de temperatura de la superficie interior mínimo, $f_{Rsi,\min} = 0,355$.

2.1.1.7.2.2 Factor de temperatura de la superficie interior en puentes térmicos

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} se calcula a partir de su transmitancia térmica mediante Ecuación 2.15.

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

Ec. 2.15

Donde: U es la transmitancia térmica del puente térmico $[W/m^2 \cdot K]$.

En la Tabla 2.32 se muestran los factores de temperatura de la superficie interior para cada puente térmico, los cuales son superiores al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

Puente térmico	f_{Rsi}	$f_{Rsi,min}$
Caja de persiana	0,638	0,355
Pilares en fachada	0,445	
Contorno de huecos	0,45	

Tabla 2.32 - Verificación de limitación de condensaciones superficiales

2.1.1.7.3 Condensaciones intersticiales

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento objeto se calculará:

- la distribución de temperaturas;
- la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas;

c) la distribución de presiones de vapor.

Estarán exentos de la comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento.

Como las cubiertas cuentan con barrera de vapor en la parte caliente del cerramiento, los cerramientos objeto son: muro al exterior, suelo al aire, pilares en fachada y cajas de persiana.

2.1.1.7.3.1 Distribución de temperaturas

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas se considera lineal y depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{Si} y exterior R_{Se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:

- a) cálculo de la resistencia térmica total R_T del elemento constructivo;
- b) cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{Se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Ec. 2.16

Donde: θ_e es la temperatura exterior de la localidad correspondiente a la temperatura media del mes de enero [$^{\circ}C$].

θ_i es la temperatura interior [$^{\circ}C$].

R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo $[m^2 \cdot K/W]$.

R_{se} es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior tomada de la Tabla 2.6 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio $[m^2 \cdot K/W]$.

- c) cálculo de la temperatura de cada una de las capas que componen el elemento el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

...

$$\theta_{n-1} = \theta_{n-2} + \frac{R_{n-1}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Ec. 2.17

Donde: θ_{se} es la temperatura superficial exterior $[^{\circ}C]$.

θ_e es la temperatura exterior de la localidad correspondiente a la temperatura media del mes de enero $[^{\circ}C]$.

θ_i es la temperatura interior $[^{\circ}C]$.

$\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ son las temperaturas de cada capa $[^{\circ}C]$.

$R_1 \dots R_{n-1}$ son las resistencias térmicas de cada capa $[m^2 \cdot K/W]$.

R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo $[m^2 \cdot K/W]$.

- d) cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Ec. 2.18

Donde: θ_e es la temperatura exterior de la localidad correspondiente a la temperatura media del mes de enero [$^{\circ}C$].

θ_i es la temperatura interior [$^{\circ}C$].

θ_{n-1} es la temperatura de la capa $n-1$ [$^{\circ}C$].

R_n es la resistencia térmica de la capa n [$m^2 \cdot K/W$].

R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo [$m^2 \cdot K/W$].

En las Tablas 2.33 a 2.36 se muestran las temperaturas correspondientes a cada capa en los cerramientos objeto.

$\theta_{se} (^{\circ}C)$	$\theta_1 (^{\circ}C)$	$\theta_2 (^{\circ}C)$	$\theta_3 (^{\circ}C)$	$\theta_4 (^{\circ}C)$	$\theta_{si} (^{\circ}C)$
6,32	7,18	18,41	19,38	20,13	20,29

Tabla 2.33 - Distribución de temperatura en el muro al exterior

$\theta_{se} (^{\circ}C)$	$\theta_1 (^{\circ}C)$	$\theta_2 (^{\circ}C)$	$\theta_3 (^{\circ}C)$	$\theta_4 (^{\circ}C)$	$\theta_{si} (^{\circ}C)$
6,29	6,43	10,03	19,90	20,14	20,19

Tabla 2.34 - Distribución de temperatura en el suelo al aire

$\theta_{se} (^{\circ}C)$	$\theta_1 (^{\circ}C)$	$\theta_{si} (^{\circ}C)$
7,42	11,39	16,69

Tabla 2.35 - Distribución de temperatura en los pilares en fachada

$\theta_{se} (^{\circ}C)$	$\theta_{si} (^{\circ}C)$
8,91	18,2

Tabla 2.36 - Distribución de temperatura en las cajas de persiana

2.1.1.7.3.2 Distribución de la presión de vapor de saturación

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación P_{sat} en $[Pa]$ a lo largo de un elemento constructivo formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente, mediante la Ecuación 2.19.

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

Ec. 2.19

Donde: θ es la temperatura correspondiente a cada capa $[^{\circ}C]$

En las Tablas 2.37 a 2.40 se pueden observar las presiones de vapor de saturación correspondientes a cada capa en los cerramientos objeto.

$P_{sat,se} (Pa)$	$P_{sat,1} (Pa)$	$P_{sat,2} (Pa)$	$P_{sat,3} (Pa)$	$P_{sat,4} (Pa)$	$P_{sat,si} (Pa)$
955,54	1013,78	2116,61	2248,76	2355,82	2379,23

Tabla 2.37 - Distribución de presión de saturación en el muro al exterior

$P_{sat,se} (Pa)$	$P_{sat,1} (Pa)$	$P_{sat,2} (Pa)$	$P_{sat,3} (Pa)$	$P_{sat,4} (Pa)$	$P_{sat,si} (Pa)$
953,56	962,82	1229,78	2322,52	2357,28	2364,58

Tabla 2.38 - Distribución de presión de saturación en el suelo al aire

$P_{sat,se} (Pa)$	$P_{sat,1} (Pa)$	$P_{sat,si} (Pa)$
1030,58	1346,41	1898,93

Tabla 2.39 - Distribución de presión de saturación en los pilares en fachada

$P_{sat,se} (Pa)$	$P_{sat,si} (Pa)$
1140,50	2088,91

Tabla 2.40 - Distribución de presión de saturación en las cajas de persiana

2.1.1.7.3.3 Distribución de presión de vapor

La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) \\
 P_2 &= P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) \\
 &\dots \\
 P_{n-1} &= P_{n-2} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)
 \end{aligned}$$

Ec. 2.20

Donde: P_i es la presión de vapor del aire interior [Pa].

P_e es la presión de vapor del aire exterior [Pa].

$P_1 \dots P_{n-1}$ es la presión de vapor en cada capa [Pa].

$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ es el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión de vapor de agua calculado mediante la Ecuación 2.21 [m].

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

Ec. 2.21

Donde: e_n es el espesor de la capa [m].

μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de la capa.

Para el cálculo analítico de las presiones de vapor del aire interior y exterior, P_i y P_e respectivamente, se utilizan las siguientes expresiones:

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i)$$

Ec. 2.22

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e)$$

Ec. 2.23

Donde: ϕ_i es la humedad relativa del ambiente interior, expresada en tanto por 1.

ϕ_e es la humedad relativa del ambiente exterior, expresada en tanto por 1.

Las presiones de vapor interior y exterior se han calculado para las condiciones de humedad relativa y temperatura definidas en el apartado 2.1.1.7.1, los resultados se muestran en la Tabla 2.41.

	ϕ	$\theta(^{\circ}C)$	$P_{sat}(\theta)(Pa)$	$P(Pa)$
Interior	0,5	21	2485,58	<u>1242,79</u>
Exterior	0,77	6,1	941,12	<u>724,66</u>

Tabla 2.41 - Presión de vapor interior y exterior

El espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, se muestra en las Tablas 2.42 a 2.45 para cada cerramiento objeto.

Capa	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua μ	Espesor $e(m)$	Espesor de aire equivalente $S_d(m)$
Ladrillo perforado c/vista	10	0,12	1,20
Poliuretano proyectado	150	0,05	7,50
Cámara de aire	1	0,05	0,05
Ladrillo simple hueco	10	0,07	0,70
Enlucido de yeso	6	0,01	0,06

Tabla 2.42 - Espesor de aire equivalente de cada capa del muro al exterior

Capa	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua μ	Espesor $e(m)$	Espesor de aire equivalente $S_d(m)$
Enlucido de yeso	6	0,01	0,06
Losa de hormigón	80	0,19	15,20
Poliuretano proyectado	150	0,05	7,50
Impermeabilizante	50000	0,01	500,00
Terrazo + mortero	15	0,04	0,60

Tabla 2.43 - Espesor de aire equivalente de cada capa del suelo al aire

Capa	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua μ	Espesor $e(m)$	Espesor de aire equivalente $S_d(m)$
Ladrillo perforado c/vista	10	0,09	0,90
Hormigón	80	0,25	20,00

Tabla 2.44 - Espesor de aire equivalente de cada capa de los pilares en fachada

Capa	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua μ	Espesor $e(m)$	Espesor de aire equivalente $S_d(m)$
Cámara aire (muy ventilada)			
Placa PVC espumado	300	0,03	9,00

Tabla 2.45 - Espesor de aire equivalente de cada capa de las cajas de persiana

Las presiones de vapor en cada capa de los cerramientos objeto son las que se muestran en las Tablas 2.46 a 2.48.

$P_1(Pa)$	$P_2(Pa)$	$P_3(Pa)$	$P_4(Pa)$
790,04	1198,66	1201,38	1239,52

Tabla 2.46 - Presión de vapor en cada capa del muro al exterior

$P_1(Pa)$	$P_2(Pa)$	$P_3(Pa)$	$P_4(Pa)$
724,72	739,77	747,20	1242,2

Tabla 2.47 - Presión de vapor en cada capa del suelo al aire

$P_1(Pa)$
746,97

Tabla 2.48 - Presión de vapor en cada capa de los pilares en fachada

2.1.1.7.3.4 Comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación

Se puede comprobar en las Tablas 2.49 a 2.52 que la presión de vapor en la superficie de cada capa de los cerramientos objeto es inferior a la presión de vapor de saturación. Por tanto, no se producirán condensaciones intersticiales.

	Superficie exterior	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Superficie interior
$P_{sat}(Pa)$	955,54	1013,78	2116,61	2248,76	2355,82	2379,23
$P(Pa)$	724,66	790,04	1198,66	1201,38	1239,52	1242,79

Tabla 2.49 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el muro al exterior

	Superficie exterior	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Superficie interior
$P_{sat}(Pa)$	953,56	962,82	1229,78	2322,52	2357,28	2364,58
$P(Pa)$	724,66	724,72	739,77	747,20	1242,20	1242,79

Tabla 2.50 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en el suelo al aire

	Superficie exterior	Capa 1	Superficie interior
$P_{sat}(Pa)$	1030,58	1346,41	1898,93
$P(Pa)$	724,66	746,97	1242,79

Tabla 2.51 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en los pilares en fachada

	Superficie exterior	Superficie interior
$P_{sat}(Pa)$	1140,5	2088,91
$P(Pa)$	724,66	1242,79

Tabla 2.52 - Comparación entre la presión de vapor y la de saturación en las cajas de persiana

2.1.2 Cálculo de las cargas térmicas

El objetivo de este apartado es calcular las necesidades de frío que hay en las viviendas objeto del proyecto, con el fin de que éstas se mantengan en las condiciones térmicas que exigen los correspondientes estándares de confort térmico.

El cálculo de la máxima carga térmica se realiza para todo el conjunto de viviendas con el fin de dimensionar el sistema centralizado de refrigeración.

Como carga térmica se entiende todo fenómeno que tiende a modificar tanto la temperatura como la humedad absoluta en un local. Cuando únicamente se modifica la temperatura seca del aire decimos que es una carga sensible. Si se modifica la cantidad de vapor de agua, es una carga latente.

Las cargas de refrigeración pueden ser:

a) Cargas exteriores:

- carga a través de paredes, cubiertas y suelos;
- carga a través de superficies con cristales, ventanas y claraboyas;
- carga por ventilación carga por infiltración.

b) Cargas interiores:

- carga por ocupantes;
- carga por iluminación;
- carga debida a máquinas y motores;
- carga debida a procesos industriales;
- carga debida a la propia instalación;
- carga debida a paso de conductos.

Para calcular las cargas térmicas se ha utilizado el programa informático *DpClima*, el cual es muy intuitivo y de fácil manejo. Éste realiza los cálculos para cada hora del periodo considerado. Además, tiene en cuenta muchos parámetros que serían complejos de considerar si los cálculos se realizaran manualmente. Y a la vez, también permite el cálculo de la máxima carga térmica para cada habitación individual, para cada zona o para todo el edificio o instalación.

El programa permite agilizar este procedimiento tan mecánico y pesado y poder entrar en detalle en aspectos más interesantes desde el punto de vista de diseño, como por ejemplo, la incidencia de diversos factores en el resultado de la carga térmica final.

2.1.2.1 Datos introducidos al programa

El punto de partida es fijar las condiciones de diseño, tanto interiores a los locales a climatizar como las condiciones del aire exterior.

Todas las dependencias de las viviendas estarán refrigeradas; incluyendo el semisótano, el cual además de servir como garaje podrá ser utilizado para realizar diversas actividades que requieren unas condiciones térmicas que garanticen el confort de sus ocupantes.

2.1.2.1.1 Condiciones exteriores de cálculo

La temperatura exterior es el dato más influyente para fijar la potencia nominal de la instalación de refrigeración, y tomar unos datos excesivamente adversos llevaría a una instalación sobredimensionada o subdimensionada. Y para todos aquellos días en que estas condiciones no se dieran disminuiría su rendimiento, además de elevar el coste de la misma.

Por otro lado, si la temperatura exterior es mayor que la supuesta en el diseño, durante un número importante de días, está claro que estos días la instalación no podrá suministrar la demanda de frío necesaria, y por tanto, no se alcanzarán las condiciones interiores de diseño.

Por esta razón se busca el equilibrio entre los dos extremos y se adopta una temperatura exterior de cálculo que esté razonablemente en el nivel percentil más ajustado a la localidad de emplazamiento de la instalación.

En la Tabla 2.53 se muestran las temperaturas medias máximas y mínimas mensuales para la localidad de Fraga, los datos se han obtenido mediante una estación automática *Davis Vantage Pro Plus*. Además, también se muestra la *OMD* (media de la diferencia entre la media de temperaturas máximas y la media de temperaturas mínimas mensuales de los meses de verano) y la *OMA* (diferencia entre la máxima de máximas y la mínima de mínimas).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed,máx	10,5	13,2	17,8	21,5	26,5	32,0	34,7	33,7	28,8	23,1	15,5	9,8
Tmed,mín	2,7	2,6	6,0	8,8	12,8	17,0	19,3	18,7	15,8	12,1	5,7	2,0
Tmed,max - Tmed,mín	7,8	10,6	11,8	12,7	13,7	15	15,4	15	13	11	9,8	7,8
OMA	32,7											
OMD	12											

Tabla 2.53 - Determinación de OMA y OMD

En la Tabla 2.54 se puede observar el resumen de las condiciones exteriores de cálculo introducidas en el programa. La velocidad del viento considerada es la que por defecto da el programa.

Localidad	Fraga
Altitud	118 m
Latitud	41,52°
Velocidad del viento	5 m/s
Turbiedad atmosférica	Estándar
Materiales circundantes	Estándar
Temperatura seca exterior máxima	35 °C
Humedad relativa	52%
Oscilación mediana diaria, OMD	12 °C
Oscilación máxima anual, OMA	32,7 °C
ΔT interior población	0 °C
Coefficiente de mayoración cargas del edificio	5%
Carga propia instalación	5%

Tabla 2.54 - Condiciones exteriores de cálculo

2.1.2.1.2 Condiciones interiores de cálculo

Según el RITE, la exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y la humedad relativa se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en la Tabla 2.55.

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

Tabla 2.55 - Condiciones interiores, T en °C y HR en % de diseño según el RITE

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar la categoría de calidad de aire interior que se indica en el RITE en función del uso del edificio, se calculará por persona considerando el aire interior en la categoría IDA 3 (aire de calidad media), al cual le corresponde un valor $8 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona.

En las Tablas 2.56 a 2.69 se muestran los valores introducidos en el programa para cada dependencia.

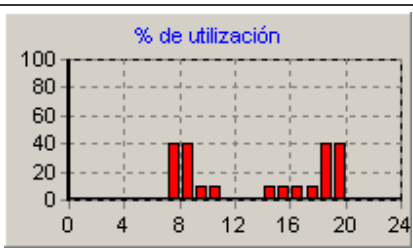
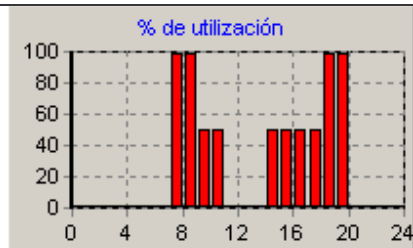
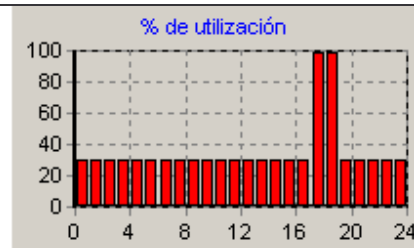
Dependencia	Semisótano-garaje	
Superficie útil (m ²)	57,05	
Altura útil (m)	2,20	
Volumen útil (m ³)	125,51	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	5	
Actividad	De pie trabajo ligero	
Ventilación (m ³ /h)	144	
Iluminación reactancia/halógena (W)	400	
Otras cargas calor sensible (W)	1800	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Muro Norte 1	Muro al exterior	3,78
Muro Norte 2	Muro al terreno	3,94
Puerta semisótano	Puerta de garaje aislada	5,00
Suelo	Suelo al terreno	57,05
Techo	Cubierta plana	1,89

Tabla 2.56 - Condiciones interiores de cálculo en el Semisótano-garaje

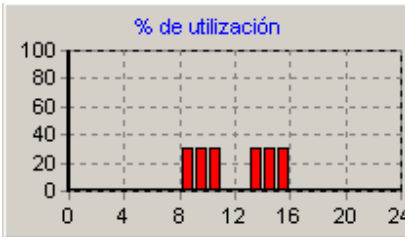
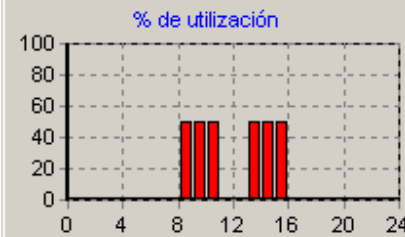
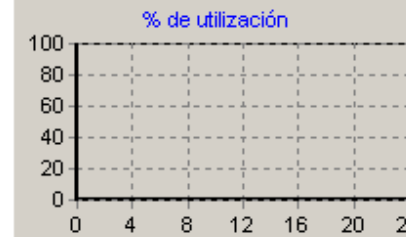
Dependencia	Instalaciones	
Superficie útil (m ²)	30,48	
Altura útil (m)	2,20	
Volumen útil (m ³)	67,06	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	3	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m ³ /h)	86	
Illuminación reactancia/halógena (W)	250	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Muro Sur 1	Muro al exterior	2,51
Muro Sur 2	Muro al terreno	8,60
Ventanas	PVC con Climalit	1,50
Suelo	Suelo al terreno	30,48
Techo	Cubierta plana	18,34

Tabla 2.57 - Condiciones interiores de cálculo en Instalaciones

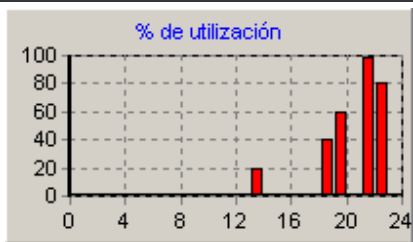
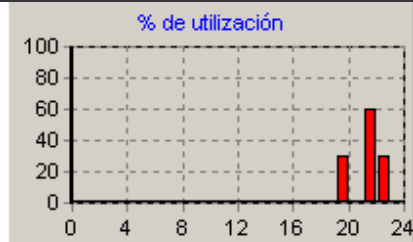
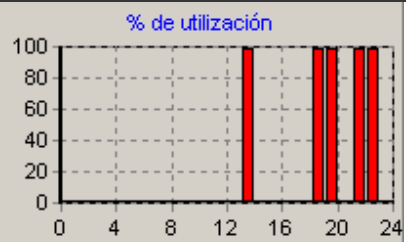
Dependencia	Salón-comedor	
Superficie útil (m²)	37,25	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	93,13	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	6	
Actividad	Sentado en reposo	
Ventilación (m³/h)	173	
Iluminación reactancia/halógena (W)	600	
Otras cargas calor sensible (W)	300	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Muro Sur	Muro al exterior	8,33
Puerta acristalada	PVC con Climalit	6,00

Tabla 2.58 - Condiciones interiores de cálculo en el Salón-comedor

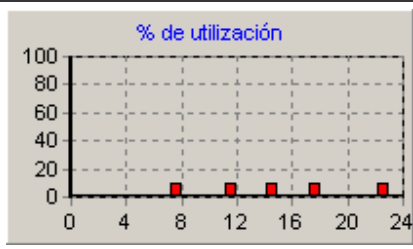
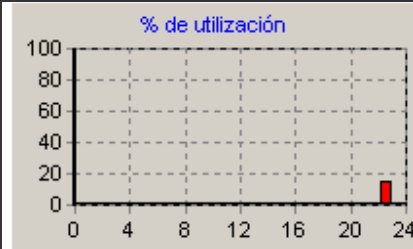
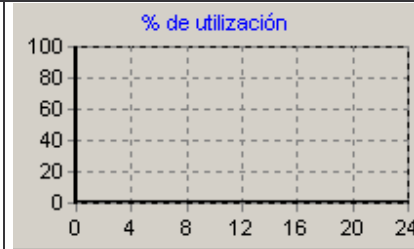
Dependencia	Recibidor	
Superficie útil (m ²)	6,63	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m ³)	16,58	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	3	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m ³ /h)	86	
Iluminación reactancia/halógena (W)	350	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Muro Norte	Muro al exterior	2,11
Puerta entrada	Madera con Climalit	3,22

Tabla 2.59 - Condiciones interiores de cálculo en el Recibidor

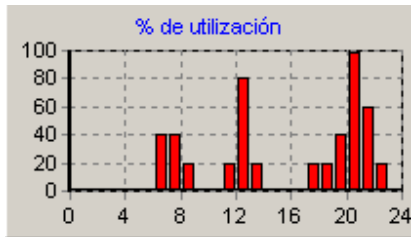
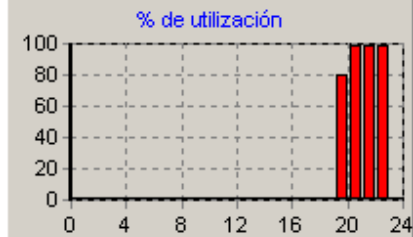
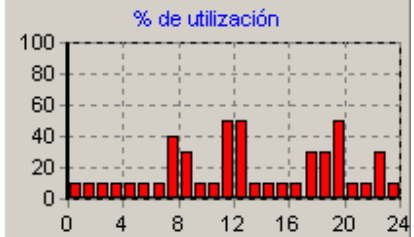
Dependencia	Cocina	
Superficie útil (m²)	18,68	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	46,70	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	6	
Actividad	De pie trabajo ligero	
Ventilación (m³/h)	173	
Iluminación reactancia/halógena (W)	250	
Otras cargas calor sensible (W)	2205	
Otras cargas calor latente (W)	250	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Muro Norte	Muro al exterior	3,93
Ventana Norte	PVC con Climalit	3,78
Muro Este/Oeste	Muro al exterior	3,1
Ventana Oeste	PVC con Climalit	1,05
Suelo	Suelo al aire	1,07

Tabla 2.60 - Condiciones interiores de cálculo en la Cocina

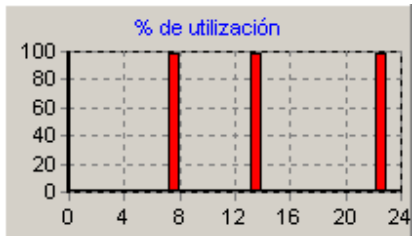
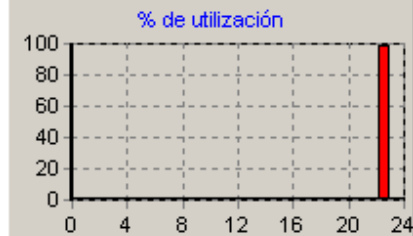
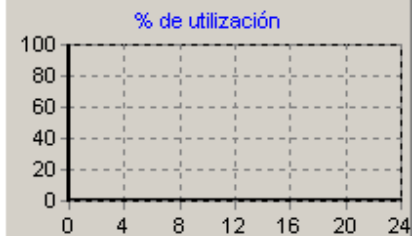
Dependencia	Baño planta baja	
Superficie útil (m ²)	2,23	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m ³)	5,58	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	1	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m ³ /h)	29	
Iluminación reactancia/halógena (W)	60	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
-	-	-

Tabla 2.61 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño planta baja

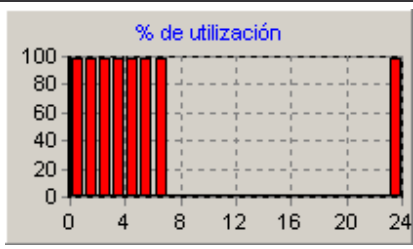
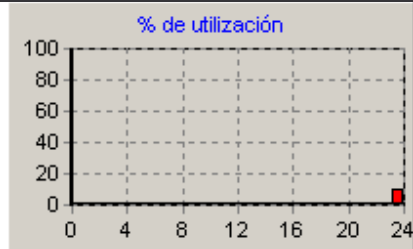
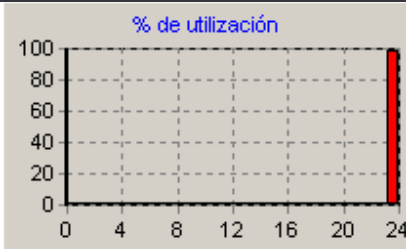
Dependencia	Dormitorio 1	
Superficie útil (m²)	15,67	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	39,18	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	2	
Actividad	Sentado en reposo	
Ventilación (m³/h)	58	
Iluminación reactancia/halógena (W)	300	
Otras cargas calor sensible (W)	100	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Muro Norte	Muro al exterior	5,02
Puerta acristalada	PVC con Climalit	2,98

Tabla 2.62 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 1

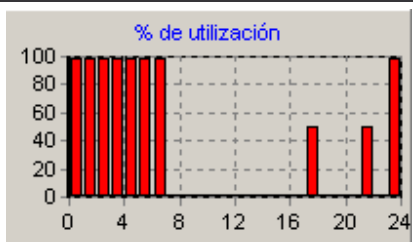
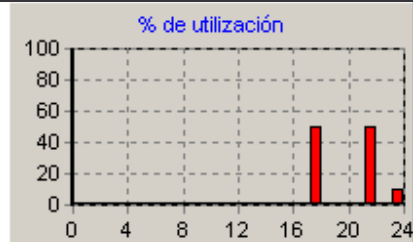
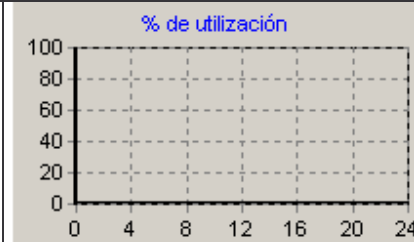
Dependencia	Dormitorio 2	
Superficie útil (m ²)	13,15	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m ³)	32,88	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	2	
Actividad	Sentado en reposo	
Ventilación (m ³ /h)	58	
Iluminación reactancia/halógena (W)	200	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Muro Sur	Muro al exterior	6,20
Ventana	PVC con Climalit	1,80
Techo	Cubierta plana	12,47

Tabla 2.63 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 2

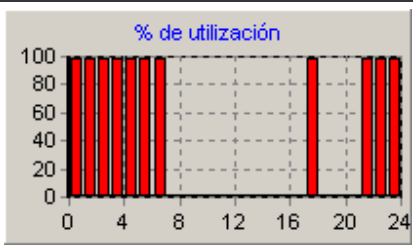
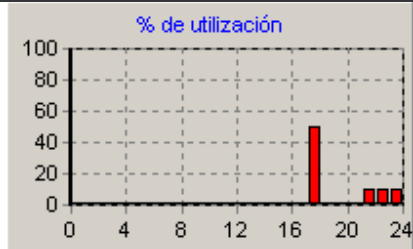
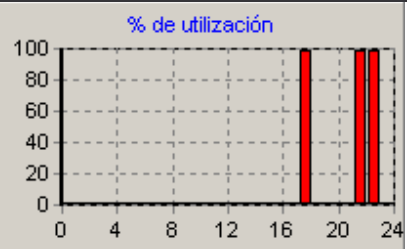
Dependencia	Dormitorio 3	
Superficie útil (m ²)	10,28	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m ³)	25,70	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	1	
Actividad	Sentado en reposo	
Ventilación (m ³ /h)	29	
Illuminación reactancia/halógena (W)	250	
Otras cargas calor sensible (W)	250	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Muro Norte	Muro al exterior	4,35
Ventana	PVC con Climalit	1,80
Suelo	Suelo al aire	1,41

Tabla 2.64 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 3

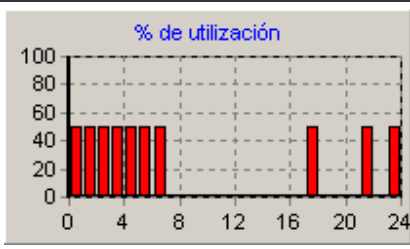
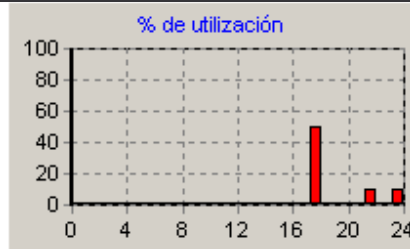
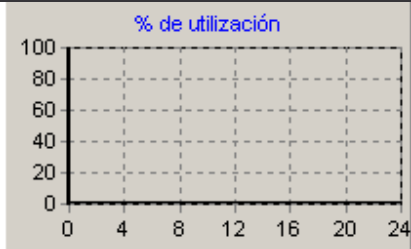
Dependencia	Dormitorio 4	
Superficie útil (m²)	9,62	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	24,05	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	2	
Actividad	Sentado en reposo	
Ventilación (m³/h)	58	
Iluminación reactancia/halógena (W)	200	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Muro Sur	Muro al exterior	4,35
Ventana	PVC con Climalit	1,80
Techo	Cubierta plana	9,36

Tabla 2.65 - Condiciones interiores de cálculo en el Dormitorio 4

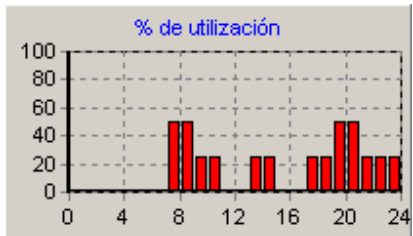
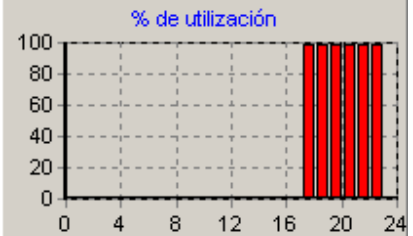
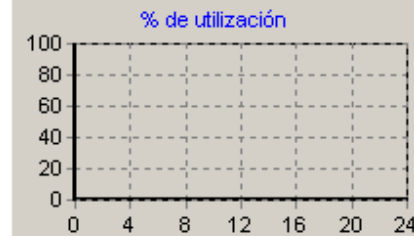
Dependencia	Pasillo	
Superficie útil (m²)	6,23	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	15,58	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	4	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m³/h)	86	
Iluminación reactancia/halógena (W)	200	
Otras cargas calor sensible (W)	0	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Techo	Cubierta plana	0,37

Tabla 2.66 - Condiciones interiores de cálculo en el Pasillo

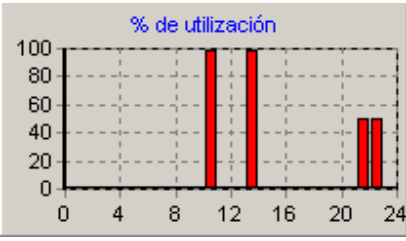
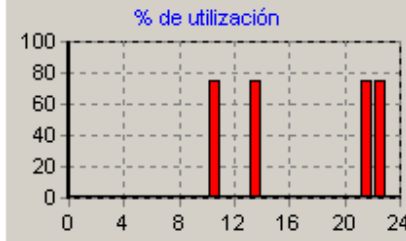
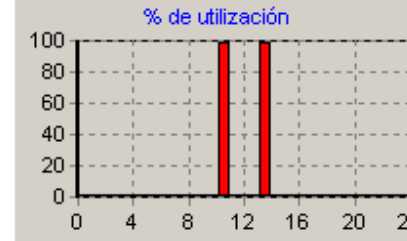
Dependencia	Baño 1	
Superficie útil (m²)	4,80	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	12,00	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	2	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m³/h)	58	
Illuminación reactancia/halógena (W)	180	
Otras cargas calor sensible (W)	675	
Otras cargas calor latente (W)	120	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
-	-	-

Tabla 2.67 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 1

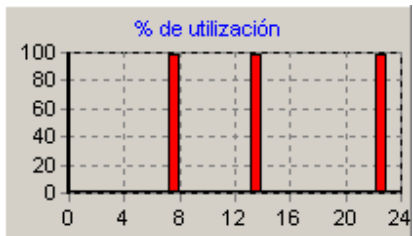
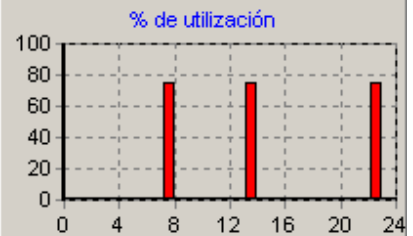
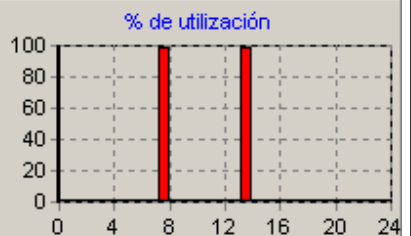
Dependencia	Baño 2	
Superficie útil (m²)	5,32	
Altura útil (m)	2,50	
Volumen útil (m³)	13,30	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	2	
Actividad	De pie trabajo muy ligero	
Ventilación (m³/h)	58	
Iluminación reactancia/halógena (W)	210	
Otras cargas calor sensible (W)	675	
Otras cargas calor latente (W)	120	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
-	-	-

Tabla 2.68 - Condiciones interiores de cálculo en el Baño 2

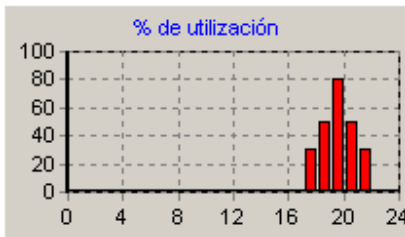
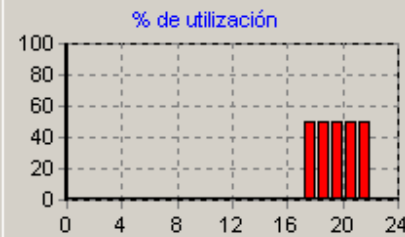
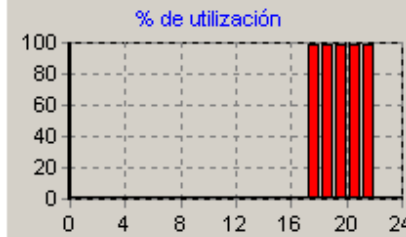
Dependencia	Bajocubierta	
Superficie útil (m²)	42,70	
Altura útil (m)	2,34 (equivalente)	
Volumen útil (m³)	99,92	
Condiciones interiores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
<i>Verano</i>	23	55
Acabado del suelo	Pavimento/terrazo	
Número máximo de personas	6	
Actividad	Sentado trabajo ligero	
Ventilación (m³/h)	173	
Illuminación reactancia/halógena (W)	400	
Otras cargas calor sensible (W)	250	
Otras cargas calor latente (W)	0	
Distribución utilización	Distribución iluminación	Distribución otras cargas
		
Cerramiento	Tipo	Superficie (m²)
Muro Norte	Muro al exterior	4,17
Muro Sur	Muro al exterior	17,10
Puerta acristalada	PVC con Climalit	5,88
Techo	Cubierta inclinada	50,35

Tabla 2.69 - Condiciones interiores de cálculo en Bajocubierta

Dado que las viviendas están adosadas en fila, resulta evidente que las de los dos extremos de la fila tendrán una carga mayor que las centrales. Es decir, a efectos de cálculo de demanda energética tendrán una carga adicional correspondiente a los cerramientos laterales con orientación Este/Oeste, en contacto con el aire exterior. Los cerramientos laterales considerados se muestran en la Tabla 2.70.

Dependencia	Cerramiento	Tipo	Superficie (m ²)
Semisótano-garaje	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	23,12
Instalaciones	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	11,70
Salón-comedor	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	17,48
Cocina	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	13,35
Dormitorio 1	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	9,70
Dormitorio 2	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	12,25
Baño 1	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	4,78
Baño 2	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	3,75
Bajocubierta	Muro Este/Oeste	Muro al exterior	19,30

Tabla 2.70 - Cerramientos laterales de las viviendas de los extremos Este y Oeste de la fila

2.1.2.2 Resultados

El programa realiza los cálculos y los detalla en documentos tabulados. Los resultados que se muestran a continuación son las cargas térmicas de refrigeración máximas en cada una de las dependencias de las viviendas; centrales, Este y Oeste de la fila.

2.1.2.2.1 Viviendas centrales

Local: Instalaciones Hora de Cálculo: 15 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 30,48 m² Altura : 2,2 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,88 °C Hr : 52 % W : 0,018448 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 8,2 W/m²)
 (fluor.sin rectancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0,098425)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 2,51 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 35,34 °C

C. Sensible : 11 W

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²

Superficie : 8,6 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C

C. Sensible : 14 W**Ventanas:**

Nombre: Ventana semisótano Superficie: 0,75 m² K : 2,61 W/m²°C
Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 129 W/m² Fracción Soleada : 11 % SC : 0,83

C Sen. cond.: 23 W C Sen. inst. rad. : 24 W C Sen. almac. rad. : 45 W

Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 184 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
Color : Medio

Superficie : 18,34 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 36,92 °C

C. Sensible : 81 W

Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,8 Kg/m²

Superficie : 30,48 m² K : 0,49 W/m²°C T^a terreno : 33,13 °C

C. Sensible : 151 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 68 W C Sen. almac. : 9 W C Lat. inst. : 55 W

C. Latente : 55 W C. Sensible : 77 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 15 W C Sen. instantaneo : 108 W

C. Sensible : 124 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 32 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 2 W C. Sensible : 33 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 57 W C. Sensible : 707 W

Factor de calor sensible = 0,92 Calor Total = 764 W

Ratio Total : 25 W/m² Ratio Sensible : 23 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 235 m³/h

Local: Garaje Hora de Cálculo: 19 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 57,05 m² Altura : 2,2 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 31,79 °C Hr : 62 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 7,01 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 31,6 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,087642)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 3,78 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 35,74 °C

C. Sensible : 17 W

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²

Superficie : 3,94 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C

C. Sensible : 6 W**Puerta:**

Nombre: Puerta de garaje Superficie total : 5 m² K equiv.: 0,66 W/m²°C
 Orient.: Norte

Superficie cristal : 0,3 m² Radiación transmitida puerta : 27 W/m² SC : 0,87

C Sen. cond.: 33 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 13 W

C. Sensible : 48 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal
 Sombra Color : Medio

Superficie : 1,89 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 33,16 °C

C. Sensible : 6 W

Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,81 Kg/m²

Superficie : 57,05 m² K : 0,4868 W/m²°C T^a terreno : 33,35 °C

C. Sensible : 287 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 5 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo ligero
 1.83 Met

Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 155 W C Sen. almac. : 9 W C Lat. inst. : 208 W

C. Latente : 208 W C. Sensible : 165 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 400 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 40 W C Sen. instantaneo : 347 W

C. Sensible : 387 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 1800 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : CONSTANTE 30%

C. Latente : 0 W C. Sensible : 1800 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 135 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 10 W C. Sensible : 142 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 218 W C. Sensible : 2993 W
 Factor de calor sensible = 0,93 Calor Total = 3211 W
 Ratio Total : 56 W/m² Ratio Sensible : 52 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 997 m³/h

Local: Salón comedor Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 37,25 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 32,1 °C Hr : 55 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 20,1

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 16,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 8,05 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,16107)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio

Superficie : 6,33 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,58 °C

C. Sensible : 17 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada salón Superficie: 6 m² K : 2,7 W/m²°C
 Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 419 W/m² Fracción Soleada : 88 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 147 W C Sen. inst. rad. : 695 W C Sen. almac. rad. : 247 W

C. Sensible : 1089 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 67 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 31 W

C. Latente : 31 W C. Sensible : 70 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 600 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 1 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 300 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 73 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 77 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 32 W C. Sensible : 1627 W
 Factor de calor sensible = 0,98 Calor Total = 1659 W

Ratio Total : 45 W/m² Ratio Sensible : 44 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 542 m³/h

Local: Cocina Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 18,68 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,55 °C Hr : 53 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 13,4 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 118 W/m²) (latente 13,4 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,3212)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 3,93 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,01 °C
C. Sensible : 9 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 3,78 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 146 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 116 W C Sen. inst. rad. : 153 W C Sen. almac. rad. : 51 W
C. Sensible : 320 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 3,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,23 °C
C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,05 m² K : 2,63 W/m²°C Orient.: Oeste
 Radiación transmitida ventana : 171 W/m² Fracción Soleada : 29 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 31 W C Sen. inst. rad. : 49 W C Sen. almac. rad. : 15 W
C. Sensible : 95 W

Suelo en voladizo:

Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²
 Superficie: 1,07 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,81 °C
C. Sensible : 1 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: De pie trabajo ligero
 1.83 Met
 Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 373 W C Sen. almac. : 18 W C Lat. inst. : 499 W

C. Latente : 499 W C. Sensible : 392 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 0 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 2 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 2205 W
 Distribución : variable

Potencia Latente Máxima : 250 W

C. Latente : 125 W C. Sensible : 1102 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 96 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 31 W C. Sensible : 101 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 655 W C. Sensible : 2132 W
 Factor de calor sensible = 0,76 Calor Total = 2787 W
 Ratio Total : 149 W/m² Ratio Sensible : 114 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 710 m³/h

Local: Recibidor Hora de Cálculo: 15 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 6,63 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,75 °C Hr : 52 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 52,8 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,45249)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color
 : Medio

Superficie : 2,11 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 31,77 °C

C. Sensible : 6 W

Puerta:

Nombre: Puerta entrada Superficie total : 3,22 m² K equiv.: 2,18 W/m²°C
 Orient.: Norte

Superficie cristal : 0,744 m² Radiación transmitida puerta : 125 W/m² SC :
 0,87

C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 24 W C Sen. almac. rad. : 38 W

C. Sensible : 181 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 22 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 18 W

C. Latente : 18 W C. Sensible : 23 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 350 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%) C. Latente : 0 W C. Sensible : 10 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 11 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 18 W C. Sensible : 231 W
 Factor de calor sensible = 0,92 Calor Total = 249 W
 Ratio Total : 38 W/m² Ratio Sensible : 35 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 77 m³/h

Local: Baño Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: ENE

Superficie : 2,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 21,27 °C Hr : 91 % W : 0,014471 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 6
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 26,9 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,44843)

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 62 W

C. Latente : 62 W C. Sensible : 76 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 60 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 52 W

C. Sensible : 52 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 6 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 3 W C. Sensible : 6 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 65 W C. Sensible : 140 W
 Factor de calor sensible = 0,68 Calor Total = 205 W
 Ratio Total : 92 W/m² Ratio Sensible : 63 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 46 m³/h

Local: Dormitorio 1 Hora de Cálculo: 24 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 15,67 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 25,69 °C Hr : 88 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 19,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 6,38 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,12763)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 5,02 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,57 °C
C. Sensible : 24 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada Superficie: 2,98 m² K : 2,64 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 21 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 16 W
C. Sensible : 37 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 52 W
C. Latente : 52 W C. Sensible : 114 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 30 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 26 W
C. Sensible : 26 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : variable
C. Latente : 0 W C. Sensible : 100 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)
C. Latente : 0 W C. Sensible : 15 W
C. Latente : 2 W C. Sensible : 15 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 54 W C. Sensible : 331 W
 Factor de calor sensible = 0,85 Calor Total = 385 W
 Ratio Total : 25 W/m² Ratio Sensible : 21 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 110 m³/h

Local: Dormitorio 2 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 13,15 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores T_s : 32,83 °C Hr : 58 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores T_s : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 15,2 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,15209)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio

Superficie : 6,2 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 39,41 °C

C. Sensible : 36 W**Ventanas:**

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 50 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 46 W C Sen. inst. rad. : 25 W C Sen. almac. rad. : 27 W

C. Sensible : 98 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio

Superficie : 12,47 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 42,6 °C

C. Sensible : 78 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 26 W

C. Latente : 26 W C. Sensible : 59 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 100 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 86 W

C. Sensible : 87 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 17 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 18 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 393 W

Factor de calor sensible = 0,93 Calor Total = 420 W

Ratio Total : 32 W/m² Ratio Sensible : 30 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 131 m³/h

Local: Dormitorio 3 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUN

Superficie : 10,28 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores T_s : 31,95 °C Hr : 60 % W : 0,017869 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 25,2

Condiciones interiores T_s : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 24,3 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 24,3 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,097276)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color
 : Medio

Superficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 34,44 °C

C. Sensible : 17 W**Ventanas:**

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 84 W/m² Fracción Soleada : 50 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 42 W C Sen. inst. rad. : 41 W C Sen. almac. rad. : 24 W

C. Sensible : 107 W**Suelo en voladizo:**

Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²
 Superficie: 1,41 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,4 °C

C. Sensible : 1 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 26 W

C. Latente : 26 W C. Sensible : 58 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 108 W

C. Sensible : 108 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 28 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 596 W

Factor de calor sensible = 0,95 Calor Total = 623 W

Ratio Total : 61 W/m² Ratio Sensible : 58 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 198 m³/h

Local: Dormitorio 4 Hora de Cálculo: 12 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 9,62 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores T_s : 29,99 °C Hr : 63 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 20,1

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 20,8 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,2079)**Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
MedioSuperficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 27,44 °C**C. Sensible : 6 W****Ventanas:**Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: SurRadiación transmitida ventana : 510 W/m² Fracción Soleada : 87 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 32 W C Sen. inst. rad. : 253 W C Sen. almac. rad. : 53 W

C. Sensible : 338 W**Cerramientos al exterior:**Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
Color : MedioSuperficie : 9,36 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 29,08 °C**C. Sensible : 18 W****Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 0 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 4 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 4 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 19 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : 403 W

Factor de calor sensible = 1 Calor Total = 403 W

Ratio Total : 42 W/m² Ratio Sensible : 42 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 134 m³/h
-----**Local: Baño 1 Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: ENE**Superficie : 4,8 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 27,67 °C Hr : 62 % W : 0,014471 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 37,5 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 141 W/m²) (latente 25 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,41667)

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 156 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 180 W Potencia en ese instante : 135 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 4 W C Sen. instantaneo : 117 W

C. Sensible : 121 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W

Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 47 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 12 W C. Sensible : 49 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1048 W

Factor de calor sensible = 0,8 Calor Total = 1304 W

Ratio Total : 272 W/m² Ratio Sensible : 218 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 349 m³/h

Local: Baño 2 Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: ENE

Superficie : 5,32 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 27,67 °C Hr : 62 % W : 0,014471 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 39,5 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 127 W/m²) (latente 22,6 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,37594)

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 153 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 157 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 136 W

C. Sensible : 138 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W

Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 48 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 12 W C. Sensible : 50 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1064 W

Factor de calor sensible = 0,8 Calor Total = 1320 W

Ratio Total : 248 W/m² Ratio Sensible : 200 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 354 m³/h
-----**Local: Pasillo Hora de Cálculo: 21 Mes de Cálculo: ABR**Superficie : 6,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 26,39 °C Hr : 76 % W : 0,016433 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 14,1

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 32,1 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,64205)**Cerramientos al exterior:**Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol

Color : Medio

Superficie : 0,37 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 40,68 °C**C. Sensible : 2 W****Ocupantes:**Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 22 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 173 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 29 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 203 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 6 W C. Sensible : 19 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 130 W C. Sensible : 415 W
 Factor de calor sensible = 0,76 Calor Total = 545 W
 Ratio Total : 87 W/m² Ratio Sensible : 67 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 138 m³/h

Local: Bajocubierta Hora de Cálculo: 20 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 42,7 m² Altura : 2,34 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 30,61 °C Hr : 66 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 9,37 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 5,85 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,14052)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 4,17 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,46 °C
C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
 Superficie : 17,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 40,99 °C
C. Sensible : 110 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada Superficie: 5,88 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 69 W
C. Sensible : 188 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta inclinada Peso : 303,8 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
 Superficie : 50,35 m² K : 0,31 W/m²°C T^a equivalente : 40,09 °C
C. Sensible : 266 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: Sentado trabajo ligero
 1.25 Met
 Calor sensible por persona : 96 W Calor latente por persona : 48 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 338 W C Sen. almac. : 24 W C Lat. inst. : 230 W
C. Latente : 230 W C. Sensible : 362 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 200 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 24 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 197 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 69 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 11 W C. Sensible : 73 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 241 W C. Sensible : 1535 W

Factor de calor sensible = 0,86 Calor Total = 1776 W

Ratio Total : 42 W/m² Ratio Sensible : 36 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 511 m³/h**2.1.2.2.2 Vivienda Oeste****Local: Instalaciones Hora de Cálculo: 16 Mes de Cálculo: JUL**

Superficie : 30,48 m² Altura : 2,2 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,35 °C Hr : 54 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 8,2 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,098425)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio

Superficie : 2,51 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,13 °C
C. Sensible : 11 W

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²
 Superficie : 8,6 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C
C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Ventana semisótano Superficie: 0,75 m² K : 2,61 W/m²°C
 Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 106 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,83

C Sen. cond.: 22 W C Sen. inst. rad. : 20 W C Sen. almac. rad. : 35 W

Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 154 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol

Color : Medio

Superficie : 18,34 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 39,67 °C**C. Sensible : 97 W**Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,8 Kg/m²Superficie : 30,48 m² K : 0,49 W/m²°C T^a terreno : 33,13 °C**C. Sensible : 151 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color : MedioSuperficie : 11,7 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 33,75 °C**C. Sensible : 45 W****Ocupantes:**Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 68 W C Sen. almac. : 11 W C Lat. inst. : 55 W

C. Latente : 55 W C. Sensible : 79 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 19 W C Sen. instantaneo : 108 W

C. Sensible : 127 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 33 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 2 W C. Sensible : 35 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 57 W C. Sensible : 746 W

Factor de calor sensible = 0,92 Calor Total = 803 W

Ratio Total : 26 W/m² Ratio Sensible : 24 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 248 m³/h
-----**Local: Garaje Hora de Cálculo: 19 Mes de Cálculo: JUL**Superficie : 57,05 m² Altura : 2,2 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 31,79 °C Hr : 62 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 7,01 W/m²)
(fluor.sin rectancia 0 W/m²)Ratio max. Otras cargas : (sensible 31,6 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,087642)**Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : MedioSuperficie : 3,78 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 35,74 °C**C. Sensible : 17 W**

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²
 Superficie : 3,94 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C

C. Sensible : 6 W

Puerta:

Nombre: Puerta de garaje Superficie total : 5 m² K equiv.: 0,66 W/m²°C
 Orient.: Norte
 Superficie cristal : 0,3 m² Radiación transmitida puerta : 27 W/m² SC : 0,87
 C Sen. cond.: 33 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 13 W

C. Sensible : 48 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal
 Sombra Color : Medio
 Superficie : 1,89 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 33,16 °C

C. Sensible : 6 W

Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,81 Kg/m²
 Superficie : 57,05 m² K : 0,4868 W/m²°C T^a terreno : 33,35 °C

C. Sensible : 287 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
 Superficie : 23,12 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 40,21 °C

C. Sensible : 143 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo ligero
 1.83 Met
 Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 155 W C Sen. almac. : 9 W C Lat. inst. : 208 W

C. Latente : 208 W C. Sensible : 165 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 400 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 40 W C Sen. instantaneo : 347 W

C. Sensible : 387 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 1800 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : CONSTANTE 30%

C. Latente : 0 W C. Sensible : 1800 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 142 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 10 W C. Sensible : 150 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 218 W C. Sensible : 3151 W
 Factor de calor sensible = 0,93 Calor Total = 3369 W
 Ratio Total : 59 W/m² Ratio Sensible : 55 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 1050 m³/h

Local: Salón comedor Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 37,25 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 32,1 °C Hr : 55 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 20,1
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 16,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 8,05 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,16107)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio
 Superficie : 6,33 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,58 °C
C. Sensible : 17 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada salón Superficie: 6 m² K : 2,7 W/m²°C
 Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 419 W/m² Fracción Soleada : 88 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 147 W C Sen. inst. rad. : 695 W C Sen. almac. rad. : 247 W
C. Sensible : 1089 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color :
 Medio
 Superficie : 17,48 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 25,95 °C
C. Sensible : 18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 67 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 31 W
C. Latente : 31 W C. Sensible : 70 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 600 W Potencia en ese instante : 0 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 0 W
C. Sensible : 1 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : variable
C. Latente : 0 W C. Sensible : 300 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 74 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 78 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 32 W C. Sensible : 1647 W
 Factor de calor sensible = 0,98 Calor Total = 1679 W
 Ratio Total : 45 W/m² Ratio Sensible : 44 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 549 m³/h

Local: Cocina Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 18,68 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,55 °C Hr : 53 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 13,4 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 118 W/m²) (latente 13,4 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,3212)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 3,93 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,01 °C

C. Sensible : 9 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 3,78 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.: Norte

Radiación transmitida ventana : 146 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 116 W C Sen. inst. rad. : 153 W C Sen. almac. rad. : 51 W

C. Sensible : 320 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 3,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,23 °C

C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,05 m² K : 2,63 W/m²°C Orient.: Oeste

Radiación transmitida ventana : 171 W/m² Fracción Soleada : 29 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 31 W C Sen. inst. rad. : 49 W C Sen. almac. rad. : 15 W

C. Sensible : 95 W

Suelo en voladizo:

Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²

Superficie: 1,07 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,81 °C

C. Sensible : 1 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio

Superficie : 13,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,68 °C

C. Sensible : 36 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: De pie trabajo ligero
 1.83 Met

Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 373 W C Sen. almac. : 18 W C Lat. inst. : 499 W

C. Latente : 499 W C. Sensible : 392 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 2 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 2205 W
 Distribución : variable

Potencia Latente Máxima : 250 W

C. Latente : 125 W C. Sensible : 1102 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 98 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 31 W C. Sensible : 103 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 655 W C. Sensible : 2172 W

Factor de calor sensible = 0,76 Calor Total = 2827 W

Ratio Total : 151 W/m² Ratio Sensible : 116 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 724 m³/h

Local: Recibidor Hora de Cálculo: 15 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 6,63 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 34,75 °C Hr : 52 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 52,8 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,45249)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color
 : Medio

Superficie : 2,11 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 31,77 °C

C. Sensible : 6 W

Puerta:

Nombre: Puerta entrada Superficie total : 3,22 m² K equiv.: 2,18 W/m²°C
 Orient.: Norte

Superficie cristal : 0,744 m² Radiación transmitida puerta : 125 W/m² SC :
 0,87

C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 24 W C Sen. almac. rad. : 38 W

C. Sensible : 181 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 22 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 18 W

C. Latente : 18 W C. Sensible : 23 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 350 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%) C. Latente : 0 W C. Sensible : 10 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 11 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 18 W C. Sensible : 231 W
Factor de calor sensible = 0,92 Calor Total = 249 W
Ratio Total : 38 W/m² Ratio Sensible : 35 W/m²
Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 77 m³/h

Local: Baño Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: ENE

Superficie : 2,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 21,27 °C Hr : 91 % W : 0,014471 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 26,9 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,44843)

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero
1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 62 W

C. Latente : 62 W C. Sensible : 76 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 60 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 52 W

C. Sensible : 52 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 6 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 3 W C. Sensible : 6 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 65 W C. Sensible : 140 W
Factor de calor sensible = 0,68 Calor Total = 205 W
Ratio Total : 92 W/m² Ratio Sensible : 63 W/m²
Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 46 m³/h

Local: Dormitorio 1 Hora de Cálculo: 24 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 15,67 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 25,69 °C Hr : 88 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 19,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 6,38 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,12763)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 5,02 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,57 °C
C. Sensible : 24 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada Superficie: 2,98 m² K : 2,64 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 21 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 16 W
C. Sensible : 37 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
 Superficie : 12,25 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 43,42 °C
C. Sensible : 90 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 52 W
C. Latente : 52 W C. Sensible : 114 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 30 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 26 W
C. Sensible : 26 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : variable
C. Latente : 0 W C. Sensible : 100 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 19 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 2 W C. Sensible : 20 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 54 W C. Sensible : 430 W
 Factor de calor sensible = 0,88 Calor Total = 484 W
 Ratio Total : 31 W/m² Ratio Sensible : 27 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 143 m³/h

Local: Dormitorio 2 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 13,15 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 32,83 °C Hr : 58 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 15,2 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,15209)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio
 Superficie : 6,2 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 39,41 °C

C. Sensible : 36 W
Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 50 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 46 W C Sen. inst. rad. : 25 W C Sen. almac. rad. : 27 W

C. Sensible : 98 W
Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio
 Superficie : 12,47 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 42,6 °C

C. Sensible : 78 W
Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color
 : Medio
 Superficie : 9,7 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 37,88 °C

C. Sensible : 51 W
Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 26 W

C. Latente : 26 W C. Sensible : 59 W
Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 100 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 86 W

C. Sensible : 87 W
Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 20 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 21 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 450 W
 Factor de calor sensible = 0,94 Calor Total = 477 W
 Ratio Total : 36 W/m² Ratio Sensible : 34 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 150 m³/h

Local: Dormitorio 3 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUN

Superficie : 10,28 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 31,95 °C Hr : 60 % W : 0,017869 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 25,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 24,3 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 24,3 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,097276)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 34,44 °C
C. Sensible : 17 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 84 W/m² Fracción Soleada : 50 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 42 W C Sen. inst. rad. : 41 W C Sen. almac. rad. : 24 W
C. Sensible : 107 W

Suelo en voladizo:

Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²
 Superficie: 1,41 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,4 °C
C. Sensible : 1 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 26 W
C. Latente : 26 W C. Sensible : 58 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 108 W
C. Sensible : 108 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : variable
C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 28 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 596 W
 Factor de calor sensible = 0,95 Calor Total = 623 W
 Ratio Total : 61 W/m² Ratio Sensible : 58 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 198 m3/h

Local: Dormitorio 4 Hora de Cálculo: 12 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 9,62 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 29,99 °C Hr : 63 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 20,1
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 20,8 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,2079)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio
 Superficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 27,44 °C
C. Sensible : 6 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 510 W/m² Fracción Soleada : 87 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 32 W C Sen. inst. rad. : 253 W C Sen. almac. rad. : 53 W
C. Sensible : 338 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio
 Superficie : 9,36 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 29,08 °C
C. Sensible : 18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 0 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 4 W C Lat. inst. : 0 W
C. Latente : 0 W C. Sensible : 4 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W
C. Sensible : 0 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 19 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : 403 W
 Factor de calor sensible = 1 Calor Total = 403 W
 Ratio Total : 42 W/m² Ratio Sensible : 42 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 134 m3/h

Local: Baño 1 Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 4,8 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,89 °C Hr : 52 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 37,5 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 141 W/m²) (latente 25 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,41667)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color
 : Medio

