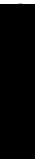


C. R.
.



Carla Rebelo

**Cálculo de coletores solares
térmicos marca [REDACTED]**



Cálculo de coletores solares térmicos marca

Cálculo de coletores solares térmicos

Relatório de Atividade Profissional em Energia

Dezembro de 2013



Resumo

O objetivo pretendido neste relatório é apresentar um histórico da minha atividade profissional em particular, na empresa [REDACTED]. É dado realce à colaboração na adaptação do programa de cálculo de coletores solares desenvolvido pela empresa. Com base na apresentação de um exemplo, um hotel 4 estrelas* em Setúbal, são apresentadas as considerações e equações de cálculo que estão por detrás deste programa informático. Os resultados são o número de coletores solares térmicos [REDACTED] e a superfície absorvedora total do campo de coletores para a instalação em questão. A empresa tem todo o interesse que este programa seja aplicável a Portugal por constituir uma boa ferramenta de cálculo. Para tal foram feitas pesquisas e o enquadramento das normas europeias e nacionais nesta matéria, nomeadamente critérios descritos no Decreto-Lei 80/2006 e dados utilizados no Solterm. O programa de cálculo da [REDACTED] simplifica o trabalho comercial junto dos gabinetes de projeto e instaladores, minimiza o tempo de resposta das propostas comerciais aos clientes, potenciando a venda deste equipamento, os coletores solares térmicos [REDACTED]. É abordada a história da [REDACTED] e o seu interesse em poder oferecer ao mercado Ibérico, avançados sistemas e técnicas para a poupança de energia.

Palavras-chave: coletores solares, programa de cálculo, preparação de A.Q.S., energia renovável, dimensionamento.

Abstract

The purpose of this report is to present a summary of my professional activity, particularly in the company [REDACTED]. [REDACTED]'s own developed solar collector calculation software is a major collaboration to this report. By having an example of a 4 stars* hotel in Setubal - Portugal, it'll be presented all considerations, calculations and equations performed by this computer software. The final results are the number of [REDACTED] solar collectors and the total absorber surface required for the solar collectors for this particular example. [REDACTED] intends this software to be applicable to Portugal because it constitutes a good work tool. To reach that, research and integration of European and National standards were made, especially the ones described in "Decreto-Lei 80/2006" and Solterm data. [REDACTED]'s software simplifies company commercial work, directly with project developers and contractors, saving time and prompting answers enhancing [REDACTED] solar collectors' sales. I'll be presented [REDACTED]'s history and the interest in being able to offer to Iberian market, advanced systems and energy saving techniques.

Key Words: solar collectors, calculation software, DHW preparation, renewable energy, design.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Índice	iii
Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	vi
Lista de Siglas e Acrónimos	vii
Lista de Símbolos	viii
Capítulo 1	1
1.1 Introdução	1
1.2 Breve introdução ao programa de cálculo de coletores solares	3
1.3 Exemplo de cálculo de coletores solares [REDACTED]	6
1.3.1 Cálculo do consumo de AQS.	7
1.3.2 Cálculo das necessidades energéticas.	9
1.3.3 Inclinação e orientação do campo de coletores.	11
1.3.4 Ganho de energia mensal bruta por m ² de superfície absorvedora.	12
1.3.5 Rendimento do coletor plano [REDACTED] [REDACTED]	13
1.3.6 Ganho de energia útil mensal e anual por m ² de superfície absorvedora.	15
1.3.7 Cálculo da superfície absorvedora e grau de cobertura mensal.	16
1.3.8 Observações.	18
Capítulo 2	20
2.1 Experiência profissional	20
2.2 Experiência profissional sobre o tema	25
2.3 Solar Térmico uma opção sustentada de energia renovável	27
Capítulo 3	29
3.1 Conclusões	29

Bibliografia.....	32
Anexo I	A.1
Anexo II	A.2
Anexo III	A.3

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Opção de seleção do tipo de coletor	4
Figura 1.2 – Opção de seleção do esquema tipo de instalação solar	5
Figura 1.3 – Ângulo de inclinação β	11
Figura 1.4 – Curva de rendimento segundo EN12975-2:2006	13
Figura 1.5 – Instalação de coletores [REDACTED]	18
Figura 1.6 – Opção de cálculo do permutador de calor e vaso de expansão	19
Figura 1.7 – Gama de produtos [REDACTED]	23

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Dados climatéricos de Setúbal	6
Tabela 1.2 – Consumos diários unitários de referência	7
Tabela 1.3 – Consumo mensal	9
Tabela 1.4 – Necessidade energética	10
Tabela 1.5 – Latitude geográfica	11
Tabela 1.6 – Ganho de energia mensal bruta por m ² de superfície absorvedora	12
Tabela 1.7 – Potência radiante média incidente por m ² de superfície absorvedora (I)	14
Tabela 1.8 – Ganho energético anual por m ² de superfície absorvedora	15
Tabela 1.9 – Grau de cobertura	17

Lista de Siglas e Acrónimos

AQS	Águas Quentes Sanitárias
RITE	Regulamento de Instalações Térmicas de Edifícios (Espanhol)
CTE	Código Técnico de Edifícios (Espanhol)
SCE	Sistema de Certificação de Edifícios
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
DL	Decreto-Lei
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
INETI	Instituto Nacional Engenharia, Tecnologia e Inovação

Lista de Símbolos

C_e	calor específico da água [$J/(kgK)$] ou [$cal/g^{\circ}C$]
T	temperatura [$^{\circ}C$]
T_a	temperatura média ambiente [$^{\circ}C$]
T_m	temperatura média do fluido calorífico que circula no coletor [$^{\circ}C$]
Δt	diferencial de temperatura
β	ângulo de inclinação de latitude [$^{\circ}$]
α	ângulo de azimute [$^{\circ}$]
η	rendimento [%]
G	ganho de energia mensal por m^2 de superfície absorvedora [$kW h/(m^2 \text{ mês})$]
GH	energia incidente por m^2 e mês no plano horizontal [$kW h/(m^2 \text{ mês})$]
GK	ganho de energia mensal bruta por m^2 de superfície absorvedora, para uma determinada inclinação, latitude e azimute do coletor [$kW h/(m^2 \text{ mês})$]
I	potência radiante média incidente por m^2 de superfície absorvedora [W/m^2]
K	fator de correção em função da inclinação e da latitude do local
K^*	coeficiente de azimute (tem em conta os desvios para o sul geográfico)
Q	energia fornecida [$kW h$]

Capítulo 1

1.1 Introdução

Os cálculos utilizados no programa de coletores solares [REDACTED] adaptado a Portugal serão o conteúdo a descrever neste capítulo. A utilização e o desenvolvimento deste programa da [REDACTED] são atividades de relevância na minha experiência profissional na área da energia. A [REDACTED], empresa de comércio de equipamentos de aquecimento e ar condicionado, desde 2008 permite-me colaborar de forma ativa em projetos da minha formação académica e percurso laboral.

Para um entendimento claro das considerações e fórmulas de cálculo que estão por detrás deste programa seguirá um exemplo, para um hotel 4 estrelas* em Setúbal, assim facilmente se evidenciam os elementos que foram necessários recolher para que seja funcional em Portugal. Pretende-se alcançar no final, com a utilização desde programa, um aumento das vendas dos coletores solares comercializados pela [REDACTED], tal como resultou em Espanha.

Houve que pesquisar os elementos existentes na Legislação Portuguesa, Normas, Regulamentos aplicáveis a esta especialidade, que são poucos, e dados geográficos e meteorológicos de todos os 308 Concelhos de Portugal. A ferramenta que temos em Portugal, mais desenvolvida e válida para análise de desempenho de sistemas solares é o Solterm. Este permite ainda uma análise económica, o cálculo de tarifário do regime de incentivos à eletricidade das fontes de energia renováveis e benefícios ambientais, cálculo das emissões gasosas prejudiciais, minimizadas pela integração de sistemas solares [1]. Sendo o programa de coletores solares [REDACTED] da [REDACTED] muito específico, com a finalidade de cálculo do número de coletores térmicos, necessários numa determinada instalação, não podia deixar de recorrer a informação existente no Solterm.