Superficie : 3,75 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 31,32 °C

C. Sensible : 11 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 156 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 180 W Potencia en ese instante : 135 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 4 W C Sen. instantaneo : 117 W

C. Sensible : 121 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W

Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 48 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 12 W C. Sensible : 50 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1061 W

Factor de calor sensible = 0,8 Calor Total = 1317 W

Ratio Total : 274 W/m² Ratio Sensible : 221 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 353 m³/h

Local: Baño 2 Hora de Cálculo: 8 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 5,32 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 26,22 °C Hr : 85 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 39,5 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 127 W/m²) (latente 22,6 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,37594)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color
 : Medio

Superficie : 4,78 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 32,36 °C

C. Sensible : 16 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 152 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 157 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 136 W

C. Sensible : 137 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W

Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 49 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 12 W C. Sensible : 51 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1080 W

Factor de calor sensible = 0,8 Calor Total = 1336 W

Ratio Total : 251 W/m² Ratio Sensible : 203 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 360 m³/h

Local: Pasillo Hora de Cálculo: 21 Mes de Cálculo: ABR

Superficie : 6,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 26,39 °C Hr : 76 % W : 0,016433 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 14,1

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 32,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,64205)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio
 Superficie : 0,37 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 40,68 °C
C. Sensible : 2 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met
 Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 22 W C Lat. inst. : 124 W
C. Latente : 124 W C. Sensible : 173 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 29 W C Sen. instantaneo : 173 W
C. Sensible : 203 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 6 W C. Sensible : 19 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 130 W C. Sensible : 415 W
 Factor de calor sensible = 0,76 Calor Total = 545 W
 Ratio Total : 87 W/m² Ratio Sensible : 67 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 138 m³/h

Local: Bajocubierta Hora de Cálculo: 20 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 42,7 m² Altura : 2,34 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 30,61 °C Hr : 66 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 9,37 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 5,85 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,14052)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 4,17 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,46 °C
C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
 Superficie : 17,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 40,99 °C
C. Sensible : 110 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada Superficie: 5,88 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.:
Sur

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 69 W

C. Sensible : 188 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta inclinada Peso : 303,8 Kg/m² Orientación : 30° Norte
Color : Medio

Superficie : 50,35 m² K : 0,31 W/m²°C T^a equivalente : 40,09 °C

C. Sensible : 266 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color
: Medio

Superficie : 19,3 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 42,26 °C

C. Sensible : 133 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: Sentado trabajo ligero
1.25 Met

Calor sensible por persona : 96 W Calor latente por persona : 48 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 338 W C Sen. almac. : 24 W C Lat. inst. : 230 W

C. Latente : 230 W C. Sensible : 362 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 200 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 24 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 197 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 76 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 11 W C. Sensible : 80 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 241 W C. Sensible : 1682 W

Factor de calor sensible = 0,87 Calor Total = 1923 W

Ratio Total : 45 W/m² Ratio Sensible : 39 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 560 m³/h

2.1.2.2.3 Vivienda Este

Local: Instalaciones Hora de Cálculo: 16 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 30,48 m² Altura : 2,2 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 34,35 °C Hr : 54 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 8,2 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,098425)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio

Superficie : 2,51 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,13 °C
C. Sensible : 11 W

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²
 Superficie : 8,6 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C
C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Ventana semisótano Superficie: 0,75 m² K : 2,61 W/m²°C
 Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 106 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,83
 C Sen. cond.: 22 W C Sen. inst. rad. : 20 W C Sen. almac. rad. : 35 W

Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 154 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio

Superficie : 18,34 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 39,67 °C
C. Sensible : 97 W

Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,8 Kg/m²
 Superficie : 30,48 m² K : 0,49 W/m²°C T^a terreno : 33,13 °C
C. Sensible : 151 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color :
 Medio

Superficie : 11,7 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 40 °C
C. Sensible : 71 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 68 W C Sen. almac. : 11 W C Lat. inst. : 55 W

C. Latente : 55 W C. Sensible : 79 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 19 W C Sen. instantaneo : 108 W

C. Sensible : 127 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 35 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 2 W C. Sensible : 36 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 57 W C. Sensible : 775 W
Factor de calor sensible = 0,93 Calor Total = 832 W
Ratio Total : 27 W/m² Ratio Sensible : 25 W/m²
Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 258 m³/h

Local: Garaje Hora de Cálculo: 19 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 57,05 m² Altura : 2,2 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 31,79 °C Hr : 62 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 7,01 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 31,6 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,087642)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 3,78 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 35,74 °C
C. Sensible : 17 W

Nombre : Muro al terreno Peso : 440,8 Kg/m²
Superficie : 3,94 m² K : 0,34 W/m²°C T^a terreno : 27,92 °C
C. Sensible : 6 W

Puerta:

Nombre: Puerta de garaje Superficie total : 5 m² K equiv.: 0,66 W/m²°C
Orient.: Norte

Superficie cristal : 0,3 m² Radiación transmitida puerta : 27 W/m² SC : 0,87
C Sen. cond.: 33 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 13 W
C. Sensible : 48 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal
Sombra Color : Medio

Superficie : 1,89 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 33,16 °C
C. Sensible : 6 W

Nombre : Suelo al terreno Peso : 744,81 Kg/m²
Superficie : 57,05 m² K : 0,4868 W/m²°C T^a terreno : 33,35 °C
C. Sensible : 287 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 23,12 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 41,46 °C
C. Sensible : 153 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo ligero
1.83 Met

Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 155 W C Sen. almac. : 9 W C Lat. inst. : 208 W
C. Latente : 208 W C. Sensible : 165 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 400 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 40 W C Sen. instantaneo : 347 W

C. Sensible : 387 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 1800 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Distribución : CONSTANTE 30%

C. Latente : 0 W C. Sensible : 1800 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 143 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 10 W C. Sensible : 150 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 218 W C. Sensible : 3162 W

Factor de calor sensible = 0,93 Calor Total = 3380 W

Ratio Total : 59 W/m² Ratio Sensible : 55 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 1054 m³/h

Local: Salón comedor Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 37,25 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 32,1 °C Hr : 55 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 20,1

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 16,1 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 8,05 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0,16107)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 6,33 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,58 °C

C. Sensible : 17 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada salón Superficie: 6 m² K : 2,7 W/m²°C
Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 419 W/m² Fracción Soleada : 88 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 147 W C Sen. inst. rad. : 695 W C Sen. almac. rad. : 247 W

C. Sensible : 1089 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 17,48 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 29,17 °C

C. Sensible : 38 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 67 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 31 W
C. Latente : 31 W C. Sensible : 70 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 600 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 1 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 300 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 75 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 79 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 32 W C. Sensible : 1669 W
Factor de calor sensible = 0,98 Calor Total = 1701 W
Ratio Total : 46 W/m² Ratio Sensible : 45 W/m²
Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 556 m³/h

Local: Cocina Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 18,68 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 34,55 °C Hr : 53 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 28,2
Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 13,4 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 118 W/m²) (latente 13,4 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,3212)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 3,93 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,01 °C

C. Sensible : 9 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 3,78 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.: Norte

Radiación transmitida ventana : 146 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 116 W C Sen. inst. rad. : 153 W C Sen. almac. rad. : 51 W

C. Sensible : 320 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio

Superficie : 3,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 30,68 °C

C. Sensible : 8 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,05 m² K : 2,63 W/m²°C Orient.: Oeste

Radiación transmitida ventana : 171 W/m² Fracción Soleada : 29 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 31 W C Sen. inst. rad. : 49 W C Sen. almac. rad. : 15 W

C. Sensible : 95 W

Suelo en voladizo:

Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²
 Superficie: 1,07 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,81 °C

C. Sensible : 1 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color :
 Medio

Superficie : 13,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,23 °C

C. Sensible : 63 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: De pie trabajo ligero
 1.83 Met

Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 104 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 373 W C Sen. almac. : 18 W C Lat. inst. : 499 W

C. Latente : 499 W C. Sensible : 392 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 2 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 2205 W Potencia Latente Máxima : 250 W

Distribución : variable

C. Latente : 125 W C. Sensible : 1102 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 99 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 31 W C. Sensible : 104 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 655 W C. Sensible : 2195 W

Factor de calor sensible = 0,77 Calor Total = 2850 W

Ratio Total : 153 W/m² Ratio Sensible : 118 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 731 m³/h

Local: Recibidor Hora de Cálculo: 15 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 6,63 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 34,75 °C Hr : 52 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 52,8 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,45249)

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 2,11 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 31,77 °C

C. Sensible : 6 W**Puerta:**

Nombre: Puerta entrada Superficie total : 3,22 m² K equiv.: 2,18 W/m²°C
 Orient.: Norte

Superficie cristal : 0,744 m² Radiación transmitida puerta : 125 W/m² SC : 0,87

C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 24 W C Sen. almac. rad. : 38 W

C. Sensible : 181 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 22 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 18 W

C. Latente : 18 W C. Sensible : 23 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 350 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 10 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 11 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 18 W C. Sensible : 231 W

Factor de calor sensible = 0,92 Calor Total = 249 W

Ratio Total : 38 W/m² Ratio Sensible : 35 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 77 m³/h

Local: Baño Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: ENE

Superficie : 2,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 21,27 °C Hr : 91 % W : 0,014471 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 26,9 W/m²)
 (fluor.sin rectancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0,44843)

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 62 W

C. Latente : 62 W C. Sensible : 76 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 60 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 52 W

C. Sensible : 52 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 6 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 3 W C. Sensible : 6 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 65 W C. Sensible : 140 W

Factor de calor sensible = 0,68 Calor Total = 205 W

Ratio Total : 92 W/m² Ratio Sensible : 63 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 46 m³/h**Local: Dormitorio 1 Hora de Cálculo: 24 Mes de Cálculo: JUL**Superficie : 15,67 m² Altura : 2,5 m Acabado Suelo: Pavimento / TerrazoCondiciones exteriores Ts : 25,69 °C Hr : 88 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 19,1 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)Ratio max. Otras cargas : (sensible 6,38 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,12763)**Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : MedioSuperficie : 5,02 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,57 °C**C. Sensible : 24 W****Ventanas:**Nombre: Puerta acristalada Superficie: 2,98 m² K : 2,64 W/m²°C Orient.: NorteRadiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 21 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 16 W

C. Sensible : 37 W**Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : MedioSuperficie : 12,25 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 39,06 °C**C. Sensible : 70 W****Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 52 W

C. Latente : 52 W C. Sensible : 114 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 30 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 26 W

C. Sensible : 26 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 100 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 2 W C. Sensible : 19 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 54 W C. Sensible : 408 W

Factor de calor sensible = 0,88 Calor Total = 462 W

Ratio Total : 29 W/m² Ratio Sensible : 26 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 136 m³/h

Local: Dormitorio 2 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 13,15 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 32,83 °C Hr : 58 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 15,2 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,15209)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio

Superficie : 6,2 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 39,41 °C

C. Sensible : 36 W

Ventanas:

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 50 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 46 W C Sen. inst. rad. : 25 W C Sen. almac. rad. : 27 W

C. Sensible : 98 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio

Superficie : 12,47 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 42,6 °C

C. Sensible : 78 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color :

MedioSuperficie : 9,7 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 41,2 °C**C. Sensible : 63 W****Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 26 W

C. Latente : 26 W C. Sensible : 59 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 100 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 86 W

C. Sensible : 87 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 21 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 22 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 464 W

Factor de calor sensible = 0,94 Calor Total = 491 W

Ratio Total : 37 W/m² Ratio Sensible : 35 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 154 m³/h
-----**Local: Dormitorio 3 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: JUN**Superficie : 10,28 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 31,95 °C Hr : 60 % W : 0,017869 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 25,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 24,3 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)Ratio max. Otras cargas : (sensible 24,3 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,097276)**Cerramientos al exterior:**Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : MedioSuperficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 34,44 °C**C. Sensible : 17 W****Ventanas:**Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: NorteRadiación transmitida ventana : 84 W/m² Fracción Soleada : 50 % SC : 0,45

C Sen. cond.: 42 W C Sen. inst. rad. : 41 W C Sen. almac. rad. : 24 W

C. Sensible : 107 W**Suelo en voladizo:**Nombre: Suelo al aire Peso : 290,8 Kg/m²Superficie: 1,41 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 27,4 °C**C. Sensible : 1 W**

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
 Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 56 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 26 W

C. Latente : 26 W C. Sensible : 58 W**Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 250 W Potencia en ese instante : 125 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 108 W

C. Sensible : 108 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W
 Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W**Propia instalación : Porcentaje 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 1 W C. Sensible : 28 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 27 W C. Sensible : 596 W
 Factor de calor sensible = 0,95 Calor Total = 623 W
 Ratio Total : 61 W/m² Ratio Sensible : 58 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 198 m³/h

Local: Dormitorio 4 Hora de Cálculo: 12 Mes de Cálculo: OCT

Superficie : 9,62 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 29,99 °C Hr : 63 % W : 0,016724 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 20,1
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 20,8 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,2079)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color :
 Medio
 Superficie : 4,35 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 27,44 °C

C. Sensible : 6 W**Ventanas:**

Nombre: Ventana Superficie: 1,8 m² K : 2,62 W/m²°C Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 510 W/m² Fracción Soleada : 87 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 32 W C Sen. inst. rad. : 253 W C Sen. almac. rad. : 53 W

C. Sensible : 338 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio

Superficie : 9,36 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 29,08 °C

C. Sensible : 18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 0 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met

Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 4 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 4 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 19 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : 403 W

Factor de calor sensible = 1 Calor Total = 403 W

Ratio Total : 42 W/m² Ratio Sensible : 42 W/m²

Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 134 m³/h

Local: Baño 1 Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: JUN

Superficie : 4,8 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 34,07 °C Hr : 53 % W : 0,017869 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 25,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 37,5 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 141 W/m²) (latente 25 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,41667)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 3,75 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 37,39 °C

C. Sensible : 19 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 156 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 180 W Potencia en ese instante : 135 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 4 W C Sen. instantaneo : 117 W

C. Sensible : 121 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 48 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 12 W C. Sensible : 50 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1069 W
Factor de calor sensible = 0,8 Calor Total = 1325 W
Ratio Total : 276 W/m² Ratio Sensible : 223 W/m²
Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 356 m³/h

Local: Baño 2 Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 5,32 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 34,89 °C Hr : 52 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 28,2
Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 39,5 W/m²)
(fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 127 W/m²) (latente 22,6 W/m²) (Ratio max.
personas/m² : 0,37594)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color :
Medio
Superficie : 4,78 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 37,81 °C

C. Sensible : 25 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : variable

C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 153 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 157 W
Distribución : variable

C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 136 W

C. Sensible : 138 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%) C. Latente : 0 W C. Sensible : 49 W

C. Latente : 12 W C. Sensible : 52 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 256 W C. Sensible : 1092 W
 Factor de calor sensible = 0,81 Calor Total = 1348 W
 Ratio Total : 253 W/m² Ratio Sensible : 205 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 364 m³/h

Local: Pasillo Hora de Cálculo: 21 Mes de Cálculo: ABR

Superficie : 6,23 m² Altura : 2,5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 26,39 °C Hr : 76 % W : 0,016433 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 14,1
 Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 32,1 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,64205)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta plana Peso : 290,8 Kg/m² Orientación : Horizontal Sol
 Color : Medio
 Superficie : 0,37 m² K : 0,32 W/m²°C T^a equivalente : 40,68 °C
C. Sensible : 2 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero
 1.43 Met
 Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 22 W C Lat. inst. : 124 W
C. Latente : 124 W C. Sensible : 173 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 29 W C Sen. instantaneo : 173 W
C. Sensible : 203 W

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%) C. Latente : 0 W C. Sensible : 18 W
 C. Latente : 6 W C. Sensible : 19 W

 SUMA TOTAL: C. Latente : 130 W C. Sensible : 415 W
 Factor de calor sensible = 0,76 Calor Total = 545 W
 Ratio Total : 87 W/m² Ratio Sensible : 67 W/m²
 Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 138 m³/h

Local: Bajocubierta Hora de Cálculo: 20 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 42,7 m² Altura : 2,34 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : 30,61 °C Hr : 66 % W : 0,018377 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 28,2

Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0,0096355 kg/kg a.s.
 Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 9,37 W/m²)
 (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 5,85 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max.
 personas/m² : 0,14052)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 4,17 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 36,46 °C
C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 17,1 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 40,99 °C
C. Sensible : 110 W

Ventanas:

Nombre: Puerta acristalada Superficie: 5,88 m² K : 2,67 W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0,45
 C Sen. cond.: 119 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 69 W
C. Sensible : 188 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Cubierta inclinada Peso : 303,8 Kg/m² Orientación : 30° Norte
 Color : Medio

Superficie : 50,35 m² K : 0,31 W/m²°C T^a equivalente : 40,09 °C
C. Sensible : 266 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Muro al exterior Peso : 285,8 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 19,3 m² K : 0,36 W/m²°C T^a equivalente : 41,47 °C
C. Sensible : 128 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Nº en ese instante : 4 Actividad: Sentado trabajo ligero
 1.25 Met

Calor sensible por persona : 96 W Calor latente por persona : 48 W
 Distribución : variable
 C Sen. inst. : 338 W C Sen. almac. : 24 W C Lat. inst. : 230 W
C. Latente : 230 W C. Sensible : 362 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 400 W Potencia en ese instante : 200 W
 Distribución : variable
 C Sen. almacenado : 24 W C Sen. instantaneo : 173 W
C. Sensible : 197 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 250 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

Propia instalación : Porcentaje 5 (%)

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 250 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 76 W

C. Latente : 11 W C. Sensible : 79 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 241 W C. Sensible : 1676 W

Factor de calor sensible = 0,87 Calor Total = 1917 W

Ratio Total : 45 W/m² Ratio Sensible : 39 W/m²Temp. Impul. : 14 °C Caudal Impul. : 558 m³/h

2.1.2.3 Resumen de los cálculos de cargas térmicas

En la Tabla 2.71 se muestran los resultados del cálculo de cargas térmicas resumidos, con el fin de facilitar la interpretación de los datos.

Dependencia	Superficie (m ²)	Carga de refrigeración (W)		
		Viviendas centrales	Vivienda Oeste	Vivienda Este
Instalaciones	30,48	764	803	832
Semisótano-garaje	57,05	3211	3369	3380
Salón-comedor	37,25	1659	1679	1701
Cocina	18,68	2787	2827	2850
Recibidor	6,63	249	249	249
Baño planta baja	2,23	205	205	205
Dormitorio 1	15,67	385	484	462
Dormitorio 2	13,15	420	477	491
Dormitorio 3	10,28	623	623	623
Dormitorio 4	9,62	403	403	403
Baño 1	4,80	1304	1317	1325
Baño 2	5,32	1320	1336	1348
Pasillo	6,23	545	545	545
Bajocubierta	42,70	1776	1923	1917
TOTAL		25060	25411	25667

Tabla 2.71 - Resumen de los cálculos de cargas térmicas en cada dependencia

2.1.3 Cálculo de la instalación de refrigeración

2.1.3.1 Selección de las unidades terminales

Se instalarán fan-coils en las diferentes dependencias de cada vivienda en función de las necesidades térmicas de las mismas. La utilización de fan-coils como unidades terminales se justifica en el apartado 1.9.5.

El fan-coil es un acondicionador no autónomo para todo el año. Está compuesto por un intercambiador de calor, una sección de motoventiladores y una sección de filtros. Los ventiladores recirculan el aire del interior del local, filtrándolo y después pasándolo por el intercambiador de calor, por el que circula agua fría o caliente.

Se ha seleccionado la serie RFR en su versión de 2 tubos con ventilador tangencial de la marca comercial *Roca* para las siguientes dependencias: salón-comedor, recibidor, baños, dormitorios, pasillo y bajocubierta. Esta serie consta de 4 tamaños (110 a 500 m³/h) y una versión, de pared a la vista. Están dotados de una batería de intercambio térmico de 3 ó 4 filas, pudiéndose añadir en ambos casos una batería de 1 fila. El corazón del fan-coil es el grupo ventilador tangencial, con un ventilador de gran diámetro (120 mm), de una forma espiroidal especial, capaz de garantizar el flujo óptimo y continuo del aire en toda la superficie de la batería, optimizando el intercambio térmico y manteniendo el nivel sonoro en unos niveles especialmente bajos.

Se ha optado por utilizar la serie RFR ya que ésta está orientada al sector residencial, se caracteriza por sus pequeñas medidas (18,3 cm de grosor) y su bajísimo nivel sonoro, debido al ventilador tangencial, más silencioso que los ventiladores centrífugos convencionales.

Sin embargo, en las dependencias donde no se dan especiales exigencias de comodidad acústica, como son las dependencias del semisótano y la cocina, se ha optado por la serie RFC con ventilador centrífugo de la marca comercial *Roca*.

La selección de los fan-coils (Tabla 2.72) se ha realizado de manera que la carga térmica de refrigeración necesaria en cada dependencia pueda obtenerse a la velocidad media del ventilador, y así poder asegurar que no trabajen en su régimen de funcionamiento máximo, lo cual evita posibles averías y alarga su vida útil. Las prestaciones hacen referencia a las condiciones de funcionamiento siguientes:

- a) Temperatura entrada aire: 27 °C (bulbo seco); 19 °C (bulbo húmedo).
- b) Temperatura agua fría: 7 °C (entrada); 12 °C (salida).

Dependencia	Fan-coil		Potencia frigorífica (W) (según velocidad)		
	Serie	Modelo	Mín.	Med.	Máx.
Instalaciones	RFC	130	1100	1300	1500
Semisótano-garaje	RFC	430	2900	3440	4000
Salón-comedor	RFR	3	1400	1700	2000
Cocina	RFC	330	2470	2900	3500
Recibidor	RFR	1	630	780	880
Baño (p. baja)	RFR	1	630	780	880
Dormitorio 1	RFR	1	630	780	880
Dormitorio 2	RFR	1	630	780	880
Dormitorio 3	RFR	1	630	780	880
Dormitorio 4	RFR	1	630	780	880
Baño 1	RFR	3	1400	1700	2000
Baño 2	RFR	3	1400	1700	2000
Pasillo	RFR	1	630	780	880
Bajocubierta	RFR	4	2000	2400	2800

Tabla 2.72 - Cargas de refrigeración suministradas por dependencia

Todos los fan-coils se colocarán en pared a la vista, excepto los situados en el semisótano (garaje e instalaciones) que estarán colocados en el techo (véase plano 3).

El caudal máximo de agua fría que puede circular por cada fan-coil corresponde a cuando éste trabaja a velocidad máxima, éstos se muestran en la Tabla 2.73.

Dependencia	Fan-coil		Caudal agua fría	
	Serie	Modelo	l/h	m ³ /h
Instalaciones	RFC	130	260	0,26
Semisótano-garaje	RFC	430	690	0,69
Salón-comedor	RFR	3	345	0,345
Cocina	RFC	330	605	0,605
Recibidor	RFR	1	150	0,15
Baño (p. baja)	RFR	1	150	0,15
Dormitorio 1	RFR	1	150	0,15
Dormitorio 2	RFR	1	150	0,15
Dormitorio 3	RFR	1	150	0,15
Dormitorio 4	RFR	1	150	0,15
Baño 1	RFR	3	345	0,345
Baño 2	RFR	3	345	0,345
Pasillo	RFR	1	150	0,15
Bajocubierta	RFR	4	485	0,485
TOTAL (1 vivienda)			4125	4,125
TOTAL (10 viviendas)			41250	41,25

Tabla 2.73 - Caudal agua fría en cada fan-coil

En cada vivienda, el agua fría se dividirá en cuatro circuitos, uno por planta, el caudal de cada circuito se indica en la Tabla 2.74.

Circuitos	Dependencias	Caudal (l/h)	Caudal circuito (l/h)
1 - Semisótano	Instalaciones	260	950
	Semisótano-garaje	690	
2 - Planta baja	Salón-comedor	345	1250
	Cocina	605	
	Recibidor	150	
	Baño	150	
3 - Planta primera	Dormitorio 1	150	1440
	Dormitorio 2	150	
	Dormitorio 3	150	
	Dormitorio 4	150	
	Baño 1	345	
	Baño 2	345	
	Pasillo	150	
4 - Bajocubierta	Bajocubierta	485	485

Tabla 2.74 - Caudal de los circuitos de agua fría en las viviendas

El sistema de tuberías de agua fría que alimenta los fan-coils es cerrado y puede clasificarse como un sistema de tubería simple (dos tuberías), es decir, cada unidad recibe una entrada de agua fría y termina en una tubería de retorno.

Se utiliza un sistema de tubería flexible multicapa de Polietileno-Aluminio-Polietileno (Pex-Al-Pex), la utilización de dicho sistema se justifica en el apartado 1.10.1.2. El fabricante aconseja que los diámetros se escojan de manera que la velocidad del fluido se aproxime a la indicada en la Tabla 2.75, según el caudal que circule por la tubería, aunque para diámetros grandes se puede llegar a 2-2,5 m/s .

Los diámetros de las tuberías que circulan por las viviendas se muestran en la Tabla 2.76, los cuales se han procurado unificar en tres. Véase planos 12 a 15.

Caudal (l/h)	Velocidad (m/s)
<1000	0,6
1000<Q<3500	1
3500<Q<6000	1,25
>6000	1,5

Tabla 2.75 - Velocidad del fluido aconsejada según caudal

Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)
26x3	26	20	3
18x2	18	14	2
14x2	14	10	2

Tabla 2.76 - Diámetros y espesores de pared de las tuberías en las viviendas

En la Tabla 2.77 se muestran los diámetros de las tuberías de conexión a las viviendas desde la máquina de absorción. Véase planos 16 a 17.

Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)
110x10	110	90	10
90x8,5	90	73	8,5
75x7,5	75	60	7,5
63x6	63	51	6
40x3,5	40	33	3,5

Tabla 2.77 – Diámetros y espesores de pared de las tuberías de conexión

2.1.3.2 Equilibrado de la instalación

Se dice que una instalación está equilibrada desde el punto de vista hidráulico cuando en cualquier parte de la instalación se obtienen los caudales definidos en proyecto. En función de las características de la instalación, las válvulas de equilibrado se encargarán de originar las pérdidas de carga adecuadas para garantizar una correcta distribución del fluido caloportador por toda la instalación.

Si una instalación no está equilibrada, el fluido caloportador tenderá a discurrir por los tramos que menor pérdida de carga presenten, con lo que en algunas unidades terminales se producirá una sobrealimentación mientras que otras padecerán un déficit de caudal. Como consecuencia la refrigeración de las distintas áreas no será la proyectada, no se obtendrá el confort deseado y la explotación de la instalación supondrá un costo superior.

Se asegura un correcto equilibrado hidráulico de la instalación mediante válvulas de equilibrado dinámico (Frese EVA de la casa comercial *Teperclima*) en la tubería de retorno de cada fan-coil y un sistema de retorno inverso en las tuberías de conexión. Además, en la tubería de la impulsión de cada fan-coil se instalará un filtro con válvula de bola.

Los cartuchos son los encargados de garantizar que no se exceda el caudal nominal de proyecto ante fluctuaciones de presión de la instalación.

En la Tabla 2.78 se muestran los cartuchos adecuados para cada válvula EVA según el modelo de fan-coil, así como la pérdida de carga que origina la válvula.

Modelo fan-coil	Caudal (l/h)	Cartuchos ALPHA para válvulas EVA			
		Tipo	Referencia	Pérdida de carga	
				kPa	m.c.a.
RFC 130	260	10	49-11460	13	1,325
RFC 330	605	11	49-11725	18	1,835
RFC 430	690	11	49-11735	20	2,039
RFR 1	150	10	49-11350	11	1,121
RFR 3	345	10	49-11510	14	1,427
RFR 4	485	10	49-11620	17	1,733

Tabla 2.78 - Cartuchos ALPHA para válvulas EVA según el modelo de fan-coil

2.1.3.3 Máquina de refrigeración por absorción

La máquina de refrigeración por absorción utilizada es de simple efecto con un COP de 0,7 y es alimentada con agua caliente a 95 °C, cuyo retorno es a 80 °C. Es el modelo *LWM-W008* de la marca comercial *LS Cable* y utiliza una mezcla de agua (refrigerante) y bromuro de litio (absorbente). Aporta 45,7 m³/h de agua a 7 °C, suficiente para alimentar a los fan-coils, de los cuales retorna a 12 °C.

2.1.3.3.1 Características

- Diseño compacto y estructura ligera que contribuyen a ahorrar espacio de instalación, facilita el transporte, mantenimiento y reparación del sistema.
- Control de las condiciones óptimas de operación mediante el uso de controlador microprocesador (PID), prevención de cristalización del BrLi-H₂O, alarma de daños y almacenamiento de la información de operación.
- Verificación fácil y rápida del estado de funcionamiento gracias al amplio monitor de LCD.
- Sistema Remoto de Control de hasta 8 unidades.
- Bajo consumo energético.
- Reducción del consumo energético manteniendo la concentración de la solución absorbente a un nivel óptimo, y minimizando el tiempo de parada de la operación. Disponen de una válvula de servicio que permite un fácil muestreo del refrigerante y de la solución absorbente.

2.1.3.4 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación de refrigeración

La finalidad de determinar las pérdidas de carga totales de la instalación de refrigeración es poder seleccionar las bombas de recirculación más apropiadas para cada uno de los circuitos.

2.1.3.4.1 Método de cálculo

A la hora de realizar los cálculos se ha de distinguir entre las pérdidas de carga continuas, debidas al rozamiento del fluido con las paredes de la tubería, las pérdidas de carga singulares, debidas a la resistencia que ofrecen los codos, las válvulas y todos los elementos que obstaculizan el paso del líquido, y las pérdidas de carga singulares debidas a otros elementos (colectores solares, fan-coils, etc).

2.1.3.4.1.1 *Pérdidas de carga continuas*

La ecuación general de pérdidas de carga en conducciones con flujo permanente y uniforme, se trate de conducción abierta o cerrada, es:

$$H_c = C_f \cdot \frac{L}{R_h} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Ec. 2.24

Sustituyendo en la ecuación general (Ec. 2.24) el radio hidráulico R_h por su valor en función del diámetro d se obtiene la ecuación de pérdidas de carga en tuberías circulares, o ecuación de *Darcy-Weissbach*.

$$H_c = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Ec. 2.25

Donde: H_c es la pérdida de carga continua, en metros de columna de agua [*m.c.a.*];

L es la longitud de tubería [*m*];

g es la aceleración de la gravedad, tiene un valor de 9,81 [*m/s²*];

f es el coeficiente de fricción en tuberías, adimensional;

v es la velocidad media [*m/s*];

d es el diámetro interior [m].

En este caso, el caudal que circula por las conducciones es un dato conocido, por tanto, la ecuación queda:

$$H_c = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

Ec. 2.26

Donde: Q es el caudal volumétrico [m^3/s].

Para calcular el coeficiente de fricción en tuberías f , primero debe calcularse el número de *Reynolds*, que como se puede observar es adimensional.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}$$

Ec. 2.27

Donde: ν es la viscosidad cinemática del fluido obtenida mediante la Ecuación 2.28 [m^2/s].

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Ec. 2.28

Donde: μ es la viscosidad dinámica del fluido [$kg/m \cdot s$].

ρ es la densidad del fluido [kg/m^3].

La velocidad del fluido se calcula mediante la siguiente expresión:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}$$

Ec. 2.29

Donde: \dot{m} es el caudal másico [kg/s];

Existe un número crítico de *Reynolds* por debajo del cual el régimen es laminar y por encima es turbulento. El número crítico de *Reynolds* para tuberías vale 2300.

a) Régimen laminar

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Ec. 2.30

b) Régimen turbulento

○ Tubería hidráulicamente lisa

$$f = \frac{0,3164}{\text{Re}^{1/4}}$$

Ec. 2.31

Fórmula muy exacta aunque sólo válida para el rango $2300 < \text{Re} < 10^5$.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{f}}$$

Ec. 2.32

○ Con dominio de la rugosidad

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \frac{k/d}{3,7}$$

Ec. 2.33

Donde: k es la altura de rugosidad [m].

- Con influencia de la rugosidad relativa y del número de *Reynolds*

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k/d}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Ec. 2.34

Cuando *Re* es elevado, el segundo término del paréntesis puede resultar despreciable frente al primero, tanto más cuanto mayor sea la rugosidad relativa, *k/d*, en cuyo caso nos queda la Ecuación 2.33; y cuando *k/d* = 0 (tubería lisa), nos queda la Ecuación 2.32. Así pues, la fórmula de *Colebrook* (Ec. 2.34) puede utilizarse como expresión única para el cálculo de fricción en tuberías con régimen turbulento.

2.1.3.4.1.2 Pérdidas de carga singulares

Las pérdidas de carga singulares o locales se producen cuando el flujo pierde su uniformidad y se ve alterado a causa de obstáculos en las conducciones, como puedan ser válvulas, ensanchamientos, estrechamientos, derivaciones, codos y otros accesorios.

Para la determinación de estas pérdidas se utiliza el método de longitud equivalente. Este método consiste en sustituir el accesorio por una longitud equivalente de tubería, que origine por rozamiento la misma pérdida.

Conocida la longitud equivalente de un accesorio L_e , se puede calcular la pérdida de carga que origina utilizando la Ecuación 2.25, sustituyendo la longitud L por L_e :

$$H_s = f \cdot \frac{L_e}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Ec. 2.35

Donde: H_s es la pérdida de carga singular en metros de columna de agua [m.c.a.];

L_e es la longitud equivalente asociada al accesorio [m].

La longitud equivalente de diferentes accesorios suele ser facilitada por el fabricante o también puede determinarse con la ayuda de la Figura 2.5, de la firma *Gould Pumps*, U.S.A.

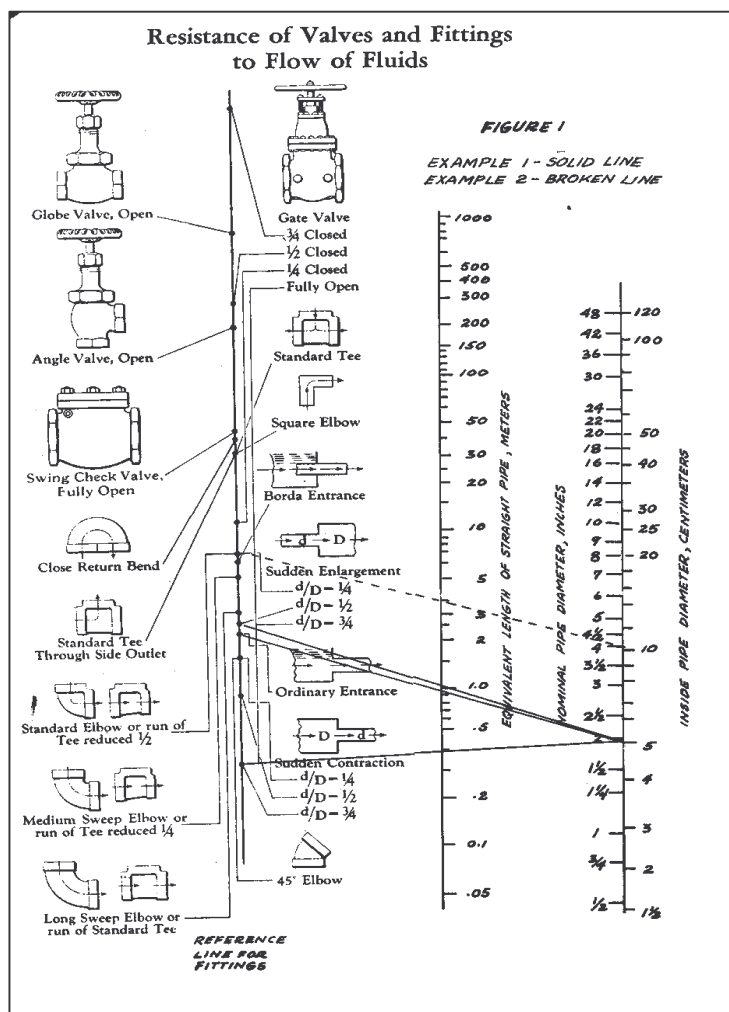


Figura 2.5 – Gráfico de la longitud equivalente de diferentes accesorios

En las Tablas 2.79 y 2.80 se muestra la longitud equivalente de diversos elementos que alteran la uniformidad de flujo en las tuberías según el diámetro nominal de éstas.

Elemento		L _e (m)
Válvula de paso		0,28
Válvula de bola	Dn=14	1,10
	Dn=18	1,30
	Dn=26	1,75
Válvula de retención		2,75
Filtro		3,90

Tabla 2.79 - Longitud equivalente de válvulas y filtros

Elemento	Dn=14	Dn=18	Dn=20	Dn=26	Dn=32	Dn=40	Dn=50	Dn=63	Dn=75	Dn=90	Dn=110
Codo 90°	0,95	1,35	1,55	1,95	2,50	2,90	3,10	3,80	4,60	5,10	5,70
Derivación en T	1,14	1,60	1,83	2,29	2,50	3,10	3,30	4,10	4,90	5,30	5,90
Derivación con separación de flujo	1,30	1,80	1,90	2,40	2,80	3,50	3,70	4,60	5,60	6,10	7,00

Tabla 2.80 - Longitud equivalente expresada en metros de diferentes elementos en tubería

2.1.3.4.1.3 Pérdidas de carga singulares (otros elementos)

Se determinan teniendo en cuenta la información facilitada por los fabricantes, o bien, mediante cálculos particulares para cada elemento. Un ejemplo de pérdidas de carga singulares de otros elementos pueden ser las unidades terminales de la instalación de refrigeración, es decir, los fan-coils. En la Tabla 2.81 se muestra las pérdidas de carga que producen los diferentes modelos de fan-coils utilizados en la instalación.

Modelo	Pérdida de carga	
	kPa	m.c.a.
RFC 130	4,6	0,469
RFC 330	12,3	1,254
RFC 430	17,9	1,825
RFR 1	11	1,121
RFR 3	8	0,816
RFR 4	20	2,039

Tabla 2.81 - Pérdida de carga en los fan-coils

2.1.3.4.2 Pérdidas de carga en la instalación de agua fría

Se estudiarán las pérdidas de carga en el circuito por donde circula agua fría desde la máquina de absorción hasta los fan-coils. Las propiedades físicas del agua se pueden ver en la Tabla 2.82. Han sido extraídas del libro de la Dra. Lluïsa F. Cabeza *Enginyeria Tèrmica – Annex*.

Temperatura agua	$T(^{\circ}C)$	5	10	15
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	999,9	999,7	999,1
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$1,519 \cdot 10^{-3}$	$1,307 \cdot 10^{-3}$	$1,138 \cdot 10^{-3}$

Tabla 2.82 - Propiedades físicas del agua a 1 bar

Las variables de diseño que se utilizarán en los cálculos de este apartado se pueden ver en la Tabla 2.83.

Fluido	Agua fría		
	<i>Impulsión</i>	<i>Retorno</i>	
Temperatura	$T(^{\circ}C)$	7	12
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	999,8	999,5
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$1,434 \cdot 10^{-3}$	$1,239 \cdot 10^{-3}$
Viscosidad cinemática	$\nu(m^2/s)$	$1,434 \cdot 10^{-6}$	$1,240 \cdot 10^{-6}$

Tabla 2.83 - Variables de diseño para el cálculo de pérdidas de carga

Los resultados del cálculo de las pérdidas de carga continuas en los tramos de las viviendas pueden verse en las Tablas 2.84 y 2.85, mientras que en las Tablas 2.86 y 2.87 se muestran las pérdidas de carga singulares.

Los tramos de los circuitos que circulan por cada una de las plantas de las viviendas pueden verse en los planos 12 a 15.

IMPULSIÓN	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
<i>Semisótano</i>								
A-A1	5,25	950	0,264	0,020	0,840	11715,26	0,03	0,287
A1-A2	0,27	690	0,192	0,020	0,610	8508,98	0,03	0,008
A1-A3	4,59	260	0,072	0,014	0,469	4580,40	0,04	0,142
<i>Planta Baja</i>								
B-B1	2,54	1250	0,347	0,020	1,105	15414,82	0,03	0,225
B1-B2	0,08	345	0,096	0,014	0,623	6077,84	0,04	0,004
B1-B3	8,67	905	0,251	0,020	0,800	11160,33	0,03	0,436
B3-B4	0,18	605	0,168	0,020	0,535	7460,77	0,03	0,004
B3-B5	2,53	300	0,083	0,014	0,541	5285,08	0,04	0,100
B5-B6	0,18	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,010
B5-B7	1,48	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,086
<i>Planta Primera</i>								
C-C1	2,72	1440	0,400	0,020	1,273	17757,87	0,03	0,308
C1-C2	0,72	990	0,275	0,020	0,875	12208,54	0,03	0,042
C2-C3	0,08	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,005
C2-C4	7,60	840	0,233	0,020	0,743	10358,76	0,03	0,335
C4-C5	0,08	345	0,096	0,014	0,623	6077,84	0,04	0,004
C4-C6	2,20	495	0,137	0,020	0,438	6104,27	0,04	0,038
C6-C7	0,08	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,005
C6-C8	0,84	345	0,096	0,014	0,623	6077,84	0,04	0,043
C1-C9	0,72	450	0,125	0,020	0,398	5549,34	0,04	0,011
C9-C10	0,08	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,005
C9-C11	5,56	300	0,083	0,014	0,541	5285,08	0,04	0,220
C11-C12	0,08	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,005
C11-C13	3,48	150	0,042	0,010	0,531	3699,56	0,04	0,203
<i>Bajocubierta</i>								
D-D1	9,53	485	0,135	0,020	0,429	5980,95	0,04	0,161

Tabla 2.84 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de impulsión de las viviendas

RETORNO	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
<i>Semisótano</i>								
A3-A1	4,59	260	0,072	0,014	0,469	5297,02	0,04	0,137
A2-A1	0,37	690	0,192	0,020	0,610	9840,22	0,03	0,011
A1-A	5,24	950	0,264	0,020	0,840	13548,14	0,03	0,277
<i>Planta Baja</i>								
B7-B5	1,38	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,078
B6-B5	0,28	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,016
B5-B3	2,53	300	0,083	0,014	0,541	6111,94	0,04	0,097
B4-B3	0,28	605	0,168	0,020	0,535	8628,02	0,03	0,007
B3-B1	8,47	905	0,251	0,020	0,800	12906,38	0,03	0,411
B2-B1	0,18	345	0,096	0,014	0,623	7028,73	0,03	0,009
B1-B	2,94	1250	0,347	0,020	1,105	17826,49	0,03	0,251
<i>Planta Primera</i>								
C13-C11	3,58	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,201
C12-C11	0,18	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,010
C11-C9	5,56	300	0,083	0,014	0,541	6111,94	0,04	0,212
C10-C9	0,18	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,010
C9-C1	0,72	450	0,125	0,020	0,398	6417,54	0,04	0,010
C8-C6	0,99	345	0,096	0,014	0,623	7028,73	0,03	0,048
C7-C6	0,17	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,010
C6-C4	2,02	495	0,137	0,020	0,438	7059,29	0,03	0,034
C5-C4	0,18	345	0,096	0,014	0,623	7028,73	0,03	0,009
C4-C2	7,40	840	0,233	0,020	0,743	11979,40	0,03	0,315
C3-C2	0,18	150	0,042	0,010	0,531	4278,36	0,04	0,010
C2-C1	0,92	990	0,275	0,020	0,875	14118,58	0,03	0,052
C1-C	2,92	1440	0,400	0,020	1,273	20536,12	0,03	0,319
<i>Bajocubierta</i>								
D1-D	9,83	485	0,135	0,020	0,429	6916,68	0,03	0,160

Tabla 2.85 - Pérdidas de carga continuas en los tramos de retorno de las viviendas

IMPULSIÓN	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
<i>Semisótano</i>					
A-A1	Codo 90°	1,95	1	0,107	0,107
A1-A2	Derivación con separación de flujo	2,40	1	0,075	2,086
	Fan-coil RFC 430	-	1	1,825	
	Válvula de bola	1,75	1	0,055	
	Filtro	3,90	1	0,122	
	Válvula de paso	0,28	1	0,009	
A1-A3	Codo 90°	1,35	3	0,125	0,763
	Fan-coil RFC 130	-	1	0,469	
	Válvula de bola	1,30	1	0,040	
	Filtro	3,90	1	0,120	
	Válvula de paso	0,28	1	0,009	
<i>Planta Baja</i>					
B-B1	Codo 90°	1,95	2	0,345	0,345
B1-B2	Derivación con separación de flujo	1,80	1	0,091	1,184
	Fan-coil RFR 3	-	1	0,816	
	Válvula de bola	1,30	1	0,066	
	Filtro	3,90	1	0,197	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	
B1-B3	Codo 90°	1,95	2	0,196	0,196
B3-B4	Derivación con separación de flujo	2,40	1	0,060	1,461
	Fan-coil RFC 330	-	1	1,254	
	Válvula de bola	1,75	1	0,043	
	Filtro	3,90	1	0,097	
	Válvula de paso	0,28	1	0,007	
B3-B5	Codo 90°	1,35	1	0,053	0,053
B5-B6	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,076	1,504
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	

Tabla 2.86 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de impulsión de las viviendas

IMPULSIÓN	Singularidad	L_e (m)	N°	H_s (m.c.a.)	Total (m.c.a.)
B5-B7	Codo 90°	0,95	2	0,111	1,539
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
<i>Planta Primera</i>					
C-C1	Codo 90°	1,95	1	0,221	0,221
C2-C3	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,076	1,504
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C2-C4	Codo 90°	1,95	1	0,086	0,086
C4-C5	Derivación con separación de flujo	1,80	1	0,091	1,184
	Fan-coil RFR 3	-	1	0,816	
	Válvula de bola	1,30	1	0,066	
	Filtro	3,90	1	0,197	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	
C4-C6	Codo 90°	1,95	1	0,034	0,034
C6-C7	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,076	1,504
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C6-C8	Codo 90°	1,35	1	0,068	1,161
	Fan-coil RFR 3	-	1	0,816	
	Válvula de bola	1,30	1	0,066	
	Filtro	3,90	1	0,197	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	

Tabla 2.86 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de impulsión de las viviendas (continuación)

IMPULSIÓN	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
C9-C10	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,076	1,504
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C11-C12	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,076	1,504
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C11-C13	Codo 90°	0,95	1	0,055	1,483
	Fan-coil RFR 1	-	1	1,121	
	Válvula de bola	1,10	1	0,064	
	Filtro	3,90	1	0,227	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
<i>Bajocubierta</i>					
D-D1	Codo 90°	1,95	2	0,066	2,206
	Fan-coil RFR 4	-	1	2,039	
	Válvula de bola	1,75	1	0,030	
	Filtro	3,90	1	0,066	
	Válvula de paso	0,28	1	0,005	

Tabla 2.86 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de impulsión de las viviendas (continuación)

RETORNO	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
<i>Semisótano</i>					
A3-A1	Codo 90°	1,35	3	0,120	1,453
	Válvula equilibrado	-	1	1,325	
	Válvula de paso	0,28	1	0,008	
A2-A1	Derivación con separación de flujo	2,40	1	0,072	2,119
	Válvula equilibrado	-	1	2,039	
	Válvula de paso	0,28	1	0,008	
A1-A	Codo 90°	1,95	2	0,206	0,206

Tabla 2.87 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de retorno de las viviendas

RETORNO	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
<i>Planta Baja</i>					
B7-B5	Codo 90°	0,95	2	0,107	1,244
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
B6-B5	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,073	1,210
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
B5-B3	Codo 90°	1,35	1	0,052	0,052
B4-B3	Derivación con separación de flujo	2,40	1	0,058	1,900
	Válvula equilibrado	-	1	1,835	
	Válvula de paso	0,28	1	0,007	
B3-B1	Codo 90°	1,95	2	0,189	0,189
B2-B1	Derivación con separación de flujo	1,80	1	0,088	1,529
	Válvula equilibrado	-	1	1,427	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	
B1-B	Codo 90°	1,95	3	0,499	0,499
<i>Planta Primera</i>					
C13-C11	Codo 90°	0,95	1	0,053	1,190
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C12-C11	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,073	1,210
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C10-C9	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,073	1,210
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C9-C1	Derivación con separación de flujo	2,40	1	0,034	0,034
C8-C6	Codo 90°	1,35	3	0,198	1,639
	Válvula equilibrado	-	1	1,427	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	

Tabla 2.87 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de retorno de las viviendas (continuación)

RETORNO	Singularidad	$L_e(m)$	N°	$H_s(m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
C7-C6	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,073	1,210
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C6-C4	Codo 90°	1,95	1	0,033	0,033
C5-C4	Derivación con separación de flujo	1,80	1	0,088	1,529
	Válvula equilibrado	-	1	1,427	
	Válvula de paso	0,28	1	0,014	
C4-C2	Codo 90°	1,95	1	0,083	0,083
C3-C2	Derivación con separación de flujo	1,30	1	0,073	1,210
	Válvula equilibrado	-	1	1,121	
	Válvula de paso	0,28	1	0,016	
C1-C	Codo 90°	1,95	2	0,426	0,426
<i>Bajocubierta</i>					
D1-D	Codo 90°	1,95	3	0,095	1,833
	Válvula equilibrado	-	1	1,733	
	Válvula de paso	0,28	1	0,005	

Tabla 2.87 - Pérdidas de carga singulares en los tramos de retorno de las viviendas (continuación)

En las Tablas 2.88 a 2.91 se muestran los resultados de las pérdidas de carga continuas en los circuitos de conexión a las viviendas (véase planos 16 y 17), mientras que los resultados de las pérdidas de carga singulares se muestran en las Tablas 2.92 a 2.95.

IMPULSIÓN	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
1-1'	0,2	4125	1,146	0,033	1,340	30829,64	0,02	0,013
1'-A	0,5	950	0,264	0,020	0,840	11715,26	0,03	0,027
1'-B	0,2	3175	0,882	0,033	1,031	23729,48	0,03	0,008
B-C	2,7	1925	0,535	0,026	1,007	18260,63	0,03	0,146
C-D	2,7	485	0,135	0,020	0,429	5980,95	0,04	0,046

Tabla 2.88 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión I

RETORNO	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
A-B	0,7	950	0,264	0,020	0,840	13548,14	0,03	0,037
B-C	2,7	2200	0,611	0,026	1,151	24134,33	0,03	0,178
C-D	2,7	3640	1,011	0,033	1,182	31461,06	0,02	0,139
D-1	5,8	4125	1,145	0,033	1,340	35652,99	0,02	0,371

Tabla 2.89 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión I

IMPULSIÓN	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
0-1	7,8	41250	11,456	0,09	1,801	113042,02	0,02	0,247
1-2	0,3	37125	10,310	0,09	1,621	101737,82	0,02	0,008
2-3	11,6	33000	9,165	0,09	1,441	90433,62	0,02	0,249
3-4	0,3	28875	8,019	0,09	1,261	79129,41	0,02	0,005
4-5	11,6	24750	6,874	0,073	1,643	83620,12	0,02	0,407
5-6	0,3	20625	5,728	0,073	1,369	69683,44	0,02	0,008
6-7	11,6	16500	4,582	0,06	1,621	67825,21	0,02	0,508
7-8	0,3	12375	3,437	0,06	1,216	50868,91	0,02	0,008
8-9	11,6	8250	2,291	0,051	1,122	39897,18	0,02	0,327
9-10	0,3	4125	1,146	0,033	1,340	30829,64	0,02	0,020

Tabla 2.90 – Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito de conexión II

RETORNO	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
1-2	0,3	4125	1,145	0,033	1,340	35652,99	0,02	0,019
2-3	11,6	8250	2,291	0,051	1,122	46139,16	0,02	0,315
3-4	0,3	12375	3,436	0,060	1,216	58827,43	0,02	0,008
4-5	11,6	16500	4,581	0,060	1,621	78436,58	0,02	0,490
5-6	0,3	20625	5,726	0,073	1,369	80585,52	0,02	0,007
6-7	11,6	24750	6,872	0,073	1,643	96702,63	0,02	0,392
7-8	0,3	28875	8,017	0,090	1,261	91509,34	0,02	0,005
8-9	11,6	33000	9,162	0,090	1,441	104582,10	0,02	0,240
9-10	0,3	37125	10,307	0,090	1,621	117654,86	0,02	0,008
10-0	55,3	41250	11,453	0,090	1,801	130727,63	0,02	1,692

Tabla 2.91 – Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito de conexión II

IMPULSIÓN	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
1-1'	Derivación en T	3,10	1	0,205	0,205
1'-A	Codo 90°	1,95	1	0,107	0,107
1'-B	Derivación con separación de flujo	3,50	1	0,147	0,269
	Codo 90°	2,90	1	0,122	
B-C	Derivación con separación de flujo	2,80	1	0,152	0,287
	Codo 90°	2,50	1	0,135	
C-D	Codo 90°	1,95	1	0,033	0,033

Tabla 2.92 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión I

RETORNO	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
A-B	Codo 90°	1,95	1	0,103	0,103
B-C	Derivación con separación de flujo	2,80	1	0,185	0,350
	Codo 90°	2,50	1	0,165	
C-D	Derivación con separación de flujo	3,10	1	0,159	0,308
	Codo 90°	2,90	1	0,149	
D-1	Derivación con separación de flujo	3,10	1	0,198	0,383
	Codo 90°	2,90	1	0,185	

Tabla 2.93 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión I

IMPULSIÓN	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
0-1	Máquina de absorción	-	1	6,697	7,042
	Válvula de paso	0,28	4	0,036	
	Válvula de retención	2,75	1	0,087	
	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,222	
1-2	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,185	0,185
2-3	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,150	0,150
3-4	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,119	0,119
4-5	Derivación con separación de flujo	6,10	1	0,214	0,214
5-6	Derivación con separación de flujo	6,10	1	0,156	0,156
6-7	Derivación con separación de flujo	5,60	1	0,245	0,245
7-8	Derivación con separación de flujo	5,60	1	0,148	0,148
8-9	Derivación con separación de flujo	4,60	1	0,130	0,130

Tabla 2.94 - Pérdidas de carga singulares en la impulsión del circuito de conexión II

RETORNO	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
1-2	Derivación con separación de flujo	3,50	1	0,224	0,224
2-3	Derivación con separación de flujo	4,60	1	0,125	0,125
3-4	Derivación con separación de flujo	5,60	1	0,143	0,143
4-5	Derivación con separación de flujo	5,60	1	0,237	0,237
5-6	Derivación con separación de flujo	6,10	1	0,150	0,150
6-7	Derivación con separación de flujo	6,10	1	0,206	0,206
7-8	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,115	0,115
8-9	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,145	0,145
9-10	Derivación con separación de flujo	7,00	1	0,178	0,178
10-0	Válvula de paso	0,28	2	0,017	0,366
	Codo 90°	5,70	2	0,349	

Tabla 2.95 - Pérdidas de carga singulares en el retorno del circuito de conexión II

Una vez calculadas las pérdidas de carga continuas y singulares de cada tramo, se obtienen las pérdidas de carga totales. En las Tablas 2.96 y 2.97 se muestran las correspondientes a los tramos de impulsión y retorno que circulan por las viviendas.

IMPULSIÓN	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Semisótano</i>			
A-A1	0,287	0,107	0,394
A1-A2	0,008	2,086	2,094
A1-A3	0,142	0,763	0,905
<i>Planta Baja</i>			
B-B1	0,225	0,345	0,570
B1-B2	0,004	1,184	1,188
B1-B3	0,436	0,196	0,632
B3-B4	0,004	1,461	1,465
B3-B5	0,100	0,053	0,153
B5-B6	0,010	1,504	1,514
B5-B7	0,086	1,539	1,625

Tabla 2.96 - Pérdidas de carga totales en los tramos de impulsión de las viviendas

IMPULSIÓN	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
<i>Planta Primera</i>			
C-C1	0,308	0,221	0,529
C1-C2	0,042	0	0,042
C2-C3	0,005	1,504	1,509
C2-C4	0,335	0,086	0,421
C4-C5	0,004	1,184	1,188
C4-C6	0,038	0,034	0,072
C6-C7	0,005	1,504	1,509
C6-C8	0,043	1,161	1,204
C1-C9	0,011	0,036	0,047
C9-C10	0,005	1,504	1,509
C9-C11	0,220	0	0,220
C11-C12	0,005	1,504	1,509
C11-C13	0,203	1,483	1,686
<i>Bajocubierta</i>			
D-D1	0,161	2,206	2,367

Tabla 2.96 – Pérdidas de carga totales en los tramos de impulsión de las viviendas (continuación)

RETORNO	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
<i>Semisótano</i>			
A3-A1	0,137	1,453	1,590
A2-A1	0,011	2,119	2,130
A1-A	0,277	0,206	0,483
<i>Planta Baja</i>			
B7-B5	0,078	1,244	1,322
B6-B5	0,016	1,210	1,226
B5-B3	0,097	0,052	0,149
B4-B3	0,007	1,900	1,907
B3-B1	0,411	0,189	0,600
B2-B1	0,009	1,529	1,538
B1-B	0,251	0,499	0,750

Tabla 2.97 - Pérdidas de carga totales en los tramos de retorno de las viviendas

RETORNO	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Planta Primera</i>			
C13-C11	0,201	1,190	1,391
C12-C11	0,010	1,210	1,220
C11-C9	0,212	0	0,212
C10-C9	0,010	1,210	1,220
C9-C1	0,010	0,034	0,044
C8-C6	0,048	1,639	1,687
C7-C6	0,010	1,210	1,220
C6-C4	0,034	0,033	0,067
C5-C4	0,090	1,529	1,619
C4-C2	0,315	0,083	0,398
C3-C2	0,010	1,210	1,220
C2-C1	0,052	0	0,052
C1-C	0,319	0,426	0,745
<i>Bajocubierta</i>			
D1-D	0,160	1,833	1,993

Tabla 2.97 - Pérdidas de carga totales en los tramos de retorno de las viviendas (continuación)

En las Tablas 2.98 a 2.101 se muestran las pérdidas de carga totales en los tramos de impulsión y retorno de los circuitos de conexión.

IMPULSIÓN	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
1-1'	0,013	0,205	0,218
1'-A	0,027	0,107	0,134
1'-B	0,008	0,269	0,277
B-C	0,146	0,287	0,433
C-D	0,046	0,033	0,079
		Total	1,141

Tabla 2.98 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión I

RETORNO	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
A-B	0,037	0,103	0,140
B-C	0,178	0,350	0,528
C-D	0,139	0,308	0,447
D-1	0,371	0,383	0,754
		Total	1,869

Tabla 2.99 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión I

IMPULSIÓN	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
0-1	0,247	7,042	7,289
1-2	0,008	0,185	0,193
2-3	0,249	0,150	0,399
3-4	0,005	0,119	0,124
4-5	0,407	0,214	0,621
5-6	0,008	0,156	0,164
6-7	0,508	0,245	0,753
7-8	0,008	0,148	0,156
8-9	0,327	0,130	0,457
9-10	0,020	0	0,020
		Total	10,176

Tabla 2.100 – Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito de conexión II

RETORNO	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
1-2	0,019	0,224	0,243
2-3	0,315	0,125	0,440
3-4	0,008	0,143	0,151
4-5	0,490	0,237	0,727
5-6	0,007	0,150	0,157
6-7	0,392	0,206	0,598
7-8	0,005	0,115	0,120
8-9	0,240	0,145	0,385

Tabla 2.101 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión II

RETORNO	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
9-10	0,008	0,178	0,186
10-0	1,692	0,366	2,058
		Total	5,065

Tabla 2.101 – Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito de conexión II (continuación)

El siguiente paso es determinar cual es el camino más desfavorable, es decir, el que ofrecerá más resistencia al paso del agua.

Este camino se determina mediante la suma del total de las pérdidas de carga continuas y singulares. En el caso de los circuitos de conexión, el camino más desfavorable es el que conecta hasta la vivienda más alejada. Mientras que en los tramos que circulan por las viviendas se debe calcular para cada planta de las mismas, los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 2.102 a 2.105.

Tramo	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Impulsión</i>			
A-A1	0,287	0,107	0,394
A1-A2	0,008	2,086	2,094
A1-A3	0,142	0,763	0,905
<i>Retorno</i>			
A3-A1	0,137	1,453	1,590
A2-A1	0,011	2,119	2,130
A1-A	0,277	0,206	0,483
		Total	7,596

Tabla 2.102 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta semisótano

Tramo	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Impulsión</i>			
B-B1	0,225	0,345	0,570
B1-B2	0,004	1,184	1,188
B1-B3	0,436	0,196	0,632
B3-B4	0,004	1,461	1,465
B3-B5	0,100	0,053	0,153
B5-B6	0,010	1,504	1,514
B5-B7	0,086	1,539	1,625
<i>Retorno</i>			
B7-B5	0,078	1,244	1,322
B6-B5	0,016	1,210	1,226
B5-B3	0,097	0,052	0,149
B4-B3	0,007	1,900	1,907
B3-B1	0,411	0,189	0,600
B2-B1	0,009	1,529	1,538
B1-B	0,251	0,499	0,750
		Total	14,639

Tabla 2.103 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta baja

Tramo	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Impulsión</i>			
C-C1	0,308	0,221	0,529
C1-C2	0,042	0	0,042
C2-C3	0,005	1,504	1,509
C2-C4	0,335	0,086	0,421
C4-C5	0,004	1,184	1,188
C4-C6	0,038	0,034	0,072
C6-C7	0,005	1,504	1,509
C6-C8	0,043	1,161	1,204
C1-C9	0,011	0,036	0,047
C9-C10	0,005	1,504	1,509
C9-C11	0,220	0	0,220

Tabla 2.104 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta primera

Tramo	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
C11-C12	0,005	1,504	1,509
C11-C13	0,203	1,483	1,686
<i>Retorno</i>			
C13-C11	0,201	1,190	1,391
C12-C11	0,010	1,210	1,220
C11-C9	0,212	0	0,212
C10-C9	0,010	1,210	1,220
C9-C1	0,010	0,034	0,044
C8-C6	0,048	1,639	1,687
C7-C6	0,010	1,210	1,220
C6-C4	0,034	0,033	0,067
C5-C4	0,090	1,529	1,619
C4-C2	0,315	0,083	0,398
C3-C2	0,010	1,210	1,220
C2-C1	0,052	0	0,052
C1-C	0,319	0,426	0,745
		Total	22,540

Tabla 2.104 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta primera (continuación)

Tramo	$H_c (m.c.a.)$	$H_s (m.c.a.)$	$H_{Total} (m.c.a.)$
<i>Impulsión</i>			
D-D1	0,161	2,206	2,367
<i>Retorno</i>			
D1-D	0,160	1,833	1,993
		Total	4,360

Tabla 2.105 - Pérdidas de carga en el circuito de la planta bajocubierta

Se puede apreciar en las Tablas 2.102 a 2.105 que el camino más desfavorable es el que transcurre por el circuito de la planta primera.

2.1.3.5 Cálculo del aislamiento de las tuberías

El objetivo de este apartado es calcular el espesor de aislamiento que se habrá de instalar según el RITE en las tuberías que conforman la instalación de refrigeración.

Según la instrucción técnica IT 1.2.4.2.1 todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

- a) temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran;
- b) temperatura mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados.

2.1.3.5.1 Método de cálculo

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se opta por el procedimiento simplificado. En el cual se determinan los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en *mm*, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/m·K. Sin embargo, cuando se utilicen materiales de conductividad térmica distinta a $\lambda_{ref} = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ a 10 °C, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando la Ecuación 2.36.

$$d = \frac{D}{2} \cdot \left[e^{\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D+2\cdot d_{ref}}{D} \right)} - 1 \right]$$

Ec. 2.36

Donde: d es el espesor mínimo de aislamiento del material empleado [mm];

D es el diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería [mm];

λ es la conductividad térmica del material empleado [$W/m \cdot K$];

λ_{ref} es la conductividad térmica de referencia [$W/m \cdot K$];

d_{ref} es el espesor mínimo de aislamiento de referencia [mm].

2.1.3.5.2 Aislamiento en las tuberías de la instalación de refrigeración

El aislamiento escogido es de la marca *Armaflex IT*, para las tuberías que circulan por el interior; y de la marca *Isover*, para las que circulan por el exterior. La conductividad térmica es la siguiente:

- *Armaflex IT* (interior): $\lambda = 0,038 \text{ W/m} \cdot K$
- *Isover* (exterior): $\lambda = 0,030 \text{ W/m} \cdot K$

Según las tablas del RITE y teniendo en cuenta las temperaturas de trabajo y los diámetros de las tuberías, las Tablas 2.106 y 2.107 muestran los espesores de aislamiento de referencia para las tuberías que transportan un fluido interior frío que discurre por el interior y exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	0...10	>10
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 2.106 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	0...10	>10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 2.107 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido frío en el exterior de edificios

El espesor mínimo a instalar que ha resultado de aplicar la Ecuación 2.36 se muestra en la Tabla 2.108.

Circuito	Situación	D (mm)	d_{ref} (mm)	d_{min} (mm)
Viviendas	Interior	14	20	18,24
		18	20	18,35
		26	20	18,50
Conexión	Exterior	40	50	31,18
		63	50	32,76
		75	50	33,30
		90	50	33,81
		110	60	40,63

Tabla 2.108 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación de refrigeración

Finalmente, se escoge entre la gama de coquillas de los fabricantes las que encajan en cada tubería cumpliendo con el espesor mínimo que exige el RITE, tal y como se muestra en la Tabla 2.109.

Circuito	Situación	D (mm)	d _{min} (mm)	d _{instalado} (mm)	Tipo de coquilla
Viviendas	Interior	14	18,24	20	15x20
		18	18,35	20	18x20
		26	18,5	20	28x20
Conexión	Exterior	40	31,18	40	42x40
		63	32,76	40	60x40
		75	33,3	40	76x40
		90	33,81	40	89x40
		110	40,63	50	114x50

Tabla 2.109 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación de refrigeración

2.1.3.6 Dimensionado de las bombas de circulación

Se colocará una bomba de circulación en el circuito de conexión I de cada vivienda (véase planos 16 y 17), la cual habrá de vencer la pérdida de carga total correspondiente a la suma de la pérdida de carga en los circuitos de la vivienda, además de la de los tramos de impulsión y retorno del circuito de conexión I, como se indica en la Ecuación 2.37.

$$H_{total} = H_{viv} + H_{circ.conex.I}$$

Ec. 2.37

Donde: H_{total} es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga [m.c.a.];

H_{viv} es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga en los circuitos que discurren por las viviendas [m.c.a.];

$H_{circ.conex.I}$ es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga en el circuito de conexión I [m.c.a.].

La presión total de la bomba de circulación viene expresada por la Ecuación 2.38.

$$H = H_{geo} + H_{total}$$

Ec. 2.38

Donde: H es la altura total que habrá de vencer la bomba de circulación [$m.c.a.$];

H_{geo} es la altura geográfica [$m.c.a.$].

Los resultados se muestran en la Tabla 2.110.

Pérdidas de carga (m.c.a.)		
Circuito planta semisótano	7,596	49,135
Circuito planta baja	14,639	
Circuito planta primera	22,54	
Circuito planta bajocubierta	4,36	
Circuito conexión I (impulsión)	1,141	3,01
Circuito conexión I (retorno)	1,869	
H_{total}		52,145
H_{geo}		7

Tabla 2.110 – Cálculo de la altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geográfica de los circuitos de una vivienda y del circuito de conexión I

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación debe estar en torno a:

- Caudal: $Q = 4,125 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 59,145 \text{ m.c.a.}$

Se selecciona la bomba *CHV 4-100* de la marca comercial *Grundfos* ya que cumple con los requisitos necesarios.

Además, se colocará una bomba de circulación en el circuito de conexión II, el cual alimenta al circuito de conexión I de cada una de las viviendas (véase plano 16 y 17). Ésta

habrá de vencer la pérdida de carga total correspondiente a la suma de los tramos de impulsión y retorno, como se indica en la Ecuación 2.39.

$$H_{total} = H_{impulsión} + H_{retorno} = 15,241 \text{ m.c.a.}$$

Ec. 2.39

Donde: $H_{impulsión}$ es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga en la impulsión del circuito de conexión II [m.c.a.];

$H_{retorno}$ es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga en el retorno del circuito de conexión II [m.c.a.].

Los resultados se muestran en la Tabla 2.111.

Pérdidas de carga (m.c.a.)	
Circuito conexión II (impulsión)	10,176
Circuito conexión II (retorno)	5,065
H_{total}	15,241
H_{geo}	1

Tabla 2.111 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito de conexión II

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación debe estar en torno a:

- Caudal: $Q = 41,25 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 16,241 \text{ m.c.a.}$

Se selecciona la bomba *TPE Serie 1000 65-190/2* de la marca comercial *Grundfos* ya que cumple con los requisitos necesarios.

2.1.3.7 Dimensionado del vaso de expansión

2.1.3.7.1 Método de cálculo

Debido a los cambios de temperatura en el fluido de trabajo, es necesario instalar un elemento de expansión que absorba la dilatación del mismo. Se utiliza un sistema de expansión cerrado, en el que se emplea un vaso de expansión de tipo membrana elástica.

Se hallará el volumen mínimo requerido y se instalará, al menos, el vaso de expansión que tenga un volumen inmediatamente superior al mínimo y que sea estándar.

2.1.3.7.2 Vaso de expansión en los circuitos de refrigeración

Se instalará un vaso de expansión para que absorba las dilataciones del agua en los circuitos de las viviendas y en los de conexión I y II.

La capacidad del vaso de expansión se obtiene aplicando la Ecuación 2.40:

$$V_{\text{expansión,mín}} = 0,2 \cdot (V_{\text{tuberías,viviendas}} + V_{\text{tuberías,conexiónI}} + V_{\text{tuberías,conexiónII}})$$

Ec. 2.40

Donde: $V_{\text{expansión,mín}}$ es la capacidad mínima del vaso de expansión [l];

$V_{\text{tuberías,viviendas}}$ es la capacidad en las tuberías de los circuitos que discurren por las viviendas [l];

$V_{\text{tuberías,conexiónI}}$ es la capacidad en las tuberías del circuito de conexión I [l];

$V_{\text{tuberías,conexiónII}}$ es la capacidad en las tuberías del circuito de conexión II [l].

Mediante la Ecuación 2.40 se obtiene $V_{expansión,mín} = 239,23 \text{ l}$, mientras que la capacidad estándar inmediatamente superior es de 300 l , de la marca comercial *Salvador Escoda*.

2.1.3.8 Torre de refrigeración

El agua a refrigerar proviene de la máquina de refrigeración por absorción, ésta se refrigera mediante una torre de refrigeración de circuito cerrado de la casa comercial *EWK*. La selección de dicha torre se justifica en el apartado 1.10.1.1.

2.1.3.8.1 Condiciones de diseño

- Temperatura del agua a la entrada: $T_e = 35 \text{ °C}$
- Temperatura del agua a la salida: $T_s = 29,4 \text{ °C}$
- Caudal de agua: $Q = 97,9 \text{ m}^3/h$
- Temperatura de bulbo húmedo: $T_{b,h} = 26,3 \text{ °C}$

($T_{b,h}$ se obtiene a partir del diagrama psicrométrico *ASHRAE* para bajas temperaturas y condiciones de humedad relativa $HR = 50\%$ y temperatura de bulbo seco $T_{b,s} = 35 \text{ °C}$.)

2.1.3.8.2 Procedimiento de selección de la torre de refrigeración

Primero de todo debe calcularse el salto térmico, ΔT , y el acercamiento, A .

$$\Delta T = T_e - T_s$$

Ec. 2.41

Donde: ΔT es el salto térmico [$^{\circ}\text{C}$];

T_e es la temperatura a la entrada de la torre de refrigeración [$^{\circ}\text{C}$];

T_s es la temperatura a la salida de la torre de refrigeración [$^{\circ}C$].

$$A = T_s - T_{b,h}$$

Ec. 2.42

Donde: A es el acercamiento [$^{\circ}C$];

$T_{b,h}$ es la temperatura de bulbo húmedo [$^{\circ}C$].

Utilizando las Ecuaciones 2.41 y 2.42 se obtienen los siguientes valores: $\Delta T = 5,6$ $^{\circ}C$ y $A = 3,1$ $^{\circ}C$.

Entrando en la Figura 2.6 con el salto térmico, el acercamiento y la temperatura de bulbo húmedo, como se indica en el ejemplo, se obtiene el factor de funcionamiento $K = 2,9$.

El índice de selección, S , se obtiene dividiendo el caudal de agua a enfriar, Q , entre el factor de funcionamiento, K , mediante la Ecuación 2.43.

$$S = \frac{Q}{K}$$

Ec. 2.43

Donde: S es el índice de selección;

Q es caudal de agua fría a enfriar [m^3/h];

K es el factor de funcionamiento obtenido de la Figura 2.6.

Se obtiene $S = 33,76$. El modelo de torre de refrigeración de circuito cerrado se determina mediante el catálogo del fabricante, seleccionando el modelo que corresponda por exceso, *EWK-C 1260/5*, cuyo índice de selección es $S = 34$, por tanto la capacidad de refrigeración de este modelo en las condiciones establecidas es $98,6$ m^3/h .

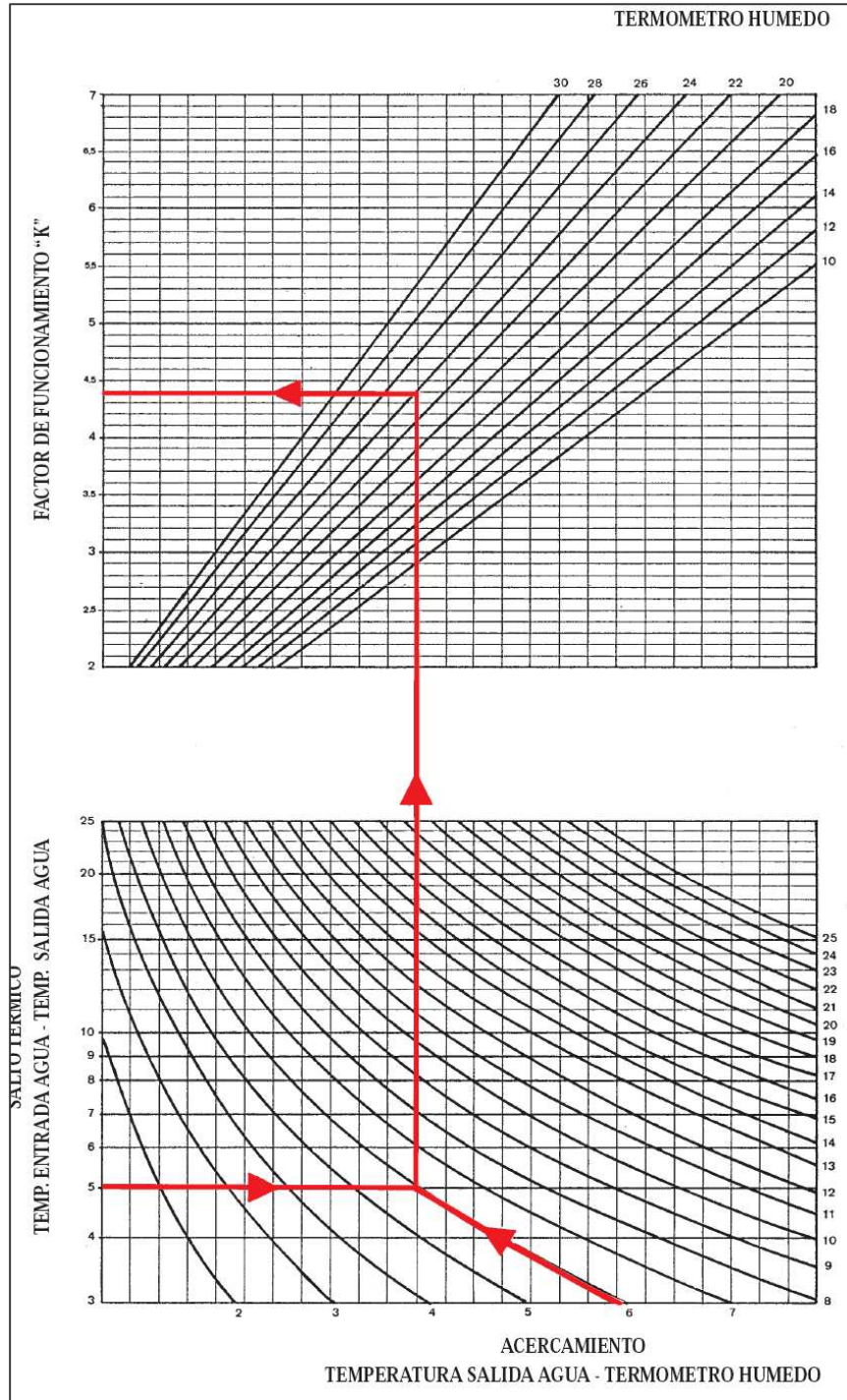


Figura 2.6 – Determinación del factor de funcionamiento K

2.1.3.9 Dimensionado del vaso de expansión

2.1.3.9.1 Método de cálculo

El método de cálculo utilizado es el que se detalla en el apartado 2.1.3.7.1.

2.1.3.9.2 Vaso de expansión en el circuito de la torre de refrigeración

Se instalará un vaso de expansión para que absorba las dilataciones del agua en el circuito que conecta la torre de refrigeración con la máquina de absorción.

La capacidad del vaso de expansión se obtiene aplicando la Ecuación 2.44.

$$V_{\text{expansión,mín}} = 0,2 \cdot V_{\text{tuberías}}$$

Ec. 2.44

Donde: $V_{\text{expansión,mín}}$ es la capacidad mínima del vaso de expansión [l];

$V_{\text{tuberías}}$ es la capacidad en las tuberías del circuito [l].

Se obtiene $V_{\text{expansión,mín}} = 3,82 \text{ l}$, mientras que la capacidad estándar inmediatamente superior es de 5 l , de la marca comercial *Salvador Escoda*.

2.1.4 Cálculo de la instalación solar térmica

2.1.4.1 Cálculo de la radiación solar incidente

2.1.4.1.1 Datos

- Latitud del emplazamiento: $\phi = 41,52^\circ$
- Azimut captadores: $\gamma_s = 14,3^\circ$

- Inclinación captadores (cubierta): $\beta = 33^\circ$
- Reflexión del sol: $\rho = 0,4$
- Días característicos: Tabla 2.112

Mes	Día del año (n)	Fecha
Mayo	135	15 de mayo
Junio	162	11 de junio
Julio	196	17 de julio
Agosto	228	16 de agosto
Septiembre	258	15 de septiembre

Tabla 2.112 - Días característicos para los meses objeto

2.1.4.1.2 Parámetros de cálculo

Declinación solar

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin \left[360 \cdot \left(\frac{284 + n}{365} \right) \right]$$

Ec. 2.45

Donde: δ es la declinación solar [$^\circ$].

n es el día del año característico de cada mes, extraído de la Tabla 2.112.

Ángulo de puesta de sol

$$\omega_{sp} = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta)$$

Ec. 2.46

Donde: ω_{sp} es el ángulo horario correspondiente a la puesta de sol [$^\circ$].

Media mensual de radiación solar terrestre diaria sobre un captador

$$\bar{H}_T = \bar{H} \cdot \bar{R} = \bar{H} \cdot \left[\left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \right) \cdot \bar{R}_b + \left(\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \right) \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \right]$$

Ec. 2.47

Donde: \bar{H}_T es la media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada $[kJ/m^2 \cdot día]$;

\bar{H} es la media mensual de radiación diaria sobre una superficie horizontal, obtenida de la Tabla 2.113 $[kJ/m^2 \cdot día]$;

\bar{H}_d es la media mensual de radiación difusa diaria en superficie horizontal $[kJ/m^2 \cdot día]$;

\bar{R}_b es el cociente entre la media mensual de radiación directa sobre una superficie inclinada y una superficie horizontal para cada mes.

La radiación solar difusa, \bar{H}_d , acostumbra a ser difícil de calcular ya que varía con las condiciones meteorológicas y es de carácter irregular. En cambio, la fracción difusa de la radiación total media mensual, \bar{H}_d/\bar{H} , se puede correlacionar con un coeficiente de transmisión de la atmósfera que se denomina índice de nubosidad, \bar{K}_T , obtenido de la Tabla 2.113. Los valores de dicha tabla se han extraído del libro de la Dra. Lluïsa F. Cabeza, *Producció de l'energia tèrmica*, Quaderns EPS – Núm. 50. Debido a la imposibilidad de conocer dichos valores para la ciudad de Fraga, se han tomado los correspondientes a la ciudad de Lleida.

	May	Jun	Jul	Ago	Sep
$\bar{H} (kJ/m^2 \cdot día)$	21954	24262	24638	21340	16740
\bar{K}_T	0,53	0,58	0,61	0,59	0,57

Tabla 2.113 - Índice de nubosidad y media mensual de radiación diaria sobre una superficie horizontal para los meses objeto

La fracción difusa de la radiación total media mensual, \bar{H}_d/\bar{H} , se obtiene mediante la correlación de *Liu i Jordan*:

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} = 1,39 - 4,027 \cdot \bar{K}_T + 5,531 \cdot \bar{K}_T^2 - 3,108 \cdot \bar{K}_T^3$$

Ec. 2.48

Teóricamente, \bar{R}_b es una función complicada de la transmitancia de la atmósfera. Sin embargo, se puede calcular para cada mes con el cociente entre la radiación extraterrestre sobre una superficie inclinada y sobre una superficie horizontal con:

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega'_{sp} + (\pi/180) \cdot \omega'_{sp} \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{sp} + (\pi/180) \cdot \omega_{sp} \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta}$$

Ec. 2.49

Donde: ω'_{sp} es el ángulo horario correspondiente a la puesta de sol para una superficie inclinada:

$$\omega'_{sp} = \min[\omega_{sp}, \arccos(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan \delta)]$$

Ec. 2.50

2.1.4.1.3 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.114.

		May	Jun	Jul	Ago	Sep
Declinación solar	$\delta(^{\circ})$	18,79	23,09	21,52	13,45	2,22
Ángulo de puesta de sol	$\omega_{sp}(^{\circ})$	107,53	112,18	110,43	102,22	91,97
Media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada	$\bar{H}_T \left(\frac{kJ}{m^2 \cdot día} \right)$	<u>21295,38</u>	<u>22321,04</u>	<u>23159,72</u>	<u>21980,2</u>	<u>19753,2</u>

Tabla 2.114 - Media mensual de radiación diaria sobre una superficie inclinada en los meses objeto

2.1.4.2 Sistema de captación solar

En el sistema de captación de energía solar se emplearán captadores de vacío de flujo directo, en concreto el modelo *Solamax 30*, de la marca comercial *Thermomax*. Se justifica la utilización de este tipo de captadores en el apartado 1.10.2.1.

Este tipo de captadores permiten llegar a temperaturas de hasta 120 °C. Éstos utilizan una superficie de captación formada por tuberías con aletas, recubiertos de una superficie selectiva y por donde circula el fluido caloportador. Estos captadores aprovechan el vacío creado en su interior para eliminar pérdidas por convección y aumentar la temperatura del fluido caloportador con menor necesidad de superficie de captación efectiva.

2.1.4.2.1 Características captadores

- El fluido caloportador circula por el interior de los tubos de vacío.
- Gran eficacia de los tubos colectores de vacío y de los absorbedores con recubrimiento de titanio solar de gran selectividad.
- Altísimo rendimiento incluso en condiciones atmosféricas adversas.
- Para aplicaciones tanto en alta como en baja temperatura.
- Materiales de alta calidad, resistentes a la corrosión, garantizan duración y fiabilidad así como un mantenimiento mínimo.
- Montaje sin estructura adicional de apoyo.
- Permite girar el tubo sobre sí mismo permitiendo una óptima orientación.
- Ensayado frente a impacto EN-12975-2.

2.1.4.2.2 Fluido caloportador

Se debe determinar el porcentaje de glicol etilénico que deberá de contener el fluido caloportador del circuito de captadores solares. Para ello, debe tenerse en cuenta la temperatura mínima de los últimos años, las cuales se muestran en la Tabla 2.115.

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Temperatura (°C)	-0,6	-2,7	-8,0	-4,8	-7,5	-1,1

Tabla 2.115 - Temperatura mínima de los últimos años en Fraga

A partir de la temperatura mínima registrada en el emplazamiento de la instalación, que corresponde al año 2005, se determina el porcentaje en masa de glicol etilénico a partir de la Tabla 2.116, la cual indica la temperatura de congelación del fluido caloportador en función del porcentaje en peso. Se toma un 20% de glicol etilénico, al cual le corresponde una temperatura de congelación de -10 °C.

Porcentaje de glicol etilénico	0	10	20	30	35
Temperatura congelación (°C)	0	-4	-10	-17	-20

Tabla 2.116 - Temperatura de congelación del fluido caloportador en función del porcentaje de glicol

2.1.4.2.3 Conexión captadores

Se establece un caudal de fluido caloportador de 337 l/h por captador, de manera que se precisan un total de 50 captadores para poder asegurar los 16,85 m³/h de caudal que son necesarios en el circuito primario del intercambiador, como se indica en el apartado 2.1.4.3.4.

El conjunto de 50 captadores se conecta en paralelo en dos filas idénticas de 25 a lo largo de toda la cubierta sur de la edificación, la cual posee resistencia y espacio suficiente para albergar dicho sistema de captadores. Éstos se montan directamente sobre la cubierta, la cual tiene una inclinación de 33°. Mediante esta configuración unida a un diseño hidráulico mediante la técnica de retorno invertido, se asegura que la instalación esté equilibrada, es decir, que el reparto de caudales sea idéntico en los captadores. Con objeto de minimizar las pérdidas de calor, el retorno invertido se realiza de manera que la parte más corta del circuito primario corresponda a los tramos de la salida caliente de los captadores.

2.1.4.3 Sistema de intercambio

Se empleará un sistema de intercambio externo, es decir, el intercambiador de calor se ubicará fuera del depósito de acumulación, siendo instalado de forma independiente.

El intercambiador seleccionado es de placas y conectará térmicamente, sin mezcla de ambos fluidos, el circuito primario (captadores) y el secundario (agua caliente que alimenta al depósito de acumulación). Se selecciona mediante una aplicación informática de la marca comercial *Adisa*.

2.1.4.3.1 Datos introducidos al programa

- Potencia necesaria: 358,9 kW (véase el apartado 2.1.4.3.3)
- Circuito primario:
 - Fluido: glicol etilénico 20%
 - Temperatura de entrada: $T_e = 100$ °C
 - Temperatura de salida: $T_s = 80,1$ °C
 - Pérdida de carga máxima: 1 kPa
- Circuito secundario:
 - Fluido: agua
 - Caudal volumétrico de agua: $Q = 21,2$ m³/h
 - Temperatura de entrada: $T_e = 80$ °C
 - Temperatura de salida: $T_s = 95$ °C
 - Pérdida de carga máxima: 1 kPa

2.1.4.3.2 Propiedades termofísicas

Las Tablas 2.117 y 2.118 muestran las propiedades termofísicas del fluido a la temperatura de trabajo en los circuitos primario y secundario del intercambiador.

Temperatura de trabajo	$T(^{\circ}C)$	90,05
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	983,0
Calor específico	$c_p(kJ/kg.^{\circ}C)$	3,920
Conductividad térmica	$k(W/m.^{\circ}C)$	0,5763
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$0,4238 \cdot 10^{-3}$

Tabla 2.117 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito primario del intercambiador

Temperatura de trabajo	$T(^{\circ}C)$	87,5
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	966,5
Calor específico	$c_p(kJ/kg.^{\circ}C)$	4,205
Conductividad térmica	$k(W/m.^{\circ}C)$	0,6713
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$0,325 \cdot 10^{-3}$

Tabla 2.118 – Propiedades termofísicas del fluido en el circuito secundario del intercambiador

2.1.4.3.3 Potencia necesaria

Para definir el intercambiador se comienza con la potencia de intercambio máxima necesaria, la cual viene definida por la Ecuación 2.51:

$$P_{\text{int}} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Ec. 2.51

Donde: P_{int} es la potencia del intercambiador [kW];

\dot{m} es el caudal másico de agua caliente en el circuito secundario [kg/s];

c_p es el calor específico del agua a la temperatura de trabajo extraído de la Tabla 2.118 [kJ/kg.°C];

ΔT es la variación de temperatura del agua en el circuito secundario [°C].

El caudal másico de agua caliente, \dot{m} , se obtiene a partir de su caudal volumétrico, Q , y de su densidad, ρ , a la temperatura de trabajo.

Utilizando la Ecuación 2.51 se obtiene una potencia de intercambio máxima necesaria de 358,9 kW .

2.1.4.3.4 Resultados obtenidos

El intercambiador seleccionado mediante la aplicación informática de la marca comercial *Adisa*, a partir de los datos introducidos, es el modelo *IT450 A*, el cual posee una potencia de intercambio de 359,2 kW y requiere un caudal de fluido caloportador en el circuito primario de 16,85 m³/h .

2.1.4.4 Sistema de acumulación

El sistema de acumulación es el encargado de almacenar el calor instantáneo transferido desde los captadores solares.

El volumen de acumulación según el CTE, para la aplicación de ACS, viene definido por la siguiente igualdad:

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 120$$

Ec. 2.52

Donde: V es la capacidad del acumulador [l];

A es el área total de captadores [m²].

El área total de captadores es de 150 m², así que le corresponde una capacidad mínima del acumulador igual a 7500 l. Sin embargo, se utilizará un acumulador de 5000 l, ya que al no ser una aplicación de ACS, no es necesario dimensionar un volumen de acumulación tan elevado, debido a que el calor obtenido se consume de manera prácticamente instantánea, dado que la demanda de frío coincide con la disponibilidad de agua caliente.

El acumulador seleccionado pertenece a la serie *Master Inercia*, modelo *MV-5000I-IB* de la casa comercial *Lapesa*, el cual está destinado a funciones de acumulación en circuito cerrado.

2.1.4.5 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación solar térmica

La finalidad de determinar las pérdidas de carga totales de la instalación es poder seleccionar las bombas de recirculación más apropiadas para cada circuito.

2.1.4.5.1 Método de cálculo

El método de cálculo empleado para el cálculo de pérdidas de carga en los circuitos se ha descrito en el apartado 2.1.3.4.1.

2.1.4.5.2 Pérdidas de carga en el circuito I

Se estudiarán las pérdidas de carga en el circuito por donde circula agua glicolada desde el intercambiador hasta los captadores solares (véase plano 20). Las propiedades físicas del agua glicolada se pueden ver en la Tabla 2.119.

Fluido		Agua + glicol
Temperatura	$T(^{\circ}C)$	90,05
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	983,0
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$0,4238 \cdot 10^{-3}$
Viscosidad cinemática	$\nu(m^2/s)$	$4,3113 \cdot 10^{-7}$

Tabla 2.119 - Propiedades físicas agua glicolada

Por consideraciones de ruido, se han seleccionado los diámetros de las tuberías de modo que la velocidad máxima de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados o de hasta 3 m/s cuando discurran al exterior o por locales

no habitados. Los resultados del cálculo de las pérdidas de carga continuas pueden verse en las Tablas 2.120 y 2.121.

IMPULSIÓN	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
S-0	9,3	16850	4,601	0,051	2,291	271037,33	0,01	0,718
0-25	62,4	8425	2,300	0,041	1,773	168571,99	0,02	3,952
25-24	2,4	8088	2,208	0,041	1,702	161829,12	0,02	0,141
24-23	2,4	7751	2,116	0,041	1,631	155086,24	0,02	0,130
23-22	2,4	7414	2,024	0,041	1,560	148343,36	0,02	0,121
22-21	2,4	7077	1,932	0,041	1,489	141600,48	0,02	0,111
21-20	2,4	6740	1,840	0,041	1,418	134857,60	0,02	0,101
20-19	2,4	6403	1,748	0,041	1,347	128114,72	0,02	0,093
19-18	2,4	6066	1,656	0,041	1,276	121371,84	0,02	0,084
18-17	2,4	5729	1,564	0,041	1,205	114628,96	0,02	0,076
17-16	2,4	5392	1,472	0,033	1,751	134040,28	0,02	0,192
16-15	2,4	5055	1,380	0,033	1,642	125662,76	0,02	0,172
15-14	2,4	4718	1,288	0,033	1,532	117285,24	0,02	0,152
14-13	2,4	4381	1,196	0,033	1,423	108907,73	0,02	0,133
13-12	2,4	4044	1,104	0,033	1,313	100530,21	0,02	0,115
12-11	2,4	3707	1,012	0,033	1,204	92152,69	0,02	0,098
11-10	2,4	3370	0,920	0,033	1,094	83775,17	0,02	0,083
10-9	2,4	3033	0,828	0,033	0,985	75397,66	0,02	0,069
9-8	2,4	2696	0,736	0,033	0,876	67020,14	0,02	0,056
8-7	2,4	2359	0,644	0,033	0,766	58642,62	0,02	0,044
7-6	2,4	2022	0,552	0,020	1,788	82937,42	0,02	0,365
6-5	2,4	1685	0,460	0,020	1,490	69114,52	0,02	0,265
5-4	2,4	1348	0,368	0,020	1,192	55291,61	0,02	0,179
4-3	2,4	1011	0,276	0,014	1,824	59241,02	0,02	0,590
3-2	2,4	674	0,184	0,014	1,216	39494,01	0,02	0,290
2-1	2,4	337	0,092	0,014	0,608	19747,01	0,03	0,086

Tabla 2.120 - Pérdidas de carga continuas en la impulsión del circuito I

RETORNO	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
25'-24'	2,4	337	0,092	0,014	0,608	19747,01	0,01	0,048
24'-23'	2,4	674	0,184	0,014	1,216	39494,01	0,02	0,210
23'-22'	2,4	1011	0,276	0,014	1,824	59241,02	0,02	0,474
22'-21'	2,4	1348	0,368	0,020	1,192	55291,61	0,02	0,143
21'-20'	2,4	1685	0,460	0,020	1,490	69114,52	0,02	0,226
20'-19'	2,4	2022	0,552	0,020	1,788	82937,42	0,02	0,327
19'-18'	2,4	2359	0,644	0,033	0,766	58642,62	0,02	0,037
18'-17'	2,4	2696	0,736	0,033	0,876	67020,14	0,02	0,049
17'-16'	2,4	3033	0,828	0,033	0,985	75397,66	0,02	0,062
16'-15'	2,4	3370	0,920	0,033	1,094	83775,17	0,02	0,078
15'-14'	2,4	3707	1,012	0,033	1,204	92152,69	0,02	0,091
14'-13'	2,4	4044	1,104	0,033	1,313	100530,21	0,02	0,115
13'-12'	2,4	4381	1,196	0,033	1,423	108907,73	0,02	0,133
12'-11'	2,4	4718	1,288	0,033	1,532	117285,24	0,02	0,152
11'-10'	2,4	5055	1,380	0,033	1,642	125662,76	0,02	0,172
10'-9'	2,4	5392	1,472	0,033	1,751	134040,28	0,02	0,192
9'-8'	2,4	5729	1,564	0,041	1,205	114628,96	0,02	0,076
8'-7'	2,4	6066	1,656	0,041	1,276	121371,84	0,02	0,084
7'-6'	2,4	6403	1,748	0,041	1,347	128114,72	0,02	0,093
6'-5'	2,4	6740	1,840	0,041	1,418	134857,60	0,02	0,101
5'-4'	2,4	7077	1,932	0,041	1,489	141600,48	0,02	0,111
4'-3'	2,4	7414	2,024	0,041	1,560	148343,36	0,02	0,121
3'-2'	2,4	7751	2,116	0,041	1,631	155086,24	0,02	0,130
2'-1'	2,4	8088	2,208	0,041	1,702	161829,12	0,02	0,141
1'-0'	1,1	8425	2,300	0,041	1,773	168571,99	0,02	0,070
0'-E	62,4	16825	4,594	0,051	2,288	270635,19	0,01	4,802

Tabla 2.121 - Pérdidas de carga continuas en el retorno del circuito I

Los resultados del cálculo de las pérdidas de carga singulares pueden verse en la Tabla 2.122.

	Singularidad	$L_e (m)$	N°	$H_s (m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
S-0	Codo 90°	3,80	2	0,587	1,393
	Derivación en T	4,10	1	0,316	
	Válvula de retención	2,75	2	0,425	
	Válvula de paso	0,28	3	0,065	
0-25	Codo 90°	3,10	2	0,393	0,393
25-25'	Válvula de paso	0,28	2	0,020	0,100
	Captador solar	-	1	0,080	
...					
1-1'	Válvula de paso	0,28	2	0,020	0,100
	Captador solar	-	1	0,080	
1'-0'	Codo 90°	3,1	1	0,196	0,196
0'-E	Válvula de paso	0,28	1	0,022	0,022
E-S	Intercambiador	-	1	0,038	0,038

Tabla 2.122 - Pérdidas de carga singulares en el circuito I

Una vez calculadas las pérdidas de carga continuas y singulares de cada tramo, se obtienen las pérdidas de carga totales.

En las Tablas 2.123 y 2.124 se muestran las correspondientes a los tramos de impulsión y retorno del circuito I.

IMPULSIÓN (n°)	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
S-0 (1)	0,718	1,393	2,111
0-25 (2)	7,904	0,786	8,690
25-24 (2)	0,282	-	0,282
24-23 (2)	0,260	-	0,260
23-22 (2)	0,241	-	0,241
22-21 (2)	0,221	-	0,221
21-20 (2)	0,203	-	0,203
20-19 (2)	0,185	-	0,185
19-18 (2)	0,168	-	0,168
18-17 (2)	0,152	-	0,152
17-16 (2)	0,385	-	0,385
16-15 (2)	0,344	-	0,344
15-14 (2)	0,303	-	0,303
14-13 (2)	0,266	-	0,266
13-12 (2)	0,230	-	0,230
12-11 (2)	0,195	-	0,195
11-10 (2)	0,165	-	0,165
10-9 (2)	0,137	-	0,137
9-8 (2)	0,112	-	0,112
8-7 (2)	0,089	-	0,089
7-6 (2)	0,730	-	0,730
6-5 (2)	0,530	-	0,530
5-4 (2)	0,359	-	0,359
4-3 (2)	1,181	-	1,181
3-2 (2)	0,581	-	0,581
2-1 (2)	0,173	-	0,173
		Total	18,293

Tabla 2.123 - Pérdidas de carga totales en la impulsión del circuito I

RETORNO (nº)	H_c (m.c.a.)	H_s (m.c.a.)	H_{Total} (m.c.a.)
25'-24' (2)	0,095	-	0,095
24'-23' (2)	0,419	-	0,419
23'-22' (2)	0,949	-	0,949
22'-21' (2)	0,285	-	0,285
21'-20' (2)	0,451	-	0,451
20'-19' (2)	0,654	-	0,654
19'-18' (2)	0,074	-	0,074
18'-17' (2)	0,097	-	0,097
17'-16' (2)	0,125	-	0,125
16'-15' (2)	0,156	-	0,156
15'-14' (2)	0,182	-	0,182
14'-13'(2)	0,230	-	0,230
13'-12' (2)	0,266	-	0,266
12'-11' (2)	0,303	-	0,303
11'-10' (2)	0,344	-	0,344
10'-9' (2)	0,385	-	0,385
9'-8' (2)	0,152	-	0,152
8'-7' (2)	0,168	-	0,168
7'-6' (2)	0,185	-	0,185
6'-5' (2)	0,203	-	0,203
5'-4' (2)	0,221	-	0,221
4'-3' (2)	0,241	-	0,241
3'-2' (2)	0,260	-	0,260
2'-1' (2)	0,282	-	0,282
1'-0' (2)	0,139	0,392	0,531
0'-E (1)	4,802	0,022	4,824
		Total	12,083

Tabla 2.124 - Pérdidas de carga totales en el retorno del circuito I

El siguiente paso es determinar cual es el camino más desfavorable, es decir, el que ofrecerá más resistencia al paso del agua.

Recorrido	Pérdidas de carga (<i>m.c.a.</i>)				Total
	Impulsión	Captador	Retorno	Intercambiador	
Captador 1	8,416	0,100	8,718	0,038	17,272
Captador 2	8,330	0,100	8,773	0,038	17,241
Captador 3	8,039	0,100	8,613	0,038	16,790
Captador 4	7,449	0,100	8,143	0,038	15,731
Captador 5	7,270	0,100	8,074	0,038	15,482
Captador 6	7,005	0,100	7,911	0,038	15,053
Captador 7	6,640	0,100	7,639	0,038	14,417
Captador 8	6,595	0,100	7,679	0,038	14,412
Captador 9	6,540	0,100	7,699	0,038	14,376
Captador 10	6,471	0,100	7,822	0,038	14,431
Captador 11	6,388	0,100	7,911	0,038	14,437
Captador 12	6,290	0,100	7,965	0,038	14,393
Captador 13	6,175	0,100	7,982	0,038	14,296
Captador 14	6,042	0,100	7,966	0,038	14,146
Captador 15	5,891	0,100	7,911	0,038	13,940
Captador 16	5,719	0,100	7,822	0,038	13,679
Captador 17	5,527	0,100	7,699	0,038	13,363
Captador 18	5,451	0,100	7,679	0,038	13,267
Captador 19	5,366	0,100	7,639	0,038	13,143
Captador 20	5,274	0,100	7,911	0,038	13,323
Captador 21	5,172	0,100	8,074	0,038	13,385
Captador 22	5,062	0,100	8,143	0,038	13,343
Captador 23	4,941	0,100	8,613	0,038	13,692
Captador 24	4,811	0,100	8,773	0,038	13,722
Captador 25	4,670	0,100	8,718	0,038	13,526

Tabla 2.125 - Pérdida de carga total en cada camino posible del circuito I

En la Tabla 2.125 puede verse que el camino más desfavorable es el que va hasta el captador 1. La pérdida de carga total que ha de vencer la bomba de circulación corresponde a la suma de la pérdida de carga en los tramos de impulsión, en los captadores y en los tramos de retorno, la cual se muestra en la Ecuación 2.53.

$$H_{total} = H_{impulsión} + H_{captadores} + H_{retorno}$$

Ec. 2.53

Donde: H_{total} es la pérdida de carga total en el circuito I [m.c.a.];

$H_{impulsión}$ es la pérdida de carga en la impulsión del circuito I [m.c.a.];

$H_{captadores}$ es la pérdida de carga en los captadores [m.c.a.];

$H_{retorno}$ es la pérdida de carga en el retorno del circuito I [m.c.a.].

Los resultados se muestran en la Tabla 2.126.

Pérdidas de carga (m.c.a.)	
$H_{impulsión}$	18,293
$H_{captadores}$	5
$H_{retorno}$	12,083
H_{total}	35,375

Tabla 2.126 - Cálculo de la pérdida de carga total en el circuito I

2.1.4.5.3 Pérdidas de carga en el circuito II

Se estudiarán las pérdidas de carga en el circuito por donde circula agua desde el intercambiador hasta el depósito de acumulación. Las propiedades físicas del agua se pueden ver en la Tabla 2.127.

Fluido		Agua
Temperatura	$T(^{\circ}C)$	87,5
Densidad	$\rho(kg/m^3)$	966,5
Viscosidad dinámica	$\mu(kg/m \cdot s)$	$0,325 \cdot 10^{-3}$
Viscosidad cinemática	$\nu(m^2/s)$	$3,363 \cdot 10^{-7}$

Tabla 2.127 - Propiedades físicas del agua en el circuito II

Las pérdidas de carga continuas y singulares se muestran en la Tabla 2.128 y 2.129 respectivamente.

	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
Circuito II	4	21200	5,692	0,051	2,883	437218,06	0,01	0,449

Tabla 2.128 - Pérdidas de carga continuas en el circuito II

	Singularidad	$L_e(m)$	N°	$H_s(m.c.a.)$	Total(m.c.a.)
Circuito II	Intercambiador	-	1	0,001	2,568
	Codo 90°	3,80	5	2,132	
	Válvula de retención	2,75	1	0,309	
	Válvula de paso	0,28	4	0,126	

Tabla 2.129 - Pérdidas de carga singulares en el circuito II

Una vez calculadas las pérdidas de carga continuas y singulares del circuito, se obtienen las pérdidas de carga totales, las cuales se muestran en la Tabla 2.130.

	$H_c(m.c.a.)$	$H_s(m.c.a.)$	$H_{Total}(m.c.a.)$
Circuito II	0,449	2,568	3,017

Tabla 2.130 - Pérdidas de carga totales en el circuito II

2.1.4.5.4 Pérdidas de carga en el circuito III

Se estudiarán las pérdidas de carga en el circuito por donde circula agua desde el depósito de acumulación hasta la máquina de absorción. Las propiedades físicas del agua son las mismas que en el cálculo de las pérdidas de carga del circuito II, las cuales se muestran en la Tabla 2.127.

Las pérdidas de carga continuas y singulares se muestran en la Tabla 2.131 y 2.132 respectivamente.

	$L(m)$	$Q(l/h)$	$\dot{m}(kg/s)$	$d(m)$	$v(m/s)$	Re	f	$H_c(m.c.a.)$
Circuito III	3,5	21200	5,692	0,051	2,883	437218,06	0,01	0,393

Tabla 2.131 - Pérdidas de carga continuas en el circuito III

	Singularidad	$L_e(m)$	N°	$H_s(m.c.a.)$	Total (m.c.a.)
Circuito III	Máquina de absorción	-	1	0,897	2,674
	Codo 90°	3,80	3	1,279	
	Válvula de retención	2,75	1	0,309	
	Válvula de paso	0,28	6	0,189	

Tabla 2.132 - Pérdidas de carga singulares en el circuito III

Una vez calculadas las pérdidas de carga continuas y singulares del circuito, se obtienen las pérdidas de carga totales, las cuales se muestran en la Tabla 2.133.

	$H_c(m.c.a.)$	$H_s(m.c.a.)$	$H_{Total}(m.c.a.)$
Circuito III	0,393	2,674	3,067

Tabla 2.133 - Pérdidas de carga totales en el circuito III

2.1.4.6 Cálculo del aislamiento de las tuberías de la instalación solar

El objetivo de este apartado es calcular el espesor de aislamiento que se habrá de instalar según el RITE en las tuberías que conforman la instalación solar.

2.1.4.6.1 Método de cálculo

El método de cálculo empleado es el mismo que para la instalación de refrigeración, éste viene detallado en el apartado 2.1.3.5.1.

2.1.4.6.2 Aislamiento en las tuberías de la instalación solar

El aislamiento escogido es de la marca *Isover*, el cual posee una conductividad térmica $\lambda = 0,030 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

Según las tablas del RITE y teniendo en cuenta las temperaturas de trabajo y los diámetros de las tuberías, la Tabla 2.134 muestra los espesores de aislamiento de referencia para las tuberías que transportan un fluido interior caliente que discurre por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	60...100	>100
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 2.134 - Espesor mínimo de aislamiento de referencia para fluido caliente en el exterior de edificios

El espesor mínimo a instalar que ha resultado de aplicar la Ecuación 2.36 se muestra en la Tabla 2.135.

Circuito	Situación	D (mm)	d _{ref} (mm)	d _{min} (mm)
I, II y III	Exterior	18	35	20,60
		26	35	21,63
		40	40	25,59
		50	40	26,19
		63	40	26,75

Tabla 2.135 - Espesor de aislamiento mínimo en las tuberías de la instalación solar

Finalmente, se escoge entre la gama de coquillas del fabricante las que encajan en cada tubería cumpliendo con el espesor mínimo, tal y como se muestra en la Tabla 2.136.

Circuito	Situación	D (mm)	d _{min} (mm)	d _{instalado} (mm)	Tipo de coquilla
I, II y III	Exterior	18	20,60	30	21x30
		26	21,63	30	27x30
		40	25,59	30	42x30
		50	26,19	30	48x30
		63	26,75	30	60x30

Tabla 2.136 - Coquillas seleccionadas para cada tubería de la instalación solar

2.1.4.7 Dimensionado de las bombas de circulación

La presión total de la bomba de circulación viene expresada por la Ecuación 2.54.

$$H = H_{geo} + H_{total}$$

Ec. 2.54

Donde: H es la altura total que habrá de vencer la bomba de circulación [$m.c.a.$];

H_{geo} es la altura geográfica [$m.c.a.$];

H_{total} es la altura total correspondiente a las pérdidas de carga [$m.c.a.$].

2.1.4.7.1 Circuito I

Los resultados se muestran en la Tabla 2.137.

Pérdidas de carga (m.c.a.)	
H_{total}	35,376
H_{geo}	9,82

Tabla 2.137 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geográfica del circuito I

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación debe estar en torno a:

- Caudal: $Q = 16,85 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 45,196 \text{ m.c.a.}$

Se selecciona la bomba *TPE Serie 1000 32-580/2* de la marca comercial *Grundfos* para el circuito I ya que cumple con los requisitos necesarios.

2.1.4.7.2 Circuito II

Los resultados se muestran en la Tabla 2.138.

Pérdidas de carga (m.c.a.)	
H_{total}	3,017
H_{geo}	2

Tabla 2.138 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geográfica del circuito II

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación debe estar en torno a:

- Caudal: $Q = 21,2 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 5,017 \text{ m.c.a.}$

Se selecciona la bomba *UPS Serie 200 50-120 F* de la marca comercial *Grundfos* para el circuito II ya que cumple con los requisitos necesarios.

2.1.4.7.3 Circuito III

Los resultados se muestran en la Tabla 2.139.

Pérdidas de carga (m.c.a.)	
H_{total}	3,067
H_{geo}	0

Tabla 2.139 - Altura total correspondiente a las pérdidas de carga y altura geogràfica del circuito III

El punto de funcionamiento de la bomba de circulación debe estar en torno a:

- Caudal: $Q = 21,2 \text{ m}^3/h$.
- Presión: $H = 3,067 \text{ m.c.a.}$

Se selecciona la bomba *UPS Serie 200 50-120 F* de la marca comercial *Grundfos* para el circuito III ya que cumple con los requisitos necesarios.

2.1.4.8 Dimensionado de los vasos de expansión

2.1.4.8.1 Método de cálculo

El método de cálculo utilizado es el detallado en el apartado 2.1.3.7.1.

2.1.4.8.2 Vaso de expansión en el circuito I

Cabe la posibilidad de que el fluido de trabajo en el circuito I pueda evaporarse, por tanto, como se indica en el apartado 3.4.7.2 del CTE HE 4, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión, de manera que el depósito de expansión sea capaz de

compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10%, como se indica en la Ecuación 2.55.

$$V_{\text{expansión,mín}} = 1,1 \cdot (V_{\text{captadores}} + V_{\text{tuberías}})$$

Ec. 2.55

Donde: $V_{\text{expansión,mín}}$ es la capacidad mínima del vaso de expansión [l];

$V_{\text{captadores}}$ es la capacidad en los captadores [l];

$V_{\text{tuberías}}$ es la capacidad en las tuberías del circuito I [l].

Utilizando la Ecuación 2.55 se obtiene $V_{\text{expansión,mín}} = 887,29 \text{ l}$, por tanto se escoge un vaso de expansión con una capacidad de 1000 l de la marca comercial *Salvador Escoda*.

2.1.4.8.3 Vaso de expansión en los circuitos II y III

Se instalará un vaso de expansión para que absorba las dilataciones del agua en los circuitos II y III, los cuales están conectados a través del acumulador.

La capacidad del vaso de expansión se obtiene aplicando la Ecuación 2.56.

$$V_{\text{expansión,mín}} = 0,2 \cdot (V_{\text{acumulador}} + V_{\text{tuberías}})$$

Ec. 2.56

Donde: $V_{\text{acumulador}}$ es la capacidad en el acumulador [l];

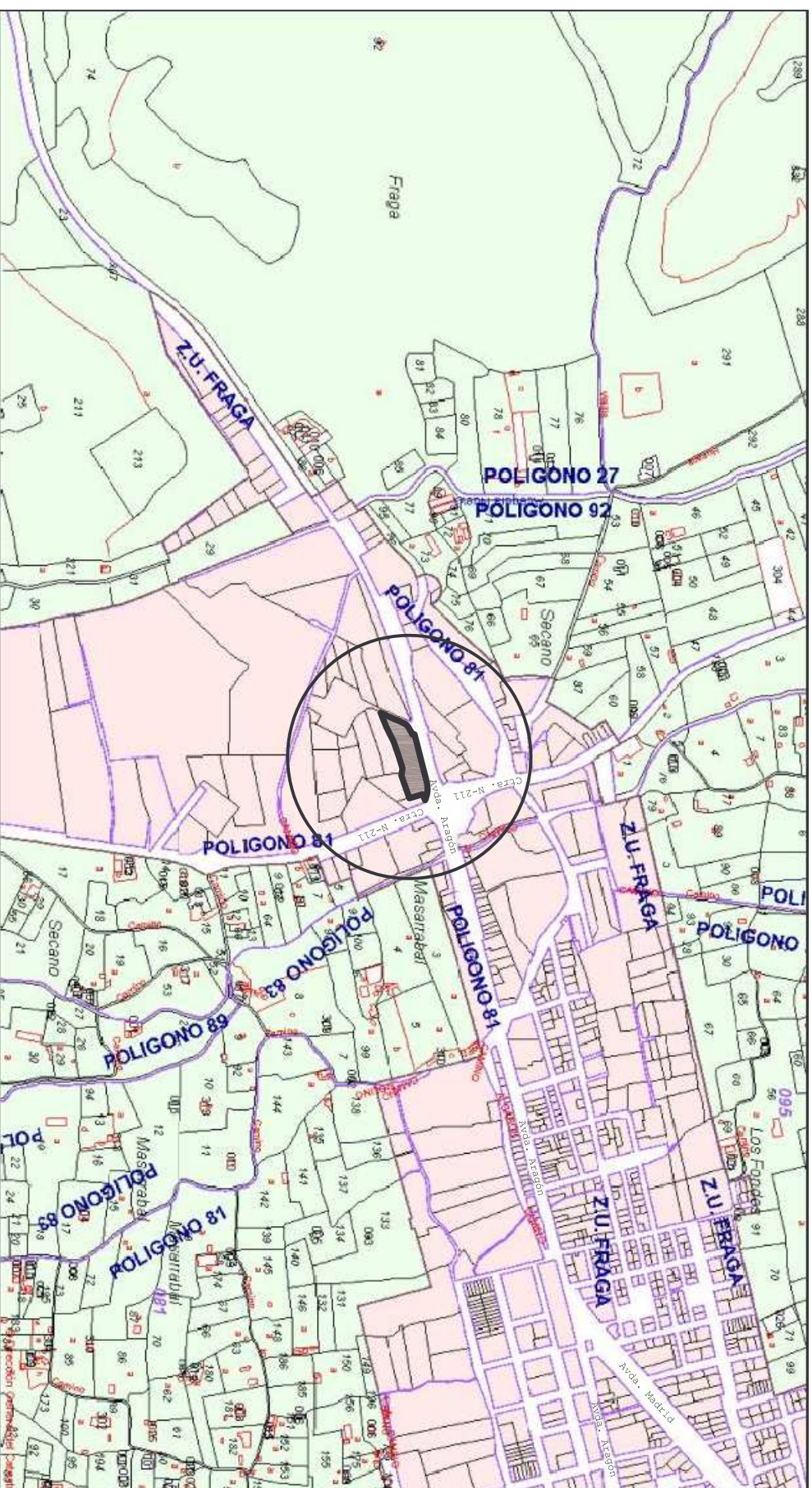
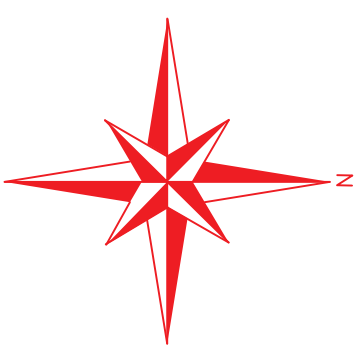
$V_{\text{tuberías}}$ es la capacidad en las tuberías de los circuitos II y III [l].

Mediante la Ecuación 2.56 se obtiene un volumen mínimo para el vaso de expansión $V_{\text{expansión,mín}} = 1003,06 \text{ l}$, mientras que la capacidad estándar inmediatamente superior es de 1400 l, de la marca comercial *Salvador Escoda*.