O Solterm é o *software* usado para contabilizar os ganhos da utilização das energias renováveis para o SCE, transposição da Diretiva Europeia para a Eficiência Energética em Edifícios, para Portugal. Neste contexto encontram-se dados de referência regulamentada e recomendados. Por exemplo, o consumo médio diário de água é de 40l por ocupante para edifícios residências, ou de 100l para edifícios de serviços por admitir-se haver aqui pouco consumo de AQS (sujeitos ao RCCTE). O aumento de temperatura para preparação de AQS tem o valor de referência de 45°C, considerando a temperatura média anual da água da rede de 15°C e que deve ser aquecida a 60°C. Estes valores estão mencionados no DL 80/2006 de

4 de Abril no seu Anexo VI [4].

O Solterm contempla na sua base de dados, configurações de sistemas solares térmicos, curiosamente o mais usado no nosso País não é permitido pelo RITE em Espanha, no entanto está incorporado na base de dados de instalações tipo do programa da [REDACTED] para Portugal, para que seja também uma opção no cálculo (ver anexo I – Esquema proposto 6). Estão inseridos no Solterm, os vários modelos e marcas comercializadas de coletores solares, ensaiados segundo a norma europeia e portuguesa atual. Os modelos da marca [REDACTED] constam dessa base de dados para possa ser mais facilmente realizada a análise de desempenho com estes coletores.

1.2 Breve introdução ao programa de cálculo de coletores solares

O programa de cálculo de coletores solares térmicos da [REDACTED] apenas permite selecionar o número de coletores seletivos planos, da marca [REDACTED].

Ao abrir o programa temos uma apresentação das características principais dos dois tipos de coletores comercializados, para que se selecione o pretendido:

- [REDACTED] – coletores solares de duas ligações, genericamente utilizado para pequenos conjuntos de coletores.

Tipos de montagem:

Em cobertura plana, instalados na horizontal ou vertical [REDACTED]

Sobre telhado, instalados na horizontal ou vertical [REDACTED]

Encastrados, instalados na horizontal [REDACTED]

Encastrados, instalados na vertical [REDACTED]

- [REDACTED] – coletores solares de quatro ligações, genericamente utilizado para conjuntos de 4 a 10 coletores.

Tipos de montagem:

Em cobertura plana, instalados na horizontal [REDACTED] ou vertical [REDACTED]

Sobre telhado, instalados na horizontal [REDACTED] ou vertical [REDACTED]

Como se pode ver:

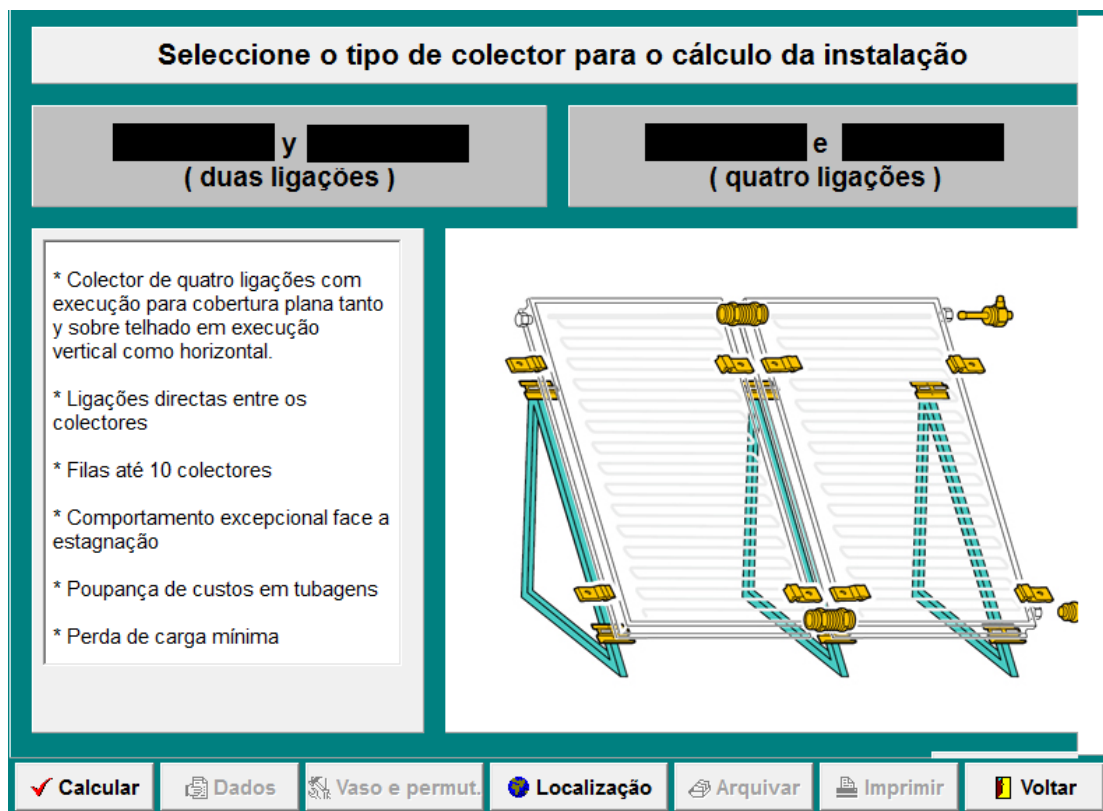


Figura 1.1 – Opção de seleção do tipo de coletor

Seguidamente selecciona-se a finalidade da instalação de coletores:

- AQS;
- Piscina coberta;
- Piscina exterior.

O próximo passo é seleccionar o tipo de instalação solar, isto é, existem seis esquemas orientativos simplificados de possíveis instalações (Anexo I).

Destaca-se uma particularidade neste ponto, para o esquema Tipo 6 (instalação com um depósito de dupla serpentina) que não é permitido em Espanha e em Portugal é muitas vezes o mais usado.

Finalmente selecciona-se a localização onde se realizará a instalação solar por forma a fixar os dados geográficos e climáticos do concelho de Portugal, como se pode ver:

1.3 Exemplo de cálculo de coletores solares

O exemplo que se segue é um estudo para:

- Hotel 4 estrelas* com 288 camas
- Cidade de Setúbal
- Coletores solares modelo
- Instalação para AQS
- Esquema de instalação considerado, tipo 2

Dados de partida relativos a Setúbal

- Latitude: 38,52°
- Longitude: 8,86°
- Altitude: 20 m

Tabela 1.1 – Dados climatéricos de Setúbal (*fonte: Solterm*)

Mês	Temp. média ambiente [°C]	Temp. média água rede [°C]	Nº horas de sol útil, mensal [h]	G _H [kW h m ² mês]
Janeiro	10,7	13	248	65,1
Fevereiro	11,4	13	252	81,2
Março	12,8	14	279	120,9
Abril	14,7	15	285	156
Maio	17,4	16	294,5	201,5
Junho	19,9	18	285	216
Julho	22,4	19	294,5	235,6
Agosto	22,7	19	294,5	213,9
Setembro	21,2	18	270	150
Outubro	18,1	17	279	108,5
Novembro	13,5	14	240	75
Dezembro	10,7	13	232,5	62

G_H= Energia incidente por m² e mês no plano horizontal

1.3.1 Cálculo do consumo de AQS

A temperatura de referência para o cálculo de consumos é de 60°C.