3 – PLANOS

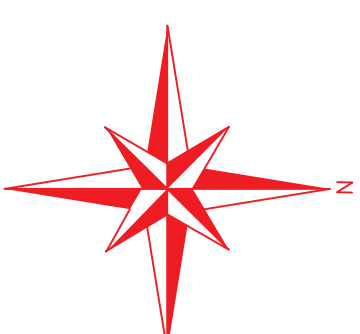
ÍNDICE DE LOS PLANOS

3	PLANOS _____	274
	Plano 1: Situación _____	276
	Plano 2: Emplazamiento _____	277
	Plano 3: Planta semisótano _____	278
	Plano 4: Planta baja _____	279
	Plano 5: Planta primera _____	280
	Plano 6: Planta bajocubierta _____	281
	Plano 7: Alzado fachada Oeste _____	282
	Plano 8: Alzado fachada Este _____	283
	Plano 9: Alzado fachadas Norte y Sur _____	284
	Plano 10: Sección A-A _____	285
	Plano 11: Cubierta general _____	286
	Plano 12: Circuito fan-coils semisótano _____	287
	Plano 13: Circuito fan-coils planta baja _____	288
	Plano 14: Circuito fan-coils planta primera _____	289
	Plano 15: Circuito fan-coils planta bajocubierta _____	290
	Plano 16: Impulsión de agua fría en los circuitos de conexión I y II _____	291
	Plano 17: Retorno de agua fría en los circuitos de conexión I y II _____	292
	Plano 18: Diagrama de refrigeración _____	293
	Plano 19: Conexión captadores solares térmicos _____	294
	Plano 20: Diagrama de ingeniería _____	295



Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
23-01-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Lluïsa F. Cabeza	

ESCALA: 1/10000	Situación	Nº PLANO 1/20
--------------------	------------------	------------------

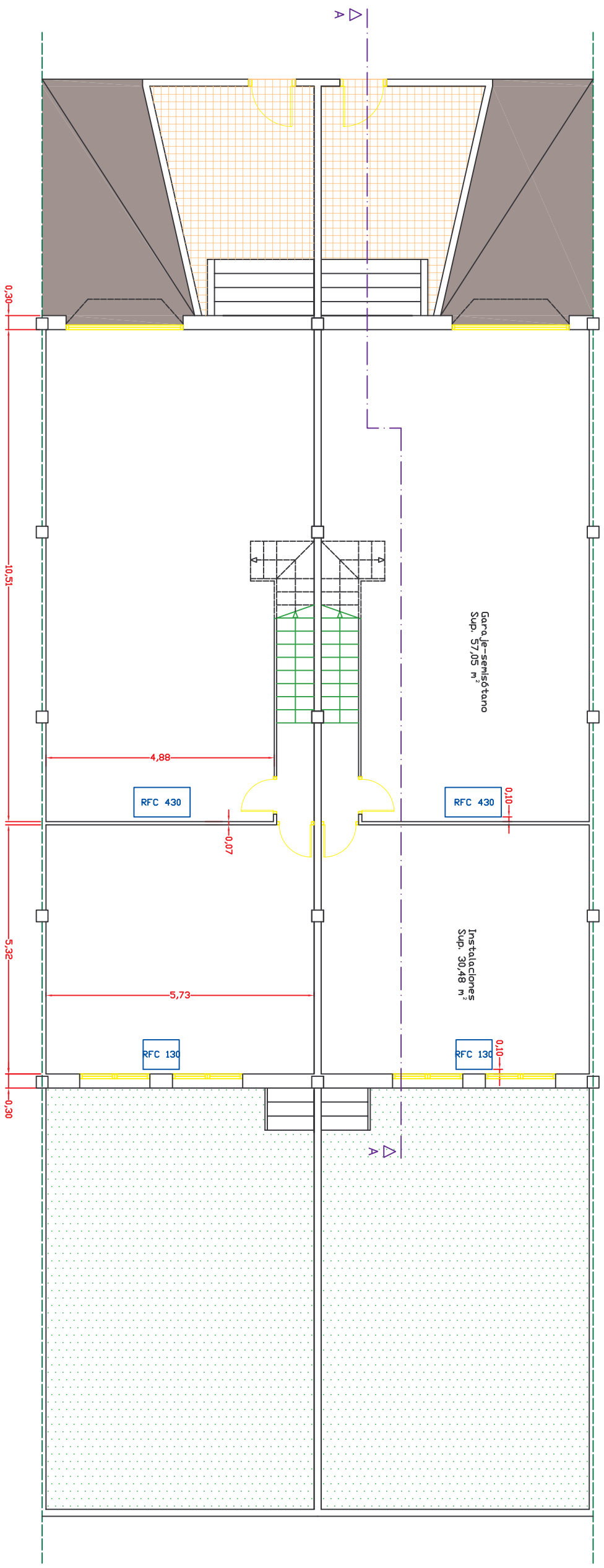
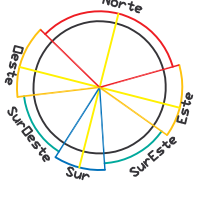


Fecha	Nombre
23-01-2008	Jorge Costa
16-07-2008	Luisa F. Cabeza

EPS
Escuela Politécnica Superior

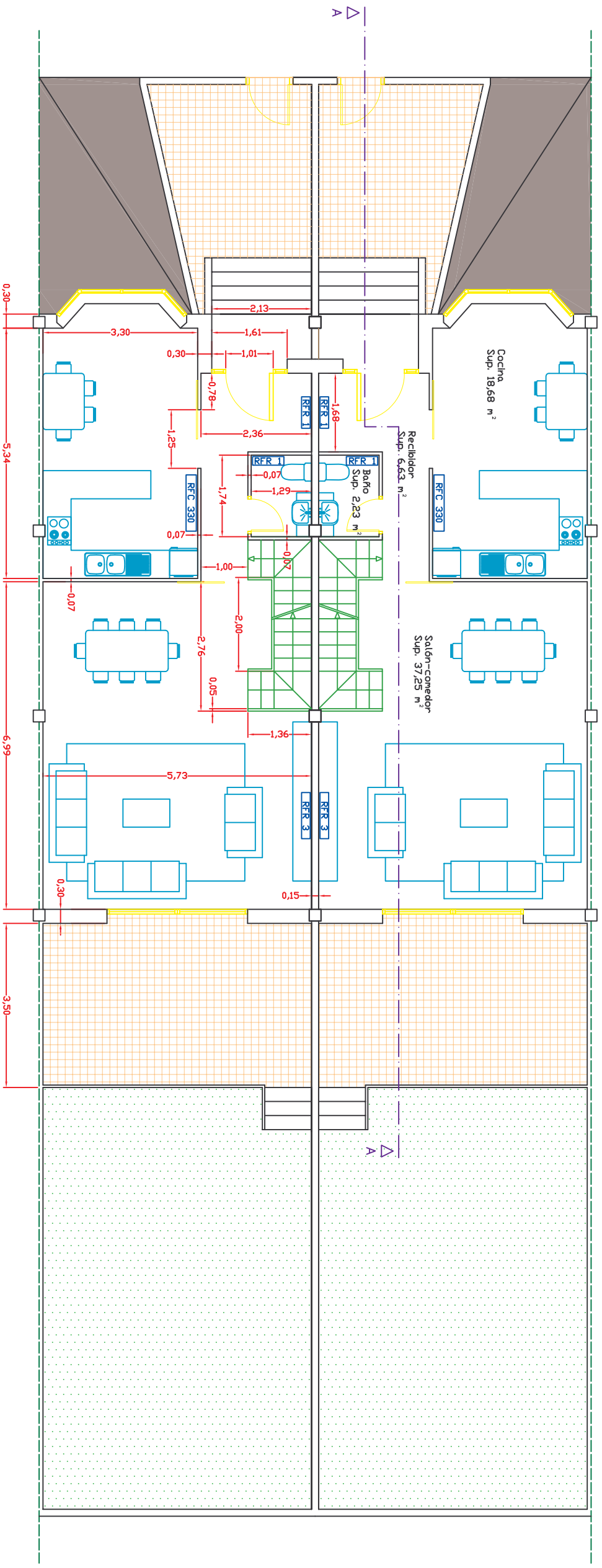
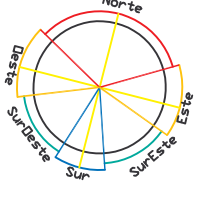
Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas


Dibujado	Comprobado	ESCALA: 1/1000	Emplazamiento	Nº PLANO 2/20
----------	------------	-------------------	----------------------	------------------



Fecha	Nombre	EPS	
18-02-2008	Jorge Costa	Escola	Politécnica Superior
16-07-2008	Luisa F. Cabeza	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	

Dibuñado Comprobado	ESCALA: 1/100	Planta semisótano	Nº PLANO 3/20
------------------------	------------------	--------------------------	------------------

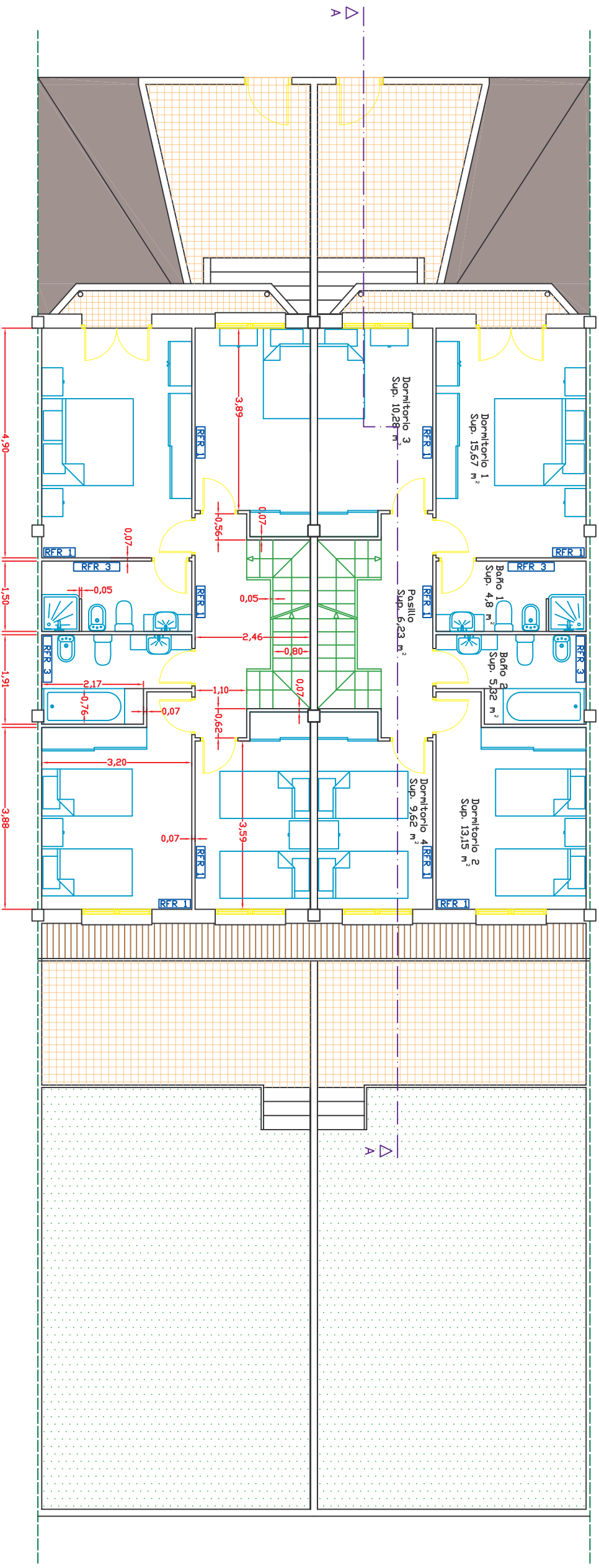
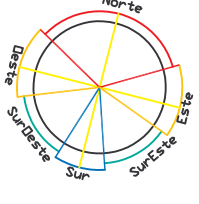



Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
18-02-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza	

ESCALA:
1/100

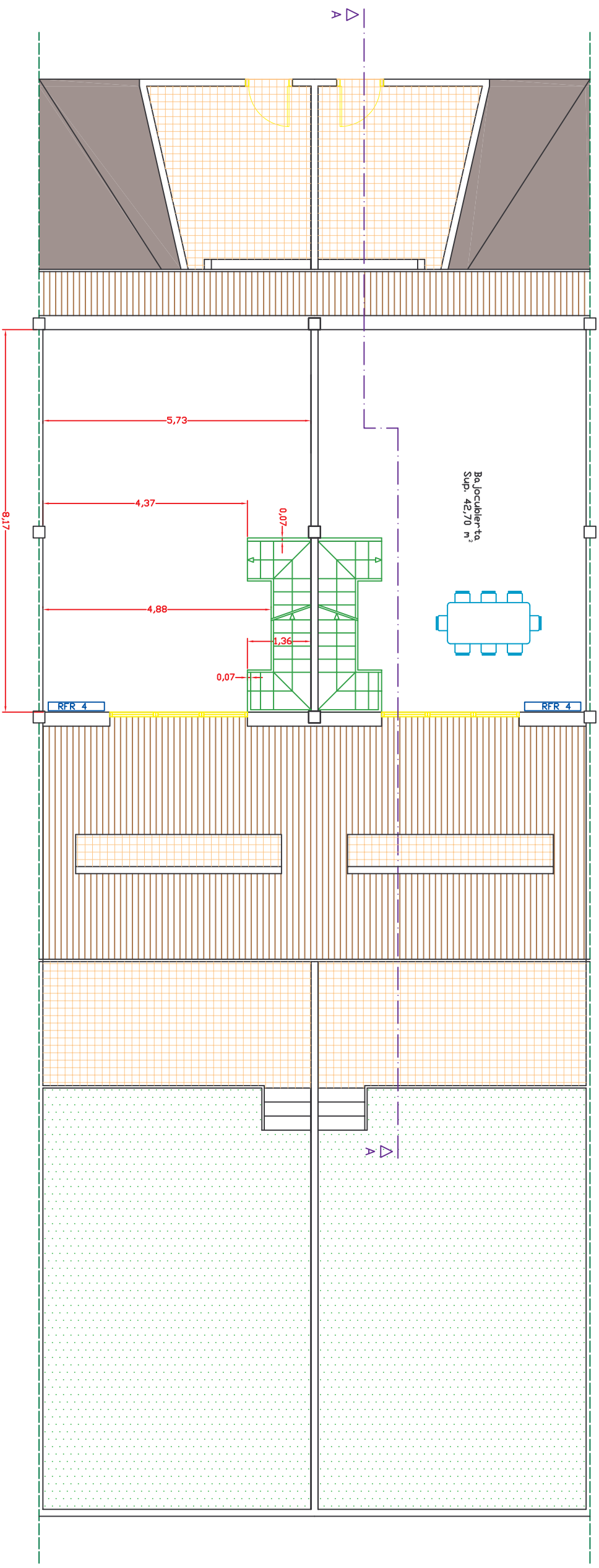
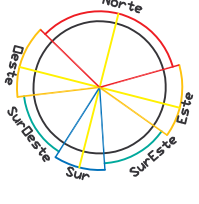
Planta baja

Nº PLANO
4/20



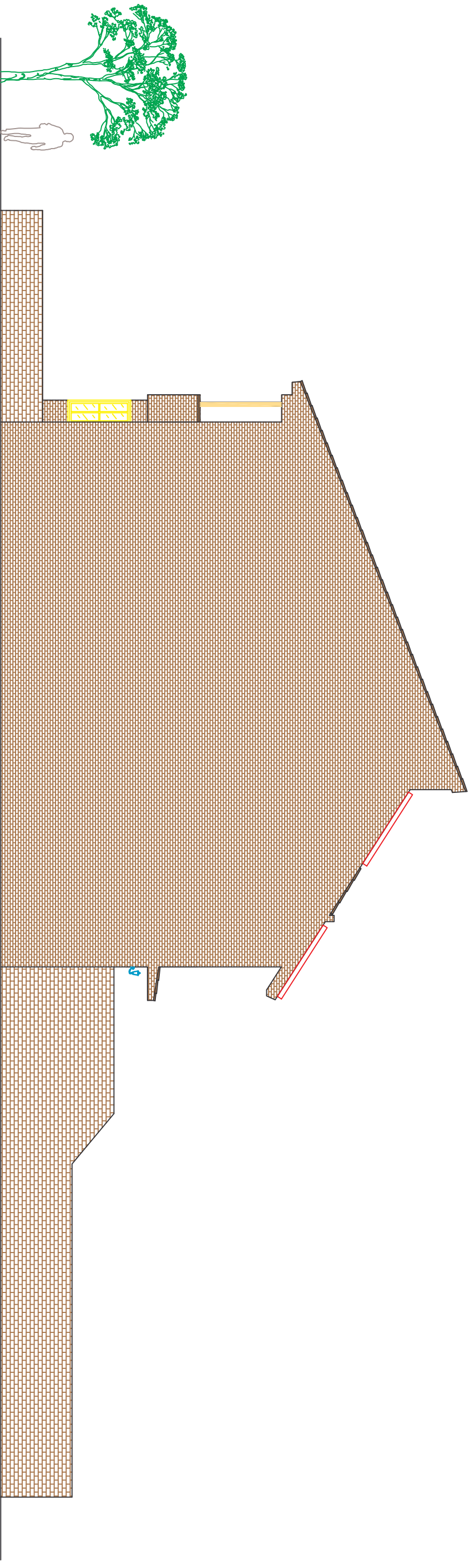
Fecha	Nombre	 Escuela Politécnica Superior	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
18-02-2008	Jorge Costa		
16-07-2008	Luisa F. Cabeza		


Dibuñado Comprobado	ESCALA: 1/100	Planta primera	Nº PLANO 5/20
------------------------	-------------------------	-----------------------	------------------



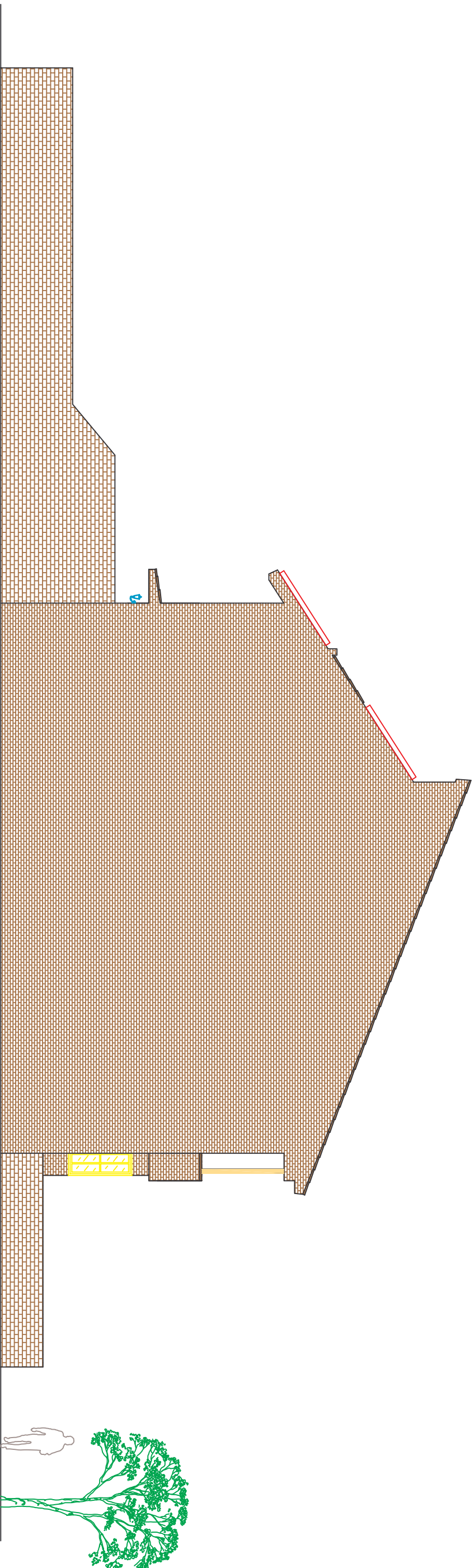
Fecha	Nombre	EPS	
18-02-2008	Jorge Costa	Escola Politécnica Superior	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

Dibuñado Comprobado	Planta bajocubierta		Nº PLANO 6/20
ESCALA: 1/100			



	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	18-02-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

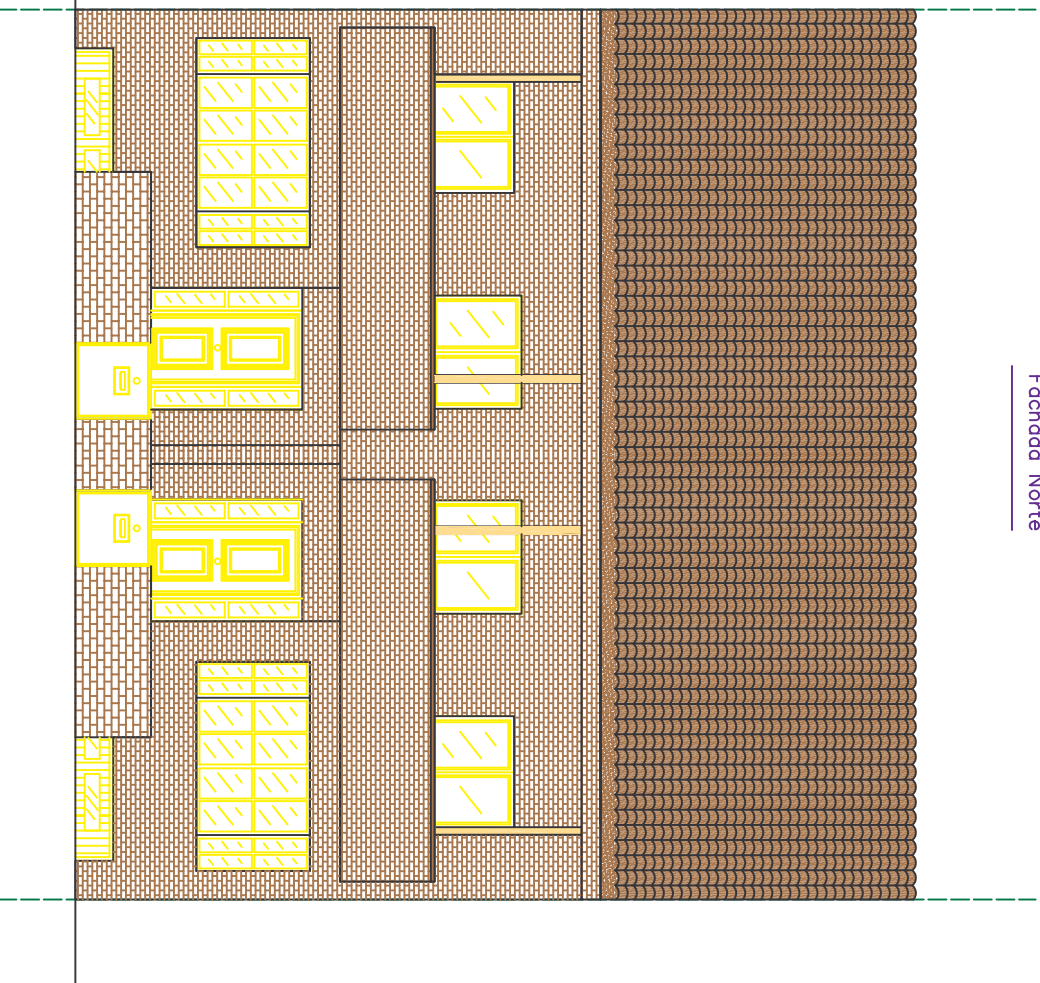
ESCALA: 1/100	Alzado fachada Oeste	Nº PLANO 7/20
------------------	----------------------	------------------



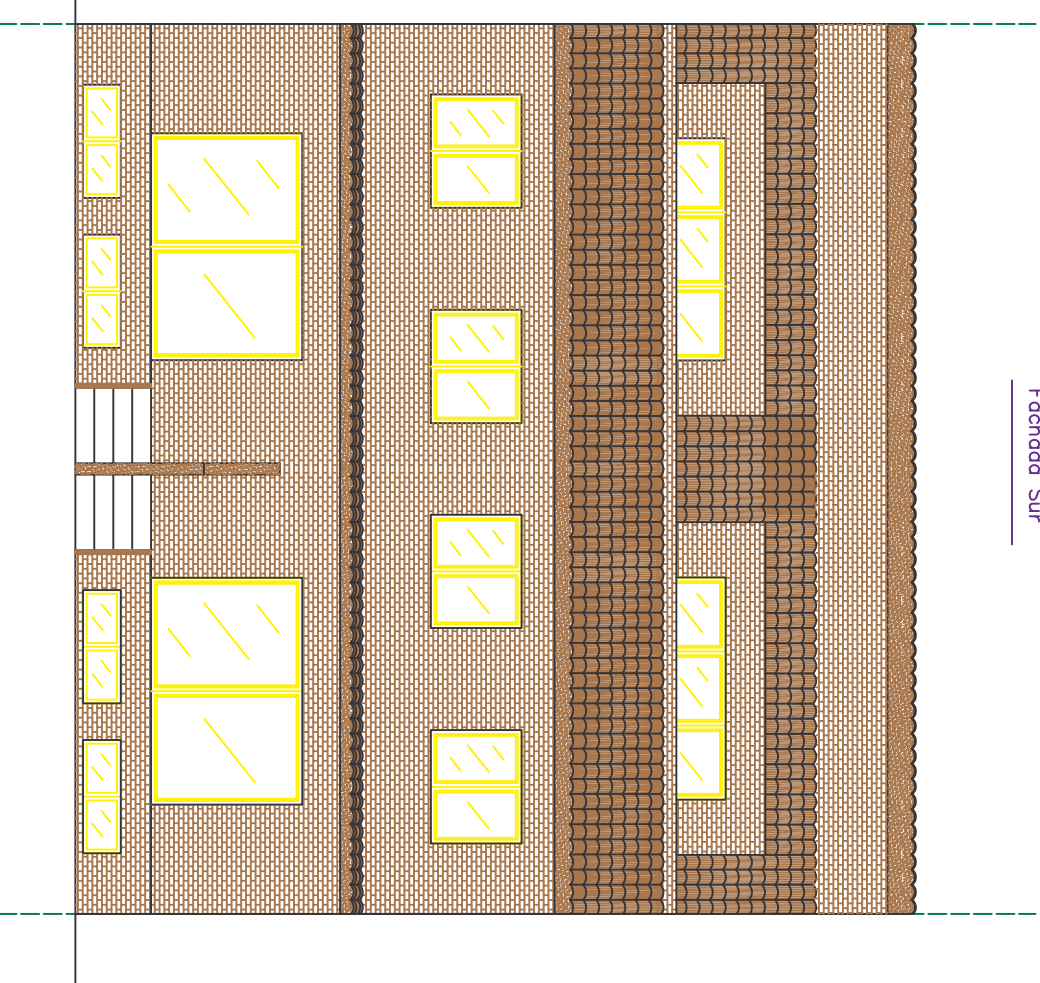
	Fecha	Nombre	 EPS Escuela Politécnica Superior	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	18-02-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

ESCALA: 1/100	Alzado fachada Este	Nº PLANO 8/20
------------------	----------------------------	------------------

Fachada Norte



Fachada Sur

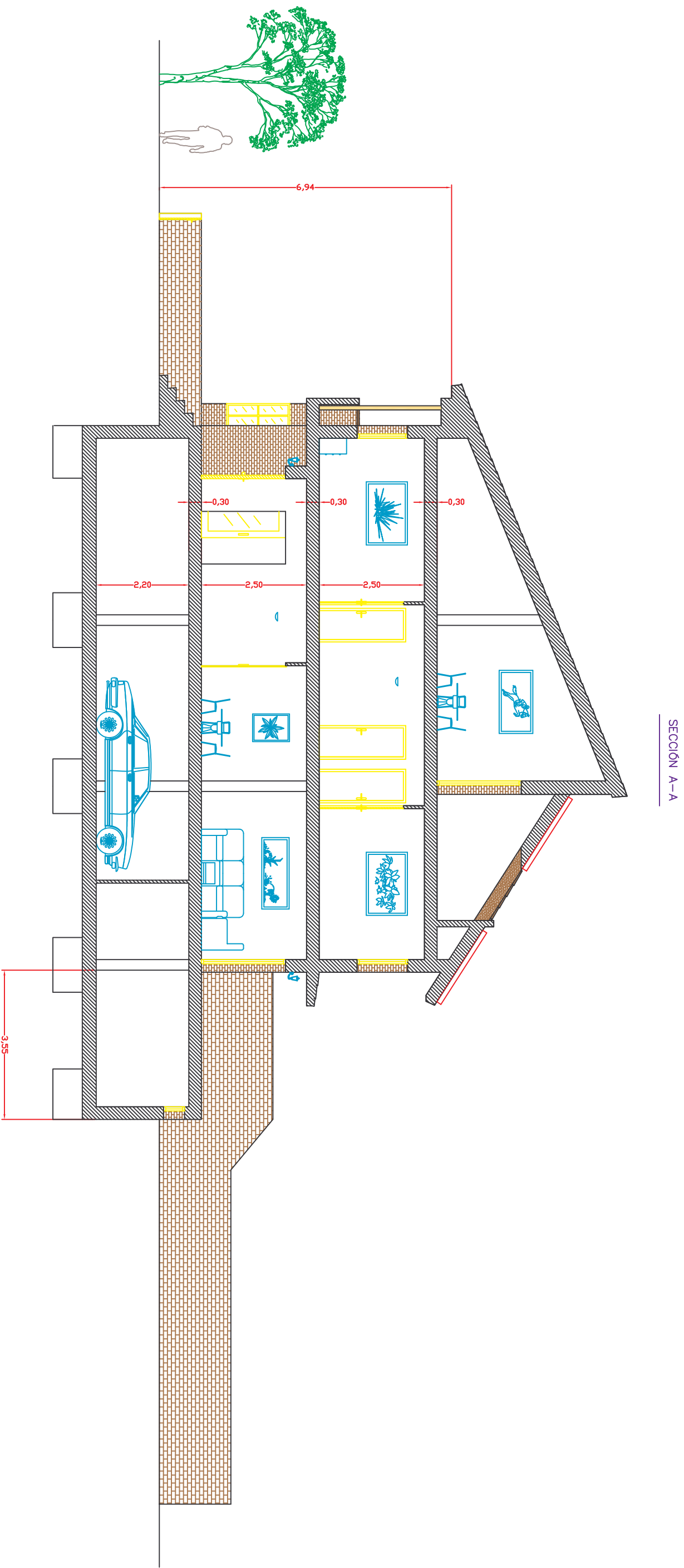


Fecha	Nombre	EPS	
18-02-2008	Jorge Costa	Escuela Politécnica Superior	
16-07-2008	Luisa F. Cabeza	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	
Comprobado			

ESCALA:
1/100

Alzado fachadas Norte y Sur

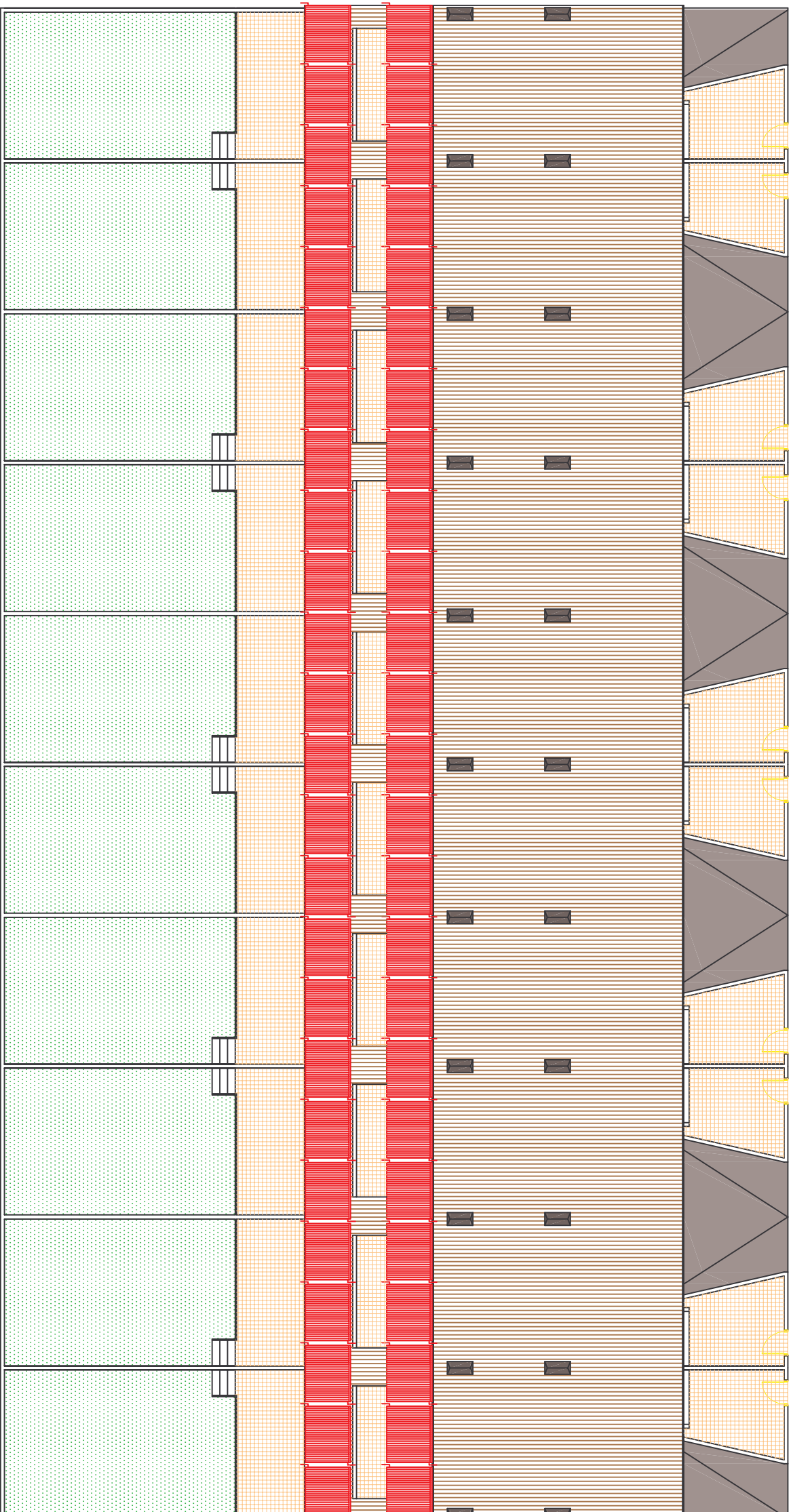
Nº PLANO
9/20



SECCIÓN A-A

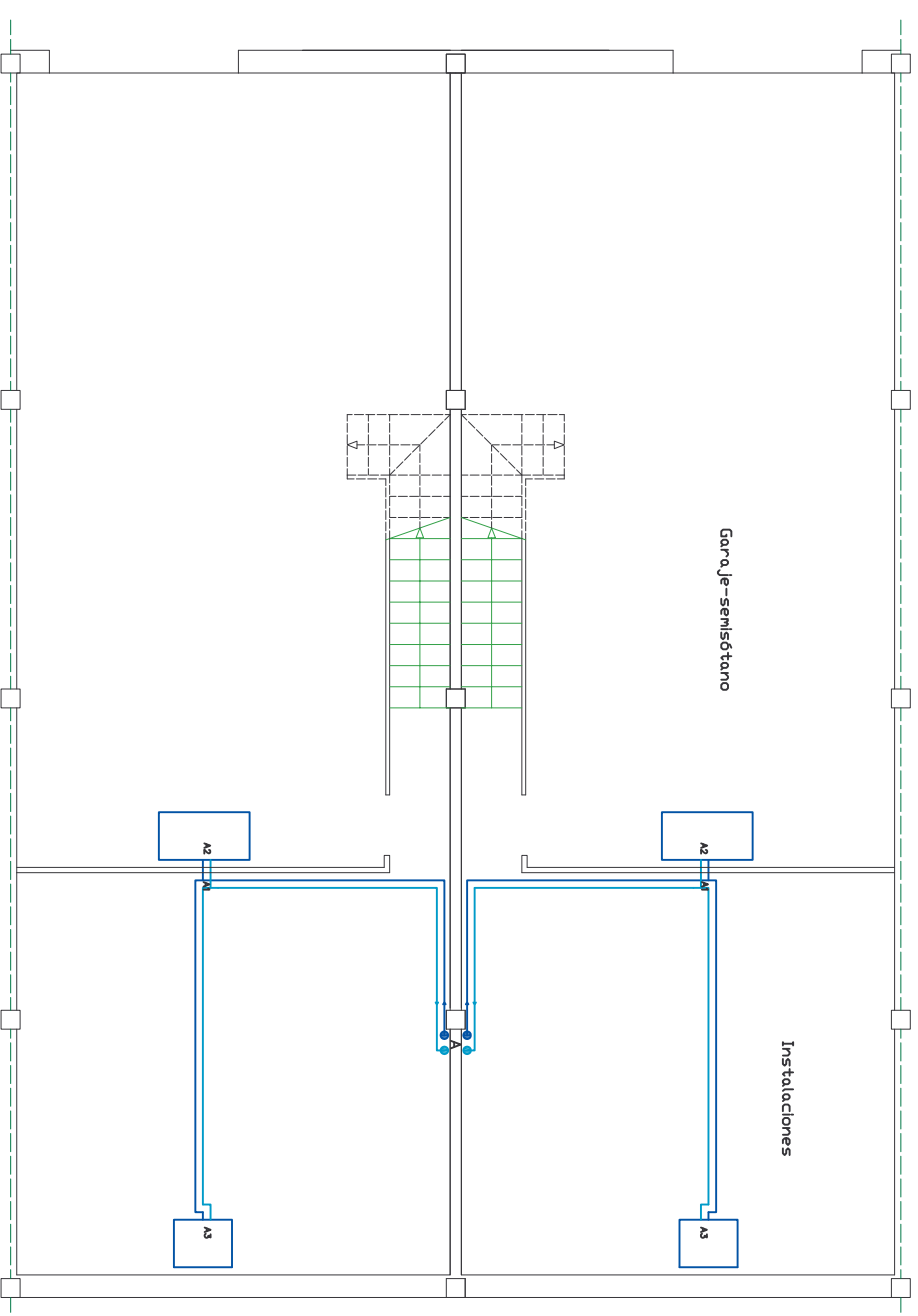
Fecha	Nombre	EPS	
18-02-2008	Jorge Costa	Escuela	Polytécnica Superior
16-07-2008	Luisa F. Cabeza	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	

Dibuñado Comprobado	ESCALA: 1/100	Sección A-A	N° PLANO 10/20
------------------------	------------------	--------------------	-------------------

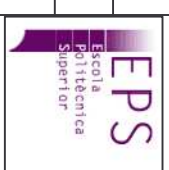


	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	18-02-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

ESCALA: 1/200	Cubierta general	Nº PLANO 11/20
-------------------------	-------------------------	--------------------------



Fecha	Nombre
03-06-2008	Jorge Costa
16-07-2008	Luisa F. Cabeza

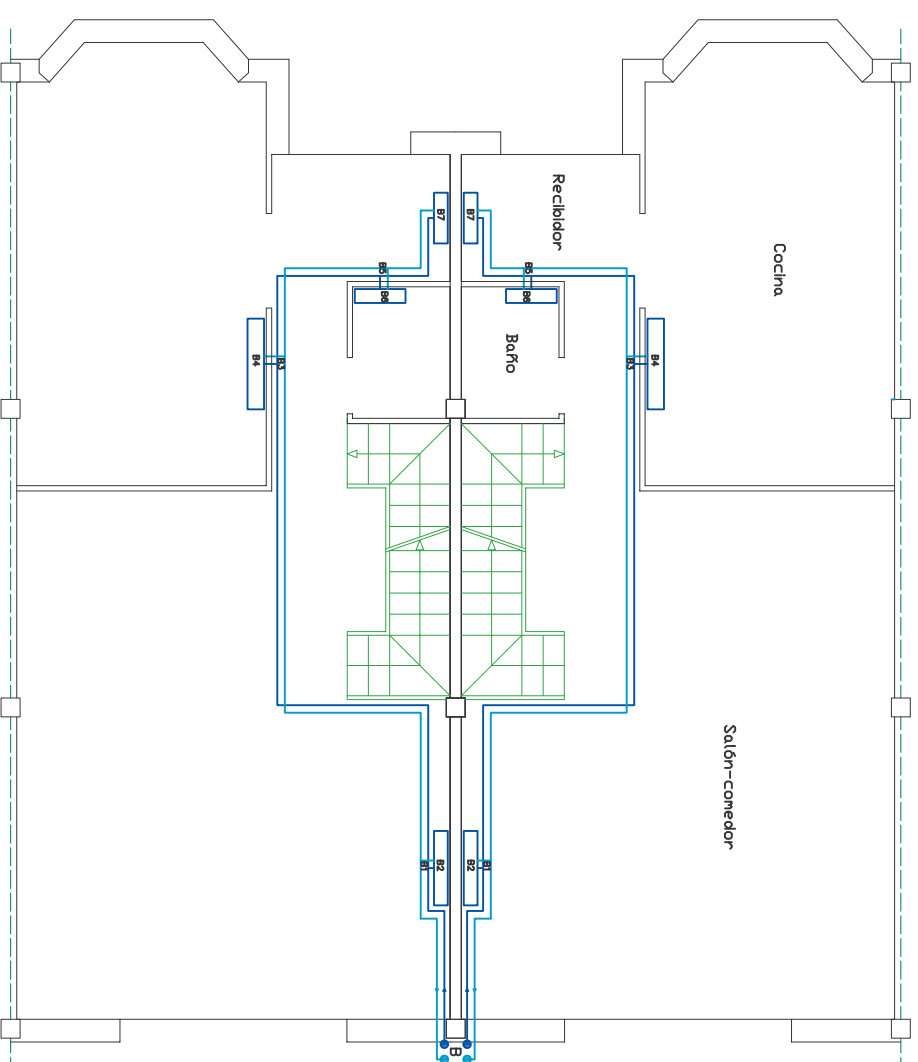


Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas

Dibujado	Comprobado
ESCALA: 1/100	

Circuito fan-coils planta semisótano

Nº PLANO
12/20

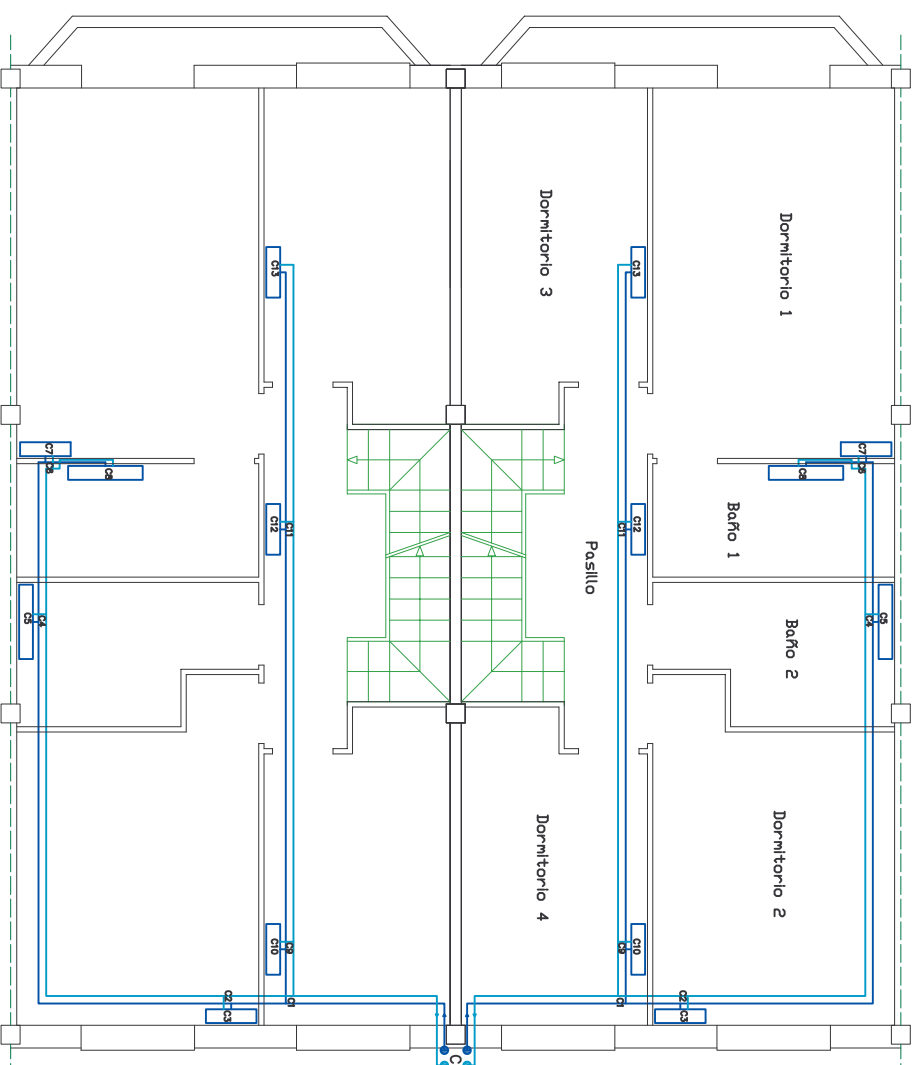


	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	03-06-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

ESCALA:
1/100

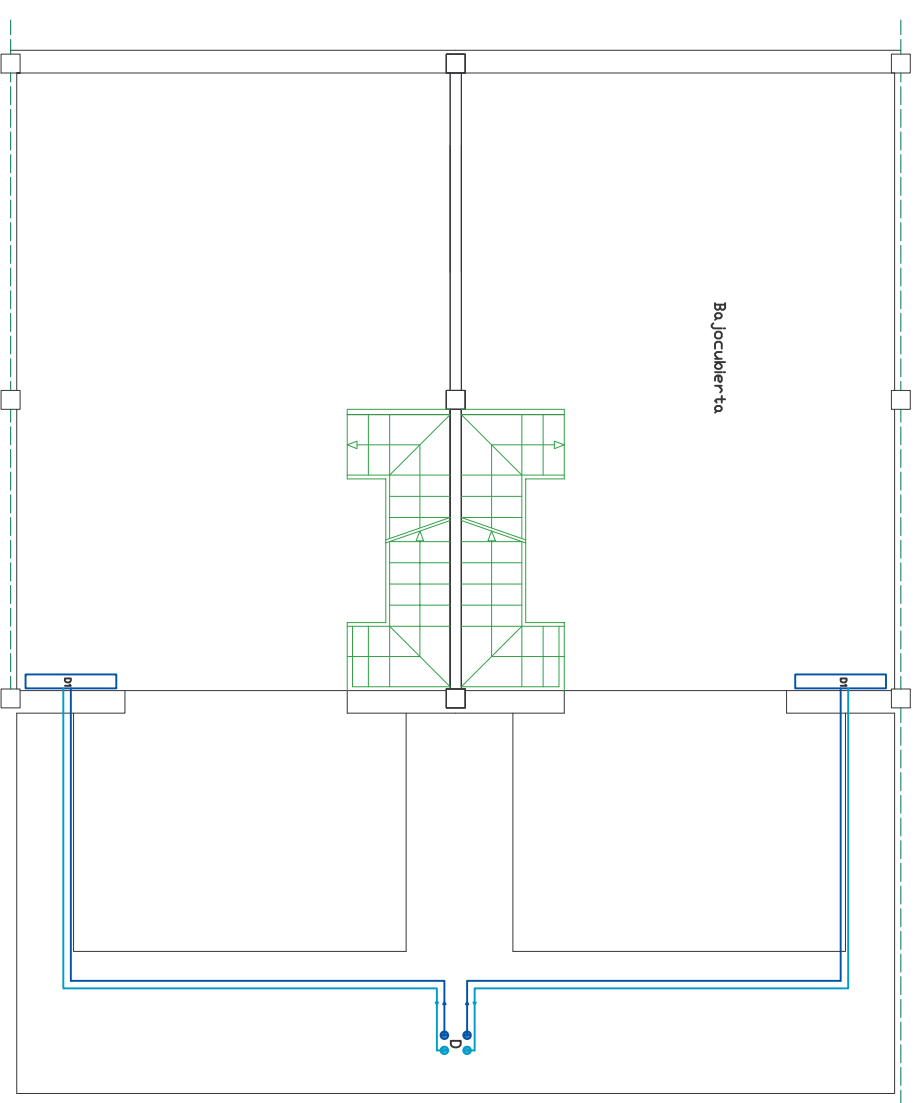
Circuito fan-coils planta baja


Nº PLANO
13/20



	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	03-06-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

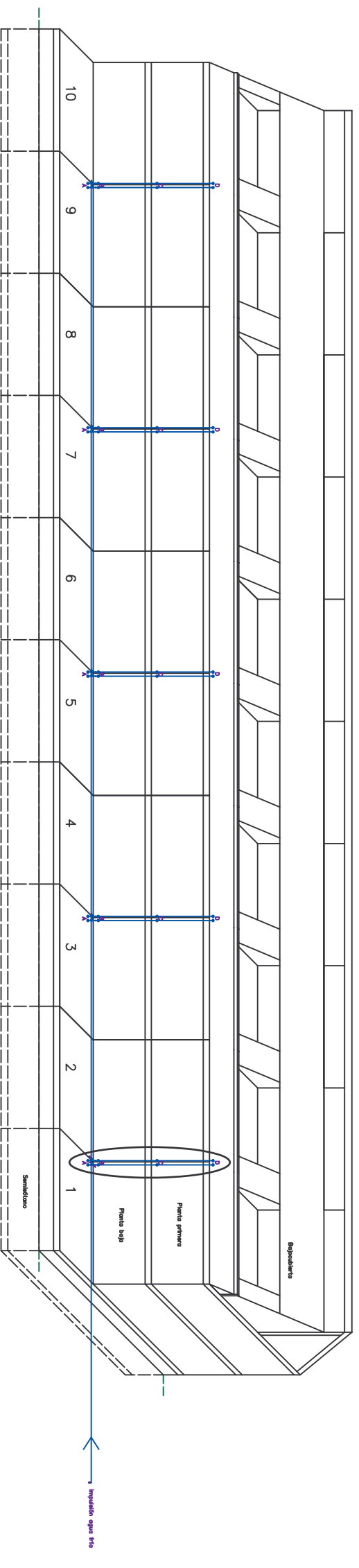
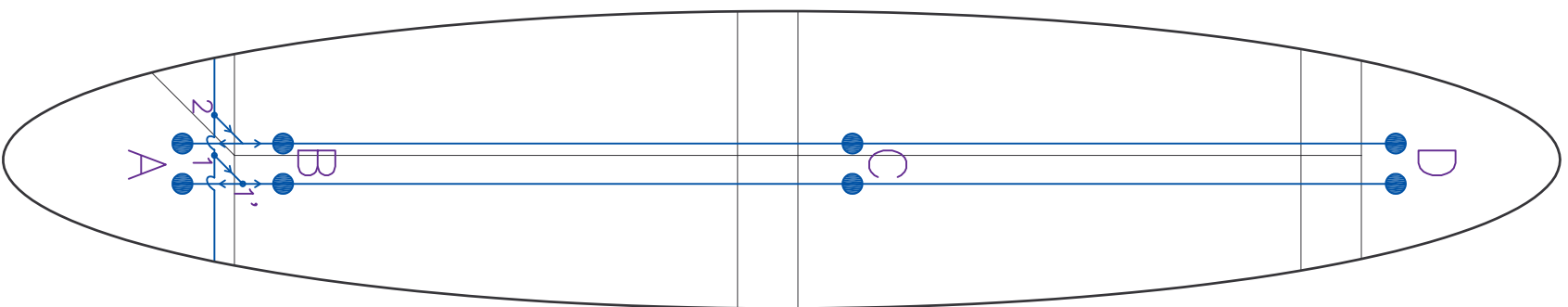
ESCALA:	Circuito fan-coils planta primera	N° PLANO 14/20
1/100		




	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	03-06-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

ESCALA: 1/100	Circuito fan-coils planta bajocubierta	N° PLANO 15/20
------------------	--	-------------------

Detalle



CIRCUITO	TRAMOS
Conexión I	1-1'-A-B-C-D
Conexión II	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

Fecha	Nombre	
03-06-2008	Jorge Costa	
16-07-2008	Luisa F. Cabeza	

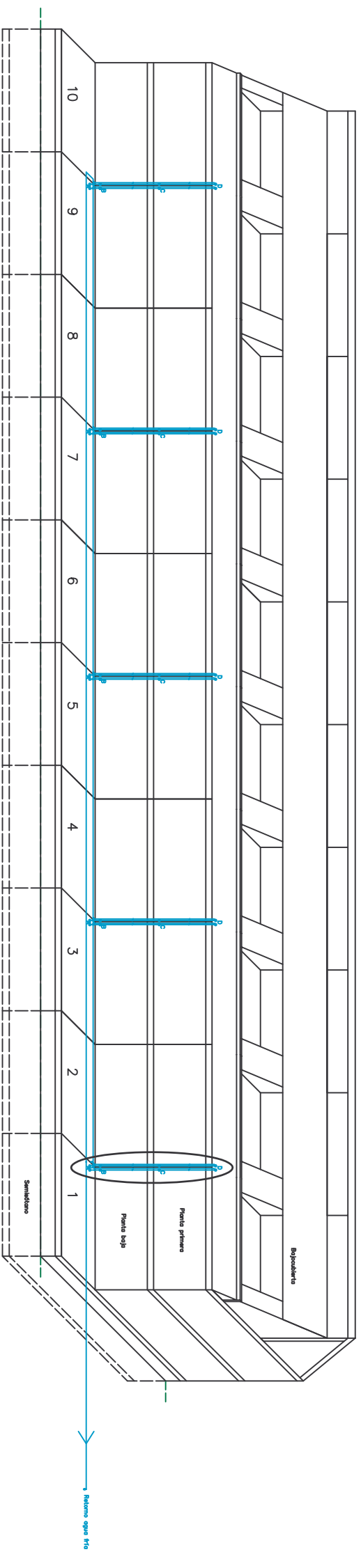
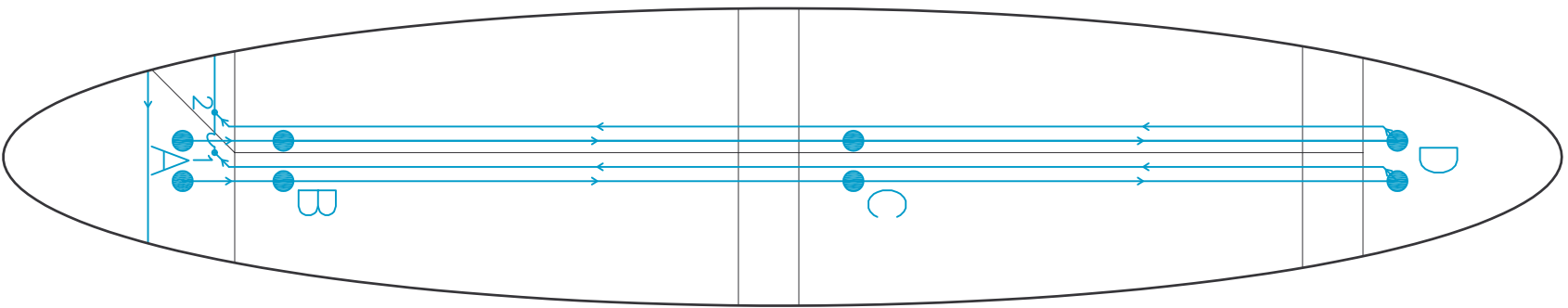
Dibujado	Comprobado	Escuela Politécnica Superior	Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas

ESCALA:
Sin escala

Impulsión de agua fría en los
circuitos de conexión I y II

Nº PLANO
16/20

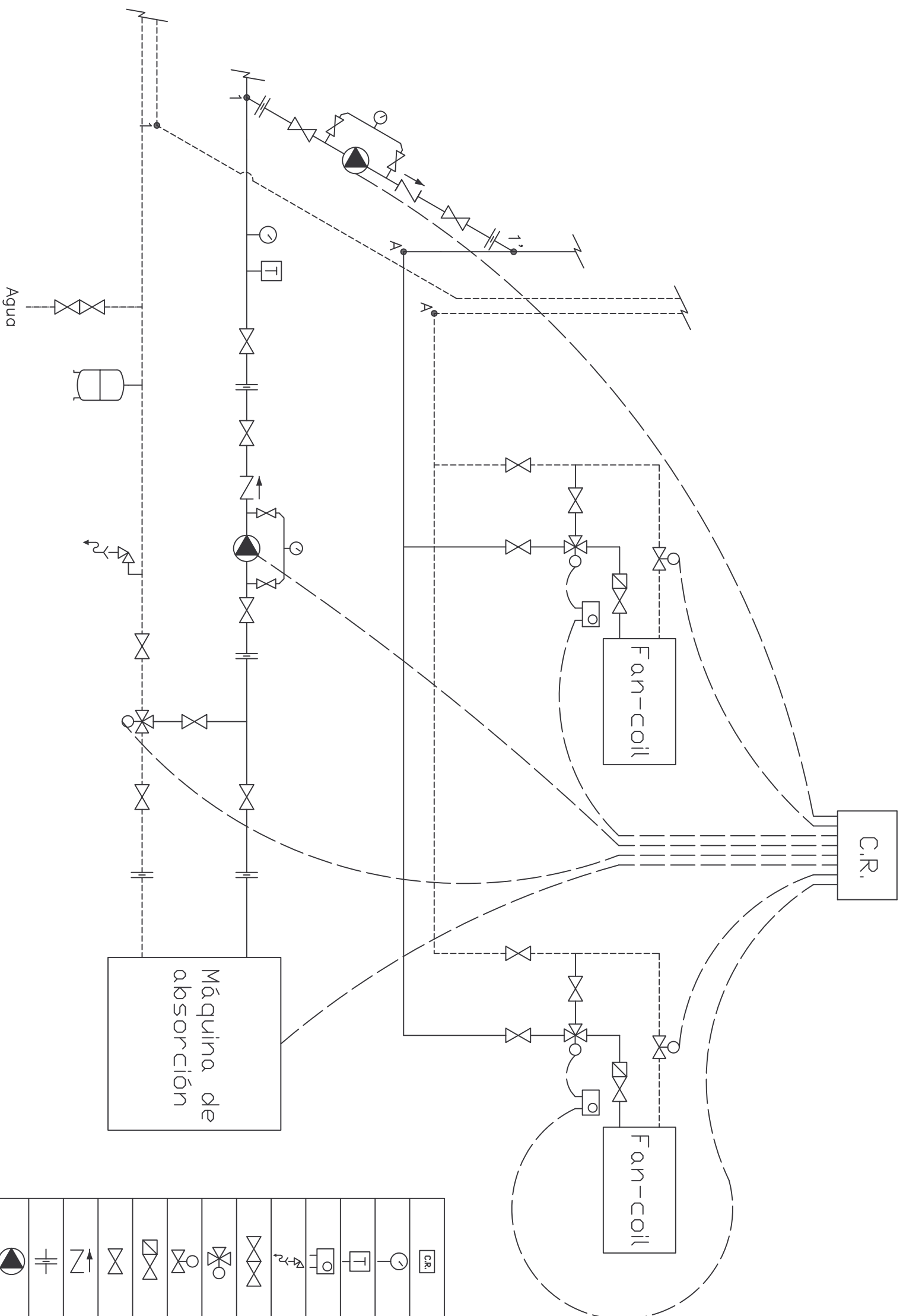
Detalle



CIRCUITO	TRAMOS
Conexión I	A-B-C-D-1
Conexión II	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-0

Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	Jorge Costa		
Comprobado	Luisa F. Cabeza		

ESCALA: Sin escala	Retorno de agua fría en los circuitos de conexión I y II	Nº PLANO 17/20
-----------------------	---	-------------------



Máquina de absorción

	Centralita electrónica de regulación
	Manómetro
	Termostato de contacto
	Termostato ambiente en el mismo fan-coil
	Válvula de seguridad de vaciado automático
	Válvula automática de entrada de agua
	Válvula de 3 vías motorizada
	Válvula de zona motorizada y de equilibrado dinámico de 2 vías
	Filtro con válvula de bola
	Válvula de paso
	Válvula de retención
	Unión flexible
	Bomba circuladora de agua
	Vaso de expansión cerrado
	Línea de impulsión
	Línea de retorno
	Línea eléctrica de la centralita

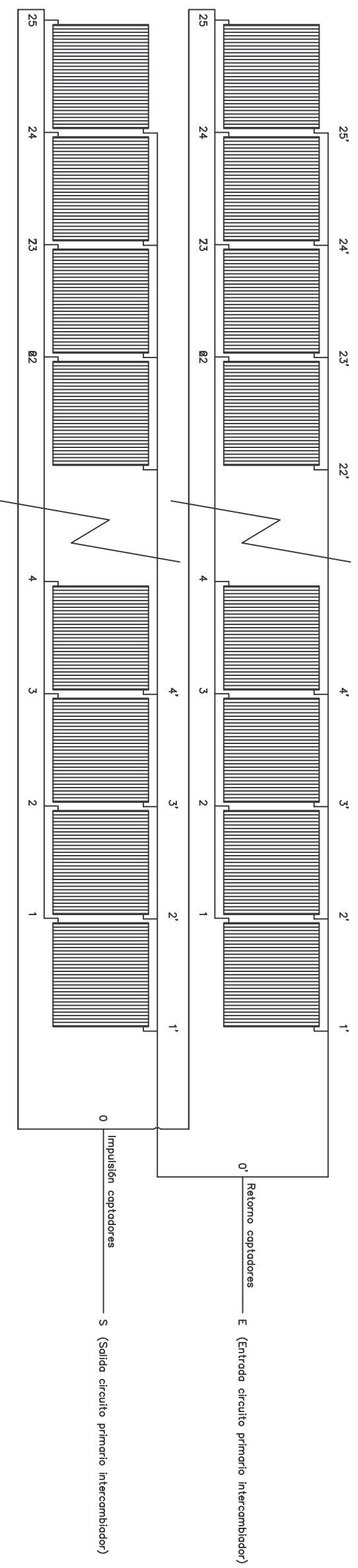
Fecha	18-06-2008
Nombre	Jorge Costa
Dibujado	16-07-2008
Comprobado	Luisa F. Cabeza

EPS Escuela Politécnica Superior

Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas

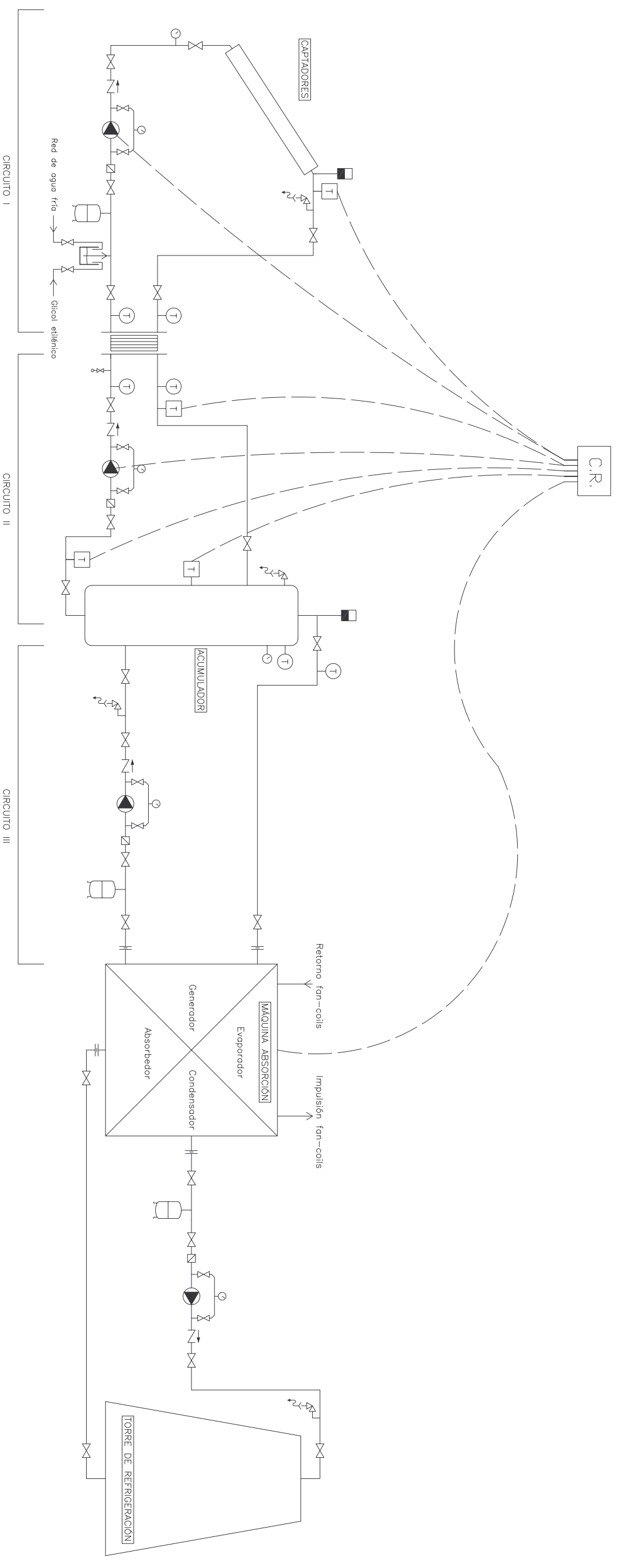
ESCALA:	Diagrama de refrigeración	Nº PLANO
Sin escala		18/20

2 x 25 CAPTADORES SOLAMAX 30



	Fecha	Nombre		Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas
Dibujado	18-06-2008	Jorge Costa		
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza		

ESCALIA: Sin escala	Conexión captadores solares térmicos	N° PLANO 19/20
------------------------	---	-------------------



	Centralita electrónica de regulación
	Manómetro
	Termómetro
	Purgador automático de aire
	Sonda de temperatura
	Válvula de seguridad de vaciado automático
	Intercambiador por placas
	Llave de limpieza
	Filtro
	Válvula de paso
	Válvula de retención
	Unión flexible
	Bomba circuladora de agua
	Vaso de expansión cerrado
	Línea eléctrica de la centralita

	Fecha	Nombre
Dibujado	18-06-2008	Jorge Costa
Comprobado	16-07-2008	Luisa F. Cabeza



Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas

ESCALA: Sin escala	<h1>Diagrama de ingeniería</h1>	Nº PLANO 20/20

4 – PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

4	PLIEGO DE CONDICIONES _____	296
4.1	Normativa _____	304
4.2	Montaje general de la instalación _____	304
4.2.1	Generalidades _____	304
4.2.2	Pruebas _____	304
	4.2.2.1 Equipos _____	304
	4.2.2.2 Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua _____	305
	4.2.2.2.1 Generalidades _____	305
	4.2.2.2.2 Preparación y limpieza de redes de tuberías _____	305
	4.2.2.2.3 Prueba preliminar de estanquidad _____	307
	4.2.2.2.4 Prueba de resistencia mecánica _____	307
	4.2.2.2.5 Reparación de fugas _____	308
	4.2.2.3 Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos _____	308
	4.2.2.4 Pruebas de libre dilatación _____	308
	4.2.2.5 Pruebas finales _____	309
4.2.3	Ajuste y equilibrado _____	309
	4.2.3.1 Generalidades _____	309
	4.2.3.2 Sistemas de distribución de agua _____	310
	4.2.3.3 Control automático _____	311
4.2.4	Eficiencia energética _____	311
4.3	Mantenimiento y uso general de la instalación _____	312
4.3.1	Generalidades _____	312
4.3.2	Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas _____	313
4.3.3	Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas _____	313
4.3.4	Programa de gestión energética _____	315

4.3.4.1	Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío	315
4.3.4.2	Asesoramiento energético _____	315
4.3.5	Instrucciones de seguridad _____	316
4.3.6	Instrucciones de manejo y maniobra _____	316
4.3.7	Instrucciones de funcionamiento _____	317
4.4	Inspección general de la instalación _____	317
4.4.1	Generalidades _____	317
4.4.2	Inspecciones periódicas de eficiencia energética _____	318
4.4.2.1	Inspecciones de los generadores de frío _____	318
4.4.2.2	Inspección de la instalación térmica completa _____	318
4.4.3	Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética _____	319
4.4.3.1	Periodicidad de las inspecciones de los generadores de frío _____	319
4.4.3.2	Periodicidad de las inspecciones de la instalación térmica completa _	319
4.5	Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación de refrigeración __	320
4.5.1	Bombas de circulación _____	320
4.5.1.1	Mantenimiento _____	320
4.5.1.2	Puesta en marcha _____	321
4.5.2	Mantenimiento de las tuberías _____	322
4.5.3	Mantenimiento de las válvulas _____	328
4.5.4	Protección contra el hielo y la falta de circulación de agua _____	328
4.5.5	Torre de refrigeración _____	330
4.5.5.1	Manipulación, montaje y conexión _____	330
4.5.5.1.1	Manipulación y descarga _____	330
4.5.5.1.2	Montaje y emplazamiento _____	332
4.5.5.1.3	Conexionado de la torre _____	339
4.5.5.2	Puesta en marcha _____	341

4.5.5.3	Instrucciones de seguridad _____	343
4.5.5.4	Mantenimiento_____	346
4.5.5.4.1	Mantenimiento general _____	346
4.5.5.4.2	Tareas de mantenimiento_____	348
4.6	Hojas de especificación de la instalación de refrigeración_____	352
4.7	Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación solar térmica _____	386
4.7.1	Puesta en marcha_____	386
4.7.2	Mantenimiento_____	386
4.7.2.1	Generalidades _____	386
4.7.2.2	Programa de mantenimiento _____	388
4.7.2.3	Garantías _____	392
4.8	Hojas de especificación de la instalación solar térmica _____	394

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 – Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad _____	314
Tabla 4.2 – Medidas de generadores de frío y su periodicidad _____	315
Tabla 4.3 - Operaciones de mantenimiento en la torre de refrigeración y periodicidad _	347
Tabla 4.4 - Hoja de especificaciones de la máquina de refrigeración por absorción _____	353
Tabla 4.5 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 130</i> _____	354
Tabla 4.6 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 330</i> _____	356
Tabla 4.7 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFC 430</i> _____	358
Tabla 4.8 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 1</i> _____	360
Tabla 4.9 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 3</i> _____	362
Tabla 4.10 - Hoja de especificaciones de los fan-coils <i>RFR 4</i> _____	364
Tabla 4.11 - Hoja de especificaciones de la torre de refrigeración _____	366
Tabla 4.12 - Hoja de especificaciones de las válvulas de equilibrado _____	367
Tabla 4.13 - Hoja de especificaciones de las bombas de circulación <i>CHV</i> _____	368
Tabla 4.14 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>TPE Serie 1000</i> _____	370
Tabla 4.15 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Balpex</i> _____	372
Tabla 4.16 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Unipipe</i> _____	373
Tabla 4.17 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Armaflex</i> _____	374
Tabla 4.18 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Isover</i> _____	375
Tabla 4.19 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de agua fría _	376
Tabla 4.20 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de la torre de refrigeración _____	377
Tabla 4.21 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales _____	378
Tabla 4.22 - Hoja de especificaciones de los filtros _____	379
Tabla 4.23 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola _____	380
Tabla 4.24 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención _____	381
Tabla 4.25 - Hoja de especificaciones de válvulas de seguridad _____	382

Tabla 4.26 - Hoja de especificaciones de las válvulas de 3 vías motorizada _____	383
Tabla 4.27 - Hoja de especificaciones de los termostatos _____	384
Tabla 4.28 - Hoja de especificaciones de las centralitas de regulación _____	385
Tabla 4.29 - Plan de vigilancia de la instalación solar térmica _____	388
Tabla 4.30 - Mantenimiento preventivo en el sistema de captación _____	390
Tabla 4.31 - Mantenimiento preventivo en el sistema de acumulación _____	390
Tabla 4.32 - Mantenimiento preventivo en el circuito hidráulico _____	390
Tabla 4.33 - Mantenimiento preventivo en el sistema de intercambio _____	391
Tabla 4.34 - Mantenimiento preventivo en sistema eléctrico y de control _____	391
Tabla 4.35 - Hoja de especificaciones de los captadores solares _____	395
Tabla 4.36 - Hoja de especificaciones del intercambiador de calor _____	397
Tabla 4.37 - Hoja de especificaciones del depósito acumulador _____	399
Tabla 4.38 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>TPE Serie 1000</i> ____	400
Tabla 4.39 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>UPS Serie 200</i> circuito intercambiador _____	402
Tabla 4.40 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación <i>UPS Serie 200</i> circuito depósito _____	404
Tabla 4.41 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Balpex</i> _____	406
Tabla 4.42 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa <i>Unipipe</i> _____	407
Tabla 4.43 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías <i>Isover</i> _____	408
Tabla 4.44 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito captadores ____	409
Tabla 4.45 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito intercambiador y depósito _____	410
Tabla 4.46 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales _____	411
Tabla 4.47 - Hoja de especificaciones de los filtros _____	412
Tabla 4.48 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola _____	413
Tabla 4.49 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención _____	414

Tabla 4.50 - Hoja de especificaciones de las válvulas de seguridad _____	415
Tabla 4.51 - Hoja de especificaciones de la centralita de regulación _____	416

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que lleva el motor) _____	330
Figura 4.2 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que no lleva el motor) ____	331
Figura 4.3 - Manipulación y descarga del conjunto bandeja - envolvente _____	331
Figura 4.4 - Manipulación y descarga del silenciador _____	332
Figura 4.5 - Elementos necesarios para el montaje de la bomba _____	333
Figura 4.6 - Montaje del silenciador _____	334
Figura 4.7 - Montaje de las persianas estándar _____	335
Figura 4.8 - Montaje de las persianas especiales _____	336
Figura 4.9 – Montaje de la rejilla de protección del ventilador _____	336
Figura 4.10 – Distancia mínima entre la torre y paredes de alrededor _____	338
Figura 4.11 - Emplazamiento de la torre si hay obstáculos _____	338
Figura 4.12 – Conexionado de la torre _____	340
Figura 4.13 – Conexión bypass _____	340

4.1 Normativa

Las instalaciones proyectadas han de cumplir las normas y reglamentos que se describen a continuación, y además, la reglamentación vigente en el momento de realización de la obra.

- *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).*
- *UNE 157001:2002 Criterios generales para la elaboración de proyectos, y las correspondientes normas de consulta interiores.*
- *Normas UNE-EN ISO de dibujo técnico.*
- *UNE 100010:1989 Pruebas de ajuste y equilibrado.*
- *UNE 100151:1988 Climatización. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías.*
- *UNE 100030 IN Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.*
- *Normas básicas para las Instalaciones interiores de suministros de Agua (NIA).*

4.2 Montaje general de la instalación

4.2.1 Generalidades

Este apartado tiene por objeto establecer el procedimiento a seguir para efectuar las pruebas de puesta en servicio de una instalación térmica.

4.2.2 Pruebas

4.2.2.1 Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales

de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas.

4.2.2.2 Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua

4.2.2.2.1 Generalidades

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14336, para tuberías metálicas o a UNE-ENV 12108 para tuberías plásticas.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

4.2.2.2.2 Preparación y limpieza de redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

Las pruebas de estanquidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones.

Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

El uso de productos detergentes no está permitido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios.

Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

4.2.2.2.3 Prueba preliminar de estanquidad

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.

La prueba tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones.

4.2.2.2.4 Prueba de resistencia mecánica

Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar.

Para los circuitos primarios de las instalaciones de energía solar, la presión de prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

4.2.2.2.5 Reparación de fugas

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

4.2.2.3 Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidos a las pruebas especificadas en la normativa vigente.

No es necesario someter a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos, cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

4.2.2.4 Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. En el caso de instalaciones con captadores solares se llevará a la temperatura de estancamiento.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

4.2.2.5 Pruebas finales

Se consideran válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales.

Las pruebas de libre dilatación y las pruebas finales del subsistema solar se realizarán en un día soleado y sin demanda.

En el subsistema solar se llevará a cabo una prueba de seguridad en condiciones de estancamiento del circuito primario, a realizar con este lleno y la bomba de circulación parada, cuando el nivel de radiación sobre la apertura del captador sea superior al 80% del valor de irradiancia fijada como máxima, durante al menos una hora.

4.2.3 Ajuste y equilibrado

4.2.3.1 Generalidades

Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

4.2.3.2 Sistemas de distribución de agua

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo con lo siguiente:

- De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.
- Cada bomba, de la que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.
- Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.
- En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- De cada intercambiador de calor se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.
- Cuando exista más de un grupo de captadores solares en el circuito primario del subsistema de energía solar, se deberá probar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales de la instalación mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- Cuando exista riesgo de heladas se comprobará que el fluido de llenado del circuito primario del subsistema de energía solar cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.

- Se comprobará el mecanismo del subsistema de energía solar en condiciones de estancamiento así como el retorno a las condiciones de operación nominal sin intervención del usuario con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.

4.2.3.3 Control automático

A efectos del control automático:

- Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.
- Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.
- Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.
- Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

4.2.4 Eficiencia energética

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- a) Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
- b) Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- c) Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- d) Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable.
- e) Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.
- f) Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- g) Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.
- h) Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- i) Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

4.3 Mantenimiento y uso general de la instalación

4.3.1 Generalidades

Este apartado contiene las exigencias que deben cumplir las instalaciones térmicas con el fin de asegurar que su funcionamiento, a lo largo de su vida útil, se realice con la máxima eficiencia energética, garantizando la seguridad, la durabilidad y la protección del medio ambiente, así como las exigencias establecidas en el proyecto o memoria técnica de la instalación final realizada.

4.3.2 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación y de acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas:

- a) La instalación térmica se mantendrá de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en el apartado 4.3.3.
- b) La instalación térmica dispondrá de un programa de gestión energética, que cumplirá con el apartado 4.3.4.
- c) La instalación térmica dispondrá de instrucciones de seguridad actualizadas de acuerdo con el apartado 4.3.5.
- d) La instalación térmica se utilizará de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra, según el apartado 4.3.6.
- e) La instalación térmica se utilizará de acuerdo con un programa de funcionamiento, según el apartado 4.3.7.

4.3.3 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el “Manual de Uso y Mantenimiento” que serán, al menos, las indicadas en la Tabla 4.1 para instalaciones de potencia térmica nominal menor o igual que 70 kW o mayor que 70 kW.

Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

Operación	Periodicidad	
	≤ 70 kW	> 70 kW
1. Limpieza de los evaporadores	t	t
2. Limpieza de los condensadores	t	t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2 t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	t	m
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t	2 t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	t	2 t
7. Limpieza del quemador de la caldera	t	m
8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación de material refractario	---	2 t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m
12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	---	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	---	2 t
17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad	---	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	---	2 t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de baterías de intercambio térmico	---	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2 t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2 t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2 t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2 t
27. Revisión de bombas y ventiladores	---	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2 t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal ≤24,4 kW	4a	---
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	S
37. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa.	t	m
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m	m

s: una vez cada semana
 m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.
 t: una vez por temporada (año).
 2 t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.
 4a: cada cuatro años.
 *: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del Código Técnico de la Edificación.

Tabla 4.1 – Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad

4.3.4 Programa de gestión energética

4.3.4.1 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades de la Tabla 4.2.

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	3m	m
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua	3m	m
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua	3m	m
5. Temperatura y presión de evaporación	3m	m
6. Temperatura y presión de condensación	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima	3m	m
9. CEE o COP instantáneo	3m	m
10. Caudal de agua en el evaporador	3m	m
11. Caudal de agua en el condensador	3m	m

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada; 3m: cada tres meses; la primera al inicio de la temporada

Tabla 4.2 – Medidas de generadores de frío y su periodicidad

4.3.4.2 Asesoramiento energético

La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación de así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

4.3.5 Instrucciones de seguridad

Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta.

Su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc.; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico; etc.

4.3.6 Instrucciones de manejo y maniobra

Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando

poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

4.3.7 Instrucciones de funcionamiento

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- a) Horario de puesta en marcha y parada de la instalación.
- b) Orden de puesta en marcha y parada de los equipos.
- c) Programa de modificación del régimen de funcionamiento.
- d) Programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos.
- e) Programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

4.4 Inspección general de la instalación

4.4.1 Generalidades

Este apartado establece las exigencias técnicas y procedimientos a seguir en las inspecciones a efectuar en las instalaciones térmicas objeto del RITE.

4.4.2 Inspecciones periódicas de eficiencia energética

4.4.2.1 Inspecciones de los generadores de frío

Serán inspeccionados periódicamente los generadores de frío de potencia térmica nominal instalada mayor que 12 kW.

La inspección del generador de frío comprenderá:

- a) Análisis y evaluación del rendimiento.
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en el apartado 4.3, relacionadas con el generador de frío, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del “Manual de Uso y Mantenimiento” a la instalación existente.
- c) La inspección incluirá la instalación de energía solar, caso de existir, y comprenderá la evaluación de la contribución de energía solar al sistema de refrigeración solar.

4.4.2.2 Inspección de la instalación térmica completa

Cuando la instalación térmica de calor o frío tenga más de quince años de antigüedad, contados a partir de la fecha de emisión del primer certificado de la instalación, y la potencia térmica nominal instalada sea mayor que 20 kW en calor o 12 kW en frío, se realizará una inspección de toda la instalación térmica, que comprenderá, como mínimo, las siguientes actuaciones:

- a) Inspección de todo el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética.
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en el apartado 4.3, para la instalación térmica completa y comprobación del cumplimiento y la adecuación del “Manual de Uso y Mantenimiento” a la instalación existente.

- c) Elaboración de un dictamen con el fin de asesorar al titular de la instalación, proponiéndole mejoras o modificaciones de su instalación, para mejorar su eficiencia energética y contemplar la incorporación de energía solar. Las medidas técnicas estarán justificadas en base a su rentabilidad energética, medioambiental y económica.

4.4.3 Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética

4.4.3.1 Periodicidad de las inspecciones de los generadores de frío

Los generadores de frío de las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal superior a 12 kW, deben ser inspeccionadas periódicamente, de acuerdo con el calendario que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de su antigüedad y de que su potencia térmica nominal sea mayor que 70 kW o igual o inferior que 70 kW.

4.4.3.2 Periodicidad de las inspecciones de la instalación térmica completa

La inspección de la instalación térmica completa, a la que viene obligada por el apartado 4.4.2.2 se hará coincidir con la primera inspección del generador de calor o frío, una vez que la instalación haya superado los quince años de antigüedad.

La inspección de la instalación térmica completa se realizará cada quince años.

4.5 Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación de refrigeración

4.5.1 Bombas de circulación

Este apartado hace referencia al mantenimiento de las bombas de circulación de la instalación de refrigeración. Concretamente, la bomba del circuito de conexión II y las bombas del circuito de conexión I de las viviendas.

4.5.1.1 Mantenimiento

El cierre mecánico no requiere ningún tipo de mantenimiento. Durante el rodaje puede gotear ligeramente. No obstante, debe supervisarse de vez en cuando para comprobar que no existe ninguna fuga importante.

En caso de vaciado total o parcial de la instalación, debe vaciarse completamente la bomba para evitar fenómenos de bloqueo. Debe tenerse especial cuidado en no malmeter la junta tórica del cuerpo de la bomba al realizar las operaciones de mantenimiento.

En el caso que sea necesario cambiar el cierre mecánico de la bomba, en primer lugar, debe desconectarse de la alimentación eléctrica y asegurarse que nadie pueda volver a conectarla involuntariamente.

Después se procederá siguiendo los pasos siguientes:

- Cerrar las válvulas de paso de delante y detrás de la bomba.
- Desembornar el motor (si el cable es tan corto que no permite el desmonte).
- Desenroscar los tornillos de la brida del motor y extraer éste último.
- Sacar el tornillo y la arandela dentada.
- Extraer el rodete del eje.
- Extraer el cierre mecánico con la camisa del eje y la junta tórica.

- Sacar el anillo fijo de la brida del motor y limpiar la superficie del asiento.
- Limpiar cuidadosamente la superficie de apoyo del eje. Si el eje está dañado, debe sustituirse por otro nuevo.
- Introducir un anillo fijo nuevo con su correspondiente soporte de goma nuevo, utilizando jabón convencional como lubricante.
- Colocar una junta tórica nueva en la correspondiente ranura de la nueva camisa y hacer correr esta última con el nuevo cierre mecánico sobre el eje hasta el tope. La camisa y el cierre mecánico están premontados y no se deben separar.
- Montar el rodete con la arandela dentada y el tornillo.
- Introducir el conjunto motor-rodete en la carcasa de la bomba, colocar una junta plana nueva y apretar los tornillos.

Los rodamientos no requieren mantenimiento, pero en el caso que éstos produzcan ruido o vibraciones anormales, deberán ser sustituidos ya que indicarían desgaste.

4.5.1.2 Puesta en marcha

En la puesta en marcha se debe llenar y purgar adecuadamente la bomba y las conducciones de aspiración e impulsión. Debe purgarse mediante el tornillo de purga y procurar no hacer funcionar la bomba en seco para no dañar el cierre mecánico.

Con el fin de evitar ruidos y posibles daños en la bomba debido a la cavitación, tiene que haber una presión mínima de aspiración en la entrada de la bomba. Esta presión depende de la situación de trabajo, así como del punto de trabajo de la bomba. Los parámetros fundamentales para determinar la presión mínima de aspiración son el valor NPSH de la bomba en su punto de trabajo y la presión de vapor del medio de impulsión.

Se debe conectar la bomba brevemente para comprobar si el sentido de giro coincide con el de la flecha de la carcasa de la bomba. En caso contrario, se debe actuar de la siguiente forma:

- a) En caso de arranque directo: intercambiar las fases en el tablero de los bornes del motor.
- b) En caso de arranque estrella-triángulo: intercambiar en el tablero de los bornes del motor el principio y el final de dos bobinas.

Una vez conectada, debe comprobarse mediante las lecturas de los manómetros que la presión corresponde con los valores de la memoria.

4.5.2 Mantenimiento de las tuberías

Las tuberías tienen la misión de establecer una red que permita la circulación del fluido caloportador desde la central de producción de frío o calor hasta las unidades terminales y el retorno a aquella una vez cedida o absorbida la cantidad de calor precisa. Los materiales más utilizados en climatización son el acero negro, acero galvanizado, cobre, PVC, plásticos especiales (polietileno, etc.), multicapa.

El buen funcionamiento de una red de tuberías puede verse afectado por los siguientes factores:

- Corrosión
- Incrustaciones
- Golpes de ariete
- Estanquidad
- Soportes
- Dilataciones
- Aislamiento térmico

A continuación se examinan detalladamente cada uno de los factores nombrados anteriormente.

Corrosión

Representa el mayor problema de mantenimiento de una red de tuberías, cuando éstas están construidas con materiales metálicos, en particular acero negro o galvanizado. La corrosión interior está motivada fundamentalmente por el oxígeno disuelto en el agua.

Lógicamente en circuitos cerrados herméticamente la corrosión se acaba rápidamente al consumirse el oxígeno presente en el agua, pero, en circuitos abiertos la corrosión continua al aportarse continuamente oxígeno, hasta llegar a la perforación de la tubería.

En el campo de la climatización no existen circuitos herméticamente cerrados, ya que existen pérdidas de agua a través de prensas, uniones, purgas, etc., pero en circuitos de agua refrigerada o caliente no se presentan usualmente grandes problemas de corrosión.

Si la tubería está enterrada, está expuesta a corrosión, en especial si el terreno es húmedo y de naturaleza ácida. Debe aislarse del terreno por medio de soportes o enfundad con una cubierta estanca al agua. En ambos casos se recomienda que la galería por donde pase la tubería esté convenientemente drenada.

En cuanto a la corrosión provocada por corrientes eléctricas, puede eliminarse mediante una protección catódica de la tubería, utilizándose usualmente ánodos de sacrificio.

Incrustaciones

Si las pérdidas de agua en una instalación son importantes y el agua de reposición contiene en gran cantidad sales de calcio y magnesio, se producen en las tuberías y elementos del

circuito, en particular en los lugares en los que existe calentamiento del fluido, incrustaciones que van obstruyendo poco a poco las tuberías. Para eliminar los efectos nocivos provocados, la solución más eficaz es actuar sobre la causa que hace necesaria la introducción de agua de reposición.

En determinadas ocasiones, en circuitos abiertos, como el de agua sanitaria, o semiabiertos, como torres de refrigeración o condensadores evaporativos, donde no es posible evitar la entrada de agua de reposición, la única forma de evitar las incrustaciones es el tratamiento del agua, antes de su introducción en el circuito, mediante las operaciones que son descritas posteriormente.

Si por falta de tratamiento del agua o por un inadecuado mantenimiento se producen incrustaciones en un circuito, pueden ser eliminadas mediante métodos mecánicos o químicos. Los primeros pueden realizarse solo en aquellas partes de la instalación que puedan ser accesibles, realizándose normalmente la limpieza mediante escobillas de acero, ya sea de forma manual o automática. En muchas ocasiones, la limpieza interior de una red de tuberías se realiza mediante una solución ácida conjuntamente con sustancias inhibidoras, que se bombean a través del circuito con características controladas de concentración, temperatura, tiempo de permanencia, etc.

A continuación se elimina la solución ácida del circuito, introduciéndose posteriormente un neutralizante y acabando la operación mediante una limpieza con agua limpia.

Otra manera para realizar el tratamiento de las incrustaciones existentes en un circuito y evitar su formación es el denominado tratamiento magnético, consistente en la inserción en el circuito de un tramo de tubería de longitud variable previsto de un imán permanente o un electroimán, que produce un campo magnético radial o longitudinal que modifica la

estructura molecular de las sales disueltas, depositándolas en forma de bolsas, fáciles de eliminar en las zonas de menor velocidad del agua. Este tratamiento actúa también sobre las incrustaciones existentes antes de la colocación del campo magnético, despegándolas de las superficies interiores y facilitando su eliminación.

Debe recordarse que las incrustaciones, aparte de reducir la sección libre de paso de las tuberías y elementos de los circuitos, producen un efecto de aislamiento térmico que reduce el intercambio térmico tanto de generadores como de unidades terminales, que en determinadas ocasiones puede dar lugar incluso a la destrucción del equipo por sobrecalentamiento, como es el caso de calderas. En todo caso, las incrustaciones se traducen siempre en un mayor consumo energético y una disminución del calor útil transferido, además de una disminución de la vida útil de la instalación.

Golpe de ariete

En las instalaciones de agua sanitaria, así como en redes de distribución de vapor, se presenta con frecuencia el fenómeno conocido con el nombre de golpe de ariete, que tiene lugar cuando una corriente líquida cambia bruscamente de velocidad.

Si el fenómeno se produce a causa del cierre rápido de una válvula debe colocarse un limitador de la velocidad de cierre o instalar cámaras de aire para absorber las sobrepresiones producidas en la red, siendo el estudio y dimensionado de estas últimas bastante difícil.

Estanquidad

Una red de tuberías debe ser estanca a lo largo de su vida útil, con objeto de reducir el consumo de agua y el coste del correspondiente tratamiento en el agua de reposición. Para

conseguir la estanquidad es fundamental la unión de tuberías y elementos de la red, que pueda realizarse mediante uniones roscada, con bridas o soldaduras.

El primer caso, se utiliza usualmente para diámetros de hasta 40 mm, si estas uniones no están perfectamente ejecutadas, pueden dar lugar a pérdidas muy importantes de fluido.

La unión por bridas está constituida por dos bridas, la correspondiente junta y los tornillos de sujeción y cierre. Como es lógico, las dos bridas deben estar construidas bajo las especificaciones de una misma norma y dimensionarse para la máxima presión de trabajo del sistema.

Las juntas pueden ser de goma (en el campo de la climatización), pueden soportar temperaturas del orden de 120 °C.

Un punto importante es la presión que debe ejercer sobre la junta, ya que de ella depende realmente la estanquidad del sistema. En las juntas de goma se ha de llegar, al menos, a presiones de 275 bar.

Soportes y dilataciones

Como se ha comentado anteriormente, una red de tuberías debe estar correctamente soportada y poder ser libre a la hora de dilatarse o contraerse con las variaciones de temperatura.

Los puntos fijos han de estar anclados fuertemente a la estructura del edificio, instalándose entre cada dos puntos fijos de un elemento que permita la dilatación o contracción de la tubería, espaciándose los soportes de manera que no se supere el valor de 0,2% de la flecha de la tubería.

La libre dilatación de la tubería entre dos puntos fijos, puede conseguirse mediante la colocación de rodillos entre tuberías y soportes intermedios, o bien, haciendo flexibles estos últimos mediante muelles.

Es evidente que las tuberías deben estar dotadas de soportes a cada lado de los elementos de gran peso que puedan ir intercalados en la red, en el caso de bombas en línea, grandes válvulas, etc.

Debe advertirse que muchos de los ruidos que se producen en una red de tuberías, son producidos por la dilatación, cuando ésta no puede tener lugar libremente.

Otra fuente de ruido puede ser la presencia de bolsas de aire en el circuito, lo cual puede resolverse mediante la colocación de purgadores en los puntos altos de la red. A pesar de esto, el ruido provocado por un exceso de velocidad del fluido en la instalación, puede resolverse únicamente aumentando el calibre de las tuberías.

Debe tenerse especial atención en la colocación de soportes en las tuberías de plástico, ya que la dilatación de este tipo de material es muy superior al de las tuberías de acero, en igualdad de condiciones de funcionamiento.

Aislamiento térmico

El aislamiento térmico de tuberías y equipos debe mantenerse siempre en condiciones óptimas ya que es fundamental para el ahorro de energía. Un buen aislamiento debe poseer las siguientes condiciones:

- Espesor y características adecuadas a las temperaturas de trabajo.
- Resistir los esfuerzos mecánicos normales.
- Estar firmemente unidos a la superficie recubierta por aislamiento.

- Uniones ajustadas y sobrepuestas si es de varias capas.
- Estar protegido exteriormente de sollicitaciones mecánicas anómalas.
- Protección exterior contra la penetración de agua.
- Estar protegido con una barrera antivapor cuando el fluido está a temperaturas inferiores a la temperatura ambiente.

Un buen mantenimiento consiste fundamentalmente en la corrección inmediata de los defectos que puedan alterar las características anteriormente nombradas, así como en aislar todos aquellos elementos de la instalación que no lo estén, siendo conveniente que estos aislamientos sean desmontables con el fin de poder proceder a una eventual reparación de los elementos sin que sea necesario dañar el aislamiento.

4.5.3 Mantenimiento de las válvulas

El mantenimiento de los diferentes tipos de válvulas es muy sencillo, consiste esencialmente en las siguientes operaciones:

- Lubricar la rosca del tornillo.
- Cambiar la empaquetadura.
- Cambiar la junta del asiento.
- Esmerilar el obturador sobre el asiento.

Normalmente estas operaciones pueden realizarse sin la necesidad de desmontar el cuerpo de la válvula de la tubería.

4.5.4 Protección contra el hielo y la falta de circulación de agua

Para evitar la formación de hielo en el circuito, motivado por las condiciones climatológicas externas se utilizan comúnmente tres soluciones diferentes:

- Vaciar el agua de la instalación.
- Introducir fluidos anticongelantes, hasta reducir el punto de solidificación de la mezcla a temperaturas extremas que no se suelen alcanzar en el ambiente exterior.
- Calentar el entorno del equipo o tubería a temperatura superior a de la de congelación del fluido caloportador.

La primera solución no garantiza un drenaje completo, dado que las tuberías no pueden diseñarse con pendiente hasta un punto de vaciado, por lo que solo se puede conseguir un vaciado completo, en muchas ocasiones, con la inyección de aire comprimido.

Respecto a la segunda opción, en la adición de sustancias anticongelantes debe tenerse muy presente que su introducción en el circuito reduce el coeficiente de transmisión de calor, a parte que aumenta la potencia absorbida por la bomba. Mientras que la última solución representa un desaprovechamiento energético importante; puede utilizarse una resistencia eléctrica, tipo cable o cinta enrollada sobre la tubería y por debajo del aislamiento.

Los puntos de una instalación a los que debe prestarse especial atención debido al problema de formación de hielo son:

- Baterías sobre las que puede circular aire a temperaturas inferiores a 0 °C.
- Tuberías situadas en espacios no calefactados o en el exterior.
- Vasos de expansión instalados en la cubierta de los edificios.

Debe indicarse que el aislamiento térmico únicamente sirve para retardar la formación de hielo, no obstante, en climas benignos puede llegar a ser una protección eficaz.

4.5.5 Torre de refrigeración

4.5.5.1 Manipulación, montaje y conexión

4.5.5.1.1 Manipulación y descarga

Las torres de refrigeración de tipo cerrado EWK-C 1260-5, son suministradas en cuatro partes.

Para la manipulación y descarga de la caperuza: En el cuarto que lleva el motor, enganchar una eslinga de dos de los radios del aro soporte del ventilador y sujetar el motor para equilibrar el conjunto tal y como se indica en la Figura 4.1.

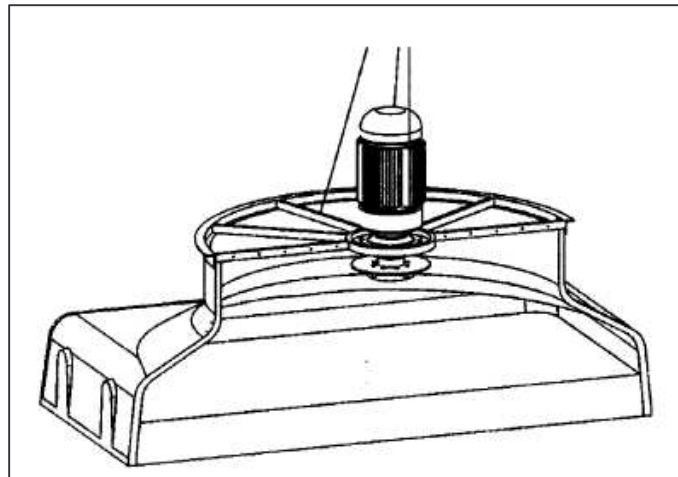


Figura 4.1 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que lleva el motor)

En el cuarto que no lleva el motor, enganchar una eslinga de dos de los radios del aro soporte del ventilador, según se indica en la Figura 4.2. Para la manipulación y descarga de los dos conjuntos bandeja - envoltorio, enganchar una eslinga de cuatro ramales en las argollas dispuestas para tal ocasión en la parte superior de los serpentines de la bandeja de intercambio (Figura 4.3).

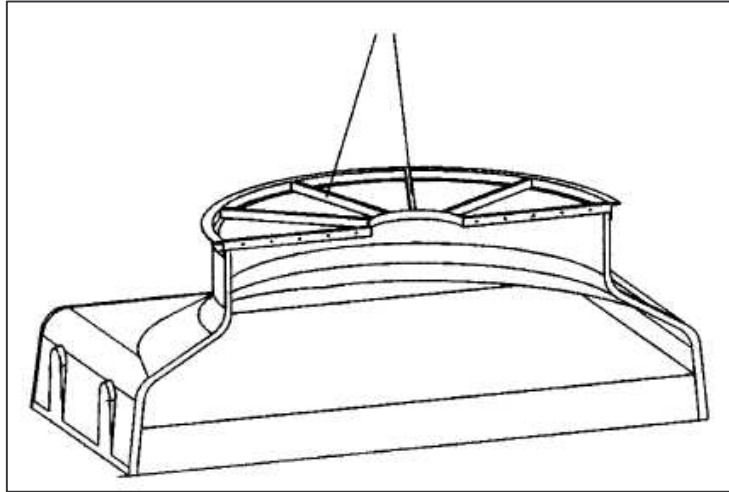


Figura 4.2 - Manipulación y descarga de la caperuza (cuarto que no lleva el motor)

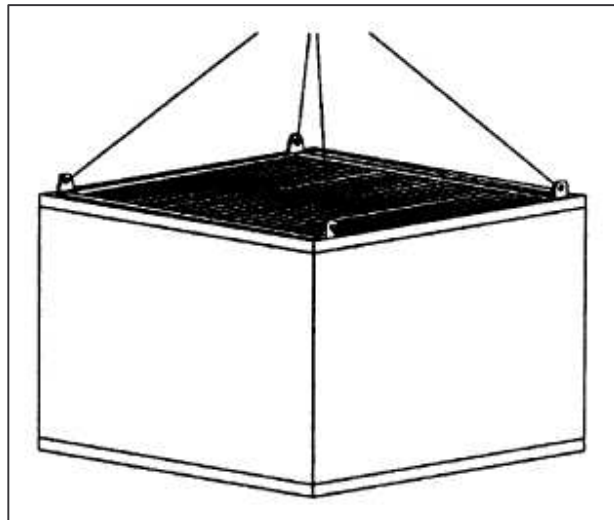


Figura 4.3 - Manipulación y descarga del conjunto bandeja - envoltorio

Para la manipulación y descarga del silenciador, enganchar una eslinga en las orejetas situadas en la parte superior del silenciador tal y como se indica en la Figura 4.4.

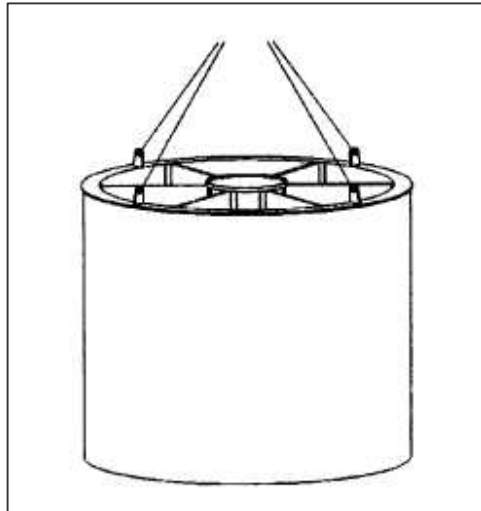


Figura 4.4 - Manipulación y descarga del silenciador

4.5.5.1.2 Montaje y emplazamiento

El montaje de las torres se realizará en el lugar de emplazamiento de éstas, por lo que dicho lugar tendrá que reunir las condiciones necesarias para proceder al montaje.

Una vez totalmente montadas las torres, no realizar ninguna operación de manipulación de las mismas. En caso de no ser necesario la manipulación de éstas (desplazamientos, elevaciones, etc.), desmontar la caperuza y el circuito secundario y proceder según lo indicado en el apartado 4.5.5.1.1.

El montaje de las torres en cuatro partes se debe realizar siempre bajo la supervisión de un técnico de SULZER.

Montaje de la bomba de impulsión

Para la instalación de la bomba de impulsión se deben disponer los siguientes elementos (Figura 4.5):

1. Motobomba

2. Tubo de aspiración
3. Bancada
4. Tubo de impulsión con codo (PVC)
5. Manguito flexible
6. Reducción con brida

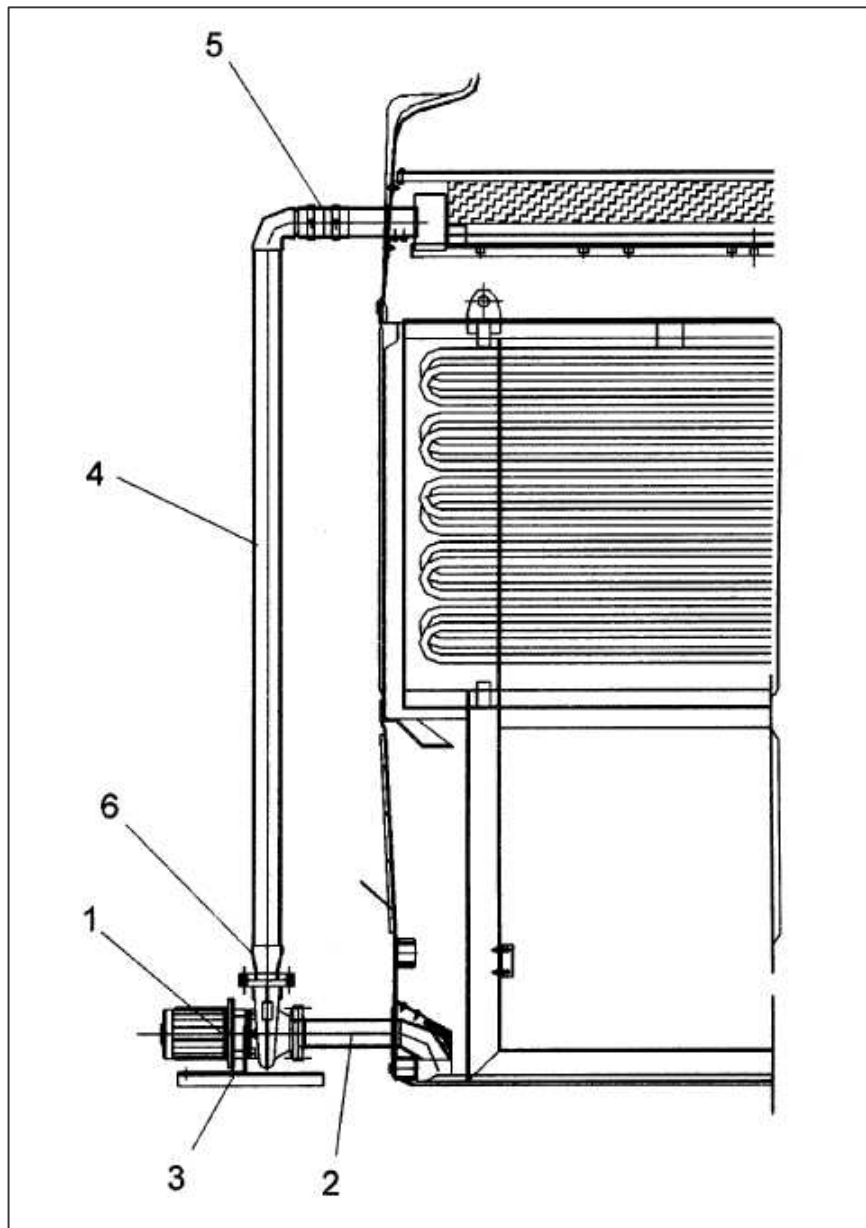


Figura 4.5 - Elementos necesarios para el montaje de la bomba

Pasos a seguir:

1. Fijar la motobomba al tubo de aspiración con su brida y apoyar sobre la bancada.
2. Insertar el tubo de impulsión en el manguito flexible.
3. Tomar medidas del tubo de impulsión y cortarlo a la medida obtenida.
4. Unir el tubo de impulsión con reducción a la brida en premontaje.
5. Poner pegamento en la brida y ensamblar el conjunto. El pegamento actúa en pocos segundos, por lo que esta operación debe realizarse rápidamente.

Montaje del silenciador (si se monta)

Antes de proceder al montaje del silenciador, debe de realizarse el conexionado del motor y prever la salida de cables del motor. Para el montaje del silenciador se seguirán los siguientes pasos:

1. Colocar los perfiles en forma de Z (Figura 4.6, elemento 1), que se encuentran en uno de los radios del soporte del ventilador, para que sirvan de guía.
2. Situar el silenciador encima de la caperuza y apoyarlo sobre los perfiles en L (Figura 4.6, elemento 2) dispuestas en el aro soporte del ventilador.
3. Unir las placas y el silenciador mediante tornillos.

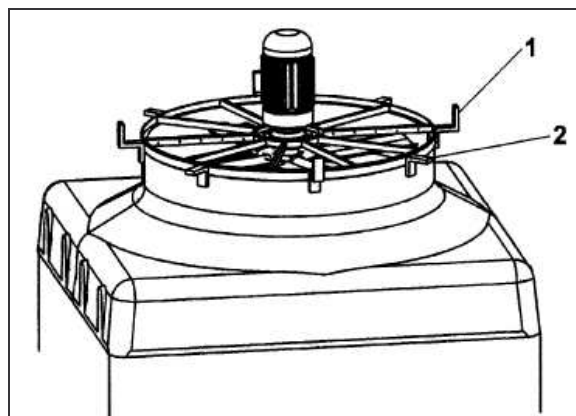


Figura 4.6 - Montaje del silenciador

Montaje de las persianas

Las persianas suministradas pueden ser de dos tipos, estándar o especiales. El montaje de las mismas dependerá del tipo escogido:

a) Persianas estándar:

1. Sacar el conjunto de las persianas del interior de la torre.
2. Montar un panel horizontal (Figura 4.7, elemento 1) y todos los verticales (Figura 4.7, elemento 2).
3. Montar el conjunto en la torre (Figura 4.7).
4. Montar posteriormente el resto de las horizontales (Figura 4.7, elemento 3).

b) Persianas especiales:

1. Colocar la ventana registrable en su posición.
2. Poner las tuercas de palomilla correspondiente para fijar la persiana (Figura 4.8).

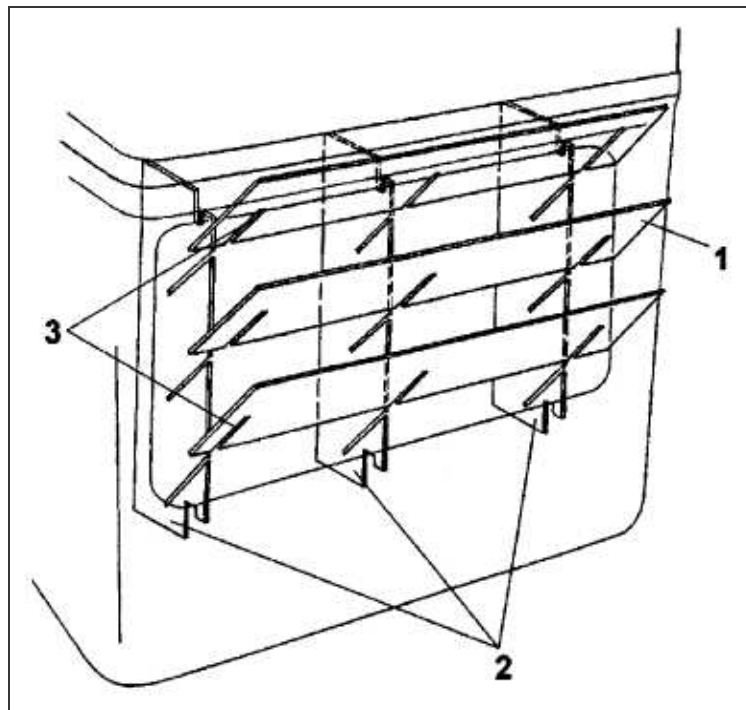
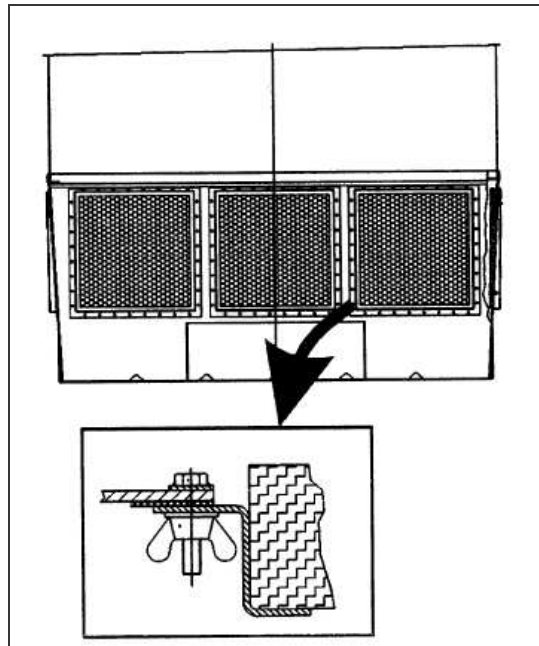
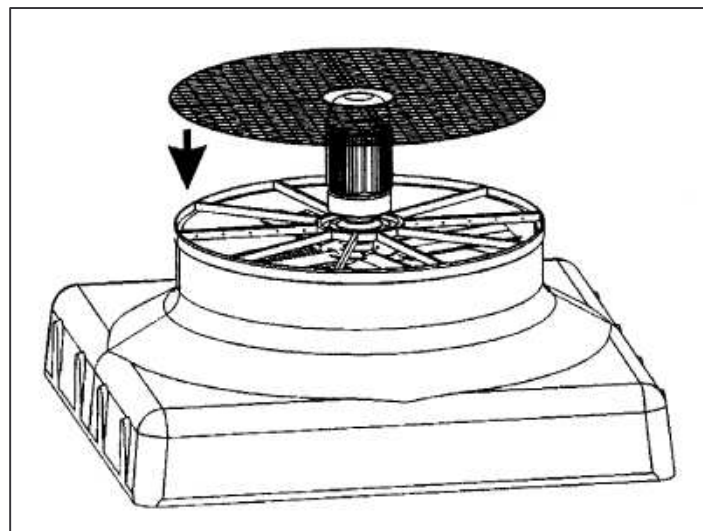


Figura 4.7 - Montaje de las persianas estándar


Figura 4.8 - Montaje de las persianas especiales

Comprobaciones

- Comprobar si se encuentra montada la rejilla de protección del ventilador, en caso de no ser así, montarla (Figura 4.9).
- Sacar el tapón del orificio de rebosadero y colocarlo en el de drenaje.


Figura 4.9 – Montaje de la rejilla de protección del ventilador

Emplazamiento

El emplazamiento de la torre se realizará preferentemente sobre piso firme con dos posibles alternativas:

- a) Disposición sobre cemento.
- b) Disposición sobre soporte metálico.

El lugar elegido para su emplazamiento, es decisivo para el correcto funcionamiento y posterior entretenimiento y control de la torre.

Para realizar las posibles revisiones y reparaciones, se debe tener en cuenta la facilidad de acceso a cualquiera de los elementos que la constituyen, (motor, ventilador, bomba de impulsión, etc.). Cuanto más inaccesible sea el lugar de instalación de la torre, más dificultoso se hará el conexionado y la realización de estas operaciones.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si no existe otro lugar más apropiado para el emplazamiento que el tejado, la parte superior de un edificio, una estructura elevada, etc., es imprescindible crear las posibilidades necesarias para lograr el fácil acceso a los elementos de la torre, por medio de escaleras, pasarelas, etc.
- Teniendo en cuenta las inevitables formaciones de hielo alrededor de la torre durante el servicio en invierno, se procurará no emplazar éstas totalmente al borde de los tejados, o al lado de rampas para vehículos.
- Por razones de operación y mantenimiento, se debe guardar, como mínimo, una distancia de 1,2 metros entre la torre y las paredes de alrededor o entre las torres entre sí (Figura 4.10).

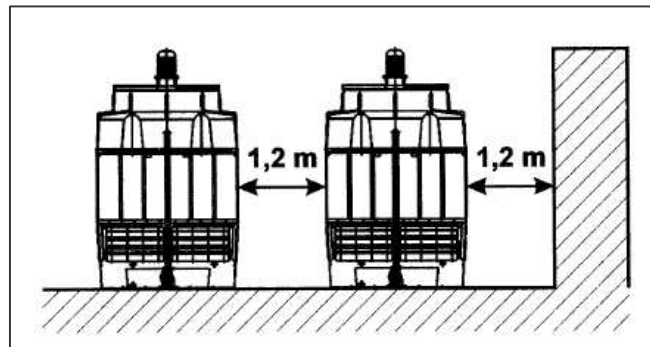


Figura 4.10 – Distancia mínima entre la torre y paredes de alrededor

- Si hay obstáculos próximos más altos que la torre, elevar ésta para que la descarga del aire alcance al menos la altura del obstáculo, sobre todo en el caso en el que la dirección predominante del aire sea la indicada en la Figura 4.11.

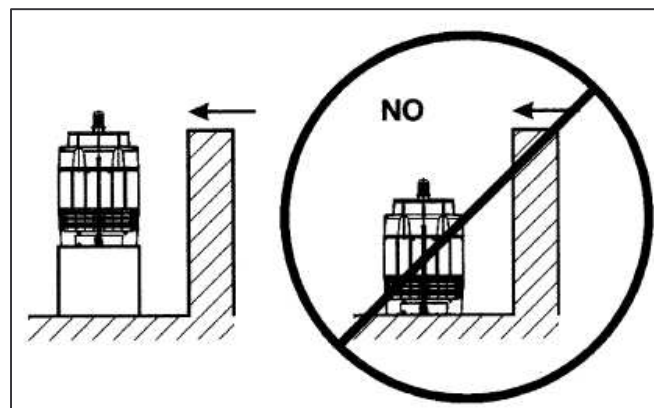


Figura 4.11 - Emplazamiento de la torre si hay obstáculos

- En el caso de que vayan a instalarse varias torres, éstas deberán instalarse a la misma altura, ya que de lo contrario, la torre a mayor altura podría aspirar el aire saturado de la torre situada más abajo.
- Se deben evitar lugares de instalación en los que el agua de circulación, se vea invadida de hojarasca o de otras sustancias orgánicas.
- La instalación de la torre en lugares con abundancia de chimeneas, en naves cerradas o al lado de fábricas elaboradoras de productos inorgánicos (fábricas de

cemento, etc.) conduce al peligro de que se introduzcan partículas en el agua de refrigeración o en las tuberías, que pudieran dar origen a perturbaciones en el servicio.

4.5.5.1.3 Conexionado de la torre

El conexionado de la torre se llevará a cabo en el orden siguiente:

- a) Conexión del circuito primario: Tubería de entrada (Figura 4.12, elemento 1) y tubería de salida (Figura 4.12, elemento 2).

Conexión del circuito primario en bypass: Este tipo de conexión se realizará para aumentar la velocidad del fluido a refrigerar. La conexión se realizará tal y como se muestra en la Figura 4.13.

- b) Conexión de la tubería de rebosadero (Figura 4.12, elemento 3).
- c) Conexión de la tubería de agua de aporte de la válvula de flotador (Figura 4.12, elemento 4).
- d) Conexión del circuito secundario: Conectar la tubería del circuito secundario a la brida de la bomba (Figura 4.12, elemento 5) y al distribuidor de agua (Figura 4.12, elemento 6).
- e) Conexión de la bomba a la tubería de salida del agua de la bandeja (Figura 4.12, elemento 7).
- f) Sólo es necesaria una fijación especial de las torres de la serie EWK-C, en lugares muy expuestos o fuertemente azotados por los vientos. Para este caso se pueden emplear patillas de sujeción fijadas al suelo.
- g) Conexionado eléctrico del motor del ventilador y de la bomba (según esquema de conexión contenido en la caja de bornes), válvulas magnéticas, termostatos, etc.
- h) Conexionado de la tubería de drenaje (Figura 4.12, elemento 8).

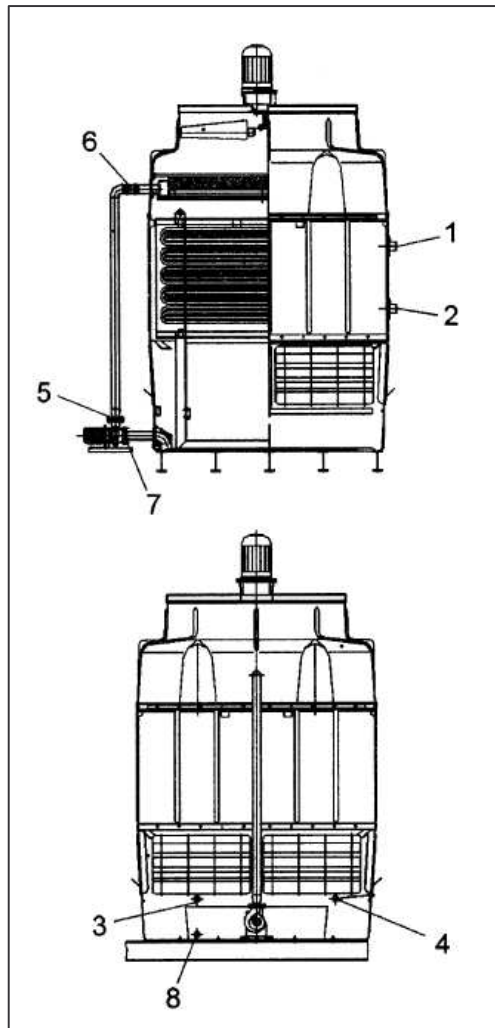


Figura 4.12 – Conexión de la torre

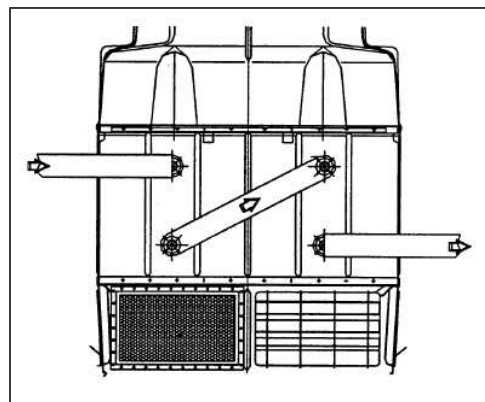


Figura 4.13 – Conexión bypass

Durante el conexionado se deben de observar los siguientes puntos:

- a) Es recomendable colocar un acoplamiento flexible en las conexiones de las bridas de las tuberías de entrada y salida con el fin de evitar deformaciones por vibración.
- b) Se deben disponer juntas de goma para el acoplamiento de las bridas de las tuberías de entrada y salida.
- c) Se debe prestar especial atención a la estanqueidad de las conexiones.
- d) Antes de proceder a conectar los motores (ventilador y bomba), se deberá comparar la tensión de servicio existente con la requerida en la torre, según la placa de características de los motores, y se prestará especial atención a la clase de conexión que deberá realizarse (triángulo ó estrella - triángulo).