Para contabilizar as necessidades, ao selecionar consumo diário desconhecido, surgem disponíveis os valores unitários de referência que constam no Procedimento Básico para a Certificação Energética da Nova Construção e no CTE:

Tabela 1.2 – Consumos diários unitários de referência

Consumos	Litros/dia a 60°C
Vivendas unifamiliares	30 por pessoa
Vivendas multifamiliares	22 por pessoa
Hospitais e clínicas	55 por cama
Hotéis (4 estrelas*)	70 por cama
Hotéis (3 estrelas*)	55 por cama
Hotéis/Residenciais (2 estrelas*)	40 por cama
Campismo	40 por posição
Residenciais/Pensões (1 estrela*)	35 por cama
Residências (idosos, estudantes, etc.)	55 por cama
Vestiários/Duches coletivos	15 por serviço
Escolas	3 por aluno
Quartéis	20 por pessoa
Fábricas	15 por pessoa
Administrativos	3 por pessoa
Ginásios	20 a 25 por usuário
Lavandarias	3 a 5 por Kg de roupa
Restaurantes	5 a 10 por refeição
Cafetarias	1 por refeição ligeira

- **Consumo diário** = 288 camas x 70 l/cama = **20.160 l/dia**, à T_{ref} de 60°C.
- **Perfil de ocupação**, inserido em %, poderá ser anual ou mensal, no exemplo considerou-se **100% ocupado todo o ano**.
- **Temperatura de acumulação**, inserido em °C, poderá ser constante todo o ano ou variável em cada mês, no exemplo considerou-se **constante todo o ano a 45°C**.

- **Consumo equivalente** à $T_{\text{utilização}}$ e à T_{rede} para cada mês, calcular-se:

$$\text{Consumo equivalente} = \text{Consumo diário } (T_{\text{ref}}) \times \left(\frac{T_{\text{ref}} - T_{\text{rede}}}{T_{\text{utiliz}} - T_{\text{rede}}} \right), \text{ [l]} \quad (1.3.1)$$

De acordo com a equação 1.3.1, como exemplo para o mês de Janeiro:

- 31 dias;
- Temperatura média da água da rede de 13°C, o **consumo equivalente a 45°C** será:

$$20.160 \times \left(\frac{60 - 13}{45 - 13} \right) = 29.610 \text{ l/dia a } 45^\circ\text{C}$$

$$29.610 \text{ l/dia} \times 31 \text{ dias} = \mathbf{917.910 \text{ l, em Janeiro.}}$$

O Volume de acumulação recomendado a 45°C será no mínimo, 80% do consumo equivalente a 45°C:

$$\mathbf{29.610 \times 0,8 = 23.688 \text{ l}}$$

Tabela 1.3 – Consumo mensal

Mês	Consumo mensal [l/mês]
Janeiro	917.910
Fevereiro	829.080
Março	927.360
Abril	907.200
Maio	948.215
Junho	940.800
Julho	985.514
Agosto	985.514
Setembro	940.800
Outubro	959.760
Novembro	897.445
Dezembro	917.910
Consumo anual = Σ l/mês	11.157.508 l/ano a 45°C

1.3.2 Cálculo das necessidades energéticas

As necessidades energéticas diárias, mensais e anuais, calculam-se pela equação:

$$Q = m \times C_e \times \Delta t, [J] \quad (1.3.2)$$

No programa calculam e apresentam-se habitualmente as necessidades energéticas em kW h, em que,

m = Consumo equivalente em litros a 45°C

C_e = Calor específico da água, 1Cal/g°C

Δt = $T_{\text{utilização}} - T_{\text{rede}} = 45 - T_{\text{rede}}$

1 kW h » 860 kcal

De acordo com a equação 1.3.2, como exemplo para o mês de Janeiro:

$$Q_{\text{mês}} = 917.910 \times 1 \times (45 - 13) / 860 = \mathbf{34.155 \text{ kW h}}$$

Tabela 1.4 – Necessidade energética

Mês	Necessidade energética diária [kW h]	Necessidade energética mensal [kW h]
Janeiro	1.102	34.155
Fevereiro	1.102	30.849
Março	1.078	33.428
Abril	1.055	31.647
Maio	1.031	31.975
Junho	985	29.537
Julho	961	29.795
Agosto	961	29.795
Setembro	985	29.537
Outubro	1.008	31.248
Novembro	1.078	32.350
Dezembro	1.102	34.155
Necessidade energética anual = Σ kW h/mês		378.469 kW h

De acordo com o Procedimento Básico para a Certificação Energética da Nova Construção, pretende-se uma cobertura mínima anual de 70% com coletores solares.

Poderá seleccionar-se também por % de cobertura máxima mensal, que terá outro valor.

Necessidade energética = $378.469 \times 0,70 = 264.928$ kW h

1.3.3 Inclinação e orientação do campo de coletores

Considera-se como orientação ótima o Sul.

O ângulo de inclinação dos coletores sobre o plano horizontal determina-se em função da latitude geográfica β° e do período de utilização da instalação, de acordo com os seguintes valores:

Tabela 1.5 – Latitude geográfica

Período de utilização	Inclinação
Anual, com consumo constante	β°
Preferencialmente no Inverno	$(\beta + 10)^\circ$
Preferencialmente no Verão	$(\beta - 10)^\circ$

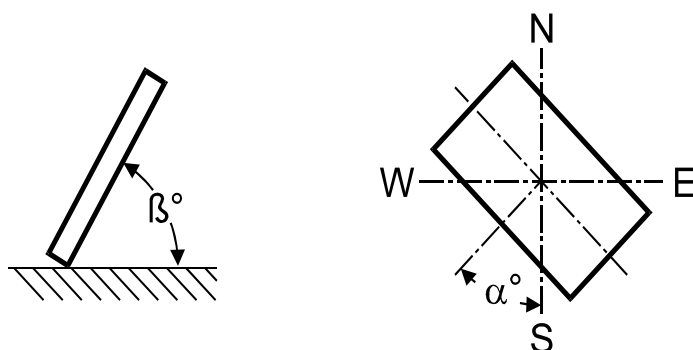


Figura 1.3 – Ângulo de inclinação β

No exemplo:

- Coletores a instalar sobre cobertura plana
- Ângulo de inclinação $\beta = 45^\circ$
- Azimute $\alpha = 0^\circ$.

1.3.4 Ganho de energia mensal bruta por m² de superfície absorvedora

O ganho de energia mensal bruta calcula-se através da seguinte expressão:

$$G_K = K \times G_H \times K^*, [\text{kW h/m}^2] \quad (1.3.4)$$

No exemplo:

- $\beta = 45^\circ$;
- $\alpha = 0^\circ$;
- latitude = $38,52^\circ$

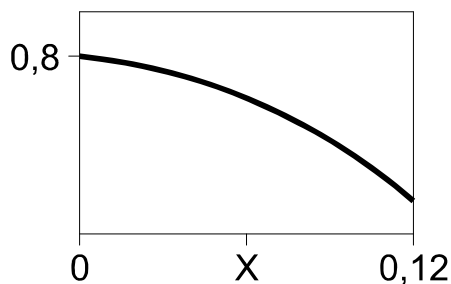
Tabela 1.6 – Ganho de energia mensal bruta por m² de superfície absorvedora

Mês	G_H [kW h m ² mês]	$K (\beta = 45^\circ)$	$K^* (\alpha = 0^\circ)$	G_K [kW h m ² mês]
Janeiro	65,1	1,374	1	89,5
Fevereiro	81,2	1,265	1	102,7
Março	120,9	1,135	1	137,2
Abril	156	0,995	1	155,2
Maio	201,5	0,895	1	180,3
Junho	216	0,865	1	186,8
Julho	235,6	0,895	1	210,9
Agosto	213,9	1,005	1	215,0
Setembro	150	1,175	1	176,3
Outubro	108,5	1,365	1	148,1
Novembro	75	1,490	1	111,8
Dezembro	62	1,475	1	91,5

1.3.5 Rendimento do coletor plano

DIN CERTCO Solar Keymark, Laboratório de ensaio Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Universität Stuttgart.