4.5.5.2 Puesta en marcha

Antes de la puesta en marcha inicial o después de haber estado fuera de servicio durante un largo periodo, deben de realizarse los siguientes procesos de inspección y limpieza:

1. Eliminar toda la suciedad depositada sobre las persianas, ventiladores, y en la bandeja.
2. Limpiar a fondo la bandeja, con el filtro montado, terminando con un baldeo abundante y el consiguiente vaciado para evacuar los lodos acumulados.
3. Desmontar el filtro, limpiarlo y volver a montarlo.
4. Hacer girar el ventilador con la mano para asegurarse que gira libremente.
5. Si la torre ha permanecido sin ser puesta en marcha desde que llegó al lugar del montaje, durante un periodo de 6-8 meses, o ha permanecido parado por un periodo de tiempo similar, antes de ponerla en marcha, se han de engrasar los cojinetes de los ejes del ventilador y motores.
6. Controlar el funcionamiento de la válvula de llenado.
7. Llenar la bandeja hasta el nivel del rebosadero.

8. Regular el nivel del agua de la bandeja mediante la válvula de flotador. Al regular el nivel del agua, hay que cuidar que al desconectar la bomba de la torre circule siempre una cierta cantidad del agua a la bandeja. Por lo tanto, se regulará la válvula para que ésta cierre cuando el flotador llegue aproximadamente a 5-10 cm. por debajo del nivel del rebosadero.
9. Asegurarse del sentido de giro del motor de la bomba, que ha de coincidir con el sentido indicado por la flecha marcada sobre el cuerpo de la misma.
10. Comprobar que funciona la bomba y que el agua se distribuye sobre la batería antes de poner en marcha el ventilador
11. Conectar los ventiladores y verificar si el sentido de rotación corresponde al indicado por la flecha que se encuentra sobre la carcasa.
12. Controlar la tensión de corriente y la intensidad en los tres bornes de los motores, tanto de la bomba como de los ventiladores. La intensidad medida no debe en ningún caso superar la que se indica en las placas de características de los motores.
13. Comprobar que todas las conexiones eléctricas se han realizado de la manera indicada en los esquemas eléctricos. También se regulará correspondientemente el protector de sobreintensidad.

Si después de la puesta en marcha de la torre se aprecian en el agua restos o partículas de cualquier género, que hubieran podido introducirse durante el montaje, se procederá a su limpieza para evitar las obstrucciones que pudieran ocasionar.

Si en la puesta en funcionamiento se observase un desequilibrio del ventilador (por ejemplo, debido a daños causados en el transporte), se deberá parar el motor, desmontar el grupo y equilibrar de nuevo el ventilador antes de poner la torre definitivamente en marcha.

Tal desequilibrio podría conducir a daños en los cojinetes del motor y, en casos extremos, a la aparición de grietas originadas por la vibración o a cualquier otra clase de roturas.

4.5.5.3 Instrucciones de seguridad

Para prevenir cualquier posible incidencia y evitar daños al usuario o a componentes de la torre, deben de tomarse las medidas de seguridad adecuadas. Dependiendo de las condiciones del lugar, será necesario instalar escaleras de mano, plataformas de acceso y pasamanos o salvapiés para la seguridad del personal de servicio y mantenimiento autorizado.

No debe de ponerse en funcionamiento el equipo sin que todos los elementos estén correctamente colocados. El funcionamiento, mantenimiento y reparación de estos equipos ha de ser realizado sólo por personal cualificado. Todo el personal que realice estas actividades debe de estar profundamente familiarizado con los equipos, sistemas asociados, controles y procedimientos expuestos en este manual.

Si se van a realizar trabajos de soldadura y de esmerilado existe peligro de incendio de los componentes de materias sintéticas, por lo que se deben tener en cuenta las siguientes instrucciones:

- Preparar un extintor de espuma.
- Taponar la salida superior del aire para evitar corrientes de aire en la torre.

En caso de instalación en lugares con riesgo de explosiones, se deben observar las instrucciones locales en prevención de explosiones.

Si se van a realizar trabajos en el ventilador, la bomba o en el interior de la torre, se debe desconectar el interruptor principal y colocar un aviso bien visible: “NO CONECTAR, PELIGRO DE MUERTE”.

Los conductos de agua para agua de consumo y agua potable sólo pueden conectarse entre sí cuando, según las leyes sobre la higiene del agua (véase DIN 1988), se utiliza un separador de tubo especialmente concebido.

Durante largos periodos de frío, existe el peligro de formaciones de hielo, principalmente en los puntos siguientes:

- Alrededor de la torre (aprox. 1 m) por las salpicaduras producidas a través de las persianas.
- En las cercanías de la torre (entre 5-50 m) por el arrastre de gotas a la salida del aire.
- En las persianas, producido en parte por el goteo del agua sobre las paredes interiores y, en parte, por la propia caída del agua sobre las persianas. Estos dos cauces pueden conducir a una considerable disminución o al cierre total de las aberturas de entrada del aire. Las bajas temperaturas en el ambiente para el servicio con agua - aire, son efectos perturbadores que pueden influir sensiblemente en el correcto funcionamiento del aparato. Es por tanto, absolutamente necesario, que antes de llegar las épocas de frío, el personal encargado del mantenimiento y control, tome las medidas necesarias que garanticen durante este periodo el perfecto servicio de la torre.

Para evitar y neutralizar las formaciones de hielo en el servicio con torres de refrigeración se deben tomar las siguientes medidas:

- Como punto principal, se observará que la torre no se ponga en servicio antes de que le llegue agua caliente de retorno del circuito de refrigeración, con lo que se evitará que la temperatura de salida del agua se acerque al punto de congelación. Con esta medida queda reducida la salpicadura de agua al exterior, a través de las persianas, pero no eliminada totalmente. Esto significa que habrá que contar con algunas ligeras formaciones de hielo alrededor de la torre, que si bien pueden ser molestas, no influirán para nada en su buen funcionamiento.
- Del mismo modo aparecerán también ligeras formaciones de hielo en las cercanías de la torre, debido a las gotas arrastradas a la salida del aire y a los vapores. Para circuitos con muy altas temperaturas en el agua de refrigeración, la capacidad de enfriamiento en la torre, a motor parado, no será suficiente, por lo que habrá que contar, con algunas formaciones de hielo que no afectarían en absoluto a su buen funcionamiento, y solo en el caso en el que por cualquier circunstancia este fenómeno fuera especialmente molesto para el usuario, se podría subsanar instalando una chimenea en la parte superior de la torre y orientando la salida del aire a voluntad.
- Proteger adecuadamente los serpentines de la batería y el sistema de distribución de agua. La mejor protección contra la formación de hielo es el uso de una solución anticongelante. Se recomienda utilizar una solución de etilenglicol. Si esto no es posible, se debe de mantener siempre el caudal mínimo recomendado y mantener la carga térmica del fluido en circulación de manera que la temperatura de salida del fluido de la batería no baje de 10°C.

Para evitar posibles formaciones de hielo alrededor del lugar de emplazamiento de la torre durante el invierno, es recomendable también conectar el rebosadero con la tubería de desagüe más próxima.

4.5.5.4 Mantenimiento

4.5.5.4.1 Mantenimiento general

Después de las primeras 24 horas de funcionamiento, se deberán controlar los siguientes aspectos:

- Control general de la torre para detectar cualquier ruido o vibración anormal.
- Controlar el nivel del agua en la bandeja durante el régimen de funcionamiento.
- Regular si fuera necesario.
- Inspeccionar los pulverizadores y la superficie del serpentín.
- Comprobar la no existencia de fugas en las conexiones.

Cuando la torre se deje fuera de servicio durante un largo periodo de tiempo, tomar las siguientes precauciones:

- Vaciar la bandeja y todas las tuberías.
- Limpiar y aclarar bien la bandeja, dejando el filtro montado durante esta operación.
- Quitar el tapón de drenaje para permitir la salida del agua de lluvia y la nieve derretida.
- Desmontar, limpiar y volver a instalar el filtro.
- Cerrar la válvula de alimentación de entrada de agua y vaciar toda la tubería con el fin de evitar posibles heladas del agua en su interior.
- Comprobar el estado de aislamiento de los motores antes de volver a poner en marcha la instalación.
- Antes de poner la torre de nuevo en funcionamiento, engrasar los cojinetes de los ejes del ventilador y de los motores.
- Inspeccionar el estado de la batería y separador.
- Verificar el ángulo de las palas del ventilador.

El mantenimiento y la periodicidad de las revisiones a realizar en la torre se reduce a las siguientes operaciones:

Operación	●	■	▲	⬠	⬡
Inspección general de la torre	X	X			
Limpieza de la torre	X	X			
Limpieza y ducha de la bandeja	X				
Limpieza del filtro	X	X			5.2.1
Revisión y ajuste del nivel de agua de la bandeja	X		X		
Revisión del serpentín (lado exterior)	X	X			5.2.2
Limpieza del serpentín (lado exterior)	X			X	5.2.2
Inspección del separador de gotas	X	X			5.2.3
Limpieza del separador de gotas	X			X	5.2.3
Inspección de las toberas	X	X			5.2.4
Limpieza de las toberas	X			X	5.2.4
Revisión del funcionamiento de la válvula de llenado	X	X			
Revisión y limpieza de la válvula de flotador	X	X			5.2.5
Revisión de ruidos o vibraciones anormales	X	X			
Control del voltaje e intensidad del motor	X		X		5.2.6
Comprobar sujeción del motor	X			X	5.2.6
Controlar nivel aceite del reductor (si lo lleva)	X		X		5.2.6
Limpieza de las palas del ventilador	X		X		5.2.7
Comprobar sujeción del motor	X		X		5.2.7
Comprobar ángulo palas del ventilador	X		X		5.2.7
Comprobar sentido de giro del motor y el ventilador	X				
Control del voltaje e intensidad del motor de la bomba del circuito secundario	X		X		5.2.8
Comprobar estanqueidad de las conexiones del circuito secundario	X		X		
Comprobar funcionamiento y caudal de descarga	X			X	
Inspección de las persianas	X	X			5.2.9
Limpieza de las persianas	X			X	5.2.9
Limpiar sensor (si se monta)	X		X		

Nota: La periodicidad de estas tareas de mantenimiento podrá variar dependiendo de la calidad del agua y del aire.



At start-up
À la mise en marche
A la puesta en marcha



Monthly
Mensuel
Mensual



Semi-annual
Semestrel
Semestral



Yearly
Anuel
Anual



Paragraph
Paragraphe
Apartado

Tabla 4.3 - Operaciones de mantenimiento en la torre de refrigeración y periodicidad

4.5.5.4.2 Tareas de mantenimiento

Filtro

Limpieza del filtro: Para proceder a la limpieza del filtro, desmontar éste y limpiarlo convenientemente con agua a presión.

Para desmontar el filtro, retirar los tornillos y tuercas y quitar el filtro.

Serpentín de la batería de intercambio

Revisión del serpentín: Determinar si existen sedimentos de cal o cualquier otro tipo en el mismo, o si se observa formación de algas, en caso afirmativo, proceder a su limpieza.

Limpieza o sustitución del serpentín: Si se observa sedimentos o formación de algas en el serpentín proceder a su limpieza con agua a presión o a su sustitución en el caso de que éste se encuentre dañado. Para la sustitución del serpentín, proceder siguiendo las instrucciones siguientes:

1. Desmontar el tubo de impulsión del circuito secundario.
2. Desmontar la caperuza.
3. Quitar los 4 tornillos de sujeción del serpentín a su soporte.
4. Desmontar el serpentín.

Separador

Inspección del separador: Determinar si existen sedimentos de cal o cualquier otro tipo en el separador, o si se observan formación de algas, en caso afirmativo, proceder a su limpieza.

Limpieza o sustitución del separador: La sustitución del separador se realizará por la parte alta de la torre. Para ello realizar las siguientes operaciones:

1. Quitar la rejilla de protección del ventilador.
2. Desmontar los perfiles necesarios para la extracción de los paneles del separador.
3. Extraer los paneles del separador colocando las aspas del ventilador de manera adecuada.

Toberas

Inspección de las toberas: Para comprobar que las toberas no se encuentran obstruidas bastará con observar si el agua cae uniformemente en la bandeja. Para ello parar el ventilador y dejar en funcionamiento la bomba de impulsión. Si se observa alguna zona en la que no cae el agua de manera uniforme, esto puede ser debido a una variación en la orientación de las toberas o a una obstrucción de las mismas.

Comprobación de la orientación: Comprobar que la pulverización de las toberas es correcta. Si no es así orientar las toberas.

Obstrucción de las toberas: Si las toberas se encuentran obstruidas, proceder a su extracción y limpieza.

Limpieza o sustitución de las toberas: Para extraer las toberas es necesario previamente el desmontaje del separador según lo indicado en el punto anterior. Una vez desmontado el separador (al menos un panel, acceder al interior de la torre y extraer las toberas). Una vez desmontadas, proceder a su limpieza.

Válvula de flotador

Revisión y limpieza de la válvula de flotador: Revisar el funcionamiento de la válvula de flotador comprobando que el nivel del agua se encuentra entre 5 y 10 cm por debajo del

rebosadero, con la torre en funcionamiento. Si se desea limpiar la válvula de flotador desmontar ésta quitando con una llave la tuerca correspondiente.

Regulación de la válvula de flotador: Si se desea regular la posición de la válvula de flotador, aflojar el tornillo de la boya y desplazar ésta hasta la posición deseada.

Motor y reductor

Si se van a realizar trabajos en el motor o el reductor, se debe desconectar el interruptor principal.

Comprobar consumo del motor: Abrir la caja de bornes del motor quitando los 4 tornillos de la tapa. Mediante un multímetro comprobar la tensión e intensidad de cada una de las tomas. Las lecturas deberán estar dentro de los valores adecuados para cada motor.

Comprobar sujeción del motor: Comprobar que se encuentran correctamente apretadas las tuercas de los tornillos de sujeción del motor, en caso de no ser así, apretarlas.

Controlar nivel de aceite del reductor: Mediante una llave *Allen* quitar el tapón y observar el nivel de aceite que tiene que estar justo por debajo del tapón.

Ventilador

Si se van a realizar trabajos en el ventilador, se debe desconectar el interruptor principal.

Limpieza de las palas del ventilador: La limpieza de las palas del ventilador se realizará con agua a presión.

Comprobar sujeción del ventilador: Comprobar que se encuentran correctamente apretadas las tuercas de los tornillos de sujeción del ventilador, en caso de no ser así, apretarlas.

Las tareas de mantenimiento del motor y ventilador deben de realizarse por un servicio oficial SULZER.

Bomba de impulsión

Si se van a realizar trabajos en la bomba de impulsión, se debe desconectar el interruptor principal.

Comprobar el consumo del motor de la bomba de impulsión: Esta operación se realizará de manera análoga a lo indicado en las tareas del motor o reductor.

Desmontaje de la bomba de impulsión: Para desmontar la bomba de impulsión, desacoplar las bridas de la tubería del circuito secundario y del tubo de aspiración y las sujeciones de la bancada.

Persianas

Limpieza de las persianas: La limpieza de las persianas se realizará con agua a presión. Para una correcta limpieza de las persianas es necesario el desmontaje adecuado de las mismas.

Para el montaje y desmontaje de las persianas proceder según lo indicado en el apartado 4.5.5.1.2, según el tipo de persiana suministrado.

4.6 Hojas de especificación de la instalación de refrigeración

En este apartado se establecen las especificaciones de los materiales y elementos que constituyen la instalación de refrigeración. Los elementos de los cuales se ha elaborado una hoja de especificaciones indican a continuación:

- Máquina de absorción (Tabla 4.4)
- Fan-coil RFC 130 (Tabla 4.5)
- Fan-coil RFC 330 (Tabla 4.6)
- Fan-coil RFC 430 (Tabla 4.7)
- Fan-coil RFR 1 (Tabla 4.8)
- Fan-coil RFR 3 (Tabla 4.9)
- Fan-coil RFR 4 (Tabla 4.10)
- Torre de refrigeración (Tabla 4.11)
- Válvula de equilibrado dinámico (Tabla 4.12)
- Bomba de circulación CHV (Tabla 4.13)
- Bomba de circulación TPE Serie 1000 (Tabla 4.14)
- Tubería multicapa Balpex (Tabla 4.15)
- Tubería multicapa Unipipe (Tabla 4.16)
- Aislamiento térmico Armaflex (Tabla 4.17)
- Aislamiento térmico Isover (Tabla 4.18)
- Vaso de expansión circuito agua fría (Tabla 4.19)
- Vaso de expansión circuito torre de refrigeración (Tabla 4.20)
- Manómetro vertical (Tabla 4.21)
- Filtro de partículas (Tabla 4.22)
- Válvula de bola (Tabla 4.23)
- Válvula de retención (Tabla 4.24)
- Válvula de seguridad (Tabla 4.25)
- Válvula de 3 vías motorizada (Tabla 4.26)

- Termostato (Tabla 4.27)
- Centralita de regulación (Tabla 4.28)

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Máquina de absorción	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Máquina de refrigeración por absorción de simple efecto alimentada con agua caliente, enfría el agua que circula por los fan-coils de las viviendas.		
Marca comercial: 	Modelo: LWM-W008	
Datos técnicos: Capacidad nominal de refrigeración: 263,7 kW <i>Circuito agua enfriada</i> Temperatura entrada/salida: 12 / 7 °C Caudal: 45,7 m ³ /h Caída de presión: 65,7 kPa <i>Circuito agua de refrigeración</i> Temperatura entrada/salida: 29,4 / 35 °C Caudal: 97,9 m ³ /h Caída de presión: 26,5 kPa <i>Circuito agua caliente</i> Temperatura entrada salida: 95/80 °C Caudal: 21,2 m ³ /h Caída de presión: 8,8 kPa <i>Datos eléctricos</i> Fuente: 400 V, 50 Hz Bomba absorbente n°1: 2 kW, 4,5 A Bomba de refrigerante: 0,2 kW, 1,07 A Bomba de purga: 0,4 kW, 1,52 A Tablero de control: 0,3 kW, 0,48 A Corriente total: 7,57 A <i>Peso</i> En funcionamiento: 4,3 toneladas De transporte: 3,7 toneladas	Esquema/imagen: 	
Dimensiones: Largo: 2547 mm Ancho: 1355 mm Alto: 2150 mm		

Tabla 4.4 - Hoja de especificaciones de la máquina de refrigeración por absorción


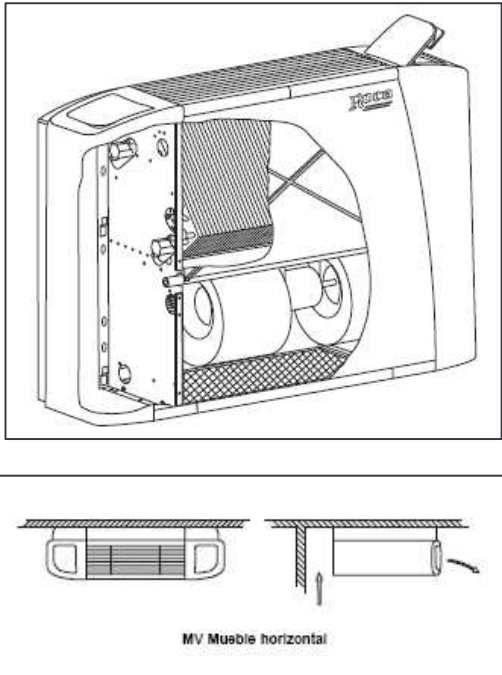
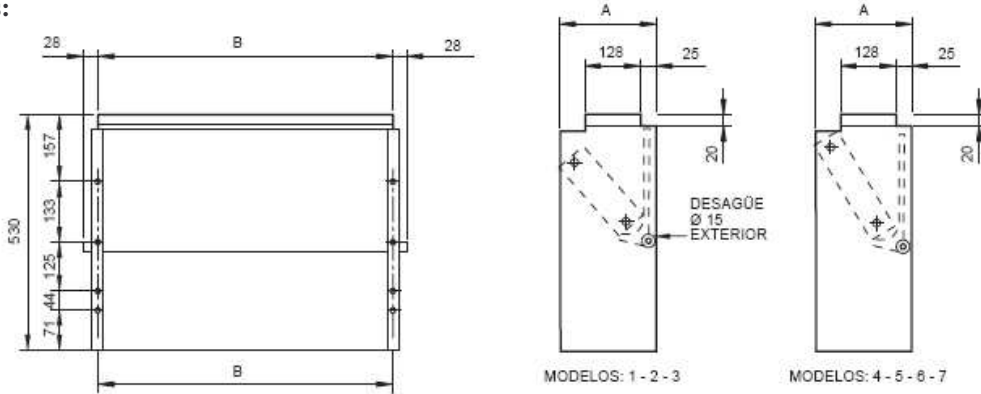
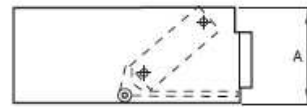
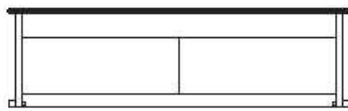
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.		
Marca comercial:	 Modelo: RFC 130	
Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventiladores centrífugos de doble aspiración, con turbinas equilibradas estática y dinámicamente, directamente fijadas al eje del motor. Batería de intercambio térmico de tipo reversible. Filtro regenerable con eficacia del 73%. Motor eléctrico monofásico, con cuatro velocidades, tres de las cuales son conectables, con condensador permanentemente activado, montado sobre soportes antivibratorios; grado de protección IP 21 y clase B.		
Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de poliéster con resinas sintéticas. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> turbinas de aluminio. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.	Esquema/imagen: 	

Tabla 4.5 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 130

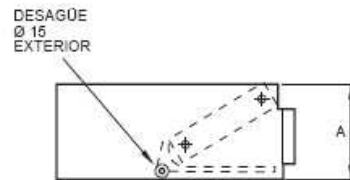
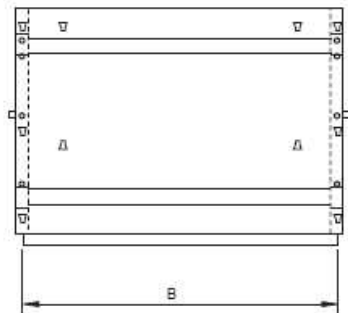
Dimensiones:



IV - IO



MODELOS: 1 - 2 - 3



MODELOS: 4 - 5 - 6 - 7

IV - IO Instalado horizontalmente

Modelo	130	140	230	240	330	340	430	440	530	540	630	640	730	740
kg	14	16	18	21	21	24	22	25	26	30	35	41	36	42
l ^(a)	0,6	0,8	0,9	1,3	1,3	1,7	1,6	2,2	1,7	2,4	1,9	2,8	1,9	2,8
A	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	248	248	248	248
B	454	454	669	669	884	884	884	884	1 099	1 099	1 099	1 099	1 099	1 099
L	770	770	985	985	1 200	1 200	1 200	1 200	1 415	1 415	1 415	1 415	1 415	1 415
H	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	255	255	255	255

(a) Contenido de agua en litros

Tabla 4.5 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 130 (continuación)


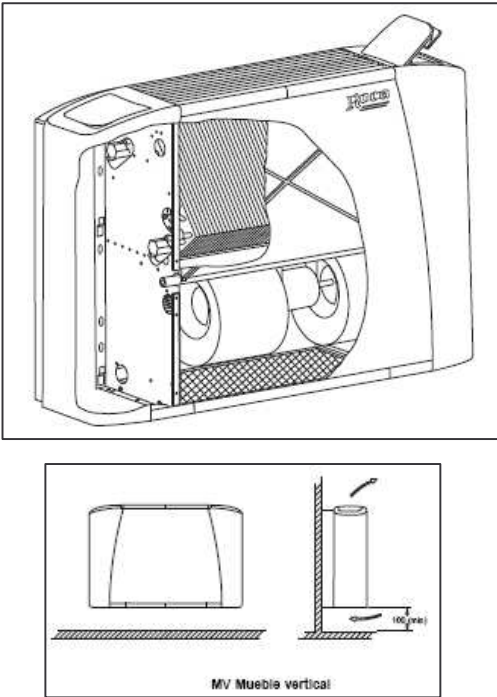
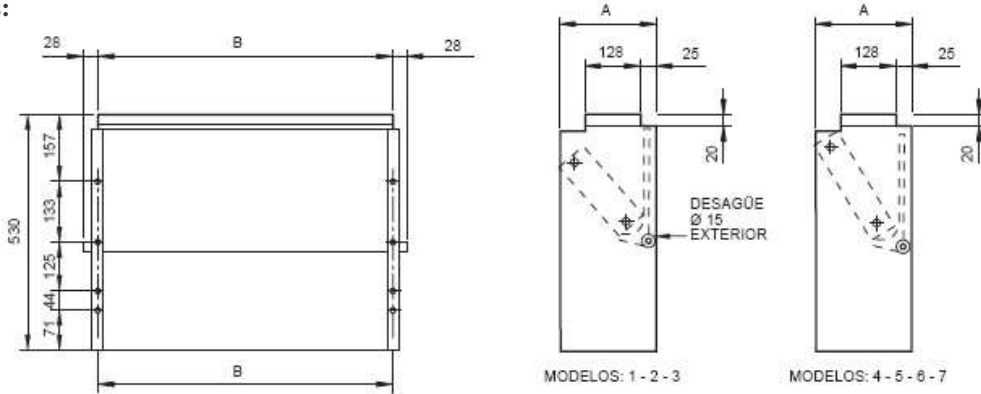
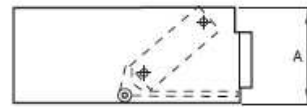
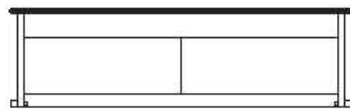
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.		
Marca comercial:		Modelo: RFC 330
Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventiladores centrífugos de doble aspiración, con turbinas equilibradas estática y dinámicamente, directamente fijadas al eje del motor. Batería de intercambio térmico de tipo reversible. Filtro regenerable con eficacia del 73%. Motor eléctrico monofásico, con cuatro velocidades, tres de las cuales son conectables, con condensador permanentemente activado, montado sobre soportes antivibratorios; grado de protección IP 21 y clase B.	Esquema/imagen: 	
Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de poliéster con resinas sintéticas. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> turbinas de aluminio. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.		

Tabla 4.6 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 330

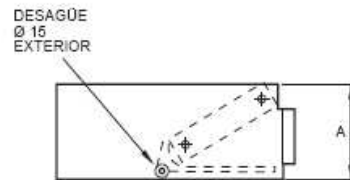
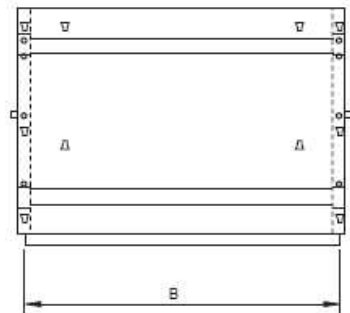
Dimensiones:



IV - IO



MODELOS: 1 - 2 - 3



MODELOS: 4 - 5 - 6 - 7

IV - IO Instalado horizontalmente

Modelo	130	140	230	240	330	340	430	440	530	540	630	640	730	740
kg	14	16	18	21	21	24	22	25	26	30	35	41	36	42
l ^(a)	0,6	0,8	0,9	1,3	1,3	1,7	1,6	2,2	1,7	2,4	1,9	2,8	1,9	2,8
A	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	248	248	248	248
B	454	454	669	669	884	884	884	884	1 099	1 099	1 099	1 099	1 099	1 099
L	770	770	985	985	1 200	1 200	1 200	1 200	1 415	1 415	1 415	1 415	1 415	1 415
H	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	255	255	255	255

(a) Contenido de agua en litros

Tabla 4.6 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 330 (continuación)


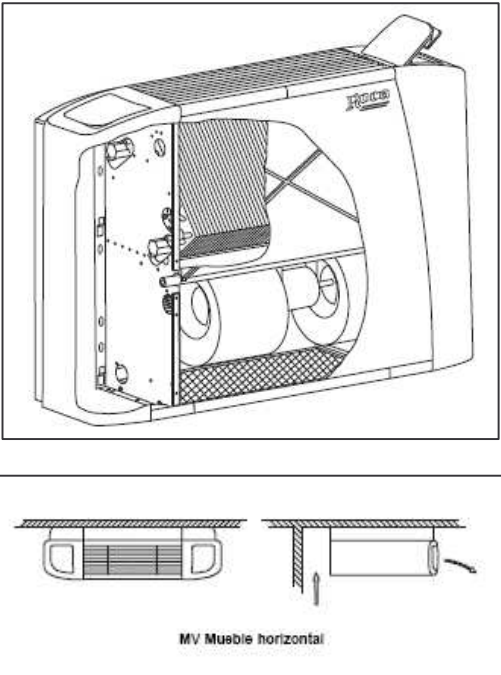
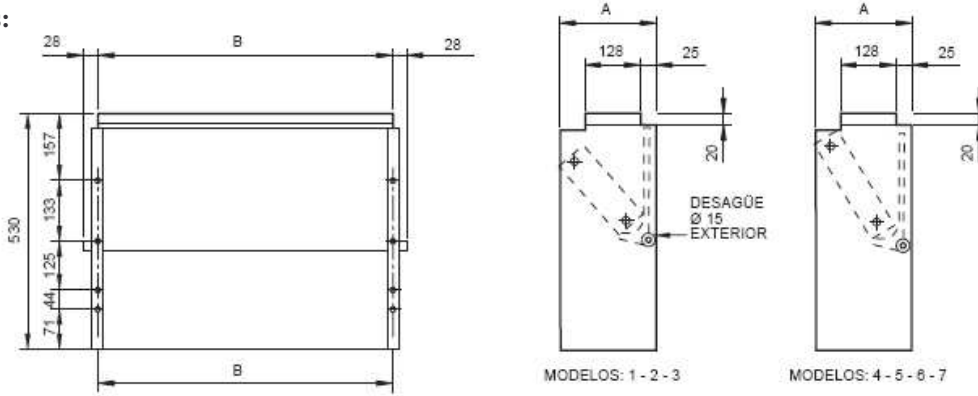
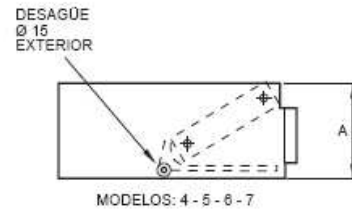
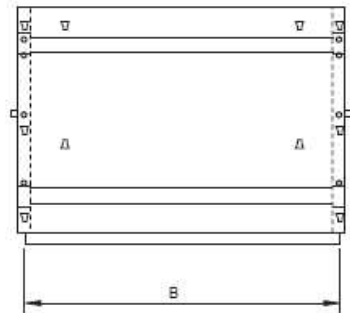
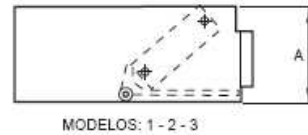
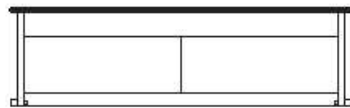
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.		
Marca comercial:	 Modelo: RFC 430	
Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventiladores centrífugos de doble aspiración, con turbinas equilibradas estática y dinámicamente, directamente fijadas al eje del motor. Batería de intercambio térmico de tipo reversible. Filtro regenerable con eficacia del 73%. Motor eléctrico monofásico, con cuatro velocidades, tres de las cuales son conectables, con condensador permanentemente activado, montado sobre soportes antivibratorios; grado de protección IP 21 y clase B.	Esquema/imagen: 	
Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de poliéster con resinas sintéticas. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> turbinas de aluminio. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.		

Tabla 4.7 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 430

Dimensiones:



IV - IO



IV - IO Instalado horizontalmente

Modelo	130	140	230	240	330	340	430	440	530	540	630	640	730	740
kg	14	16	18	21	21	24	22	25	26	30	35	41	36	42
l ^(a)	0,6	0,8	0,9	1,3	1,3	1,7	1,6	2,2	1,7	2,4	1,9	2,8	1,9	2,8
A	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	248	248	248	248
B	454	454	669	669	884	884	884	884	1099	1099	1099	1099	1099	1099
L	770	770	985	985	1200	1200	1200	1200	1415	1415	1415	1415	1415	1415
H	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	255	255	255	255

(a) Contenido de agua en litros

Tabla 4.7 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFC 430 (continuación)


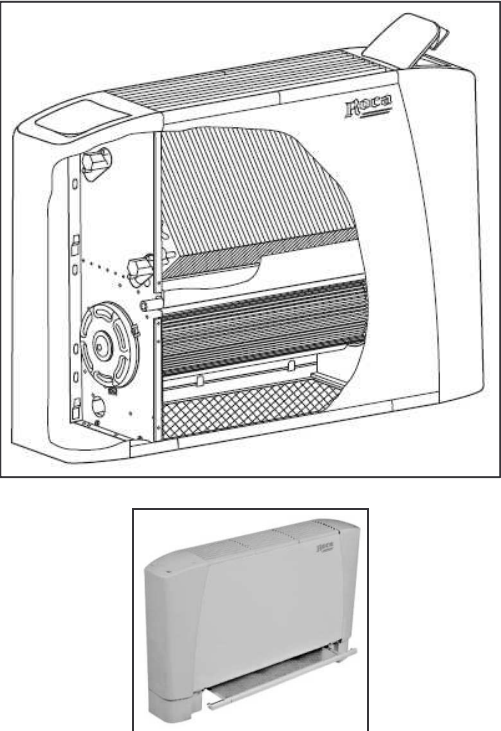
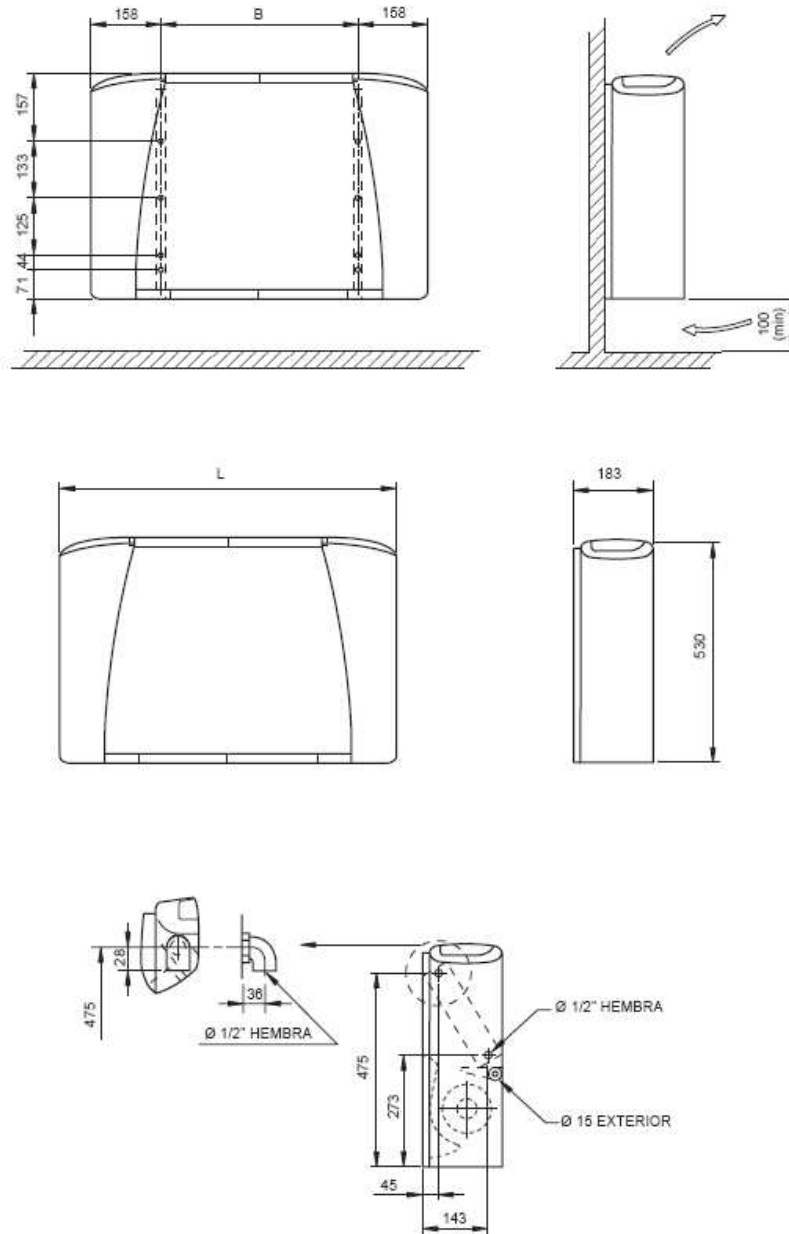
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008																											
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.																													
Marca comercial:	Modelo: RFR 1																												
<p>Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventilador tangencial de 120 mm de diámetro con soporte de goma y aletas cóncavas colocadas en sentido espiroidal a lo largo del ventilador. Filtro regenerable. Motor eléctrico monofásico, con tres velocidades, con condensador permanentemente activado y dotado de protección térmica (klixon), montado sobre un soporte amortiguador de vibraciones y colocado fuera de la estructura interna; grado de protección IP 21 y clase B.</p> <table border="1" data-bbox="240 1122 804 1480"> <thead> <tr> <th>Velocidad</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caudal aire (m³/h)</td> <td>110</td> <td>150</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>Refrigeración (kW)</td> <td>0,63</td> <td>0,78</td> <td>0,88</td> </tr> <tr> <td>Caída de presión (kPa)</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Motor (W)</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Potencia acústica (dBA)</td> <td>31</td> <td>35</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Presión acústica (dBA)</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table>	Velocidad	1	2	3	Caudal aire (m ³ /h)	110	150	180	Refrigeración (kW)	0,63	0,78	0,88	Caída de presión (kPa)	6	9	11	Motor (W)	15	20	25	Potencia acústica (dBA)	31	35	42	Presión acústica (dBA)	22	26	33	<p>Esquema/imagen:</p> 
Velocidad	1	2	3																										
Caudal aire (m ³ /h)	110	150	180																										
Refrigeración (kW)	0,63	0,78	0,88																										
Caída de presión (kPa)	6	9	11																										
Motor (W)	15	20	25																										
Potencia acústica (dBA)	31	35	42																										
Presión acústica (dBA)	22	26	33																										
<p>Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de polipropileno de nido de abeja. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> el sistema envolvente del grupo está formado por dos capas, una externa de PVC y una interna de chapa perforada debidamente perfilada. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.</p>																													

Tabla 4.8 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR 1

Dimensiones: Versión MV



Modelo	1	2	3	4
L mm	670	770	985	1 200
B mm	354	454	669	884
Peso (kg)	12	13	18	20
Cont. agua (l)	0,4	0,5	0,8	1,1

Tabla 4.8 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR I (continuación)


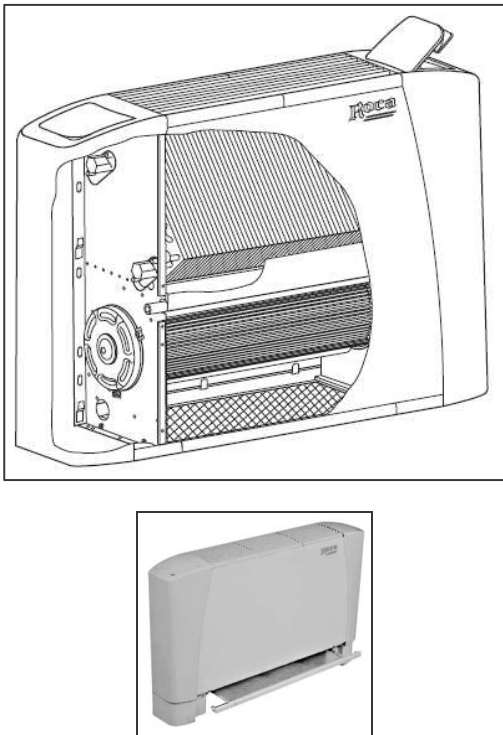
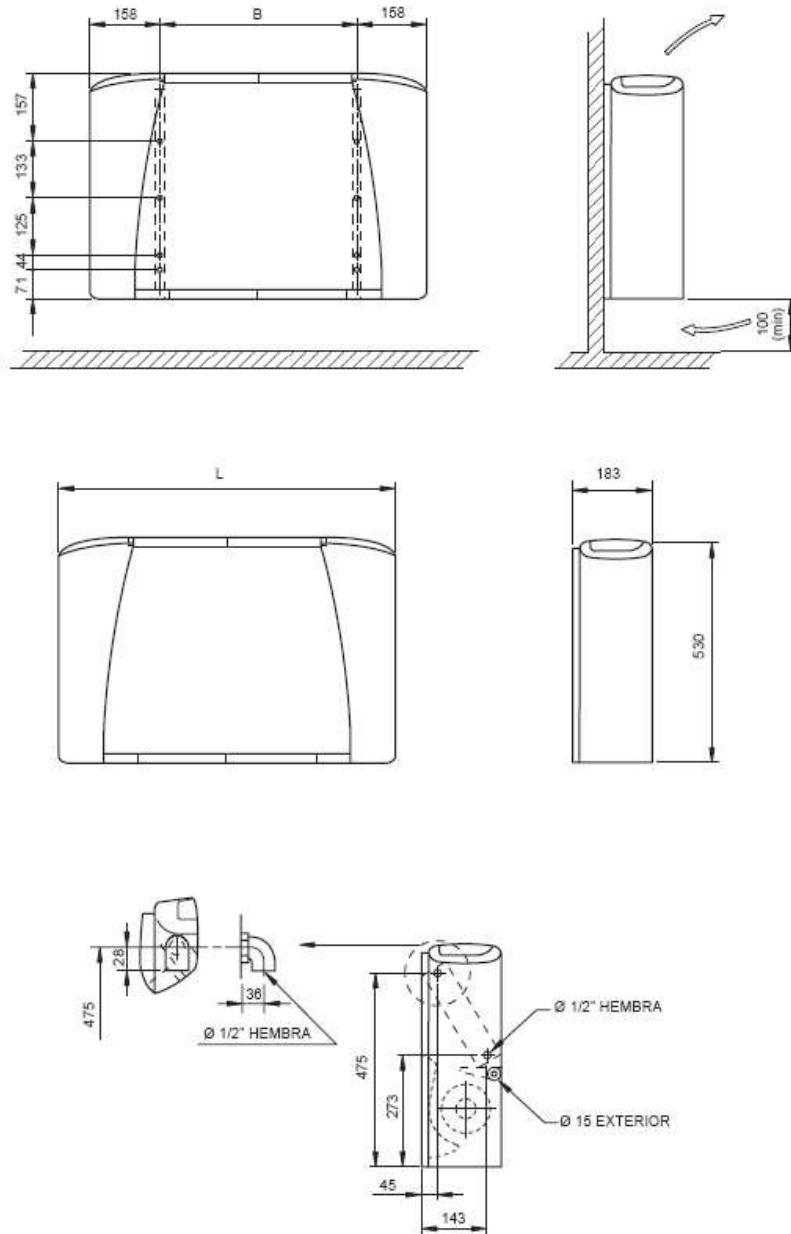
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.		
Marca comercial: 	Modelo: RFR 3	
Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventilador tangencial de 120 mm de diámetro con soporte de goma y aletas cóncavas colocadas en sentido espiroidal a lo largo del ventilador. Filtro regenerable. Motor eléctrico monofásico, con tres velocidades, con condensador permanentemente activado y dotado de protección térmica (klixon), montado sobre un soporte amortiguador de vibraciones y colocado fuera de la estructura interna; grado de protección IP 21 y clase B.	Esquema/imagen: 	
Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de polipropileno de nido de abeja. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> el sistema envolvente del grupo está formado por dos capas, una externa de PVC y una interna de chapa perforada debidamente perfilada. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.		

Tabla 4.9 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR 3

Dimensiones: Versión MV



Modelo	1	2	3	4
L mm	670	770	985	1 200
B mm	354	454	669	884
Peso (kg)	12	13	18	20
Cont. agua (l)	0,4	0,5	0,8	1,1

Tabla 4.9 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR 3 (continuación)


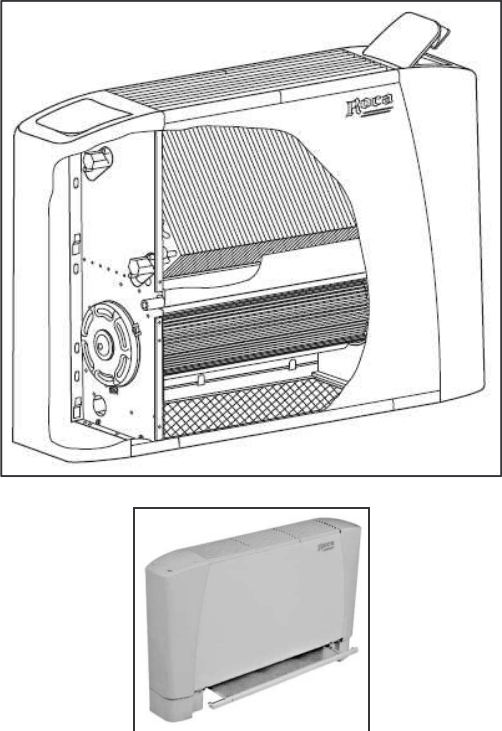
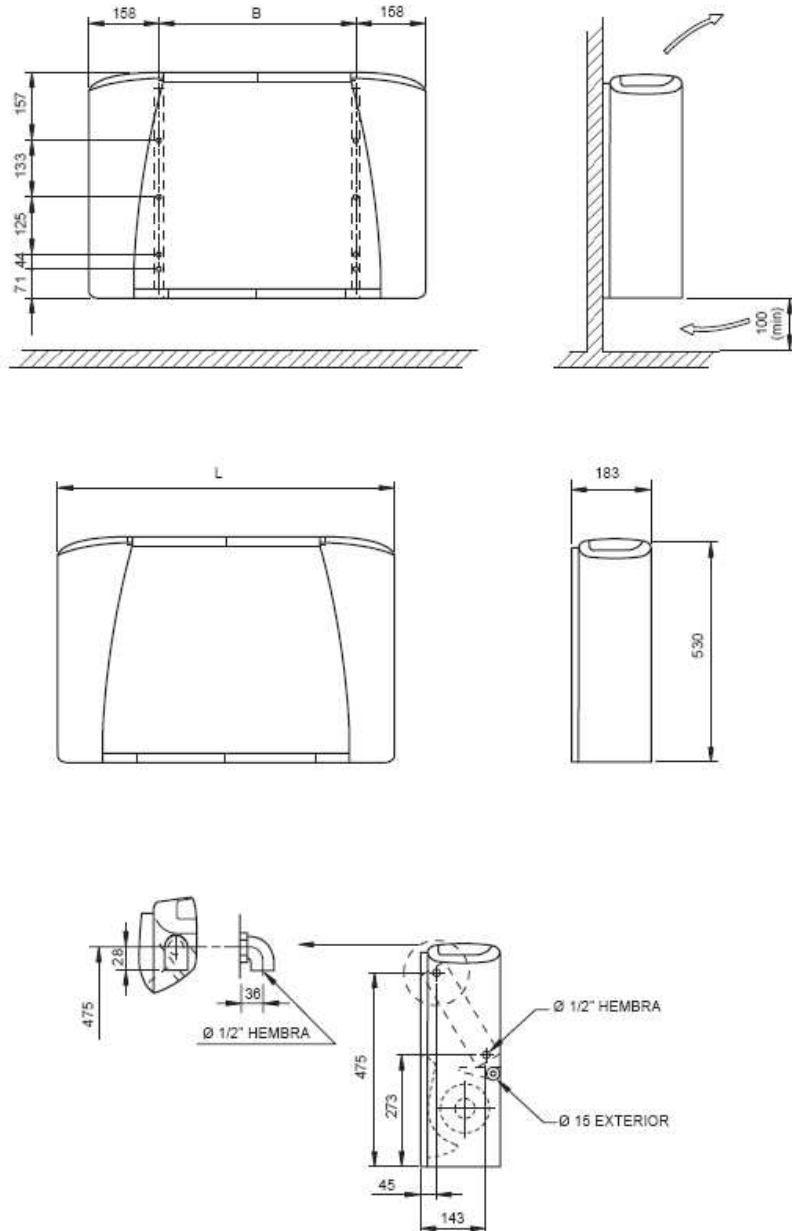
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Fan-coil	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Proporcionar frío a las dependencias de las viviendas para crear un ambiente confortable para sus ocupantes.		
Marca comercial: 	Modelo: RFR 4	
Datos técnicos: Rejilla de entrada de aire de tipo reversible con aletas fijas. Ventilador tangencial de 120 mm de diámetro con soporte de goma y aletas cóncavas colocadas en sentido espiroidal a lo largo del ventilador. Filtro regenerable. Motor eléctrico monofásico, con tres velocidades, con condensador permanentemente activado y dotado de protección térmica (klixon), montado sobre un soporte amortiguador de vibraciones y colocado fuera de la estructura interna; grado de protección IP 21 y clase B.	Esquema/imagen: 	
Materiales de construcción: <i>Mueble de cobertura:</i> paneles laterales sintéticos antichoque y sección frontal de plancha de acero galvanizada en caliente y prebarnizada. <i>Rejilla de entrada del aire:</i> material sintético. <i>Chasis interno:</i> chapa galvanizada, pared posterior aislada con espuma aislante. <i>Filtro:</i> fibras de polipropileno de nido de abeja. El armazón, de chapa galvanizada está insertado en unas guías de PVC fijadas al chasis interno que permiten una fácil extracción. <i>Grupo ventilador:</i> el sistema envolvente del grupo está formado por dos capas, una externa de PVC y una interna de chapa perforada debidamente perfilada. <i>Batería de intercambio térmico:</i> construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. <i>Bandeja de recuperación del agua de condensación:</i> plástico, con forma de L y está fijada a la estructura interna.		

Tabla 4.10 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR 4

Dimensiones: Versión MV



Modelo		1	2	3	4
L	mm	670	770	985	1 200
B	mm	354	454	669	884
Peso	(kg)	12	13	18	20
Cont. agua	(l)	0,4	0,5	0,8	1,1

Tabla 4.10 - Hoja de especificaciones de los fan-coils RFR 4 (continuación)


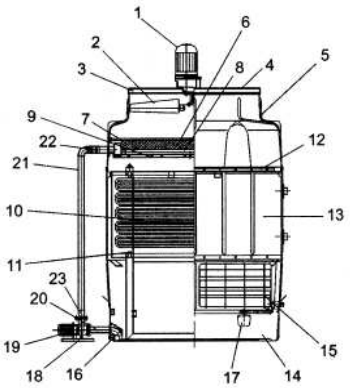
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Torre de refrigeración</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																
<p>Función: Enfriar el circuito de agua de refrigeración que proviene de la máquina de refrigeración por absorción.</p>																																		
<p>Marca comercial:</p>		<p>Modelo: EWK-C 1260/5</p>																																
<p>Datos técnicos: Transmisión directa, sin correas ni poleas. Batería Sulzer HCS (High Conductivity System). Bomba recirculación: centrífuga de cuerpo espiral hidráulica y dimensiones según DIN 24255. Dispone de conexiones para el llenado y medición de la presión. Equipamiento adicional: -Silenciador de descarga -Escaleras y plataforma de acceso al motor-ventilador. -Interruptor de vibraciones. -Control de nivel en bandeja -Winter Pack: resistencias y termostatos -Motores de dos velocidades</p> <table border="1" data-bbox="279 1205 762 1413"> <tr> <td>Peso vacío (kg)</td> <td>7265</td> </tr> <tr> <td>Peso servicio (kg)</td> <td>13865</td> </tr> <tr> <td>Bomba recirculación (kW)</td> <td>2 x 2,2</td> </tr> <tr> <td>Potencia ventilador (kW)</td> <td>13,5</td> </tr> </table>	Peso vacío (kg)	7265	Peso servicio (kg)	13865	Bomba recirculación (kW)	2 x 2,2	Potencia ventilador (kW)	13,5	<p>Esquema/imagen:</p>  <table border="0" data-bbox="885 1238 1420 1473"> <tr> <td>1. Motor / Motor y reductor</td> <td>13. Envolverte</td> </tr> <tr> <td>2. Ventilador</td> <td>14. Bandeja</td> </tr> <tr> <td>3. Aro soporte ventilador</td> <td>15. Persianas estándar</td> </tr> <tr> <td>4. Protección del ventilador</td> <td>16. Filtro</td> </tr> <tr> <td>5. Caperuza</td> <td>17. Válvula de flotador</td> </tr> <tr> <td>6. Panel separador de gotas</td> <td>18. Bancada de la bomba</td> </tr> <tr> <td>7. Soporte separador de gotas</td> <td>19. Motobomba</td> </tr> <tr> <td>8. Tubo distribuidor</td> <td>20. Tubo de aspiración</td> </tr> <tr> <td>9. Toberas</td> <td>21. Tubo de impulsión con codo y brida</td> </tr> <tr> <td>10. Batería de intercambio</td> <td>22. Manguito flexible</td> </tr> <tr> <td>11. Soporte batería</td> <td>23. Tubo con brida</td> </tr> <tr> <td>12. Junta de goma</td> <td></td> </tr> </table>		1. Motor / Motor y reductor	13. Envolverte	2. Ventilador	14. Bandeja	3. Aro soporte ventilador	15. Persianas estándar	4. Protección del ventilador	16. Filtro	5. Caperuza	17. Válvula de flotador	6. Panel separador de gotas	18. Bancada de la bomba	7. Soporte separador de gotas	19. Motobomba	8. Tubo distribuidor	20. Tubo de aspiración	9. Toberas	21. Tubo de impulsión con codo y brida	10. Batería de intercambio	22. Manguito flexible	11. Soporte batería	23. Tubo con brida	12. Junta de goma	
Peso vacío (kg)	7265																																	
Peso servicio (kg)	13865																																	
Bomba recirculación (kW)	2 x 2,2																																	
Potencia ventilador (kW)	13,5																																	
1. Motor / Motor y reductor	13. Envolverte																																	
2. Ventilador	14. Bandeja																																	
3. Aro soporte ventilador	15. Persianas estándar																																	
4. Protección del ventilador	16. Filtro																																	
5. Caperuza	17. Válvula de flotador																																	
6. Panel separador de gotas	18. Bancada de la bomba																																	
7. Soporte separador de gotas	19. Motobomba																																	
8. Tubo distribuidor	20. Tubo de aspiración																																	
9. Toberas	21. Tubo de impulsión con codo y brida																																	
10. Batería de intercambio	22. Manguito flexible																																	
11. Soporte batería	23. Tubo con brida																																	
12. Junta de goma																																		
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo de la torre y bandeja de recogida:</i> poliéster, reforzado con fibra de vidrio. <i>Intercambiador de calor:</i> acero galvanizado por inmersión. <i>Colector de distribución principal:</i> acero galvanizado. <i>Toberas:</i> material sintético. <i>Tubería de impulsión:</i> PVC.</p>																																		
<p>Dimensiones: Largo: 4260 mm Ancho: 3040 mm Alto: 4360 mm</p>																																		

Tabla 4.11 - Hoja de especificaciones de la torre de refrigeración



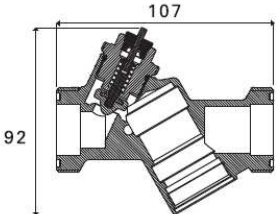

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Válvula de zona y equilibrado dinámico de dos vías	Fecha: 15 - 7 - 2008																
Función: Equilibrar hidráulicamente las unidades terminales (fan-coils) de la instalación de refrigeración.																		
Marca comercial: 	Modelo: Frese Eva																	
Datos técnicos: <table border="1" data-bbox="199 817 842 1227"> <tr> <td>Rango de presión (kPa)</td> <td>7 - 410</td> </tr> <tr> <td>Rango de caudal (l/h)</td> <td>25 - 2448</td> </tr> <tr> <td>Kv</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Presión nominal</td> <td>PN 25</td> </tr> <tr> <td>Temperatura admisible del fluido (°C)</td> <td>0 - 95</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente admisible (°C)</td> <td>0 - 50</td> </tr> <tr> <td>Peso (kg)</td> <td>0,66</td> </tr> <tr> <td>Máxima presión diferencial cartucho (kPa)</td> <td>600</td> </tr> </table>	Rango de presión (kPa)	7 - 410	Rango de caudal (l/h)	25 - 2448	Kv	3	Presión nominal	PN 25	Temperatura admisible del fluido (°C)	0 - 95	Temperatura ambiente admisible (°C)	0 - 50	Peso (kg)	0,66	Máxima presión diferencial cartucho (kPa)	600	Esquema/imagen: 	
Rango de presión (kPa)	7 - 410																	
Rango de caudal (l/h)	25 - 2448																	
Kv	3																	
Presión nominal	PN 25																	
Temperatura admisible del fluido (°C)	0 - 95																	
Temperatura ambiente admisible (°C)	0 - 50																	
Peso (kg)	0,66																	
Máxima presión diferencial cartucho (kPa)	600																	
Materiales de construcción: <i>Cuerpo de la válvula:</i> latón estampado. <i>Juntas:</i> EPDM 281. <i>Cartucho:</i> latón niquelado y zincado. <i>Muelle cartucho:</i> acero inoxidable. <i>Membrana cartucho:</i> EPDM reforzado.																		
Dimensiones: expresadas en mm. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>																		

Tabla 4.12 - Hoja de especificaciones de las válvulas de equilibrado


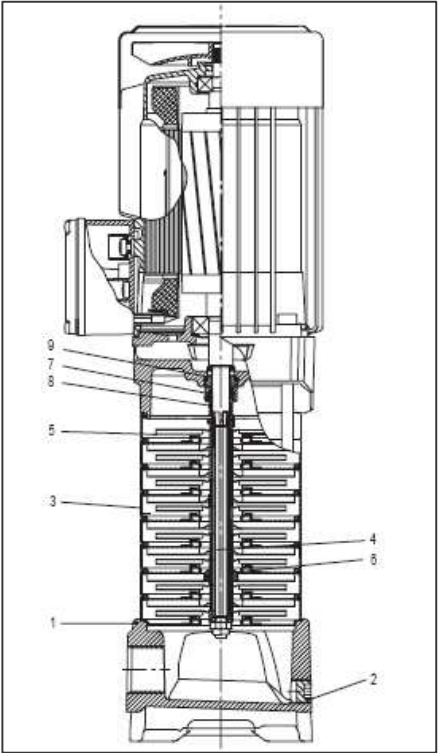
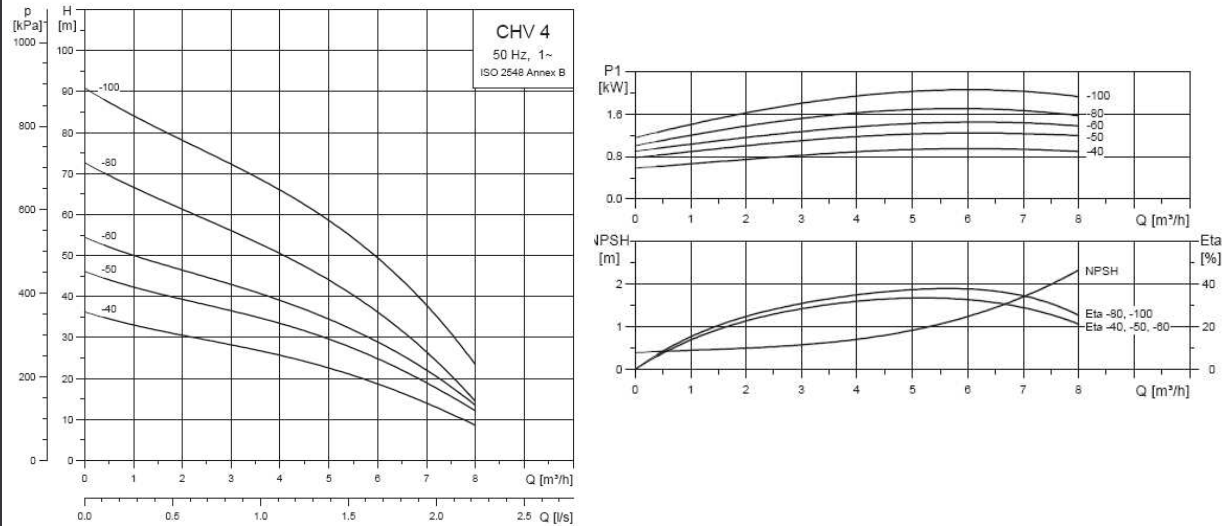
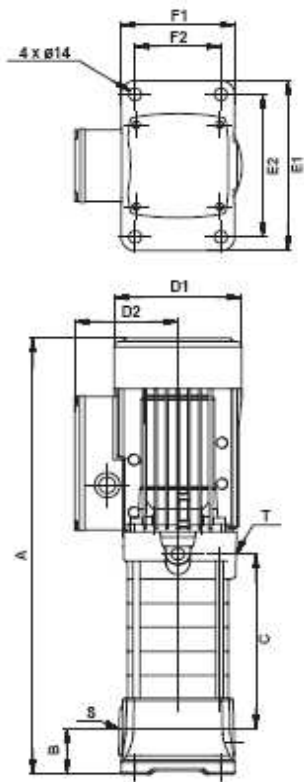
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Bomba de circulación	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Impulsar el agua fría desde el circuito de conexión I hasta los fan-coils.		
Marca comercial: 	Modelo: CHV 4-100	
Datos técnicos: Bomba centrífuga vertical no autocebante, con un cierre mecánico libre de mantenimiento y eje de bomba/motor prolongado. Motor tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado.	Esquema/imagen: 	
Materiales de construcción: 1 – Cámara de aspiración: fundición. 2 – Tapón de purga, tapón de cebado: acero. 3 – Cámara: acero inoxidable. 4 – Eje de la bomba: acero inoxidable. 5 – Impulsor: acero inoxidable. 6 – Cojinete: carburo de tungsteno. 7 – Superficies del cierre: carbono/cerámica. 8 – Muelle: acero inoxidable. 9 – Cabezal de la bomba: fundición. Juntas tóricas: FKM.		