A curva e equação do rendimento são as seguintes:



$$\begin{aligned}\eta &= \eta_o - a_1 x - a_2 x^2 I \\ \eta_o &= 0,814 \\ a_1 &= 3,527 \text{ W/m}^2 \text{ K} \\ a_2 &= 0,012 \text{ W/m}^2 \text{ K}^2 \\ I &= [\text{W/m}^2]\end{aligned}$$

Figura 1.4 – Curva de rendimento segundo EN12975-2:2006

$$X = \frac{T_m - T_a}{I}$$

T_m : Temperatura média do fluido calorífico que circula no coletor.

O programa calcula “ T_m ”, em função da radiação que recebe o coletor.

É mínima quando a radiação incidente é mínima e máxima quando a radiação incidente é máxima.

Cálculo da potência radiante média incidente por m^2 de superfície absorvedora (I):

$$I = G_K \times 1.000 \left(\frac{\text{W} \cdot \text{h}}{\text{m}^2 \cdot \text{mês}} \right) \times \frac{1}{\text{n}^\circ \text{ horas mensal sol}}, [\text{W/m}^2] \quad (1.3.5)$$

De acordo com a equação 1.3.5, como exemplo para o mês de Janeiro:

$$I = 89,5 \times 1.000 \times \frac{1}{248} = 360,9 \text{ W/m}^2$$

Tabela 1.7 – Potência radiante média incidente por m² de superfície absorvedora (I)

Mês	Ta [°C]	G_K [kW h m² mês]	Nº horas sol útil mensal [h]	I [W/m²]	Rendimento coletor [%]
Janeiro	10,7	89,5	248	360,9	57,2
Fevereiro	11,4	102,7	252	407,6	59,0
Março	12,8	137,2	279	491,8	58,5
Abril	14,7	155,2	285	544,6	57,2
Maio	17,4	180,3	294,5	612,4	55,9
Junho	19,9	186,8	285	655,6	53,7
Julho	22,4	210,9	294,5	716,0	51,9
Agosto	22,7	215,0	294,5	729,9	51,6
Setembro	21,2	176,3	270	652,8	54,8
Outubro	18,1	148,1	279	530,8	57,0
Novembro	13,5	111,8	240	465,6	58,9
Dezembro	10,7	91,5	232,5	393,3	57,5

1.3.6 Ganho de energia útil mensal e anual por m² de superfície absorvedora

Estimam-se perdas globais de 15% por distribuição, permutas e acumulação, assim,

$$G = G_K \times \eta \times 0,85 \text{ [kW h/m}^2\text{]} \quad (1.3.6)$$

De acordo com a equação 1.3.6, como exemplo para o mês de Janeiro:

$$G = 89,5 \times 0,572 \times 0,85 = 43,6 \text{ kW h/m}^2\text{mês}$$

Tabela 1.8 – Ganho energético anual por m² de superfície absorvedora

Mês	G _K [kW h m ² mês]	Rendimento coletor [%]	G [kW h m ² mês]
Janeiro	89,5	57,2	43,6
Fevereiro	102,7	59,0	51,5
Março	137,2	58,5	68,2
Abril	155,2	57,2	75,5
Maio	180,3	55,9	85,6
Junho	186,8	53,7	85,3
Julho	210,9	51,9	93,0
Agosto	215,0	51,6	94,3
Setembro	176,3	54,8	82,1
Outubro	148,1	57,0	71,7
Novembro	111,8	58,9	56,0
Dezembro	91,5	57,5	44,7
Ganho energético anual útil por m ² de superfície absorvedora			851,5
$\frac{\text{kW h}}{\text{m}^2 \text{ ano}} = \sum G/\text{mês}$			

1.3.7 Cálculo da superfície absorvedora e grau de cobertura mensal

O grau de cobertura (%) indica a energia consumida para AQS proveniente da instalação de coletores solares.

- Necessidade energética anual = 378.469 kW h/ano

Como se pretende uma cobertura de 70% com coletores solares:

- $378.469 \times 0,7016 = 265.543 \text{ kW h/ano}$

$$\text{Superfície abs.} = \frac{\text{Energia anual absorvida}}{\text{Ganho energético anual por m2 superf absorvedora}}, [\text{m}^2] \quad (1.3.7.1)$$

De acordo com a equação 1.3.7.1:

$$\text{Superfície absorvedora} = \frac{265.543}{851,5} = 311,85 \text{ m}^2$$

$$\text{Grau de cobertura anual} = \frac{\text{Energia anual absorvida}}{\text{Necessidade energética anual}} \times 100, [\%] \quad (1.3.7.2)$$

De acordo com a equação 1.3.7.2:

$$\text{Grau de cobertura anual} = \frac{265.543}{378.469} \times 100 = 70,16\%$$

Tabela 1.9 – Grau de cobertura

Mês	Consumo energético mensal [kW h mês]	Ganho energético mensal por m² de coletor solar [kW h m² mês]	Energia mensal prod. campo de coletores [kW h mês]	Grau de cobertura mensal [%]
Janeiro	34.155	43,6	13.584	39,8
Fevereiro	30.849	51,5	21.267	52,1
Março	33.428	68,2	26.700	63,6
Abril	31.647	75,5	29.007	74,4
Mai	31.975	85,6	25.610	83,5
Junho	29.537	85,3	17.456	90,0
Julho	29.795	93,0	13.584	97,4
Agosto	29.795	94,3	21.267	98,7
Setembro	29.537	82,1	26.700	86,7
Outubro	31.248	71,7	29.007	71,6
Novembro	32.350	56,0	25.610	54,0
Dezembro	34.155	44,7	13.928	40,8
Anual= Σ I/mês	378.469		265.543	70,16

A superfície absorvedora útil de cada coletor plano XXXXXXXXXX é de 2,31 m².

$$\text{Número de coletores} = \frac{311,85}{2,31} = 135$$

- O programa seleciona 135 coletores.
- Superfície absorvedora total do campo de coletores = 135 x 2,31 = 311,85 m²



Figura 1.5 – Instalação de coletores

1.3.8 Observações

O programa permite “RECALCULAR” para um outro número de coletores. Esta opção é muito útil uma vez que nos podemos adaptar a uma superfície real disponível na instalação.

No final do cálculo podemos aceder a informações como:

- Resultados gerais
- Dados de localização
- Valores de cálculo
- Valores internos
- Instalação dos coletores
- Gráficos

Podemos ainda calcular para a instalação (introduzindo os dados solicitados):

- Permutador de calor
- Vaso de expansão

Como se pode ver:

Pressão da válvula de segurança 6 Bar

Altura da instalação m

Comprimento total da tubagem m

Diâmetro da tubagem mm

Número de ramaís

Comprimento da tubagem entre o primeiro painel e o vaso de expansão m

Volume do permutador Litros

°C

°C

Calcular **Continuar**

Figura 1.6 – Opção de cálculo do permutador de calor e vaso de expansão

Folhas de cálculo do exemplo apresentado. - Ver anexo II

Capítulo 2

2.1 Experiência profissional

Histórico da atividade profissional:

- **Ano 1995**

Estágio de 3 meses na Divisão de Mecânica, no Arsenal do Alfeite, empresa de reparação e comércio de navios.

O Arsenal do Alfeite desde 2009 constituído sociedade anónima, é uma empresa dedicada à indústria naval nacional e internacional. O seu principal cliente é a Marinha Portuguesa e as instalações são precisamente na Base Naval de Lisboa (Alfeite).

A sua área de atividade vai desde o estudo, projeto, construção, manutenção e reparação de navios, novos ou que necessitem de conversões, usando recentes tecnologias das diversas áreas, eletrónica, mecânica, armamento e eletrotécnica.