Tabla 4.13 - Hoja de especificaciones de las bombas de circulación CHV

Curvas características:



Dimensiones:



A (mm)	695
B (mm)	50
C (mm)	330
D1 (mm)	178
D2 (mm)	139
E1 (mm)	191
E2 (mm)	160
F1 (mm)	126
F2 (mm)	95

Tabla 4.13 - Hoja de especificaciones de las bombas de circulación CHV (continuación)


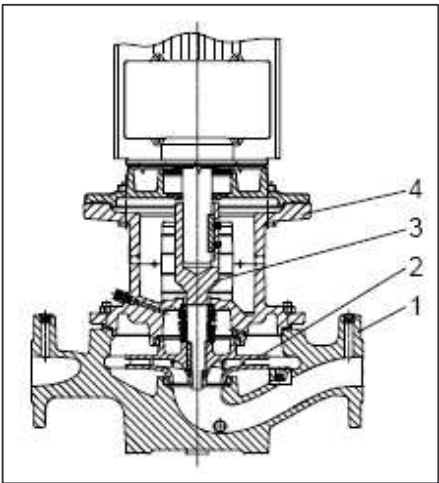
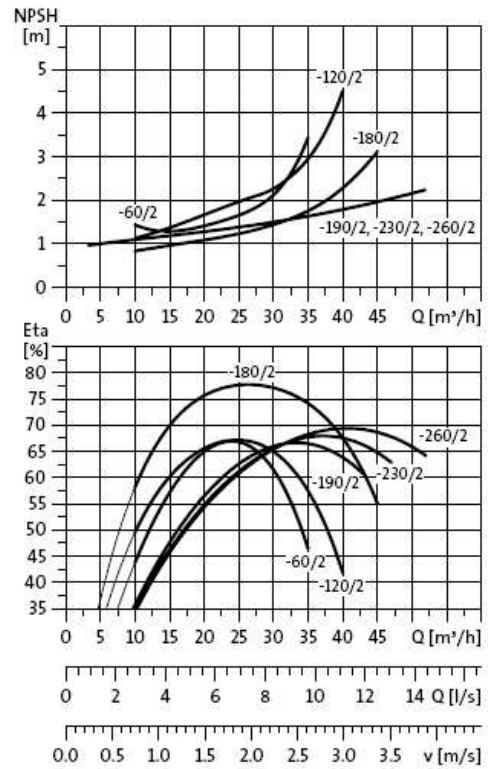
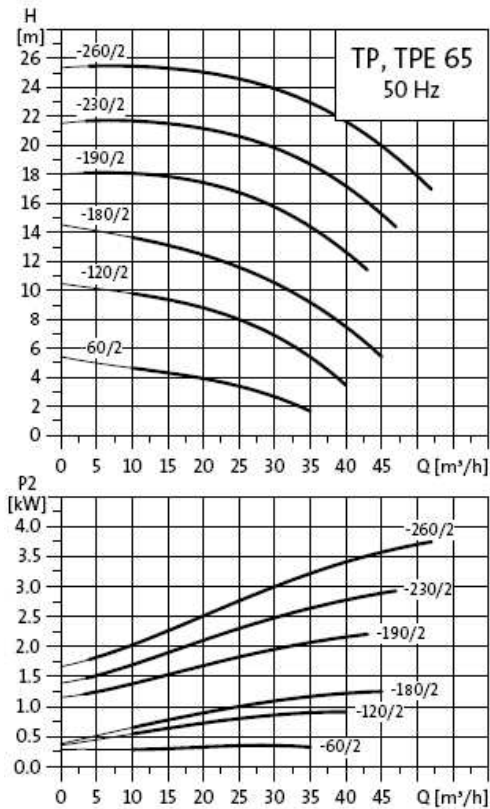
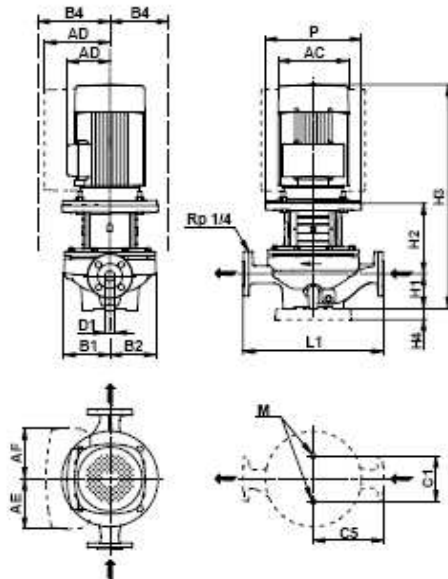
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Bomba de circulación	Fecha: 15 - 7 - 2008																						
Función: Impulsar el agua fría desde la máquina de absorción hasta el circuito de conexión I.																								
Marca comercial: 	Modelo: TPE Serie 1000 65-190/2																							
Datos técnicos: Bomba centrífuga monocelular en línea con cierre mecánico. Tipo de acoplamiento compacto (bomba y motor son unidades separadas). El motor asíncrono es de alto rendimiento, se refrigera por ventilador, e incorpora un variador de frecuencia, diseñado para ajustar de forma continua la presión al caudal. <table border="1" data-bbox="189 996 852 1563"> <tr> <td>Temperatura del líquido (°C)</td> <td>-25 – 140</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máxima (°C)</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Potencia motor (kW)</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td>Velocidad nominal motor (r.p.m.)</td> <td>2900</td> </tr> <tr> <td>Clase de protección motor</td> <td>IP 55</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislamiento motor</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Tensiones estándar motor (V)</td> <td>3 x 380 - 480</td> </tr> <tr> <td>Peso neto (kg)</td> <td>63,1</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto (kg)</td> <td>68,7</td> </tr> <tr> <td>Volumen (m³)</td> <td>0,184</td> </tr> </table>	Temperatura del líquido (°C)	-25 – 140	Temperatura ambiente máxima (°C)	60	Presión máxima de funcionamiento (bar)	16	Potencia motor (kW)	2,2	Velocidad nominal motor (r.p.m.)	2900	Clase de protección motor	IP 55	Clase de aislamiento motor	F	Tensiones estándar motor (V)	3 x 380 - 480	Peso neto (kg)	63,1	Peso bruto (kg)	68,7	Volumen (m ³)	0,184	Esquema/imagen: 	
Temperatura del líquido (°C)	-25 – 140																							
Temperatura ambiente máxima (°C)	60																							
Presión máxima de funcionamiento (bar)	16																							
Potencia motor (kW)	2,2																							
Velocidad nominal motor (r.p.m.)	2900																							
Clase de protección motor	IP 55																							
Clase de aislamiento motor	F																							
Tensiones estándar motor (V)	3 x 380 - 480																							
Peso neto (kg)	63,1																							
Peso bruto (kg)	68,7																							
Volumen (m ³)	0,184																							
Materiales de construcción: 1 – <i>Cuerpo de la bomba:</i> fundición. 2 – <i>Impulsor:</i> fundición, bronce. 3 – <i>Eje/acoplamiento de casquillo:</i> acero/acero inoxidable. 4 – <i>SopORTE de motor/cabezal de bomba:</i> fundición. <i>Cierres secundarios:</i> EPDM. <i>Cara giratoria de cierre:</i> carbono impregnado con metal, carburo de silicio. <i>SopORTE estacionario:</i> carburo de silicio.																								

Tabla 4.14 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación TPE Serie 1000

Curvas características:



Dimensiones:



D1 (mm)	65
AC (mm)	178
AD (mm)	167
AE (mm)	132
AF (mm)	132
P (mm)	200
B1 (mm)	142
B2 (mm)	124
B4 (mm)	167
C1 (mm)	144
C5 (mm)	180
L1 (mm)	360
H1 (mm)	105
H2 (mm)	172
H3 (mm)	598

Tabla 4.14 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación TPE Serie 1000 (continuación)


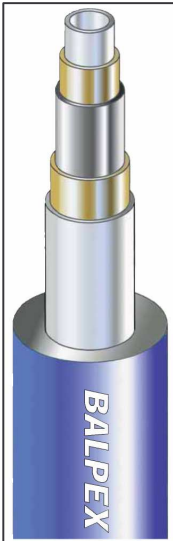
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Tubería flexible multicapa	Fecha: 15 - 7 - 2008																									
Función: Conducir el agua fría de la instalación de refrigeración.																											
Marca comercial: 	Modelo: Balpex																										
Datos técnicos: Tubería atóxica, con alta resistencia mecánica y química, y difícilmente inflamable. Impermeable a los gases y rayos ultravioleta. Las conexiones no utilizan pegamento, ni necesita calentamiento para su doblado.	Esquema/imagen: 																										
<table border="1"> <tr> <td>Coeficiente de porosidad interna (mm)</td> <td>0,007</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de servicio (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de servicio continuo (°C)</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de servicio temporal (°C)</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente de dilatación térmica (mm/m·K)</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>Conductividad térmica (W/m·K)</td> <td>0,43</td> </tr> </table>	Coeficiente de porosidad interna (mm)	0,007	Presión máxima de servicio (bar)	10	Temperatura máxima de servicio continuo (°C)	95	Temperatura máxima de servicio temporal (°C)	110	Coeficiente de dilatación térmica (mm/m·K)	0,025	Conductividad térmica (W/m·K)	0,43															
Coeficiente de porosidad interna (mm)	0,007																										
Presión máxima de servicio (bar)	10																										
Temperatura máxima de servicio continuo (°C)	95																										
Temperatura máxima de servicio temporal (°C)	110																										
Coeficiente de dilatación térmica (mm/m·K)	0,025																										
Conductividad térmica (W/m·K)	0,43																										
Materiales de construcción: Tubería: Polietileno-Aluminio-Polietileno. Conexiones: bronce.																											
Dimensiones: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tubería</th> <th>Diámetro exterior (mm)</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor pared (mm)</th> <th>Longitud rollo (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40x3,5</td> <td>40</td> <td>33</td> <td>3,5</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>26x3</td> <td>26</td> <td>20</td> <td>3</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>18x2</td> <td>18</td> <td>14</td> <td>2</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>14x2</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>			Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Longitud rollo (m)	40x3,5	40	33	3,5	50	26x3	26	20	3	50	18x2	18	14	2	100	14x2	14	10	2	100
Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Longitud rollo (m)																							
40x3,5	40	33	3,5	50																							
26x3	26	20	3	50																							
18x2	18	14	2	100																							
14x2	14	10	2	100																							

Tabla 4.15 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa Balpex



Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Tubería flexible multicapa	Fecha: 15 - 7 - 2008																									
Función: Conducir el agua frías de la instalación de refrigeración.																											
Marca comercial: 	Modelo: Unipipe																										
Datos técnicos: Tubería atóxica, con alta resistencia mecánica y química, y difícilmente inflamable. Impermeable a los gases y rayos ultravioleta. Las conexiones no utilizan pegamento, ni necesita calentamiento para su doblado.	Esquema/imagen: 																										
Materiales de construcción: Tubería: Polietileno-Aluminio-Polietileno. Conexiones: bronce.																											
Dimensiones: <table border="1" data-bbox="268 1608 1326 1861"> <thead> <tr> <th>Tubería</th> <th>Diámetro exterior (mm)</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor pared (mm)</th> <th>Peso barra (g/cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110x10</td> <td>110</td> <td>90</td> <td>10</td> <td>3625</td> </tr> <tr> <td>90x8,5</td> <td>90</td> <td>73</td> <td>8,5</td> <td>2556</td> </tr> <tr> <td>75x7,5</td> <td>75</td> <td>60</td> <td>7,5</td> <td>1765</td> </tr> <tr> <td>63x6</td> <td>63</td> <td>51</td> <td>6</td> <td>1220</td> </tr> </tbody> </table>			Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Peso barra (g/cm)	110x10	110	90	10	3625	90x8,5	90	73	8,5	2556	75x7,5	75	60	7,5	1765	63x6	63	51	6	1220
Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Peso barra (g/cm)																							
110x10	110	90	10	3625																							
90x8,5	90	73	8,5	2556																							
75x7,5	75	60	7,5	1765																							
63x6	63	51	6	1220																							

Tabla 4.16 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa *Unipipe*

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Aislamiento de tuberías	Fecha: 15 - 7 - 2008																
Función: Aislar térmicamente las tuberías que circulan por el interior de las viviendas.																		
Marca comercial: 	Modelo: Armaflex IT																	
Datos técnicos: Aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica y célula cerrada. No contiene gas C.F.C. <table border="1" data-bbox="189 913 852 1238"> <tr> <td>Campo de aplicación (°C)</td> <td>-40 – 105</td> </tr> <tr> <td>Conductividad térmica (W/m·K)</td> <td>0,038</td> </tr> <tr> <td>Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua</td> <td>$\mu \geq 5000$</td> </tr> <tr> <td>Reacción al fuego</td> <td>M1</td> </tr> <tr> <td>Protección acústica (DIN 4109)</td> <td>Efecto aislante hasta 30 dB</td> </tr> </table>	Campo de aplicación (°C)	-40 – 105	Conductividad térmica (W/m·K)	0,038	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	$\mu \geq 5000$	Reacción al fuego	M1	Protección acústica (DIN 4109)	Efecto aislante hasta 30 dB	Esquema/imagen: 							
Campo de aplicación (°C)	-40 – 105																	
Conductividad térmica (W/m·K)	0,038																	
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	$\mu \geq 5000$																	
Reacción al fuego	M1																	
Protección acústica (DIN 4109)	Efecto aislante hasta 30 dB																	
Materiales de construcción: Espuma elastomérica a base de caucho sintético. Color negro.																		
Dimensiones: <table border="1" data-bbox="363 1536 1230 1742"> <thead> <tr> <th>Tipo de coquilla</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Metros x caja</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28x20</td> <td>28</td> <td>20</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>18x20</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>15x20</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>78</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Metros x caja	28x20	28	20	48	18x20	18	20	72	15x20	15	20	78
Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Metros x caja															
28x20	28	20	48															
18x20	18	20	72															
15x20	15	20	78															

 Tabla 4.17 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías *Armaflex*



Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Aislamiento de tuberías	Fecha: 15 - 7 - 2008																								
Función: Aislar térmicamente las tuberías que circulan por el exterior de las viviendas.																										
Marca comercial: 	Modelo: -																									
Datos técnicos: Aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica y célula cerrada. No contiene gas C.F.C. <table border="1" data-bbox="189 913 852 1234"> <tr> <td>Campo de aplicación (°C)</td> <td>-30 – 250</td> </tr> <tr> <td>Conductividad térmica (W/m·K)</td> <td>0,030</td> </tr> <tr> <td>Comportamiento al agua</td> <td>No hidrófilo</td> </tr> <tr> <td>Reacción al fuego</td> <td>M0</td> </tr> <tr> <td>Dilatación y contracción</td> <td>Totalmente estable</td> </tr> </table>	Campo de aplicación (°C)	-30 – 250	Conductividad térmica (W/m·K)	0,030	Comportamiento al agua	No hidrófilo	Reacción al fuego	M0	Dilatación y contracción	Totalmente estable	Esquema/imagen: 															
Campo de aplicación (°C)	-30 – 250																									
Conductividad térmica (W/m·K)	0,030																									
Comportamiento al agua	No hidrófilo																									
Reacción al fuego	M0																									
Dilatación y contracción	Totalmente estable																									
Materiales de construcción: Lana de vidrio.																										
Dimensiones: <table border="1" data-bbox="363 1536 1230 1839"> <thead> <tr> <th>Tipo de coquilla</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Longitud (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>114x50</td> <td>114</td> <td>50</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>89x40</td> <td>89</td> <td>40</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>76x40</td> <td>76</td> <td>40</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>60x40</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>42x40</td> <td>42</td> <td>40</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	114x50	114	50	1,2	89x40	89	40	1,2	76x40	76	40	1,2	60x40	60	40	1,2	42x40	42	40	1,2
Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)																							
114x50	114	50	1,2																							
89x40	89	40	1,2																							
76x40	76	40	1,2																							
60x40	60	40	1,2																							
42x40	42	40	1,2																							

Tabla 4.18 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías Isover


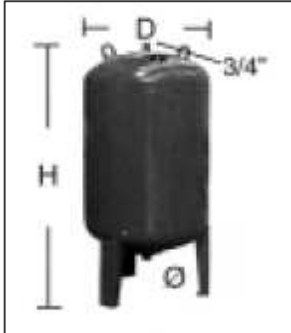
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Vaso de expansión de membrana recambiable	Fecha: 15 - 7 - 2008										
Función: Absorber las variaciones de volumen del agua que circula desde la máquina de absorción hasta los fan-coils.												
Marca comercial: 	Modelo: 300 AMR-B160											
Datos técnicos: Incorpora en su interior una vejiga recambiable, impermeable, flexible, de gran elasticidad y elevada resistencia a la temperatura. La vejiga está calculada y dimensionada para que, si se produjera una pérdida de aire en su alrededor, ocupe totalmente la superficie interna del depósito, evitando de esta forma una posible rotura por dilatación excesiva.	Esquema/imagen: 											
<table border="1"> <tr> <td>Capacidad (l)</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de funcionamiento (°C)</td> <td>110 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Presión precarga (bar)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Gas contenido en la cámara</td> <td>Aire</td> </tr> </table>	Capacidad (l)	300	Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C	Presión máxima de funcionamiento (bar)	8	Presión precarga (bar)	1,5	Gas contenido en la cámara	Aire	Materiales de construcción: <i>Depósito:</i> acero de alta calidad. <i>Vejiga:</i> caucho especial. Acabado exterior: fosfatado, pintado y secado al horno.	
Capacidad (l)	300											
Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C											
Presión máxima de funcionamiento (bar)	8											
Presión precarga (bar)	1,5											
Gas contenido en la cámara	Aire											
Dimensiones: D = 650 mm H = 1178 mm Conexión de agua: 1-1/4"												

Tabla 4.19 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de agua fría


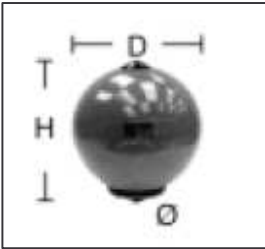
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Vaso de expansión de membrana recambiable	Fecha: 15 - 7 - 2008										
Función: Absorber las variaciones de volumen del agua que circula por el circuito de la torre de refrigeración.												
Marca comercial: 	Modelo: 5 AMR-E.											
Datos técnicos: Incorpora en su interior una vejiga recambiable, impermeable, flexible, de gran elasticidad y elevada resistencia a la temperatura. La vejiga está calculada y dimensionada para que, si se produjera una pérdida de aire en su alrededor, ocupe totalmente la superficie interna del depósito, evitando de esta forma una posible rotura por dilatación excesiva.	Esquema/imagen: 											
<table border="1"> <tr> <td>Capacidad (l)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de funcionamiento (°C)</td> <td>110 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Presión precarga (bar)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Gas contenido en la cámara</td> <td>Aire</td> </tr> </table>	Capacidad (l)	5	Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C	Presión máxima de funcionamiento (bar)	10	Presión precarga (bar)	1,5	Gas contenido en la cámara	Aire	Materiales de construcción: <i>Depósito:</i> acero de alta calidad. <i>Vejiga:</i> caucho especial. Acabado exterior: fosfatado, pintado y secado al horno.	
Capacidad (l)	5											
Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C											
Presión máxima de funcionamiento (bar)	10											
Presión precarga (bar)	1,5											
Gas contenido en la cámara	Aire											
Dimensiones: D = 200 mm H = 265 mm Conexión de agua: 1", 3/4"												

Tabla 4.20 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión del circuito de la torre de refrigeración


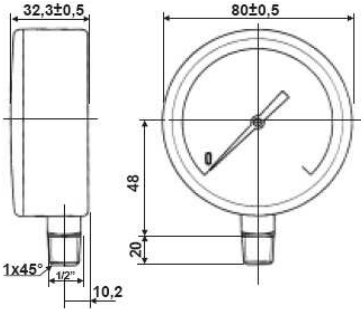
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Manómetros verticales</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>														
<p>Función: Medir la presión existente en diferentes puntos de los circuitos.</p>																
<p>Marca comercial:</p> 		<p>Modelo: IM 30 503</p>														
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="197 824 844 1182"> <tr> <td>Precisión</td> <td>$\pm 2,5\%$ fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión estática</td> <td>10-75% fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión dinámica</td> <td>10-66% fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión corta duración</td> <td>75-100% de la escala</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente (°C)</td> <td>-20 – 60</td> </tr> <tr> <td>Temperatura fluido (°C)</td> <td>-20 – 60</td> </tr> <tr> <td>Sobrepresión máxima</td> <td>1,25 x valor fondo escala</td> </tr> </table>	Precisión	$\pm 2,5\%$ fondo escala	Presión estática	10-75% fondo escala	Presión dinámica	10-66% fondo escala	Presión corta duración	75-100% de la escala	Temperatura ambiente (°C)	-20 – 60	Temperatura fluido (°C)	-20 – 60	Sobrepresión máxima	1,25 x valor fondo escala	<p>Esquema/imagen:</p> 	
Precisión	$\pm 2,5\%$ fondo escala															
Presión estática	10-75% fondo escala															
Presión dinámica	10-66% fondo escala															
Presión corta duración	75-100% de la escala															
Temperatura ambiente (°C)	-20 – 60															
Temperatura fluido (°C)	-20 – 60															
Sobrepresión máxima	1,25 x valor fondo escala															
<p>Materiales de construcción: <i>Caja:</i> acero pintado negro. <i>Esfera:</i> aluminio blanco. <i>Aguja:</i> aluminio negro. <i>Visor:</i> policarbonato. <i>Elemento de medida:</i> aleación de cobre. <i>Mecanismo:</i> aleación de cobre. <i>Perno de conexión:</i> aleación de cobre.</p>																
<p>Dimensiones:</p> 																

Tabla 4.21 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales


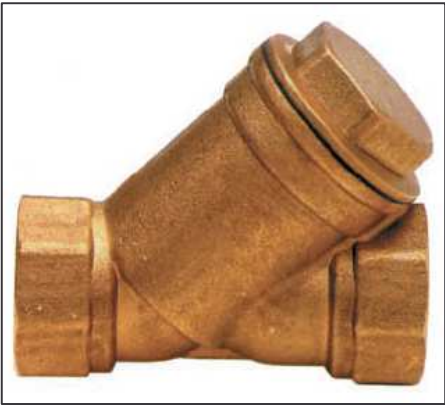
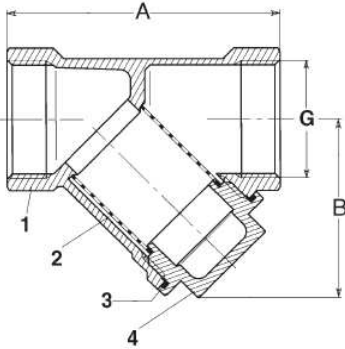
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Filtros de partículas sólidas</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																	
<p>Función: Retener las partículas sólidas en la aspiración de las bombas de circulación y en la entrada de agua de red para garantizar el buen funcionamiento de la instalación.</p>																																			
<p>Marca comercial:</p> 		<p>Modelo: -</p>																																	
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="260 853 782 1008"> <tr> <td>Temperatura máxima (°C)</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima (bar)</td> <td>12-16</td> </tr> <tr> <td>Perforación (mm)</td> <td>0,4-0,5</td> </tr> </table>	Temperatura máxima (°C)	110	Presión máxima (bar)	12-16	Perforación (mm)	0,4-0,5	<p>Esquema/imagen:</p> 																												
Temperatura máxima (°C)	110																																		
Presión máxima (bar)	12-16																																		
Perforación (mm)	0,4-0,5																																		
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón. <i>Tamiz:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Junta tapa:</i> NBR. <i>Tapa:</i> latón.</p>																																			
<p>Dimensiones:</p>  <table border="1" data-bbox="647 1619 1390 1787"> <thead> <tr> <th>G</th> <th>3/8"</th> <th>1/2"</th> <th>3/4"</th> <th>1"</th> <th>1-1/4"</th> <th>1-1/2"</th> <th>2"</th> <th>2-1/2"</th> <th>3"</th> <th>4"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B (mm)</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>48</td> <td>56</td> <td>64</td> <td>73</td> <td>89</td> <td>107</td> <td>120</td> <td>173</td> </tr> <tr> <td>A (mm)</td> <td>55</td> <td>68</td> <td>70</td> <td>87</td> <td>96</td> <td>106</td> <td>126</td> <td>186</td> <td>174</td> <td>216</td> </tr> </tbody> </table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	B (mm)	40	40	48	56	64	73	89	107	120	173	A (mm)	55	68	70	87	96	106	126	186	174	216
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																									
B (mm)	40	40	48	56	64	73	89	107	120	173																									
A (mm)	55	68	70	87	96	106	126	186	174	216																									

Tabla 4.22 - Hoja de especificaciones de los filtros

<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Válvula de bola</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																																																																				
<p>Función: Interrumpir manualmente el paso del fluido en determinados puntos de los circuitos.</p>																																																																																						
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: -</p>																																																																																					
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="239 855 801 958"> <tr> <td>Temperatura de trabajo (°C)</td> <td>0 – 150</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de trabajo (bar)</td> <td>25</td> </tr> </table>	Temperatura de trabajo (°C)	0 – 150	Presión máxima de trabajo (bar)	25	<p>Esquema/imagen:</p> 																																																																																	
Temperatura de trabajo (°C)	0 – 150																																																																																					
Presión máxima de trabajo (bar)	25																																																																																					
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo válvula:</i> latón cromado. <i>Bola:</i> latón cromado. <i>Asientos:</i> teflón (PTFE). <i>Prensaestopa:</i> latón. <i>Junta prensaestopa:</i> teflón (PTFE). <i>Palanca:</i> acero cromado. <i>Revestimiento palanca:</i> PVC.</p>																																																																																						
<p>Dimensiones:</p> 	<p>DIMENSIONES (mm) Y PESO (gr)</p> <table border="1" data-bbox="734 1585 1311 1899"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>A</th> <th>C</th> <th>H</th> <th>L</th> <th>P</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/4"</td> <td>39</td> <td>9</td> <td>41</td> <td>80</td> <td>10</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>39</td> <td>9</td> <td>41</td> <td>80</td> <td>10</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>49</td> <td>11,5</td> <td>53</td> <td>90</td> <td>15</td> <td>225</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>58</td> <td>12</td> <td>57</td> <td>90</td> <td>20</td> <td>305</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>67</td> <td>14,5</td> <td>65</td> <td>125</td> <td>25</td> <td>510</td> </tr> <tr> <td>1-1/4"</td> <td>81</td> <td>16</td> <td>71</td> <td>125</td> <td>32</td> <td>810</td> </tr> <tr> <td>1-1/2"</td> <td>94</td> <td>17</td> <td>79</td> <td>140</td> <td>40</td> <td>1.250</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>110</td> <td>19</td> <td>87</td> <td>140</td> <td>50</td> <td>1.800</td> </tr> <tr> <td>2-1/2"</td> <td>141</td> <td>25</td> <td>117</td> <td>200</td> <td>65</td> <td>3.450</td> </tr> <tr> <td>3"</td> <td>163</td> <td>27</td> <td>132</td> <td>280</td> <td>80</td> <td>5.380</td> </tr> <tr> <td>4"</td> <td>188</td> <td>31</td> <td>144</td> <td>280</td> <td>100</td> <td>8.600</td> </tr> </tbody> </table>		Ø	A	C	H	L	P	Peso	1/4"	39	9	41	80	10	110	3/8"	39	9	41	80	10	120	1/2"	49	11,5	53	90	15	225	3/4"	58	12	57	90	20	305	1"	67	14,5	65	125	25	510	1-1/4"	81	16	71	125	32	810	1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250	2"	110	19	87	140	50	1.800	2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450	3"	163	27	132	280	80	5.380	4"	188	31	144	280	100	8.600
Ø	A	C	H	L	P	Peso																																																																																
1/4"	39	9	41	80	10	110																																																																																
3/8"	39	9	41	80	10	120																																																																																
1/2"	49	11,5	53	90	15	225																																																																																
3/4"	58	12	57	90	20	305																																																																																
1"	67	14,5	65	125	25	510																																																																																
1-1/4"	81	16	71	125	32	810																																																																																
1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250																																																																																
2"	110	19	87	140	50	1.800																																																																																
2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450																																																																																
3"	163	27	132	280	80	5.380																																																																																
4"	188	31	144	280	100	8.600																																																																																

Tabla 4.23 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola



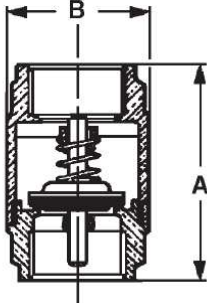
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Válvula de retención	Fecha: 15 - 7 - 2008																																																							
Función: Garantizar el sentido del flujo del fluido que circula por los circuitos.																																																									
Marca comercial: 	Modelo: -																																																								
Datos técnicos: <table border="1" data-bbox="239 853 801 1008"> <tr> <td>Presión máxima</td> <td>Ver tabla</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de trabajo (°C)</td> <td>-20 – 100</td> </tr> <tr> <td>Posición de trabajo</td> <td>Cualquiera</td> </tr> </table>	Presión máxima	Ver tabla	Temperatura de trabajo (°C)	-20 – 100	Posición de trabajo	Cualquiera	Esquema/imagen: 																																																		
Presión máxima	Ver tabla																																																								
Temperatura de trabajo (°C)	-20 – 100																																																								
Posición de trabajo	Cualquiera																																																								
Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón estampado. <i>Émbolo:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Asiento:</i> goma nitrílica NBR. <i>Muelle:</i> acero inoxidable.																																																									
Dimensiones:  <table border="1" data-bbox="456 1559 1391 1700"> <thead> <tr> <th>Rosca</th> <th>3/8"</th> <th>1/2"</th> <th>3/4"</th> <th>1"</th> <th>1-1/4"</th> <th>1-1/2"</th> <th>2"</th> <th>2-1/2"</th> <th>3"</th> <th>4"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (mm)</td> <td>55</td> <td>58,5</td> <td>65</td> <td>74,5</td> <td>83</td> <td>93</td> <td>101</td> <td>122</td> <td>141,5</td> <td>158,5</td> </tr> <tr> <td>B (mm)</td> <td>34,5</td> <td>34,5</td> <td>41,5</td> <td>48</td> <td>60,5</td> <td>61</td> <td>87</td> <td>120</td> <td>140,5</td> <td>172,5</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima (Kg/cm²)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Embalaje (uds./caja)</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5	B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5	Presión máxima (Kg/cm ²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																																															
A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5																																															
B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5																																															
Presión máxima (Kg/cm ²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12																																															
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1																																															

Tabla 4.24 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención



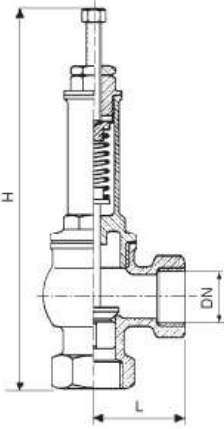
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Válvula de seguridad</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																								
<p>Función: Evitar que la presión del circuito alcance un valor peligroso para los elementos de la instalación, evacuando el fluido cuando se de esta situación.</p>																																										
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: -</p>																																									
<p>Datos técnicos: La presión de disparo se regula a través del tornillo de regulación, quedando fijada mediante la contratuerca de apriete.</p> <table border="1" data-bbox="239 913 802 1070"> <tr> <td>Presión nominal (bar)</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Campo de regulación (bar)</td> <td>2 - 8</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima (°C)</td> <td>150</td> </tr> </table>	Presión nominal (bar)	16	Campo de regulación (bar)	2 - 8	Temperatura máxima (°C)	150	<p>Esquema/imagen:</p> 																																			
Presión nominal (bar)	16																																									
Campo de regulación (bar)	2 - 8																																									
Temperatura máxima (°C)	150																																									
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón. <i>Campana:</i> latón. <i>Obturador:</i> PTFE (teflón). <i>Muelle:</i> acero tratado. <i>Tornillo de regulación y contratuerca:</i> latón.</p>																																										
<p>Dimensiones:</p> 	<table border="1" data-bbox="767 1491 1342 1888"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Rosca (DN)</th> <th>H</th> <th>L</th> <th>Ø Orificio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AA 11 121</td> <td>3/8"</td> <td>116</td> <td>45</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>AA 11 122</td> <td>1/2"</td> <td>126</td> <td>45</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>AA 11 123</td> <td>3/4"</td> <td>145</td> <td>56</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>AA 11 124</td> <td>1"</td> <td>157</td> <td>63</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>AA 11 125</td> <td>1 1/4"</td> <td>189</td> <td>78</td> <td>31,5</td> </tr> <tr> <td>AA 11 126</td> <td>1 1/2"</td> <td>210</td> <td>87</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>AA 11 127</td> <td>2"</td> <td>224</td> <td>92</td> <td>48,3</td> </tr> </tbody> </table>		Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio	AA 11 121	3/8"	116	45	10	AA 11 122	1/2"	126	45	13	AA 11 123	3/4"	145	56	19	AA 11 124	1"	157	63	25	AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5	AA 11 126	1 1/2"	210	87	38	AA 11 127	2"	224	92	48,3
Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio																																						
AA 11 121	3/8"	116	45	10																																						
AA 11 122	1/2"	126	45	13																																						
AA 11 123	3/4"	145	56	19																																						
AA 11 124	1"	157	63	25																																						
AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5																																						
AA 11 126	1 1/2"	210	87	38																																						
AA 11 127	2"	224	92	48,3																																						

Tabla 4.25 - Hoja de especificaciones de válvulas de seguridad



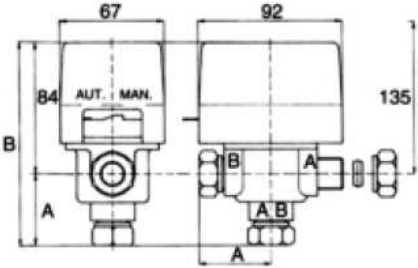
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Válvula de 3 vías motorizada</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																
<p>Función: Dejar circular o no el agua fría hacia los fan-coils, según las órdenes que le lleguen desde la centralita de regulación.</p>																		
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: SF</p>																	
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="210 824 831 1234"> <tr> <td>Potencia absorbida (W)</td> <td>5 - 6</td> </tr> <tr> <td>Grado de protección</td> <td>IP 20</td> </tr> <tr> <td>Máxima presión diferencial (kg/cm²)</td> <td>1,57</td> </tr> <tr> <td>Presión nominal (kg/cm²)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Temperatura fluido (°C)</td> <td>5 - 110</td> </tr> <tr> <td>Máxima temperatura ambiente (°C)</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Tiempo nominal apertura/cierre (seg)</td> <td>20 / 6</td> </tr> <tr> <td>Longitud cable (mm)</td> <td>550</td> </tr> </table>	Potencia absorbida (W)	5 - 6	Grado de protección	IP 20	Máxima presión diferencial (kg/cm ²)	1,57	Presión nominal (kg/cm ²)	10	Temperatura fluido (°C)	5 - 110	Máxima temperatura ambiente (°C)	60	Tiempo nominal apertura/cierre (seg)	20 / 6	Longitud cable (mm)	550	<p>Esquema/imagen:</p> 	
Potencia absorbida (W)	5 - 6																	
Grado de protección	IP 20																	
Máxima presión diferencial (kg/cm ²)	1,57																	
Presión nominal (kg/cm ²)	10																	
Temperatura fluido (°C)	5 - 110																	
Máxima temperatura ambiente (°C)	60																	
Tiempo nominal apertura/cierre (seg)	20 / 6																	
Longitud cable (mm)	550																	
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo de la válvula:</i> latón. <i>Cubierta de la válvula:</i> latón. <i>Perno portaesfera:</i> latón. <i>Obturador a esfera:</i> EPDM. <i>Muelle de retorno:</i> acero inoxidable. <i>Tapa servomotor:</i> ABS. <i>Junta O-ring dinámica:</i> vitón.</p>																		
<p>Dimensiones:</p>  <table border="1" data-bbox="817 1693 1319 1839"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SF 15 EB</td> <td>53</td> <td>137</td> </tr> <tr> <td>SF 16 EB</td> <td>53</td> <td>137</td> </tr> <tr> <td>SF 20 EB</td> <td>53</td> <td>139</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo	A	B	SF 15 EB	53	137	SF 16 EB	53	137	SF 20 EB	53	139				
Tipo	A	B																
SF 15 EB	53	137																
SF 16 EB	53	137																
SF 20 EB	53	139																

Tabla 4.26 - Hoja de especificaciones de las válvulas de 3 vías motorizada



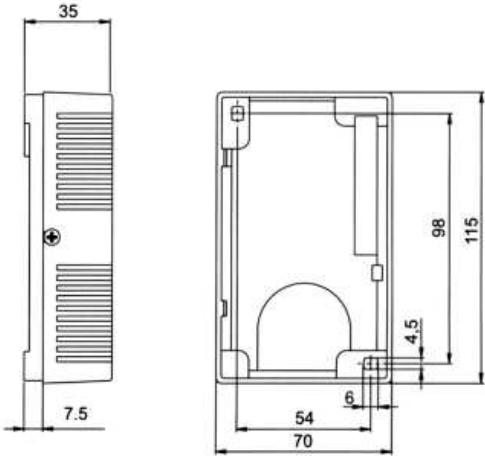
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Termostato electrónico de ambiente</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>												
<p>Función: Mantener la temperatura ambiente de las estancias de las viviendas según la voluntad de los usuarios.</p>														
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: DB-EZN</p>													
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="210 824 831 1133"> <tr> <td>Alimentación (V)</td> <td>1 x 230</td> </tr> <tr> <td>Diferencial (°C)</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Escala (°C)</td> <td>6 – 30</td> </tr> <tr> <td>Zona neutra regulable (°C)</td> <td>0,5 – 6</td> </tr> <tr> <td>Máxima temperatura ambiente (°C)</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Grado de protección</td> <td>IP 30</td> </tr> </table>	Alimentación (V)	1 x 230	Diferencial (°C)	0,5	Escala (°C)	6 – 30	Zona neutra regulable (°C)	0,5 – 6	Máxima temperatura ambiente (°C)	40	Grado de protección	IP 30	<p>Esquema/imagen:</p> 	
Alimentación (V)	1 x 230													
Diferencial (°C)	0,5													
Escala (°C)	6 – 30													
Zona neutra regulable (°C)	0,5 – 6													
Máxima temperatura ambiente (°C)	40													
Grado de protección	IP 30													
<p>Materiales de construcción: Caja: ABS.</p>														
<p>Dimensiones:</p> 														

Tabla 4.27 - Hoja de especificaciones de los termostatos



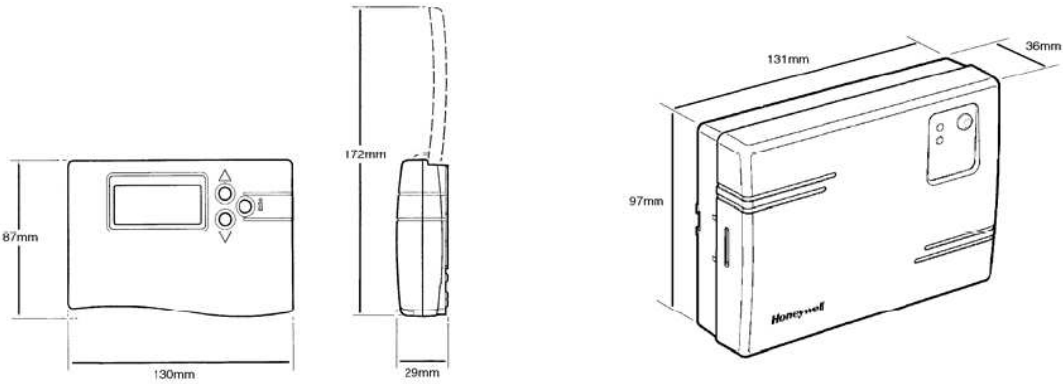
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Centralita electrónica de regulación	Fecha: 15 - 7 - 2008										
Función: Recoger información de los diferentes sensores de la instalación y regular el buen funcionamiento de la misma.												
Marca comercial: 		Modelo: CM67RF NG										
Datos técnicos: <table border="1" data-bbox="210 824 831 1099"> <tr> <td>Alimentación (V, Hz)</td> <td>230, 50</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de funcionamiento (°C)</td> <td>0 - 40</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>0 - 90%</td> </tr> <tr> <td>Grado de protección</td> <td>IP 30</td> </tr> <tr> <td>Margen de indicación de temperatura (°C)</td> <td>0 - 40</td> </tr> </table>		Alimentación (V, Hz)	230, 50	Temperatura de funcionamiento (°C)	0 - 40	Humedad	0 - 90%	Grado de protección	IP 30	Margen de indicación de temperatura (°C)	0 - 40	Esquema/imagen: 
Alimentación (V, Hz)	230, 50											
Temperatura de funcionamiento (°C)	0 - 40											
Humedad	0 - 90%											
Grado de protección	IP 30											
Margen de indicación de temperatura (°C)	0 - 40											
Materiales de construcción: Caja: ABS.												
Dimensiones: 												

Tabla 4.28 - Hoja de especificaciones de las centralitas de regulación

4.7 Mantenimiento y puesta en marcha de la instalación solar térmica

4.7.1 Puesta en marcha

El proceso de puesta en marcha de la instalación es de gran importancia para garantizar un aprovechamiento eficiente de la energía térmica producida, así como una larga vida útil de los componentes que la integran.

En primer lugar, una vez conectados todos los elementos del circuito primario de energía solar, se precede al llenado de la instalación. Se llena con la presión del agua de red, nunca por encima de 450 kPa, introduciendo en el circuito el líquido anticongelante y dejando los purgadores manuales abiertos.

Después se programa la centralita electrónica de regulación según las condiciones establecidas.

Finalmente, se regula el caudal circulante por la instalación mediante los manómetros, según las instrucciones que han sido proporcionadas por el fabricante, respetando la normativa en vigor.

4.7.2 Mantenimiento

4.7.2.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100% son las siguientes:

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial/tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

4.7.2.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma

a) Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la Tabla 4.29.

	<i>Operación</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción (*)</i>
Captadores	Limpieza	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución.
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones.
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Tratamiento anti-legionella	12 meses	Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en el Anexo 3 del RD 909/2001.
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.

(*) IV: Inspección visual.

Tabla 4.29 - Plan de vigilancia de la instalación solar térmica

b) Plan de mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión completa anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

En las Tablas 4.30 a 4.34 se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre original.
		IV - Diferencias entre captadores.
Cristales	6 meses	IV - Condensaciones y suciedad.
Juntas de degradación	6 meses	IV - Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6 meses	IV - Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6 meses	IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6 meses	IV - Aparición de fugas.
Estructura	6 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión; apriete de tornillos.

Tabla 4.30 - Mantenimiento preventivo en el sistema de captación

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste.
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad.

Tabla 4.31 - Mantenimiento preventivo en el sistema de acumulación

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH.
Estanquidad	24 meses	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12 meses	CF y limpieza.
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12 meses	Estanquidad.
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6 meses	CF - Actuación.
Válvula de corte	12 meses	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12 meses	CF - Actuación.

Tabla 4.32 - Mantenimiento preventivo en el circuito hidráulico

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción (*)</i>
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.

(*) CF: Control de funcionamiento.

Tabla 4.33 – Mantenimiento preventivo en el sistema de intercambio

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12 meses	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12 meses	CF - Actuación.
Termostato	12 meses	CF - Actuación.

Tabla 4.34 - Mantenimiento preventivo en sistema eléctrico y de control

c) Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado 4.7.2.3, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

4.7.2.3 Garantías

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- a) 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- b) 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- c) una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

4.8 Hojas de especificación de la instalación solar térmica

En este apartado se establecen las especificaciones de los materiales y elementos que constituyen la instalación de refrigeración. Los elementos de los cuales se ha elaborado una hoja de especificaciones indican a continuación:

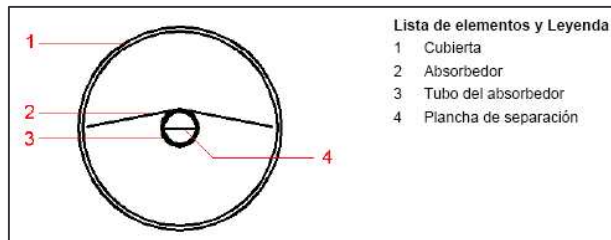
- Captador solar térmico (Tabla 4.35)
- Intercambiador de calor (Tabla 4.36)
- Depósito acumulador (Tabla 4.37)
- Bomba de circulación TPE Serie 1000 (Tabla 4.38)
- Bomba de circulación UPS Serie 200 circuito intercambiador (Tabla 4.39)
- Bomba de circulación UPS Serie 200 circuito depósito (Tabla 4.40)
- Tubería multicapa Balpex (Tabla 4.41)
- Tubería multicapa Unipipe (Tabla 4.42)
- Aislamiento térmico Isover (Tabla 4.43)
- Vaso de expansión circuito captadores (Tabla 4.44)
- Vaso de expansión circuito intercambiador y depósito (Tabla 4.45)
- Manómetro vertical (Tabla 4.46)
- Filtro de partículas (Tabla 4.47)
- Válvula de bola (Tabla 4.48)
- Válvula de retención (Tabla 4.49)
- Válvula de seguridad (Tabla 4.50)
- Centralita de regulación (Tabla 4.51)

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas		Nombre: Captador solar térmico de tubos de vacío de flujo directo	Fecha: 15 - 7 - 2008
Función: Aumentar la temperatura del fluido caloportador.			
Marca comercial:		Modelo: Solamax 30	
			
Datos técnicos:		Esquema/imagen:	
Rendimiento óptico	0,76	 	
Coefficiente de pérdidas (W/m ² ·K)	1,8		
Máxima presión operativa (bar)	5		
Máxima temperatura operativa (°C)	266		
Temperatura de estancamiento (°C)	245		
Volumen (l)	5,91		
Caudal máximo (l/h)	480		
Nº de tubos	30		
Diámetros tubos (mm)	65		
Espesor tubos (mm)	1,5		
Absortividad	95%		
Emisividad	5%		
Aislamiento absorbedor	Vacío (10 ⁻⁵ bar)		
Fluido	Agua glicolada (20%)		
Pérdida de carga a 350 l/h (mbar)	8		
Tipo conexión bastidor-tubos	Directa		
Peso vacío con el cristal (kg)	84		

Tabla 4.35 - Hoja de especificaciones de los captadores solares

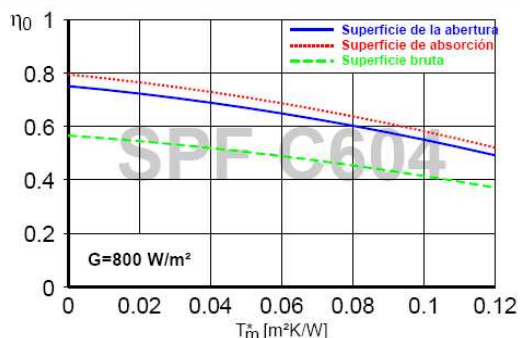
Materiales de construcción:

- Bastidor: acero inoxidable.
- Aislamiento bastidor: poliuretano.
- Tabos: vidrio bajo en Fe.
- Absorbedor: cobre.
- Recubrimiento absorbedor: altamente selectivo (TiNOX)



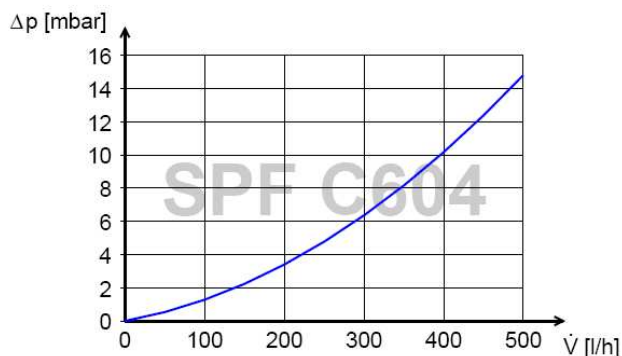
Curvas características:

Curva de eficiencia



Área de referencia	Abertura	Absorbedor	Bruta
η_0	0.750	0.794	0.566
a_1 [W/(m ² K)]	1.25	1.32	0.94
a_2 [W/(m ² K ²)]	0.0094	0.0100	0.0071

Curva de pérdida de presión del colector



Dimensiones:

Dimensiones

Longitud total	2.013 m
Anchura total	2.125 m
Peso vacío con el cristal	84 kg
Líquido contenido	5.91 l
Superficie de la abertura	3.225 m ²
Superficie de absorción	3.047 m ²
Superficie bruta	4.278 m ²

Tabla 4.35 - Hoja de especificaciones de los captadores solares (continuación)

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Intercambiador de calor por placas	Fecha: 15 - 7 - 2008																																		
Función: Aumentar la temperatura del agua que alimenta a la máquina de absorción mediante el intercambiador de calor con el fluido caloportador.																																				
Marca comercial:		Modelo: IT 450 A																																		
Datos técnicos:	Esquema/imagen:																																			
<table border="1"> <tr> <td>Potencia (kW)</td> <td>359,2</td> </tr> <tr> <td>Superficie de intercambio (m²)</td> <td>168,8</td> </tr> <tr> <td>Fluido circuito primario</td> <td>Agua glicolada (20%)</td> </tr> <tr> <td>Fluido circuito secundario</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>Caudal circuito primario (m³/h)</td> <td>16,85</td> </tr> <tr> <td>Caudal circuito secundario (m³/h)</td> <td>21,20</td> </tr> <tr> <td>Pérdida de carga primario (kPa)</td> <td>0,3715</td> </tr> <tr> <td>Pérdida de carga secundario (kPa)</td> <td>0,0053</td> </tr> <tr> <td>Temperatura entrada primario (°C)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Temperatura entrada secundario (°C)</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Temperatura salida primario (°C)</td> <td>80,1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura salida secundario (°C)</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Número de placas</td> <td>377</td> </tr> <tr> <td>Coef. Global de intercambio (W/m²·K)</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>DTML teórico (°C)</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>Presión ejercicio – proyecto (bar)</td> <td>PN 10 – 15</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima ejercicio (°C)</td> <td>120</td> </tr> </table>	Potencia (kW)	359,2	Superficie de intercambio (m ²)	168,8	Fluido circuito primario	Agua glicolada (20%)	Fluido circuito secundario	Agua	Caudal circuito primario (m ³ /h)	16,85	Caudal circuito secundario (m ³ /h)	21,20	Pérdida de carga primario (kPa)	0,3715	Pérdida de carga secundario (kPa)	0,0053	Temperatura entrada primario (°C)	100	Temperatura entrada secundario (°C)	80	Temperatura salida primario (°C)	80,1	Temperatura salida secundario (°C)	95	Número de placas	377	Coef. Global de intercambio (W/m ² ·K)	1700	DTML teórico (°C)	1,25	Presión ejercicio – proyecto (bar)	PN 10 – 15	Temperatura máxima ejercicio (°C)	120		
Potencia (kW)	359,2																																			
Superficie de intercambio (m ²)	168,8																																			
Fluido circuito primario	Agua glicolada (20%)																																			
Fluido circuito secundario	Agua																																			
Caudal circuito primario (m ³ /h)	16,85																																			
Caudal circuito secundario (m ³ /h)	21,20																																			
Pérdida de carga primario (kPa)	0,3715																																			
Pérdida de carga secundario (kPa)	0,0053																																			
Temperatura entrada primario (°C)	100																																			
Temperatura entrada secundario (°C)	80																																			
Temperatura salida primario (°C)	80,1																																			
Temperatura salida secundario (°C)	95																																			
Número de placas	377																																			
Coef. Global de intercambio (W/m ² ·K)	1700																																			
DTML teórico (°C)	1,25																																			
Presión ejercicio – proyecto (bar)	PN 10 – 15																																			
Temperatura máxima ejercicio (°C)	120																																			

Tabla 4.36 - Hoja de especificaciones del intercambiador de calor

Materiales de construcción:

Placas: acero inoxidable AISI 316.

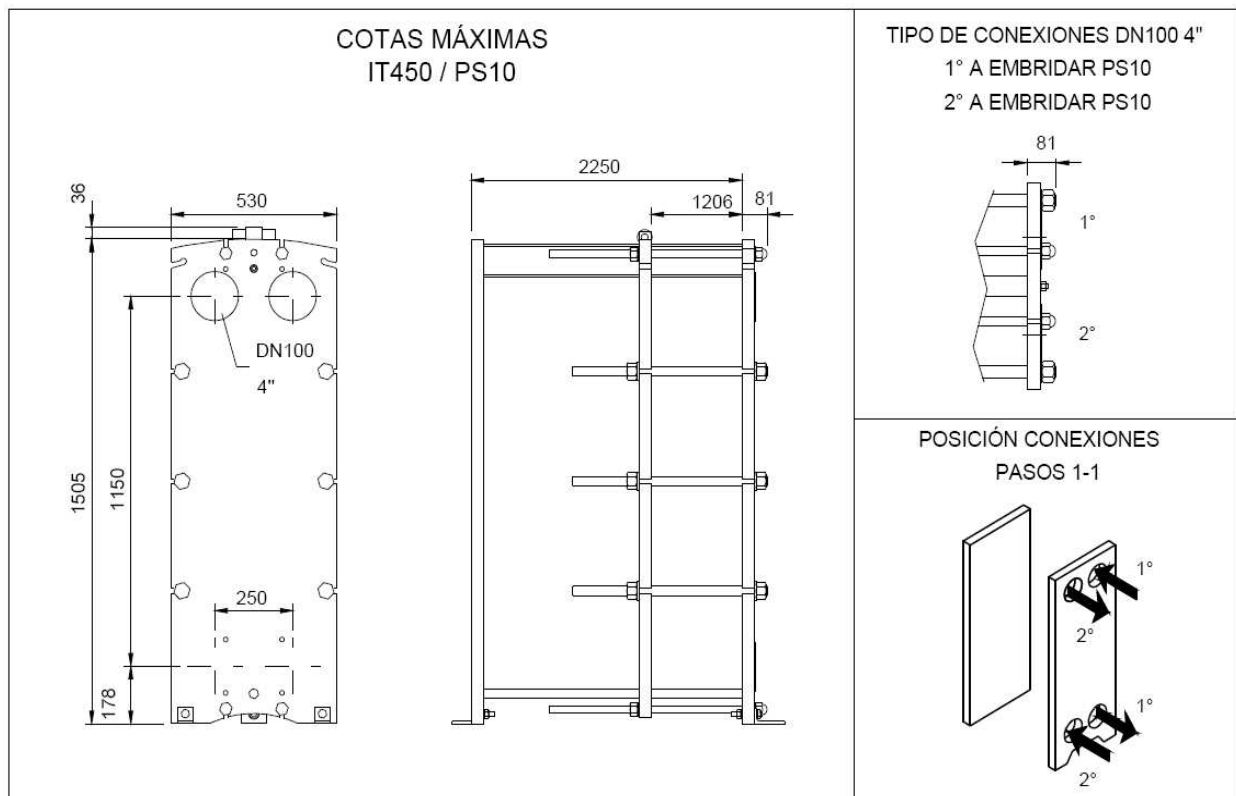
Juntas: EPDM.

Tirantería: zincado.

Conexión primaria: bridas.

Conexión secundaria: bridas.

Dimensiones:



NOTA: medidas expresadas en mm.

Tabla 4.36 - Hoja de especificaciones del intercambiador de calor (continuación)



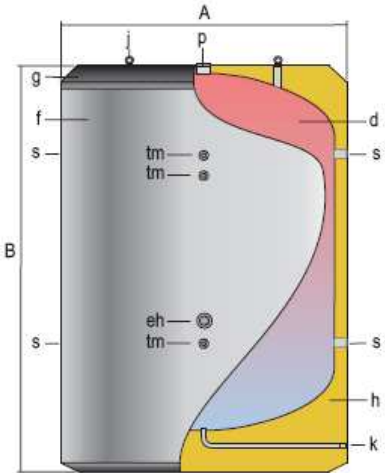
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Depósito acumulador</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																														
<p>Función: Almacenar el calor instantáneo del circuito secundario transferido desde los captadores solares.</p>																																
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: MV-5000I-IB</p>																															
<p>Datos técnicos: Depósito para instalación en vertical en circuitos cerrados.</p> <table border="1" data-bbox="296 882 834 1104"> <tr> <td>Capacidad (l)</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima (°C)</td> <td>100 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima (bar)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Peso en vacío (kg)</td> <td>784</td> </tr> </table>	Capacidad (l)	5000	Temperatura máxima (°C)	100 °C	Presión máxima (bar)	6	Peso en vacío (kg)	784	<p>Esquema/imagen:</p> 																							
Capacidad (l)	5000																															
Temperatura máxima (°C)	100 °C																															
Presión máxima (bar)	6																															
Peso en vacío (kg)	784																															
<p>Materiales de construcción: <i>Depósito:</i> acero al carbono. <i>Aislante:</i> espuma rígida de poliuretano.</p>																																
<p>Dimensiones:</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Conexiones / Dimensiones</th> <th>MV-5000-I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacidad total</td> <td>litros</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>Peso en vacío (aprox.)</td> <td>kg.</td> <td>784</td> </tr> <tr> <td>s:</td> <td>Conexión lateral "GAS/H"</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>p:</td> <td>Conexión superior "GAS/H"</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>tm:</td> <td>Conexión lateral "GAS/H"</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>eh:</td> <td>Conexión lateral "GAS/H"</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>k:</td> <td>Conexión inferior "GAS/H"</td> <td>1-1/4</td> </tr> <tr> <td>Cota A:</td> <td>Diámetro exterior</td> <td>mm. 1910</td> </tr> <tr> <td>Cota B:</td> <td>Longitud total</td> <td>mm. 2710</td> </tr> </tbody> </table> <p>d- Depósito acumulador f- Forro externo g- Cubierta superior h- Aislamiento térmico j- Cáncamos manipulación</p>		Conexiones / Dimensiones		MV-5000-I	Capacidad total	litros	5000	Peso en vacío (aprox.)	kg.	784	s:	Conexión lateral "GAS/H"	4	p:	Conexión superior "GAS/H"	2	tm:	Conexión lateral "GAS/H"	1/2	eh:	Conexión lateral "GAS/H"	2	k:	Conexión inferior "GAS/H"	1-1/4	Cota A:	Diámetro exterior	mm. 1910	Cota B:	Longitud total	mm. 2710
Conexiones / Dimensiones		MV-5000-I																														
Capacidad total	litros	5000																														
Peso en vacío (aprox.)	kg.	784																														
s:	Conexión lateral "GAS/H"	4																														
p:	Conexión superior "GAS/H"	2																														
tm:	Conexión lateral "GAS/H"	1/2																														
eh:	Conexión lateral "GAS/H"	2																														
k:	Conexión inferior "GAS/H"	1-1/4																														
Cota A:	Diámetro exterior	mm. 1910																														
Cota B:	Longitud total	mm. 2710																														

Tabla 4.37 - Hoja de especificaciones del depósito acumulador


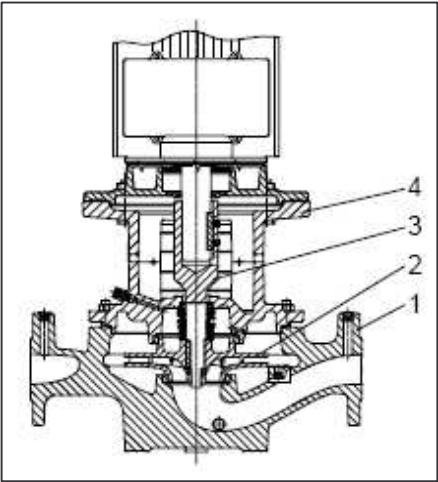
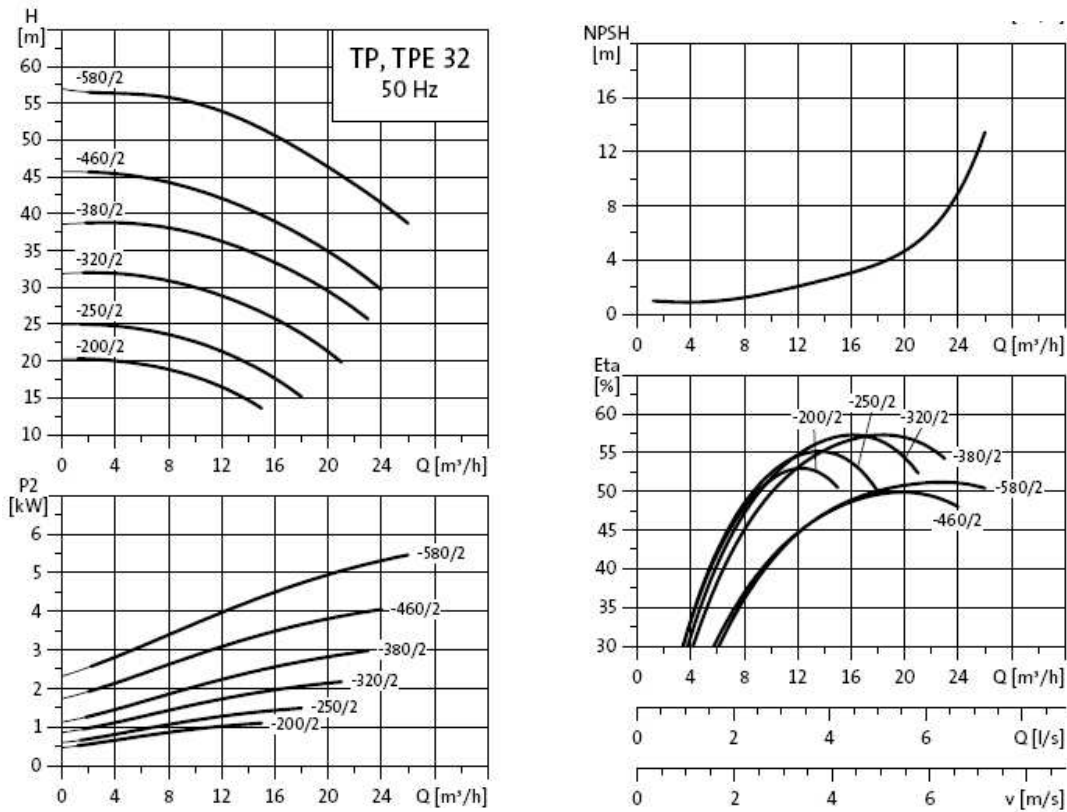
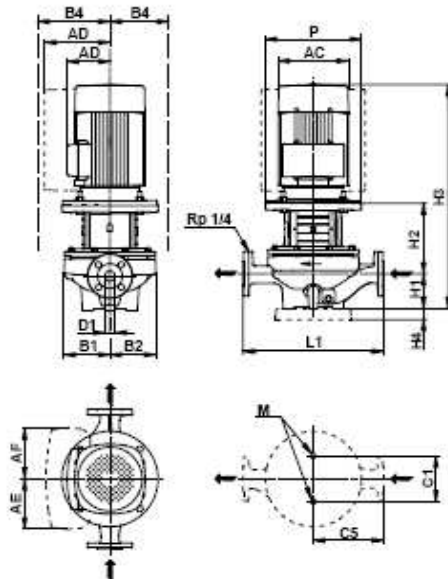
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Bomba de circulación	Fecha: 15 - 7 - 2008																						
Función: Impulsar el fluido caloportador desde los captadores solares hasta el intercambiador de calor.																								
Marca comercial: 	Modelo: TPE Serie 1000 32-580/2																							
Datos técnicos: Bomba centrífuga monocelular en línea con cierre mecánico. Tipo de acoplamiento compacto (bomba y motor son unidades separadas). El motor asíncrono es de alto rendimiento, se refrigera por ventilador, e incorpora un variador de frecuencia, diseñado para ajustar de forma continua la presión al caudal.	Esquema/imagen: 																							
<table border="1"> <tr> <td>Temperatura del líquido (°C)</td> <td>-25 – 140</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máxima (°C)</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Potencia motor (kW)</td> <td>5,5</td> </tr> <tr> <td>Velocidad nominal motor (r.p.m.)</td> <td>2900</td> </tr> <tr> <td>Clase de protección motor</td> <td>IP 55</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislamiento motor</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Tensiones estándar motor (V)</td> <td>3 x 380 - 480</td> </tr> <tr> <td>Peso neto (kg)</td> <td>94,8</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto (kg)</td> <td>113,4</td> </tr> <tr> <td>Volumen (m³)</td> <td>0,218</td> </tr> </table>	Temperatura del líquido (°C)	-25 – 140	Temperatura ambiente máxima (°C)	60	Presión máxima de funcionamiento (bar)	16	Potencia motor (kW)	5,5	Velocidad nominal motor (r.p.m.)	2900	Clase de protección motor	IP 55	Clase de aislamiento motor	F	Tensiones estándar motor (V)	3 x 380 - 480	Peso neto (kg)	94,8	Peso bruto (kg)	113,4	Volumen (m ³)	0,218	Materiales de construcción: 1 – <i>Cuerpo de la bomba:</i> fundición. 2 – <i>Impulsor:</i> fundición, bronce. 3 – <i>Eje/acoplamiento de casquillo:</i> acero/acero inoxidable. 4 – <i>SopORTE de motor/cabezal de bomba:</i> fundición. <i>Cierres secundarios:</i> EPDM. <i>Cara giratoria de cierre:</i> carbono impregnado con metal, carburo de silicio. <i>SopORTE estacionario:</i> carburo de silicio.	
Temperatura del líquido (°C)	-25 – 140																							
Temperatura ambiente máxima (°C)	60																							
Presión máxima de funcionamiento (bar)	16																							
Potencia motor (kW)	5,5																							
Velocidad nominal motor (r.p.m.)	2900																							
Clase de protección motor	IP 55																							
Clase de aislamiento motor	F																							
Tensiones estándar motor (V)	3 x 380 - 480																							
Peso neto (kg)	94,8																							
Peso bruto (kg)	113,4																							
Volumen (m ³)	0,218																							

Tabla 4.38 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación TPE Serie 1000

Curvas características:



Dimensiones:



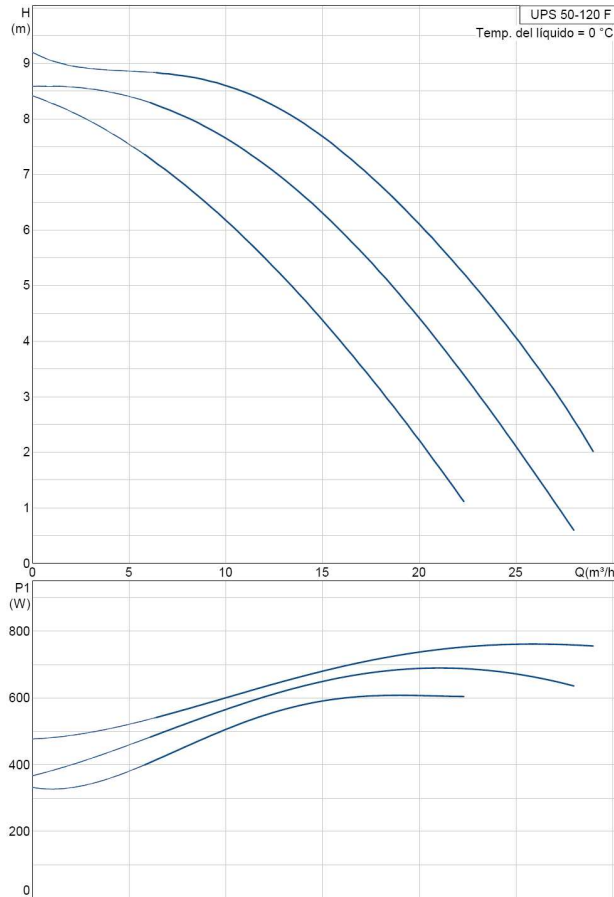
D1 (mm)	32
AC (mm)	220
AD (mm)	188
AE (mm)	145
AF (mm)	145
P (mm)	300
B1 (mm)	144
B2 (mm)	144
B4 (mm)	188
C1 (mm)	144
C5 (mm)	220
L1 (mm)	440
H1 (mm)	100
H2 (mm)	223
H3 (mm)	711

Tabla 4.38 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación TPE Serie 1000 (continuación)

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Bomba de circulación	Fecha: 15 - 7 - 2008																				
Función: Impulsar el agua caliente desde el intercambiador hasta el depósito de acumulación.																						
Marca comercial: 	Modelo: UPS Serie 200 50-120 F																					
Datos técnicos: Bomba circuladora del tipo de rotor encapsulado, es decir, la bomba y el motor forman una unidad íntegra sin cierre y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado. El motor es de 2 o 4 polos de tipo asincrónico con rotor jaula de ardilla.	Esquema/imagen: 																					
<table border="1"> <tr> <td>Temperatura del líquido (°C)</td> <td>-10 – 120</td> </tr> <tr> <td>Rango de temperatura ambiente (°C)</td> <td>0 - 40</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Potencia motor (kW)</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Número de velocidades</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Clase de protección motor</td> <td>IP 44</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislamiento motor</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Tensiones estándar motor (V)</td> <td>1 x 230 - 240</td> </tr> <tr> <td>Peso neto (kg)</td> <td>28,4</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto (kg)</td> <td>28</td> </tr> </table>	Temperatura del líquido (°C)	-10 – 120	Rango de temperatura ambiente (°C)	0 - 40	Presión máxima de funcionamiento (bar)	10	Potencia motor (kW)	0,76	Número de velocidades	3	Clase de protección motor	IP 44	Clase de aislamiento motor	H	Tensiones estándar motor (V)	1 x 230 - 240	Peso neto (kg)	28,4	Peso bruto (kg)	28		
Temperatura del líquido (°C)	-10 – 120																					
Rango de temperatura ambiente (°C)	0 - 40																					
Presión máxima de funcionamiento (bar)	10																					
Potencia motor (kW)	0,76																					
Número de velocidades	3																					
Clase de protección motor	IP 44																					
Clase de aislamiento motor	H																					
Tensiones estándar motor (V)	1 x 230 - 240																					
Peso neto (kg)	28,4																					
Peso bruto (kg)	28																					
Materiales de construcción: <i>Cuerpo hidráulico:</i> fundición. <i>Impulsor:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Cojinetes radiales:</i> cerámica. <i>Cojinete axial:</i> carbono. <i>Camisa del rotor, placa de soporte y revestimiento del rotor:</i> acero inoxidable. <i>Alojamiento del estator:</i> aleación de aluminio.																						

Tabla 4.39 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación UPS Serie 200 circuito intercambiador

Curvas características:



Dimensiones:

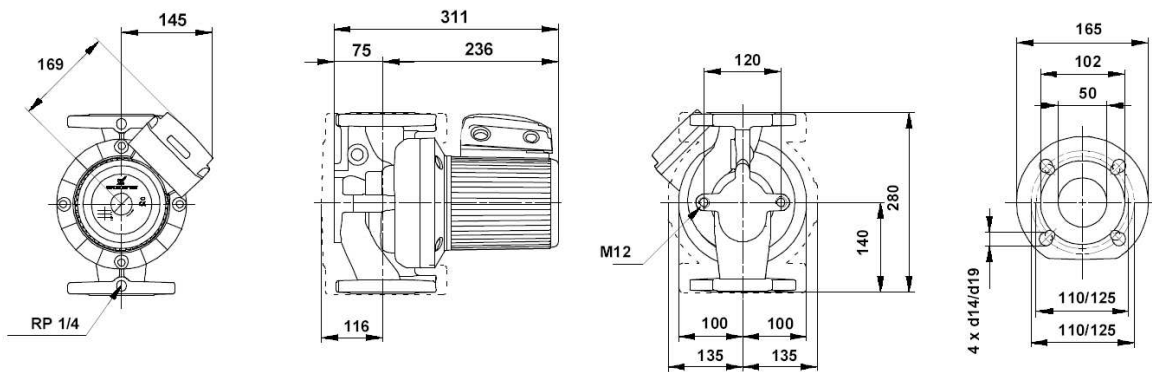
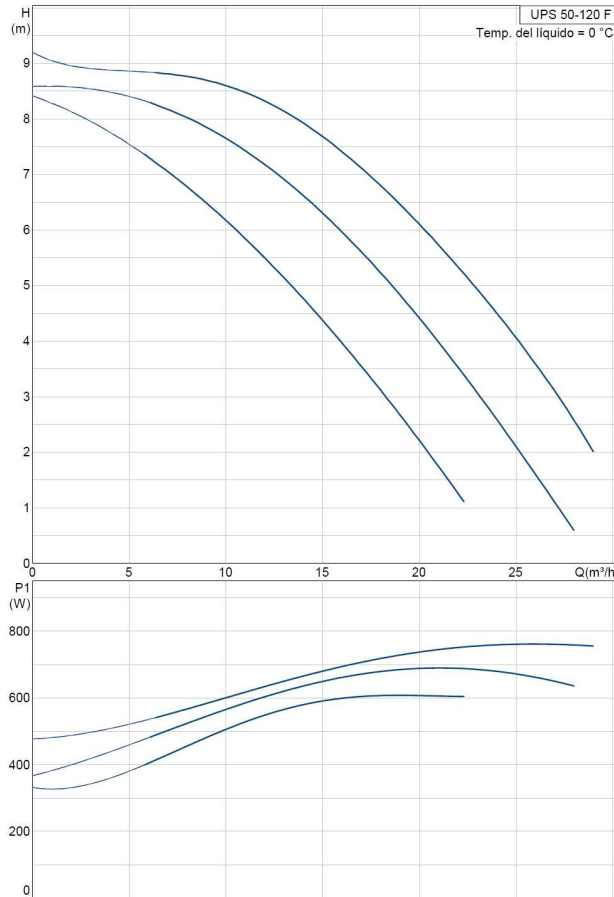


Tabla 4.39 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación UPS Serie 200 circuito intercambiador (continuación)

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Bomba de circulación	Fecha: 15 - 7 - 2008																				
Función: Impulsar el agua caliente desde el depósito de acumulación hasta la máquina de absorción.																						
Marca comercial: 	Modelo: UPS Serie 200 50-120 F																					
Datos técnicos: Bomba circuladora del tipo de rotor encapsulado, es decir, la bomba y el motor forman una unidad íntegra sin cierre y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado. El motor es de 2 o 4 polos de tipo asincrónico con rotor jaula de ardilla.	Esquema/imagen: 																					
<table border="1"> <tr> <td>Temperatura del líquido (°C)</td> <td>-10 – 120</td> </tr> <tr> <td>Rango de temperatura ambiente (°C)</td> <td>0 - 40</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Potencia motor (kW)</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Número de velocidades</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Clase de protección motor</td> <td>IP 44</td> </tr> <tr> <td>Clase de aislamiento motor</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Tensiones estándar motor (V)</td> <td>1 x 230 - 240</td> </tr> <tr> <td>Peso neto (kg)</td> <td>28,4</td> </tr> <tr> <td>Peso bruto (kg)</td> <td>28</td> </tr> </table>	Temperatura del líquido (°C)	-10 – 120	Rango de temperatura ambiente (°C)	0 - 40	Presión máxima de funcionamiento (bar)	10	Potencia motor (kW)	0,76	Número de velocidades	3	Clase de protección motor	IP 44	Clase de aislamiento motor	H	Tensiones estándar motor (V)	1 x 230 - 240	Peso neto (kg)	28,4	Peso bruto (kg)	28		
Temperatura del líquido (°C)	-10 – 120																					
Rango de temperatura ambiente (°C)	0 - 40																					
Presión máxima de funcionamiento (bar)	10																					
Potencia motor (kW)	0,76																					
Número de velocidades	3																					
Clase de protección motor	IP 44																					
Clase de aislamiento motor	H																					
Tensiones estándar motor (V)	1 x 230 - 240																					
Peso neto (kg)	28,4																					
Peso bruto (kg)	28																					
Materiales de construcción: <i>Cuerpo hidráulico:</i> fundición. <i>Impulsor:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Cojinetes radiales:</i> cerámica. <i>Cojinete axial:</i> carbono. <i>Camisa del rotor, placa de soporte y revestimiento del rotor:</i> acero inoxidable. <i>Alojamiento del estator:</i> aleación de aluminio.																						

Tabla 4.40 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación UPS Serie 200 circuito depósito

Curvas características:



Dimensiones:

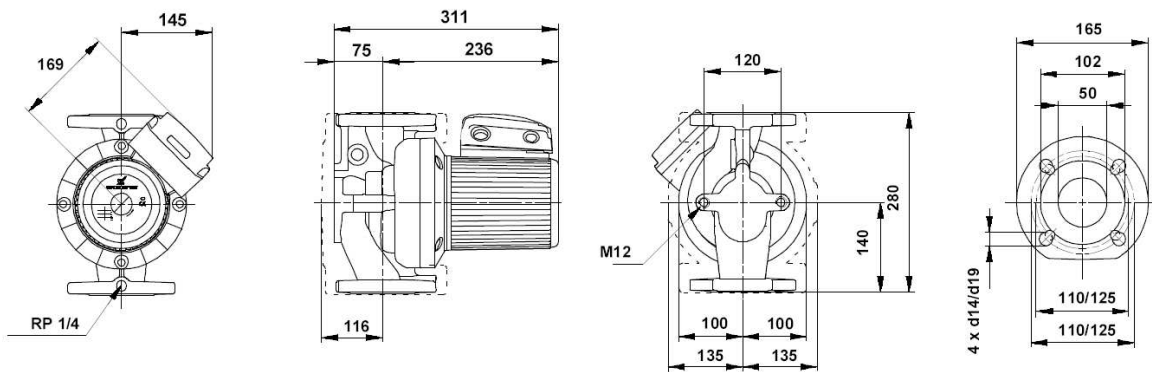


Tabla 4.40 - Hoja de especificaciones de la bomba de circulación UPS Serie 200 circuito depósito (continuación)


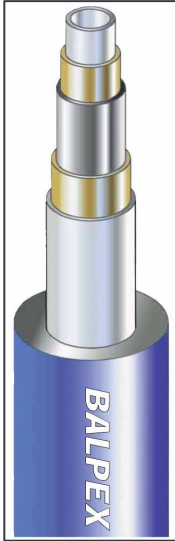
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Tubería flexible multicapa	Fecha: 15 - 7 - 2008																									
Función: Conducir el agua fría de la instalación de refrigeración.																											
Marca comercial:		Modelo: Balpex																									
Datos técnicos: Tubería atóxica, con alta resistencia mecánica y química, y difícilmente inflamable. Impermeable a los gases y rayos ultravioleta. Las conexiones no utilizan pegamento, ni necesita calentamiento para su doblado.	Esquema/imagen: 																										
Materiales de construcción: Tubería: Polietileno-Aluminio-Polietileno. Conexiones: bronce.																											
Dimensiones: <table border="1" data-bbox="172 1608 1228 1859"> <thead> <tr> <th>Tubería</th> <th>Diámetro exterior (mm)</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor pared (mm)</th> <th>Longitud rollo (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40x3,5</td> <td>40</td> <td>33</td> <td>3,5</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>26x3</td> <td>26</td> <td>20</td> <td>3</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>18x2</td> <td>18</td> <td>14</td> <td>2</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>14x2</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>			Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Longitud rollo (m)	40x3,5	40	33	3,5	50	26x3	26	20	3	50	18x2	18	14	2	100	14x2	14	10	2	100
Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Longitud rollo (m)																							
40x3,5	40	33	3,5	50																							
26x3	26	20	3	50																							
18x2	18	14	2	100																							
14x2	14	10	2	100																							

Tabla 4.41 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa Balpex

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Tubería flexible multicapa	Fecha: 15 - 7 - 2008																									
Función: Conducir el agua frías de la instalación de refrigeración.																											
Marca comercial:		Modelo: Unipipe																									
Datos técnicos: Tubería atóxica, con alta resistencia mecánica y química, y difícilmente inflamable. Impermeable a los gases y rayos ultravioleta. Las conexiones no utilizan pegamento, ni necesita calentamiento para su doblado.	Esquema/imagen: 																										
Materiales de construcción: Tubería: Polietileno-Aluminio-Polietileno. Conexiones: bronce.																											
Dimensiones: <table border="1" data-bbox="172 1606 1230 1861"> <thead> <tr> <th>Tubería</th> <th>Diámetro exterior (mm)</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor pared (mm)</th> <th>Peso barra (g/cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110x10</td> <td>110</td> <td>90</td> <td>10</td> <td>3625</td> </tr> <tr> <td>90x8,5</td> <td>90</td> <td>73</td> <td>8,5</td> <td>2556</td> </tr> <tr> <td>75x7,5</td> <td>75</td> <td>60</td> <td>7,5</td> <td>1765</td> </tr> <tr> <td>63x6</td> <td>63</td> <td>51</td> <td>6</td> <td>1220</td> </tr> </tbody> </table>			Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Peso barra (g/cm)	110x10	110	90	10	3625	90x8,5	90	73	8,5	2556	75x7,5	75	60	7,5	1765	63x6	63	51	6	1220
Tubería	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor pared (mm)	Peso barra (g/cm)																							
110x10	110	90	10	3625																							
90x8,5	90	73	8,5	2556																							
75x7,5	75	60	7,5	1765																							
63x6	63	51	6	1220																							

Tabla 4.42 - Hoja de especificaciones de las tuberías multicapa Unipipe



Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas		Nombre: Aislamiento de tuberías	Fecha: 15 - 7 - 2008																								
Función: Aislar térmicamente las tuberías de la instalación solar térmica.																											
Marca comercial:		Modelo: -																									
																											
Datos técnicos: Aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica y célula cerrada. No contiene gas C.F.C.		Esquema/imagen:																									
<table border="1"> <tr> <td>Campo de aplicación (°C)</td> <td>-30 – 250</td> </tr> <tr> <td>Conductividad térmica (W/m·K)</td> <td>0,030</td> </tr> <tr> <td>Comportamiento al agua</td> <td>No hidrófilo</td> </tr> <tr> <td>Reacción al fuego</td> <td>M0</td> </tr> <tr> <td>Dilatación y contracción</td> <td>Totalmente estable</td> </tr> </table>		Campo de aplicación (°C)	-30 – 250	Conductividad térmica (W/m·K)	0,030	Comportamiento al agua	No hidrófilo	Reacción al fuego	M0	Dilatación y contracción	Totalmente estable																
Campo de aplicación (°C)	-30 – 250																										
Conductividad térmica (W/m·K)	0,030																										
Comportamiento al agua	No hidrófilo																										
Reacción al fuego	M0																										
Dilatación y contracción	Totalmente estable																										
Materiales de construcción: Lana de vidrio.																											
Dimensiones:																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de coquilla</th> <th>Diámetro interior (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Longitud (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60x30</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>48x30</td> <td>48</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>42x30</td> <td>42</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>27x30</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>21x30</td> <td>21</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	60x30	60	30	1,2	48x30	48	30	1,2	42x30	42	30	1,2	27x30	27	30	1,2	21x30	21	30	1,2
Tipo de coquilla	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)																								
60x30	60	30	1,2																								
48x30	48	30	1,2																								
42x30	42	30	1,2																								
27x30	27	30	1,2																								
21x30	21	30	1,2																								

Tabla 4.43 - Hoja de especificaciones del aislamiento de tuberías Isover


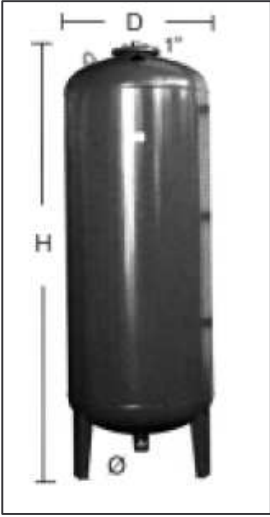
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Vaso de expansión de membrana recambiable</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>										
<p>Función: Absorber las variaciones de volumen del agua que circula desde los captadores solares hasta el intercambiador de calor.</p>												
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: 1000 AMR</p>											
<p>Datos técnicos: Incorpora en su interior una vejiga recambiable, impermeable, flexible, de gran elasticidad y elevada resistencia a la temperatura. La vejiga está calculada y dimensionada para que, si se produjera una pérdida de aire en su alrededor, ocupe totalmente la superficie interna del depósito, evitando de esta forma una posible rotura por dilatación excesiva.</p> <table border="1" data-bbox="172 1003 834 1283"> <tr> <td>Capacidad (l)</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de funcionamiento (°C)</td> <td>110 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Presión precarga (bar)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Gas contenido en la cámara</td> <td>Aire</td> </tr> </table>	Capacidad (l)	1000	Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C	Presión máxima de funcionamiento (bar)	10	Presión precarga (bar)	1,5	Gas contenido en la cámara	Aire	<p>Esquema/imagen:</p> 	
Capacidad (l)	1000											
Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C											
Presión máxima de funcionamiento (bar)	10											
Presión precarga (bar)	1,5											
Gas contenido en la cámara	Aire											
<p>Materiales de construcción: <i>Depósito:</i> acero de alta calidad. <i>Vejiga:</i> caucho especial. Acabado exterior: fosfatado, pintado y secado al horno.</p>												
<p>Dimensiones: D = 850 mm H = 2225 mm Conexión de agua: 2"</p>												

Tabla 4.44 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito captadores


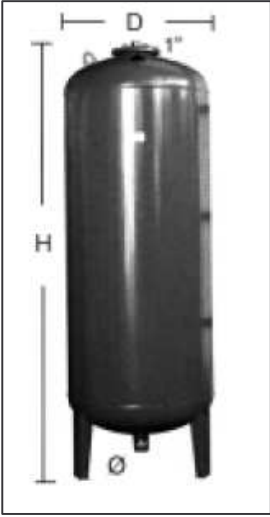
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Vaso de expansión de membrana recambiable	Fecha: 15 - 7 - 2008										
Función: Absorber las variaciones de volumen del agua que circula desde el intercambiador de calor hasta la máquina de absorción.												
Marca comercial: 	Modelo: 1400 AMR											
Datos técnicos: Incorpora en su interior una vejiga recambiable, impermeable, flexible, de gran elasticidad y elevada resistencia a la temperatura. La vejiga está calculada y dimensionada para que, si se produjera una pérdida de aire en su alrededor, ocupe totalmente la superficie interna del depósito, evitando de esta forma una posible rotura por dilatación excesiva.	Esquema/imagen: 											
<table border="1"> <tr> <td>Capacidad (l)</td> <td>1400</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima de funcionamiento (°C)</td> <td>110 °C</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de funcionamiento (bar)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Presión precarga (bar)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Gas contenido en la cámara</td> <td>Aire</td> </tr> </table>	Capacidad (l)	1400	Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C	Presión máxima de funcionamiento (bar)	10	Presión precarga (bar)	1,5	Gas contenido en la cámara	Aire	Materiales de construcción: <i>Depósito:</i> acero de alta calidad. <i>Vejiga:</i> caucho especial. Acabado exterior: fosfatado, pintado y secado al horno.	
Capacidad (l)	1400											
Temperatura máxima de funcionamiento (°C)	110 °C											
Presión máxima de funcionamiento (bar)	10											
Presión precarga (bar)	1,5											
Gas contenido en la cámara	Aire											
Dimensiones: D = 1000 mm H = 2320 mm Conexión de agua: 2"												

Tabla 4.45 - Hoja de especificaciones del vaso de expansión circuito intercambiador y depósito

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas		Nombre: Manómetros verticales	Fecha: 15 - 7 - 2008														
Función: Medir la presión existente en diferentes puntos de los circuitos.																	
Marca comercial:		Modelo: IM 30 503															
Datos técnicos:		Esquema/imagen:															
<table border="1"> <tr> <td>Precisión</td> <td>$\pm 2,5\%$ fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión estática</td> <td>10-75% fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión dinámica</td> <td>10-66% fondo escala</td> </tr> <tr> <td>Presión corta duración</td> <td>75-100% de la escala</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente (°C)</td> <td>-20 – 60</td> </tr> <tr> <td>Temperatura fluido (°C)</td> <td>-20 – 60</td> </tr> <tr> <td>Sobrepresión máxima</td> <td>1,25 x valor fondo escala</td> </tr> </table>		Precisión	$\pm 2,5\%$ fondo escala	Presión estática	10-75% fondo escala	Presión dinámica	10-66% fondo escala	Presión corta duración	75-100% de la escala	Temperatura ambiente (°C)	-20 – 60	Temperatura fluido (°C)	-20 – 60	Sobrepresión máxima	1,25 x valor fondo escala		
Precisión	$\pm 2,5\%$ fondo escala																
Presión estática	10-75% fondo escala																
Presión dinámica	10-66% fondo escala																
Presión corta duración	75-100% de la escala																
Temperatura ambiente (°C)	-20 – 60																
Temperatura fluido (°C)	-20 – 60																
Sobrepresión máxima	1,25 x valor fondo escala																
Materiales de construcción:																	
<i>Caja:</i> acero pintado negro.																	
<i>Esfera:</i> aluminio blanco.																	
<i>Aguja:</i> aluminio negro.																	
<i>Visor:</i> policarbonato.																	
<i>Elemento de medida:</i> aleación de cobre.																	
<i>Mecanismo:</i> aleación de cobre.																	
<i>Perno de conexión:</i> aleación de cobre.																	
Dimensiones:																	

Tabla 4.46 - Hoja de especificaciones de los manómetros verticales


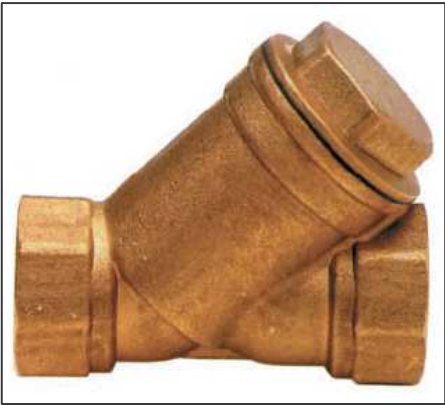
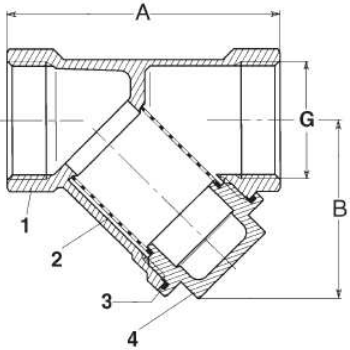
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Filtros de partículas sólidas</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																	
<p>Función: Retener las partículas sólidas en la aspiración de las bombas de circulación y en la entrada de agua de red para garantizar el buen funcionamiento de la instalación.</p>																																			
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: -</p>																																		
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="172 853 695 1008"> <tr> <td>Temperatura máxima (°C)</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima (bar)</td> <td>12-16</td> </tr> <tr> <td>Perforación (mm)</td> <td>0,4-0,5</td> </tr> </table>	Temperatura máxima (°C)	110	Presión máxima (bar)	12-16	Perforación (mm)	0,4-0,5	<p>Esquema/imagen:</p> 																												
Temperatura máxima (°C)	110																																		
Presión máxima (bar)	12-16																																		
Perforación (mm)	0,4-0,5																																		
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón. <i>Tamiz:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Junta tapa:</i> NBR. <i>Tapa:</i> latón.</p>																																			
<p>Dimensiones:</p>  <table border="1" data-bbox="647 1619 1390 1787"> <thead> <tr> <th>G</th> <th>3/8"</th> <th>1/2"</th> <th>3/4"</th> <th>1"</th> <th>1-1/4"</th> <th>1-1/2"</th> <th>2"</th> <th>2-1/2"</th> <th>3"</th> <th>4"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B (mm)</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>48</td> <td>56</td> <td>64</td> <td>73</td> <td>89</td> <td>107</td> <td>120</td> <td>173</td> </tr> <tr> <td>A (mm)</td> <td>55</td> <td>68</td> <td>70</td> <td>87</td> <td>96</td> <td>106</td> <td>126</td> <td>186</td> <td>174</td> <td>216</td> </tr> </tbody> </table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	B (mm)	40	40	48	56	64	73	89	107	120	173	A (mm)	55	68	70	87	96	106	126	186	174	216
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																									
B (mm)	40	40	48	56	64	73	89	107	120	173																									
A (mm)	55	68	70	87	96	106	126	186	174	216																									

Tabla 4.47 - Hoja de especificaciones de los filtros

<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Válvula de bola</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																																																																				
<p>Función: Interrumpir manualmente el paso del fluido en determinados puntos de los circuitos.</p>																																																																																						
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: -</p>																																																																																					
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="172 853 735 958"> <tr> <td>Temperatura de trabajo (°C)</td> <td>0 – 150</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de trabajo (bar)</td> <td>25</td> </tr> </table>	Temperatura de trabajo (°C)	0 – 150	Presión máxima de trabajo (bar)	25	<p>Esquema/imagen:</p> 																																																																																	
Temperatura de trabajo (°C)	0 – 150																																																																																					
Presión máxima de trabajo (bar)	25																																																																																					
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo válvula:</i> latón cromado. <i>Bola:</i> latón cromado. <i>Asientos:</i> teflón (PTFE). <i>Prensaestopa:</i> latón. <i>Junta prensaestopa:</i> teflón (PTFE). <i>Palanca:</i> acero cromado. <i>Revestimiento palanca:</i> PVC.</p>																																																																																						
<p>Dimensiones:</p> 	<p>DIMENSIONES (mm) Y PESO (gr)</p> <table border="1" data-bbox="730 1585 1310 1899"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>A</th> <th>C</th> <th>H</th> <th>L</th> <th>P</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/4"</td><td>39</td><td>9</td><td>41</td><td>80</td><td>10</td><td>110</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>39</td><td>9</td><td>41</td><td>80</td><td>10</td><td>120</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>49</td><td>11,5</td><td>53</td><td>90</td><td>15</td><td>225</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>58</td><td>12</td><td>57</td><td>90</td><td>20</td><td>305</td></tr> <tr><td>1"</td><td>67</td><td>14,5</td><td>65</td><td>125</td><td>25</td><td>510</td></tr> <tr><td>1-1/4"</td><td>81</td><td>16</td><td>71</td><td>125</td><td>32</td><td>810</td></tr> <tr><td>1-1/2"</td><td>94</td><td>17</td><td>79</td><td>140</td><td>40</td><td>1.250</td></tr> <tr><td>2"</td><td>110</td><td>19</td><td>87</td><td>140</td><td>50</td><td>1.800</td></tr> <tr><td>2-1/2"</td><td>141</td><td>25</td><td>117</td><td>200</td><td>65</td><td>3.450</td></tr> <tr><td>3"</td><td>163</td><td>27</td><td>132</td><td>280</td><td>80</td><td>5.380</td></tr> <tr><td>4"</td><td>188</td><td>31</td><td>144</td><td>280</td><td>100</td><td>8.600</td></tr> </tbody> </table>		Ø	A	C	H	L	P	Peso	1/4"	39	9	41	80	10	110	3/8"	39	9	41	80	10	120	1/2"	49	11,5	53	90	15	225	3/4"	58	12	57	90	20	305	1"	67	14,5	65	125	25	510	1-1/4"	81	16	71	125	32	810	1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250	2"	110	19	87	140	50	1.800	2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450	3"	163	27	132	280	80	5.380	4"	188	31	144	280	100	8.600
Ø	A	C	H	L	P	Peso																																																																																
1/4"	39	9	41	80	10	110																																																																																
3/8"	39	9	41	80	10	120																																																																																
1/2"	49	11,5	53	90	15	225																																																																																
3/4"	58	12	57	90	20	305																																																																																
1"	67	14,5	65	125	25	510																																																																																
1-1/4"	81	16	71	125	32	810																																																																																
1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250																																																																																
2"	110	19	87	140	50	1.800																																																																																
2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450																																																																																
3"	163	27	132	280	80	5.380																																																																																
4"	188	31	144	280	100	8.600																																																																																

Tabla 4.48 - Hoja de especificaciones de las válvulas de bola



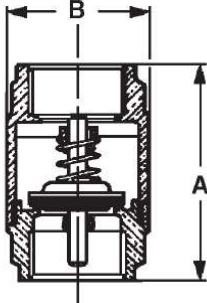
<p>Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas</p>	<p>Nombre: Válvula de retención</p>	<p>Fecha: 15 - 7 - 2008</p>																																																							
<p>Función: Garantizar el sentido del flujo del fluido que circula por los circuitos.</p>																																																									
<p>Marca comercial:</p> 	<p>Modelo: -</p>																																																								
<p>Datos técnicos:</p> <table border="1" data-bbox="172 853 735 1008"> <tr> <td>Presión máxima</td> <td>Ver tabla</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de trabajo (°C)</td> <td>-20 – 100</td> </tr> <tr> <td>Posición de trabajo</td> <td>Cualquiera</td> </tr> </table>	Presión máxima	Ver tabla	Temperatura de trabajo (°C)	-20 – 100	Posición de trabajo	Cualquiera	<p>Esquema/imagen:</p> 																																																		
Presión máxima	Ver tabla																																																								
Temperatura de trabajo (°C)	-20 – 100																																																								
Posición de trabajo	Cualquiera																																																								
<p>Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón estampado. <i>Émbolo:</i> acero inoxidable AISI 304. <i>Asiento:</i> goma nitrílica NBR. <i>Muelle:</i> acero inoxidable.</p>																																																									
<p>Dimensiones:</p>  <table border="1" data-bbox="456 1559 1393 1700"> <thead> <tr> <th>Rosca</th> <th>3/8"</th> <th>1/2"</th> <th>3/4"</th> <th>1"</th> <th>1-1/4"</th> <th>1-1/2"</th> <th>2"</th> <th>2-1/2"</th> <th>3"</th> <th>4"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (mm)</td> <td>55</td> <td>58,5</td> <td>65</td> <td>74,5</td> <td>83</td> <td>93</td> <td>101</td> <td>122</td> <td>141,5</td> <td>158,5</td> </tr> <tr> <td>B (mm)</td> <td>34,5</td> <td>34,5</td> <td>41,5</td> <td>48</td> <td>60,5</td> <td>61</td> <td>87</td> <td>120</td> <td>140,5</td> <td>172,5</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima (Kg/cm²)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Embalaje (uds./caja)</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5	B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5	Presión máxima (Kg/cm ²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																																															
A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5																																															
B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5																																															
Presión máxima (Kg/cm ²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12																																															
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1																																															

Tabla 4.49 - Hoja de especificaciones de las válvulas de retención



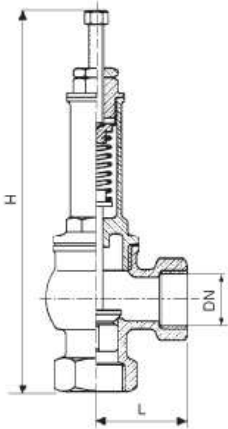
Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Válvula de seguridad	Fecha: 15 - 7 - 2008																																								
Función: Evitar que la presión del circuito alcance un valor peligroso para los elementos de la instalación, evacuando el fluido cuando se de esta situación.																																										
Marca comercial: 	Modelo: -																																									
Datos técnicos: La presión de disparo se regula a través del tornillo de regulación, quedando fijada mediante la contratuerca de apriete. <table border="1" data-bbox="172 913 735 1068"> <tr> <td>Presión nominal (bar)</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Campo de regulación (bar)</td> <td>2 - 8</td> </tr> <tr> <td>Temperatura máxima (°C)</td> <td>150</td> </tr> </table>	Presión nominal (bar)	16	Campo de regulación (bar)	2 - 8	Temperatura máxima (°C)	150	Esquema/imagen: 																																			
Presión nominal (bar)	16																																									
Campo de regulación (bar)	2 - 8																																									
Temperatura máxima (°C)	150																																									
Materiales de construcción: <i>Cuerpo:</i> latón. <i>Campana:</i> latón. <i>Obturador:</i> PTFE (teflón). <i>Muelle:</i> acero tratado. <i>Tornillo de regulación y contratuerca:</i> latón.																																										
Dimensiones: 	<table border="1" data-bbox="770 1464 1348 1861"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Rosca (DN)</th> <th>H</th> <th>L</th> <th>Ø Orificio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AA 11 121</td> <td>3/8"</td> <td>116</td> <td>45</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>AA 11 122</td> <td>1/2"</td> <td>126</td> <td>45</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>AA 11 123</td> <td>3/4"</td> <td>145</td> <td>56</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>AA 11 124</td> <td>1"</td> <td>157</td> <td>63</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>AA 11 125</td> <td>1 1/4"</td> <td>189</td> <td>78</td> <td>31,5</td> </tr> <tr> <td>AA 11 126</td> <td>1 1/2"</td> <td>210</td> <td>87</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>AA 11 127</td> <td>2"</td> <td>224</td> <td>92</td> <td>48,3</td> </tr> </tbody> </table>		Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio	AA 11 121	3/8"	116	45	10	AA 11 122	1/2"	126	45	13	AA 11 123	3/4"	145	56	19	AA 11 124	1"	157	63	25	AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5	AA 11 126	1 1/2"	210	87	38	AA 11 127	2"	224	92	48,3
Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio																																						
AA 11 121	3/8"	116	45	10																																						
AA 11 122	1/2"	126	45	13																																						
AA 11 123	3/4"	145	56	19																																						
AA 11 124	1"	157	63	25																																						
AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5																																						
AA 11 126	1 1/2"	210	87	38																																						
AA 11 127	2"	224	92	48,3																																						

Tabla 4.50 - Hoja de especificaciones de las válvulas de seguridad

Proyecto: Instalación de refrigeración solar por absorción en un conjunto de viviendas adosadas	Nombre: Centralita electrónica de regulación	Fecha: 15 - 7 - 2008										
Función: Recoger información de los diferentes sensores de la instalación y regular el buen funcionamiento de la misma.												
Marca comercial: 	Modelo: DeltaSol Plus											
Datos técnicos: <table border="1" data-bbox="173 824 794 1077"> <tr> <td>Alimentación (V, Hz)</td> <td>230, 50</td> </tr> <tr> <td>Campo de medición (°C)</td> <td>-40 – 180</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente (°C)</td> <td>0 – 40</td> </tr> <tr> <td>Grado de protección</td> <td>IP 30</td> </tr> <tr> <td>Salida de datos</td> <td>RS232</td> </tr> </table>	Alimentación (V, Hz)	230, 50	Campo de medición (°C)	-40 – 180	Temperatura ambiente (°C)	0 – 40	Grado de protección	IP 30	Salida de datos	RS232	Esquema/imagen: 	
Alimentación (V, Hz)	230, 50											
Campo de medición (°C)	-40 – 180											
Temperatura ambiente (°C)	0 – 40											
Grado de protección	IP 30											
Salida de datos	RS232											
Materiales de construcción: Caja: plástico.												
Dimensiones: Largo: 150 mm Alto: 102 mm Ancho: 52 mm												

Tabla 4.51 - Hoja de especificaciones de la centralita de regulación

5 – ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES

5	ESTADO DE MEDICIONES	417
5.1	Estado de mediciones	420
5.1.1	Relación de partidas	420
5.1.2	Estado de mediciones por partidas	421
5.1.2.1	Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils	421
5.1.2.2	Mediciones de la partida 2: Torre de refrigeración	423
5.1.2.3	Mediciones de la partida 3: Instalación solar térmica	424

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 - Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	421
Tabla 5.2 - Mediciones de la partida 2: Torre de refrigeración _____	423
Tabla 5.3 - Mediciones de la partida 3: Instalación sola térmica _____	424

5.1 Estado de mediciones

5.1.1 Relación de partidas

La relación de partidas en la que se ha dividido el estado de mediciones y el presupuesto se corresponde con el agrupamiento de elementos que se ha hecho en la memoria y anejos, aunque, la instalación de refrigeración se ha dividido en dos partidas, una correspondiente al circuito de fan-coils y la otra al circuito de la torre de refrigeración.

- Partida 1: Refrigeración fan-coils
- Partida 2: Torre de refrigeración
- Partida 3: Instalación solar térmica

5.1.2 Estado de mediciones por partidas

5.1.2.1 Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	Cantidad
Máquina de absorción LS Cable LWM-W008	ud	1
Fan-coil Roca RFC 130	ud	10
Fan-coil Roca RFC 330	ud	10
Fan-coil Roca RFC 430	ud	10
Fan-coil Roca RFR 1	ud	70
Fan-coil Roca RFR 3	ud	30
Fan-coil Roca RFR 4	ud	10
Pie de apoyo fan-coil	ud	140
Tubería multicapa de 14 Balpex 100m	m	115
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	278
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	855
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	90
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	12
Tubería multicapa de 75 Unipipe 5m	m	24
Tubería multicapa de 90 Unipipe 5m	m	24
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	88
Aislamiento térmico de 15 Armaflex 78m	m	115
Aislamiento térmico de 18 Armaflex 72m	m	278
Aislamiento térmico de 28 Armaflex 48m	m	855
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	90
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	12
Aislamiento térmico de 75 Isover 1,2m	m	24
Aislamiento térmico de 89 Isover 1,2m	m	24
Aislamiento térmico de 114 Isover 1,2m	m	88
Bomba de circulación Grundfos CHV	ud	10
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	1
Vaso de expansión Salvador Escoda 300 AMR-B160	ud	1
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11460	ud	10
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11725	ud	10
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11735	ud	10
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11350	ud	70

Tabla 5.1 - Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	Cantidad
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11510	ud	30
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11620	ud	10
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	12
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	151
Válvula automática de entrada de agua	ud	1
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	587
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	11
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	1
Válvula de 3 vías motorizada Salvador Escoda	ud	141
Termostato electrónico Salvador Escoda	ud	140
Centralita electrónica de regulación Honeywell	ud	10

Tabla 5.1 - Mediciones de la partida 1: Refrigeración fan-coils (continuación)

5.1.2.2 Mediciones de la partida 2: Torre de refrigeración

Concepto	Unidad	Cantidad
Torre de refrigeración EWK-C 1260/5	ud	1
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	3
Vaso de expansión Salvador Escoda 5 AMR-E	ud	1
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	6
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	1

Tabla 5.2 - Mediciones de la partida 2: Torre de refrigeración

5.1.2.3 Mediciones de la partida 3: Instalación solar térmica

Concepto	Unidad	Cantidad
Captador solar de tubos de vacío Solamax 30	ud	50
Intercambiador de calor por placas Adisa	ud	1
Depósito acumulador 5000 litros Lapesa	ud	1
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	30
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	30
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	96
Tubería multicapa de 50 Unipipe 5m	m	204
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	144
Aislamiento térmico de 21 Isover 1,2m	m	30
Aislamiento térmico de 27 Isover 1,2m	m	30
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	96
Aislamiento térmico de 48 Isover 1,2m	m	204
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	144
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	1
Bomba de circulación Grundfos UPS Serie 200	ud	2
Vaso de expansión Salvador Escoda 1000 AMR	ud	1
Vaso de expansión Salvador Escoda 1400 AMR	ud	1
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	5
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	3
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	16
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	3
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	3
Centralita electrónica de regulación Resol	ud	1

Tabla 5.3 - Mediciones de la partida 3: Instalación sola térmica

6 – PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

6	PRESUPUESTO _____	425
6.1	Precios unitarios _____	428
6.1.1	Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	428
6.1.2	Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración _____	430
6.1.3	Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica _____	431
6.2	Presupuesto por partidas _____	432
6.2.1	Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	432
6.2.2	Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración _____	434
6.2.3	Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica _____	435
6.2.4	Resumen del presupuesto por partidas _____	436
6.3	Presupuesto general _____	436

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1 - Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	428
Tabla 6.2 - Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración _____	430
Tabla 6.3 - Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica _____	431
Tabla 6.4 - Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils _____	432
Tabla 6.5 - Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración _____	434
Tabla 6.6 - Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica _____	435
Tabla 6.7 - Resumen del presupuesto por partidas _____	436
Tabla 6.8 - Presupuesto general _____	436

6.1 Precios unitarios

6.1.1 Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	€/unidad
Máquina de absorción LS Cable LWM-W008	ud	40.820,00
Fan-coil Roca RFC 130	ud	244,00
Fan-coil Roca RFC 330	ud	333,00
Fan-coil Roca RFC 430	ud	363,00
Fan-coil Roca RFR 1	ud	306,00
Fan-coil Roca RFR 3	ud	371,00
Fan-coil Roca RFR 4	ud	406,00
Pie de apoyo fan-coil	ud	14,00
Tubería multicapa de 14 Balpex 100m	m	1,52
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	1,82
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	3,75
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	7,81
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	19,84
Tubería multicapa de 75 Unipipe 5m	m	30,54
Tubería multicapa de 90 Unipipe 5m	m	41,45
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	56,84
Aislamiento térmico de 15 Armaflex 78m	m	5,86
Aislamiento térmico de 18 Armaflex 72m	m	6,39
Aislamiento térmico de 28 Armaflex 48m	m	8,55
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	16,42
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	20,10
Aislamiento térmico de 75 Isover 1,2m	m	23,71
Aislamiento térmico de 89 Isover 1,2m	m	27,21
Aislamiento térmico de 114 Isover 1,2m	m	45,30
Bomba de circulación Grundfos CHV	ud	598,50
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	4.122,60
Vaso de expansión Salvador Escoda 300 AMR-B160	ud	565,03
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11460	ud	64,50
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11725	ud	64,50

Tabla 6.1 - Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	€/unidad
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11735	ud	64,50
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11350	ud	64,50
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11510	ud	64,50
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11620	ud	64,50
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	9,96
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	9,57
Válvula automática de entrada de agua	ud	10,50
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,30
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	11,25
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,30
Válvula de 3 vías motorizada Salvador Escoda	ud	46,43
Termostato electrónico Salvador Escoda	ud	33,87
Centralita electrónica de regulación Honeywell	ud	231,15

Tabla 6.1 - Precios unitarios de la partida 1: Refrigeración fan-coils (continuación)

6.1.2 Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración

Concepto	Unidad	€/unidad
Torre de refrigeración EWK-C 1260/5	ud	15.413,11
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	56,84
Vaso de expansión Salvador Escoda 5 AMR-E	ud	31,08
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,3
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,3

Tabla 6.2 - Precios unitarios de la partida 2: Torre de refrigeración

6.1.3 Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica

Concepto	Unidad	€/unidad
Captador solar de tubos de vacío Solamax 30	ud	1.940,00
Intercambiador de calor por placas Adisa	ud	4.513,00
Depósito acumulador 5000 litros Lapesa	ud	5.610,00
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	1,82
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	3,75
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	7,81
Tubería multicapa de 50 Unipipe 5m	m	11,88
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	19,84
Aislamiento térmico de 21 Isover 1,2m	m	7,02
Aislamiento térmico de 27 Isover 1,2m	m	8,55
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	16,42
Aislamiento térmico de 48 Isover 1,2m	m	17,78
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	20,10
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	4.833,30
Bomba de circulación Grundfos UPS Serie 200	ud	1.026,60
Vaso de expansión Salvador Escoda 1000 AMR	ud	4.846,84
Vaso de expansión Salvador Escoda 1400 AMR	ud	6.443,46
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	9,96
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	9,57
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,30
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	11,25
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,30
Centralita electrónica de regulación Resol	ud	419,00

Tabla 6.3 - Precios unitarios de la partida 3: Instalación solar térmica

6.2 Presupuesto por partidas

6.2.1 Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	€/unidad	Cantidad	Importe (€)
Máquina de absorción LS Cable LWM-W008	ud	40820,00	1	40.820,00
Fan-coil Roca RFC 130	ud	244,00	10	2.440,00
Fan-coil Roca RFC 330	ud	333,00	10	3.330,00
Fan-coil Roca RFC 430	ud	363,00	10	3.630,00
Fan-coil Roca RFR 1	ud	306,00	70	21.420,00
Fan-coil Roca RFR 3	ud	371,00	30	11.130,00
Fan-coil Roca RFR 4	ud	406,00	10	4.060,00
Pie de apoyo fan-coil	ud	14,00	140	1.960,00
Tubería multicapa de 14 Balpex 100m	m	1,52	115	174,80
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	1,82	278	505,96
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	3,75	855	3.206,25
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	7,81	90	702,90
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	19,84	12	238,08
Tubería multicapa de 75 Unipipe 5m	m	30,54	24	732,96
Tubería multicapa de 90 Unipipe 5m	m	41,45	24	994,80
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	56,84	88	5.001,92
Aislamiento térmico de 15 Armaflex 78m	m	5,86	115	673,90
Aislamiento térmico de 18 Armaflex 72m	m	6,39	278	1.776,42
Aislamiento térmico de 28 Armaflex 48m	m	8,55	855	7.310,25
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	16,42	90	1.477,80
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	20,10	12	241,20
Aislamiento térmico de 75 Isover 1,2m	m	23,71	24	569,04
Aislamiento térmico de 89 Isover 1,2m	m	27,21	24	653,04
Aislamiento térmico de 114 Isover 1,2m	m	45,30	88	3.986,40
Bomba de circulación Grundfos CHV	ud	598,50	10	5.985,00
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	4122,60	1	4.122,60
Vaso de expansión Salvador Escoda 300 AMR-B160	ud	565,03	1	565,03
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11460	ud	64,50	10	645,00
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11725	ud	64,50	10	645,00
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11735	ud	64,50	10	645,00
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11350	ud	64,50	70	4.515,00

Tabla 6.4 - Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils

Concepto	Unidad	€/unidad	Cantidad	Importe (€)
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11510	ud	64,50	30	1.935,00
Válvula de equilibrado Frese Eva con cartucho 49-11620	ud	64,50	10	645,00
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	9,96	12	119,52
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	9,57	151	1.445,07
Válvula automática de entrada de agua	ud	10,50	1	10,50
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,30	587	3.111,10
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	11,25	11	123,75
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,30	1	13,30
Válvula de 3 vías motorizada Salvador Escoda	ud	46,43	141	6.546,63
Termostato electrónico Salvador Escoda	ud	33,87	140	4.741,80
Centralita electrónica de regulación Honeywell	ud	231,15	10	2.311,50

Tabla 6.4 - Presupuesto de la partida 1: Refrigeración fan-coils (continuación)

6.2.2 Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración

Concepto	Unidad	€/unidad	Cantidad	Importe (€)
Torre de refrigeración EWK-C 1260/5	ud	15413,11	1	15.413,11
Tubería multicapa de 110 Unipipe 5m	m	56,84	3	170,52
Vaso de expansión Salvador Escoda 5 AMR-E	ud	31,08	1	31,08
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,3	6	31,80
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,3	1	13,30

Tabla 6.5 - Presupuesto de la partida 2: Torre de refrigeración

6.2.3 Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica

Concepto	Unidad	€/unidad	Cantidad	Importe (€)
Captador solar de tubos de vacío Solamax 30	ud	1940,00	50	97.000,00
Intercambiador de calor por placas Adisa	ud	4513,00	1	4.513,00
Depósito acumulador 5000 litros Lapesa	ud	5610,00	1	5.610,00
Tubería multicapa de 18 Balpex 100m	m	1,82	30	54,60
Tubería multicapa de 26 Balpex 50m	m	3,75	30	112,50
Tubería multicapa de 40 Balpex 50m	m	7,81	96	749,76
Tubería multicapa de 50 Unipipe 5m	m	11,88	204	2.423,52
Tubería multicapa de 63 Unipipe 5m	m	19,84	144	2.856,96
Aislamiento térmico de 21 Isover 1,2m	m	7,02	30	210,60
Aislamiento térmico de 27 Isover 1,2m	m	8,55	30	256,50
Aislamiento térmico de 42 Isover 1,2m	m	16,42	96	1.576,32
Aislamiento térmico de 48 Isover 1,2m	m	17,78	204	3.627,12
Aislamiento térmico de 60 Isover 1,2m	m	20,10	144	2.894,40
Bomba de circulación Grundfos TPE Serie 1000	ud	4833,30	1	4.833,30
Bomba de circulación Grundfos UPS Serie 200	ud	1026,60	2	2.053,20
Vaso de expansión Salvador Escoda 1000 AMR	ud	4846,84	1	4.846,84
Vaso de expansión Salvador Escoda 1400 AMR	ud	6443,46	1	6.443,46
Manómetro vertical Salvador Escoda	ud	9,96	5	49,80
Filtro de partículas Salvador Escoda	ud	9,57	3	28,71
Válvula de bola Salvador Escoda	ud	5,30	16	84,80
Válvula de retención Salvador Escoda	ud	11,25	3	33,75
Válvula de seguridad Salvador Escoda	ud	13,30	3	39,90
Centralita electrónica de regulación Resol	ud	419,00	1	419,00

Tabla 6.6 - Presupuesto de la partida 3: Instalación solar térmica

6.2.4 Resumen del presupuesto por partidas

Partida	Importe (€)
1. Instalación de refrigeración	155.161,52
2. Torre de refrigeración	15.659,81
3. Instalación solar térmica	140.718,04
Total partidas	311.539,37

Tabla 6.7 - Resumen del presupuesto por partidas

6.3 Presupuesto general

Nota: todos los importes están en euros (€).

Total partidas	311.539,37
Beneficio industrial 6%	18.692,36
Base imponible	330.231,73
IVA 16%	52.837,08
TOTAL PRESUPUESTO	383.068,81

Tabla 6.8 - Presupuesto general

El presupuesto general de la instalación es de TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL SESENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y UNO CÉNTIMOS.