Estive durante os três meses de estágio integrada na Divisão de Mecânica onde tinha dois coordenadores diretos, um que me acompanhava o estágio na componente mais prática, isto é, no “terreno” e o outro na componente das obrigações formais como elaboração de relatórios. Tive a oportunidade de assistir e colaborar em trabalhos desde a solicitação de reparação de equipamentos como ventiladores e bombas para uma fragata da Marinha Portuguesa até à entrega dos mesmos. A experiência mais curiosa e marcante foi assistir ao alinhamento de um veio, com cálculos manuais, em uma embarcação que se encontrava em doca seca.

- **Ano 1996/1997 de 06/05/ a 15/07**

Serviços técnicos, comercial e orçamentação, na Liderclima - Sociedade técnica de climatização Lda. empresa de comércio e instalação de AVAC.

A Liderclima foi uma empresa instaladora e de serviços de manutenção de AVAC que já não está operacional na presente data. No seu tempo era uma instaladora de grandes obras desta especialidade e que realizou obras de grande prestígio no nosso país.

Estava integrada numa equipe de quatro pessoas no serviço de orçamentação e as principais tarefas que desempenhava iam desde a consulta aos vários fornecedores de

equipamentos para que fosse possível elaborar mapas comparativos de preços e características técnicas. Estes mapas permitiam a análise do solicitado nos cadernos de encargos que recebíamos dos potenciais clientes para uma obra em particular e selecionar o mais indicado para apresentar o orçamento. Os orçamentos eram apenas parte integrante de cada processo que incluía ainda as memórias descritivas e justificativas do proposto, bem como a documentação técnica facultada pelos vários fornecedores de equipamento, mapas dos trabalhos para obra e documentos oficiais da empresa que credibilizava-a para a execução de cada obra.

- **Ano 1997/1999 de 01/08 a 29/01**

Serviço de estudos e orçamentação, na Hidroclima - Sociedade de Projetos, Instalações Hidráulicas e Térmicas, Lda. empresa de comércio e instalação de AVAC.

A Hidroclima foi também uma empresa instaladora e de serviços de manutenção de AVAC que tal como a anterior já não está operacional na presente data. No seu tempo, até bastante recente, era uma das maiores instaladoras desta especialidade, dedicada a projetos, instalações hidráulicas e térmicas de grandes edifícios e instalações no nosso país.

Aqui estive integrada numa equipe de três pessoas no mesmo tipo de serviço, o de orçamentação. Esta mudança de empresa constituiu uma maior valia na minha aprendizagem pois embora as principais tarefas que desempenhava fossem as mesmas, cada pessoa e empresa trabalham de forma diferente, muitas vezes com objetivos diferentes. A troca de experiências é importantíssima e enriquecedora para quem dá como para quem recebe. Certamente que também eu contribuí para esta empresa de forma positiva.

- **Ano 1999/2006 de 01/02 a 28/02**

Serviços técnicos, comercial e orçamentação na Multiventilação - Sistemas de ar condicionado e ventilação, SA empresa de comércio de equipamentos de AVAC.

A Multiventilação desde final de 2005 integrada pela empresa sueca, a Systmair, é uma empresa distribuidora de equipamentos de AVAC que comercializa produtos que vão desde a ventilação, tratamento de ar, difusão de ar, proteção contraincêndio, cortinas de ar ao ar condicionado.

Nesta empresa desempenhei dois cargos diferentes. As minhas primeiras funções foram no departamento comercial e de orçamentação onde desenvolvi muito os conhecimentos que tinha dos equipamentos utilizados em instalações da especialidade de AVAC. Tive

finalmente a oportunidade de ver os diferentes produtos fisicamente isto é, ver do que falava e propunha aos clientes. Pormenores que julgava menos significativos, quando me deparei com eles e vi o que se tratava, percebi de forma clara a sua maior ou menor importância. Iniciei também uma vertente mais comercial pois falava telefonicamente com aqueles que seriam os nossos potenciais clientes no esclarecimento de dúvidas. Na segunda etapa da minha colaboração nesta empresa, já com o cargo da responsabilidade da filial em Lisboa, desenvolvi mais a componente comercial pois tinha de responder à gerência por todos os clientes da filial, incluindo a responsabilidade “dos números” isto é, as vulgares vendas. Outro e novos conhecimentos daí vieram, o tratamento dos transportes, embalagens, encomendas à sede, armazém e *stocks*, etc.

- **Ano 2006/2007 de 01/03 a 18/05**

Responsável pela direção comercial na Woresmar Portugal - Climatização e Ventilação, Lda. empresa de comércio e instalação de AVAC.

A Woresmar Portugal foi uma empresa instaladora e de manutenção na área termo e eletromecânica de conforto doméstico e industrial, já não está operacional na presente data. Era uma empresa instaladora portuguesa dependente da Woresmar, S.A. com sede em Madrid, logo o meu contacto com o país vizinho foi inevitável e seguramente enriqueceu os meus conhecimentos.

A minha responsabilidade na Woresmar era a direção comercial e prospeção do mercado nacional. Esta empresa tinha uma vasta experiência comercial com algumas cadeias de supermercados, sendo este o principal tipo de cliente a procurar. Desenvolvi capacidades de pesquisa, persistência e mais importante e novo, o contacto com as obras. Começava por estabelecer os contactos, obtermos pedidos para apresentação de propostas para fornecimento e instalação e quando obtinha a adjudicação do trabalho, a minha responsabilidade não acabava aí. Seguia-se a fase de obra, onde aprendi procedimentos aplicáveis a esta, responder a problemas reais que surgiam desde a implementação de equipamentos a coordenação dos vários materiais, equipas e a integração com as outras especialidades. A experiência mais prática resultante das obras foi uma grande maior valia.

- **Ano 2008 de 02/01 à presente data**

Responsável pela direção da sucursal de Portugal na [REDACTED]. empresa de comércio de equipamentos de aquecimento e ar condicionado.

A [REDACTED] [REDACTED] é a empresa que represento atualmente e sou responsável por esta, reportando diretamente aos meus superiores que se encontram na sede,

em Bilbao.

A [REDACTED] é uma empresa com 36 anos de existência em Espanha com treze delegações distribuídas pelo país e radicou-se em Portugal no final de 2007 com a sua décima delegação. As instalações estão situadas no Porto onde operam os principais serviços que vão desde o administrativo, comercial, armazém, serviço de assistência e manutenção. Na zona de Lisboa encontra-se a responsável pela sucursal.

Produtos comercializados:

Queimadores – [REDACTED] (representante oficial)

Coletores solares térmicos e Caldeiras de Condensação – [REDACTED] (representante oficial)

Bombas circuladoras – [REDACTED]

Sistemas de control, GTC e Regulação – [REDACTED]

Permutadores de calor água/água– [REDACTED]

Unidades desumidificadoras de piscinas – [REDACTED]

Sistemas de expansão e acumulação – [REDACTED]

Sistemas de medição de energia – [REDACTED]

Recuperadores de calor ar/ar – [REDACTED] - [REDACTED]

Sistemas de acumulação térmica de gelo – [REDACTED]

Válvulas e acessórios – [REDACTED]

Peças de substituição

Serviço Técnico Oficial [REDACTED]



Figura 1.7 – Gama de produtos [REDACTED] [REDACTED]

A experiência nesta empresa tem sido verdadeiramente aliciante, pelas necessidades de interação da sucursal com a casa mãe e toda a gestão de uma empresa nova em Portugal. Somos uma equipe de quatro pessoas com funções distintas mas polivalentes, visto tratar-se de uma estrutura pequena. As minhas tarefas do dia-a-dia prendem-se com alguns assuntos burocráticos e financeiros, no entanto, a parte comercial é a minha principal preocupação pois o desenvolvimento, crescimento e manutenção da empresa em Portugal disso muito depende. Dedico-me à prospeção do mercado dentro da nossa área, desde as entidades de estudos e projetos, acompanhamento de potenciais clientes na vertente industrial e de edifícios, elaboração de propostas comerciais e de serviços de assistência e manutenção. A disponibilidade e acessibilidade são características fundamentais e sempre presentes nas minhas funções.

2.2 Experiência profissional sobre o tema

A [REDACTED] nasceu em Fevereiro de 1977 com a ideia de negócio de Eficiência Energética nas instalações de AVAC, embora ainda não se usasse este termo. Vender a ideia de Poupança foi e é a preocupação crescente da empresa ao longo destes anos de existência.

O aumento do consumo de combustível nos anos 80 fez com que muitos países considerassem a necessidade de regulamentar para evitar um desastre global. Começou por falar-se em economia de energia, depois em energias alternativas entre elas a solar, e a partir de 90 a ecologia era um dos assuntos mais falados. O efeito de estufa e a camada de ozono, passaram a ser uma preocupação de todos e a acrescentar o aumento da poluição houve mesmo a necessidade de uma mudança nos projetos e uma nova visão dos mesmos. No início do século XXI surgem novas preocupações e terminologias, sendo realizados acordos e protocolos internacionais, e falamos já em Eficiência Energética. A [REDACTED] continua com a mesma filosofia desde os anos 80, a poupança de energia, explorando três grandes conceitos: ENERGIA cujo consumo tentamos reduzir; TÉCNICA que utilizamos para esses fins; POUPANÇA que conseguimos com este conjunto.

O lema da [REDACTED] desde à 36 anos é, TÉCNICA para a POUPANÇA de ENERGIA. Esta será sempre encarada como uma oportunidade de negócio na nossa área de atividade, a poupança de energia.

A responsabilidade pela direção da [REDACTED], [REDACTED] passa por manter a empresa organizada e saudável no nosso país. Nunca podendo esquecer a casa mãe em [REDACTED], onde se encontram todos os serviços centrais, a sucursal tem uma dinâmica própria quase como se uma empresa distinta se tratasse. A gestão é obrigatoriamente diferente face ao mercado, normas e exigências, o que obrigou a adaptações e também uma constante procura de equilíbrio.

O tema que elegi para este relatório pretende ser uma demonstração da minha colaboração em um tema em particular, em foco a área comercial. Não sendo a única é das mais importantes para qualquer empresa representante e distribuidora de equipamento. É imprescindível a venda dos equipamentos comercializados e para isso há um trabalho técnico e comercial a realizar de forma continua.

A [REDACTED] desenvolveu um programa de cálculo de coletores solares de acordo com as normas e regulamentação espanholas e onde estão inseridos os dados de todas as províncias do país. Este trabalho foi fundamental para reduzir as necessidades de informação a introduzir no cálculo pelo utilizador, tornando-se uma ferramenta intuitiva e rápida de usar.

A minha colaboração foi a adaptação do programa de cálculo de coletores solares desenvolvido, à realidade de Portugal. Sabemos que são muitos os fatores que influenciam a radiação solar, a Terra é curva logo a altura do sol varia com a latitude dos diferentes locais e os meses do ano, por exemplo, um concelho com uma menor latitude apresenta níveis de radiação solar mais elevados.

Este programa de cálculo de coletores solares permite obter o número de coletores [REDACTED] necessários numa qualquer instalação solar. É atrativo para a maioria dos especialistas nesta área desde os gabinetes de projeto a instaladores quando contribuem em trabalhos de solar térmico. A nós colaboradores da [REDACTED] simplifica o trabalho comercial, de promoção deste equipamento e o tempo na apresentação de propostas comerciais a clientes.

2.3 Solar térmico uma opção sustentada de energia renovável

Remontamos à década de 80, ao crescente consumo de combustíveis de origem fóssil o petróleo, a localização de mais de metade das reservas mundiais no Médio Oriente, que provocou e provoca uma dependência mundial a estes países. Para além destes reflexos económicos temos a crescente emissão de gases com efeito de estufa, o impacto ambiental. Todos estes fatores conduziram à preocupação de viabilizar o desenvolvimento de equipamentos e soluções que permitissem diminuir esta dependência e impactos como a utilização de fontes de energia renováveis. Atrativo reforçado pelo aumento dos preços dos combustíveis-gás, gasóleo e eletricidade, bem como a maior consciencialização para os grandes desafios ambientais.

As energias renováveis têm a capacidade de se regenerar em pouco tempo, isto é, são inesgotáveis, facilmente compreendemos esta ideia quando pensamos no vento, na biomassa, nas ondas e marés, na geotermia e no sol. O sol fornece de forma gratuita uma enorme quantidade de energia renovável, é a mais abundante no mundo e pode ser aproveitada junto de onde vai ser consumida, eliminando-se assim as perdas associadas à distribuição. Estas são duas das maiores vantagens desta fonte de energia e que a privilegia para uma redução da fatura de energia.

A energia solar pode ser transformada em diferentes tipos mas vamos explorar a Energia Solar Térmica por ser o tipo desenvolvido no tema deste relatório. A Energia Solar Térmica tem a sua principal aplicação ao nível do aquecimento de AQS, ambiente e piscinas. Para este efeito são utilizados os sistemas solares térmicos que muito resumidamente são compostos por uma unidade de captação da radiação solar, uma unidade de armazenamento do calor e uma de distribuição, vulgarmente denominados por coletor solar, reservatório, permutador, unidade de controlo, sistema de apoio e uma bomba hidráulica [2].

Em Portugal, o clima mediterrâneo e o uso das energias renováveis é fundamental quando sabemos que mais de 85% da energia que consumimos é importada. Temos um clima ameno e com uma construção adequada podemos reduzir a um mínimo as nossas necessidades energéticas. O solar térmico passa pela opção mais viável já que mais de 20% da energia usada na habitação é para o aquecimento de AQS [3]. A certificação energética de edifícios também contribuiu para o desenvolvimento e a utilização deste sistema. Para captar uma energia renovável e transformá-la em energia útil, é necessário antes de tudo esgotar todas as medidas que aumentam a sua eficiência energética e só depois conceber um sistema

de funcionamento eficiente. É necessário a colaboração e interação de todas as equipas de projeto, isto é, de todas as diversas especialidades pois como já referenciado, são necessários edifícios tão eficientes quanto as tecnologias disponíveis. Depois sim, o dimensionamento adequado para um bom desempenho energético e ambiental de produção de energia por via de fontes renováveis. Na vida útil dos edifícios resultam assim custos de operação bem inferiores e um nível superior de conforto, sem que necessariamente a sua construção tenha sido mais cara. É verdade que já houve avanços para credibilizar o setor com a exigência de certificação de produtos e instaladores, mas ainda surgem más instalações que conduzem á descrença da tecnologia. Importa por isto desenvolver ações de informação e formação junto de projetistas, arquitetos, promotores e construtores.

Foram criados pelo nosso Governo, incentivos com o objetivo aumentar a implementação de sistemas solares e tomadas medidas para criar mesmo a sua obrigatoriedade, para um aproveitamento energético ecológico. Como descrito no DL 80/2006, de 4 de Abril, no capítulo III artigo 7º: “O recurso a sistemas de coletores solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios abrangidos pelo RCCTE é obrigatório sempre que haja uma exposição solar adequada, na base de 1m² de coletor por ocupante convencional previsto”. Esta regra está: “conforme definido na metodologia de cálculo das necessidades nominais de energia para aquecimento de água sanitária referida no artigo 11º, podendo este valor ser reduzido por forma, a não ultrapassar 50% da área de cobertura total disponível, em terraço ou nas vertentes orientadas no quadrante Sul, entre Sudeste e Sudoeste” [4]. O DL 79/2006-RSECE vem “definir as condições de conforto térmico e higiene que devem ser requeridas nos diferentes espaços dos edifícios” e, “melhorar a eficiência energética global dos edifícios”, “impor regras de eficiência aos sistemas de climatização”, “Monitorizar com regularidade as práticas de manutenção dos sistemas de climatização” [5]. O DL 78/2006, estipula as condições e as regras para a obtenção da certificação energética de um edifício [6].

Capítulo 3

3.1 Conclusões

O Programa de Cálculo de Coletores Solares Térmicos desenvolvido pela [REDACTED], após o exemplificado ao longo deste trabalho, demonstra a sua facilidade de manuseamento e dá resposta ao objetivo a que se propõe.

- O programa calculou a necessidade de 135 coletores.
- A superfície absorvedora útil do campo de coletores é de 311,85 m²

A aplicabilidade a instalações solares em Portugal conseguiu-se após a introdução dos elementos respeitantes aos Concelhos de Portugal. Inerentes estão os dados geográficos e climáticos, como latitude; longitude; temperaturas diversas; humidade, entre outros.

Em Espanha, a imposição da nova Diretiva Europeia para os edifícios obrigou à sua transposição e foram criadas os documentos legais, o Procedimento Básico para a Certificação Energética da Nova Construção, o CTE e o RITE, que regulamentam entre outras especialidades, as relativas a energia solar. Existem várias exigências para a poupança de energia:

- Os edifícios devem ter características que permitam reduzir a energia necessária para o conforto térmico, isto é, limitação da procura de energia;
- Os edifícios devem possuir instalações térmicas que garantam o conforto térmico através da regulação da eficiência destas instalações e dos seus equipamentos, isto é, eficiência das instalações térmicas;
- Os edifícios com AQS ou que tenham piscinas cobertas, uma parte da energia utilizada para o aquecimento das águas deve ser proveniente de sistemas solares térmicos, isto é, contribuição mínima solar para AQS.

No programa de cálculo da [REDACTED], elementos como a percentagem de cobertura mínima anual; percentagem de cobertura máxima mensal; tabelas de consumo, entre outros, estão referenciadas nos documentos acima mencionados. Exemplo: 70l/dia a 60°C é o valor do consumo em hotéis 4 estrelas*, utilizado no estudo apresentado neste relatório.

Relativamente a Portugal, existe pouca Legislação para esta especialidade. A existente nos Regulamentos Energéticos para Edifícios, DL 78/2006; DL 79/2006 e DL 80/2006 de 4 de Abril, constitui um incentivo para o aumento da aplicação de sistemas solares. Foram consultados vários *sites* e elementos informativos de entidades que desenvolvem trabalhos nesta área sendo o INETI o mais importante, uma vez que desenvolveu e mantém atualizado o Programa de Análise de Desempenho de Sistemas Solares Térmicos e Fotovoltaicos - SolTerm, considerado oficialmente em Portugal. A título de exemplo e na sequência do caso de estudo apresentado, no Anexo III constam os dados geográficos e climáticos do Concelho de Setúbal.

O percurso profissional que desenvolvi ao longo dos últimos 18 anos foi progressivo, sem interrupções, na minha área de formação e por tudo isto considero-o sustentado. A primeira experiência profissional em 1995 foi de grande importância, acabava de terminar uma fase de estudos de 15 anos e entrar numa instituição (Arsenal do Alfeite) que embora não fosse militar, tinha essa forte influência. Está claramente justificada pois o principal cliente é a Marinha Portuguesa e até suas instalações estão aí inseridas. Os meus coordenadores eram rigorosos e com um carácter didático, que me facilitou a aprendizagem e a interiorização da responsabilidade em assumir as tarefas.

As duas experiências seguintes em empresas instaladoras, deram-me conhecimentos mais teóricos na área de AVAC pois realizava somente trabalho de escritório. Embora tivesse sempre um superior que se responsabilizava pela saída dos estudos e orçamentos para os clientes, sempre tive de responder pelas minhas considerações nos trabalhos realizados.

Na terceira experiência tive duas etapas distintas. Tratava-se de uma empresa representante de equipamentos na área de AVAC e não um instalador, só aqui estava perante uma nova realidade. Numa primeira etapa aprofundi conhecimentos teóricos já adquiridos pois tinha acesso ao armazém e consequentemente aos materiais físicos, permitindo-me o contacto com estes e ter uma visibilidade diferente que a idealizada dos produtos. Numa segunda etapa já com o cargo de responsabilidade da filial em Lisboa, comecei por desenvolver uma componente ainda mais comercial e a tomada de conhecimentos a outros níveis, nomeadamente transportes, encomendas, *stocks*, etc.

Na quarta experiência desenvolvi conhecimentos comerciais e de obra. Tratava-se de uma empresa instaladora da especialidade de AVAC e com a minha função de diretora comercial, tinha responsabilidades que iam desde o estabelecimento de novos contactos, angariação de trabalhos e, quando a obra adjudicada o acompanhamento do cliente e seguimento da obra. Aqui desenvolvi capacidades de resolução de problemas de obra como entrega de materiais, implementação destes e gestão de equipas.

Na [REDACTED], a atual empresa onde exerço funções há mais de cinco anos, desenvolvi mais algumas capacidades e novas experiências, principalmente de como gerir uma empresa em Portugal. Muitos trabalhos com uma componente burocrática mas imprescindível que começa pela gestão das instalações, os contratos e o pessoal, uma componente técnico comercial de introdução de uma empresa nova no nosso mercado com produtos com concorrência, componente de obra pois a nossa responsabilidade como representantes de equipamento “só” termina no final da garantia do mesmo. Para elaborar este relatório elegi um dos nossos produtos comercializados, os coletores solares. A minha colaboração direta e que desenvolvi neste relatório, é o espelho de uma experiência da minha atividade profissional na empresa [REDACTED] – [REDACTED], a adaptação do programa de cálculo desenvolvido pela [REDACTED], à realidade de Portugal. De acordo com o objetivo pretendido, é utilizada como uma ferramenta de trabalho em gabinetes de projeto, instaladores e pelos colaboradores da empresa, potenciando a venda.

Durante a minha atividade profissional adquiri competências na área de projeto, instalação e manutenção de instalações e equipamentos energéticos que considero equivalentes às atribuídas pelo Mestrado em Energia da Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, do Instituto Politécnico de Setúbal.

Bibliografia

- [1] Aguiar, R., Manual SolTerm 5, Lisboa, Maio 2007.
- [2] A. Borges, Energia Solar, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.
- [3] Revista da SPES, Energias renováveis, nº55, Dezembro 2005.
- [4] Decreto-Lei 80/2006 – Aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Diário da República, de 4 de Abril de 2006, Série I-A, p.2468.
- [5] Decreto-Lei 79/2006 – Aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). Diário da República, de 4 de Abril de 2006, Série I-A, p.2416.
- [6] Decreto-Lei 78/2006 – Aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). Diário da República, de 4 de Abril de 2006, Série I-A, p.2411.
- [7] Collares-Pereira, Manuel, Energias Renováveis, a opção inadiável, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 1998.

Anexo I

O Anexo I apresenta os seis esquemas tipo, de instalações solares, inseridos no programa de cálculo de coletores solares [REDACTED] adaptado a Portugal. Estes são esquemas simplificados e meramente orientativos.

Anexo II

O Anexo II apresenta as Folhas de cálculo do programa de cálculo de coletores solares [REDACTED] adaptado a Portugal para o exemplo de estudo apresentado. Podemos constatar que as tabelas e os resultados coincidem com a explicação do cálculo realizado neste relatório.

Anexo III

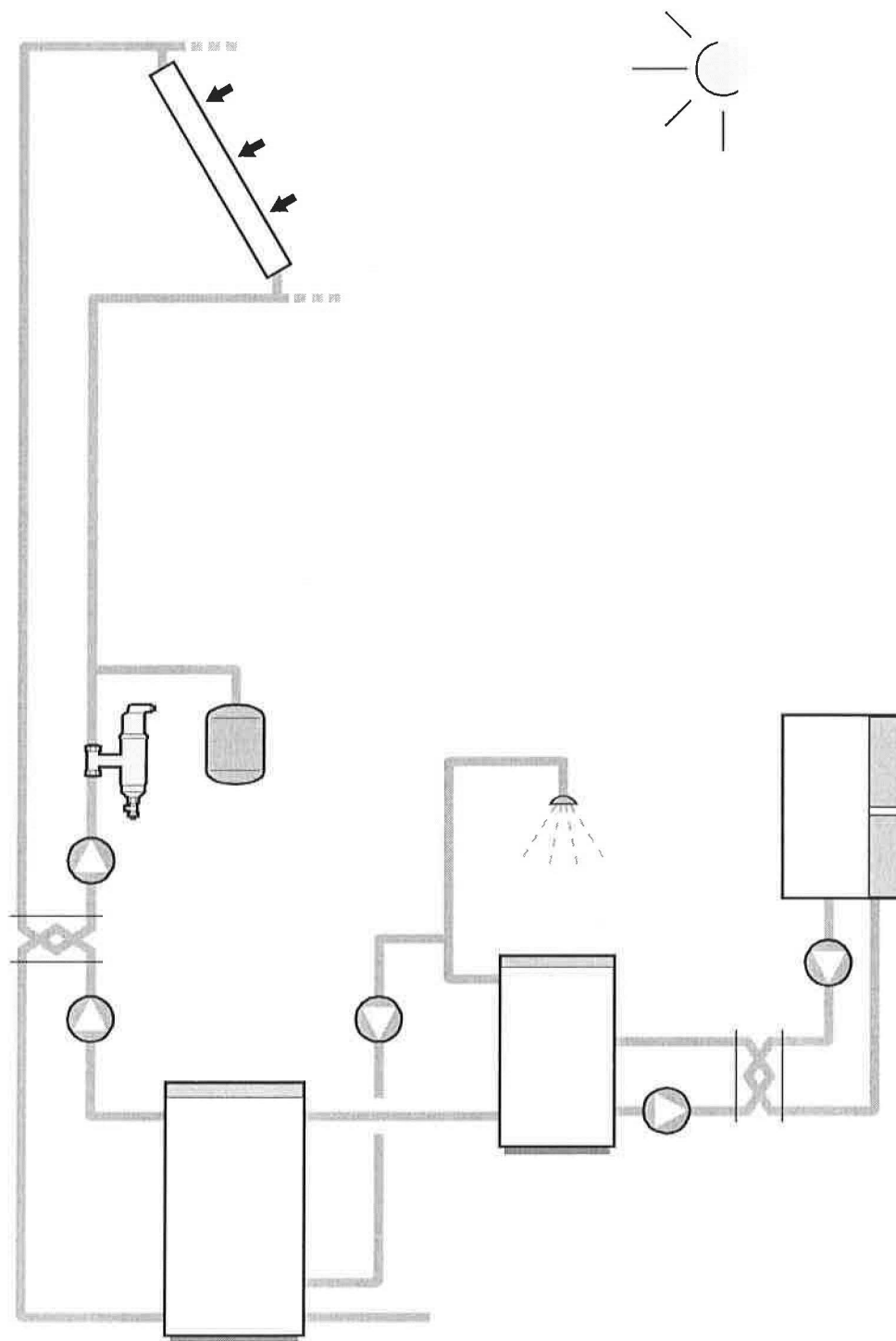
O Anexo III apresenta os Dados Geográficos e Climáticos do Concelho de Setúbal sendo este o concelho considerado no exemplo de estudo apresentado. Estes dados estão inseridos no programa de cálculo de coletores solares [REDACTED] adaptado a Portugal.

Data : 7/18/2013
Proposta n.º :
Projecto :
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 1



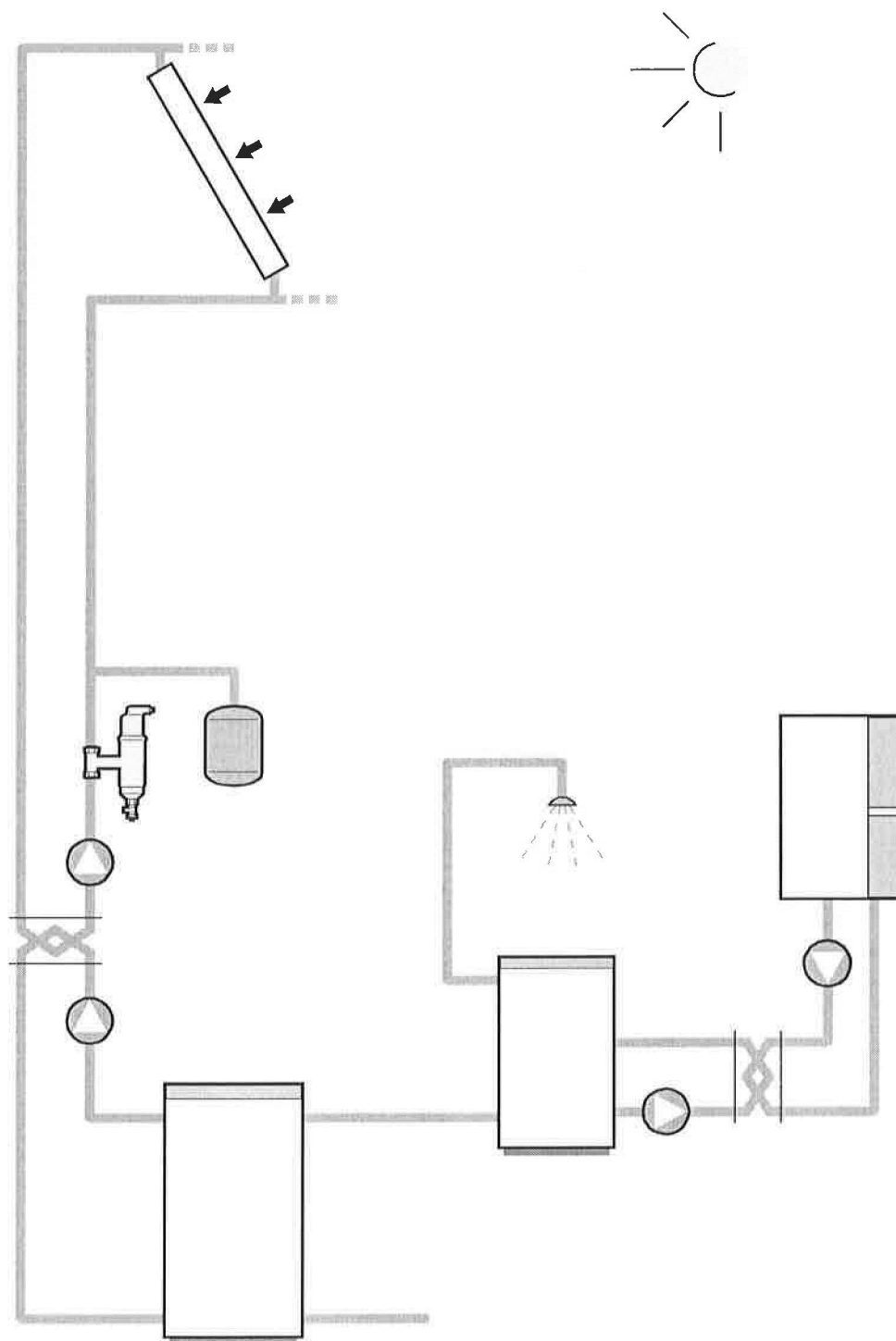
Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data : 7/18/2013
Proposta n.º :
Projecto :
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 2



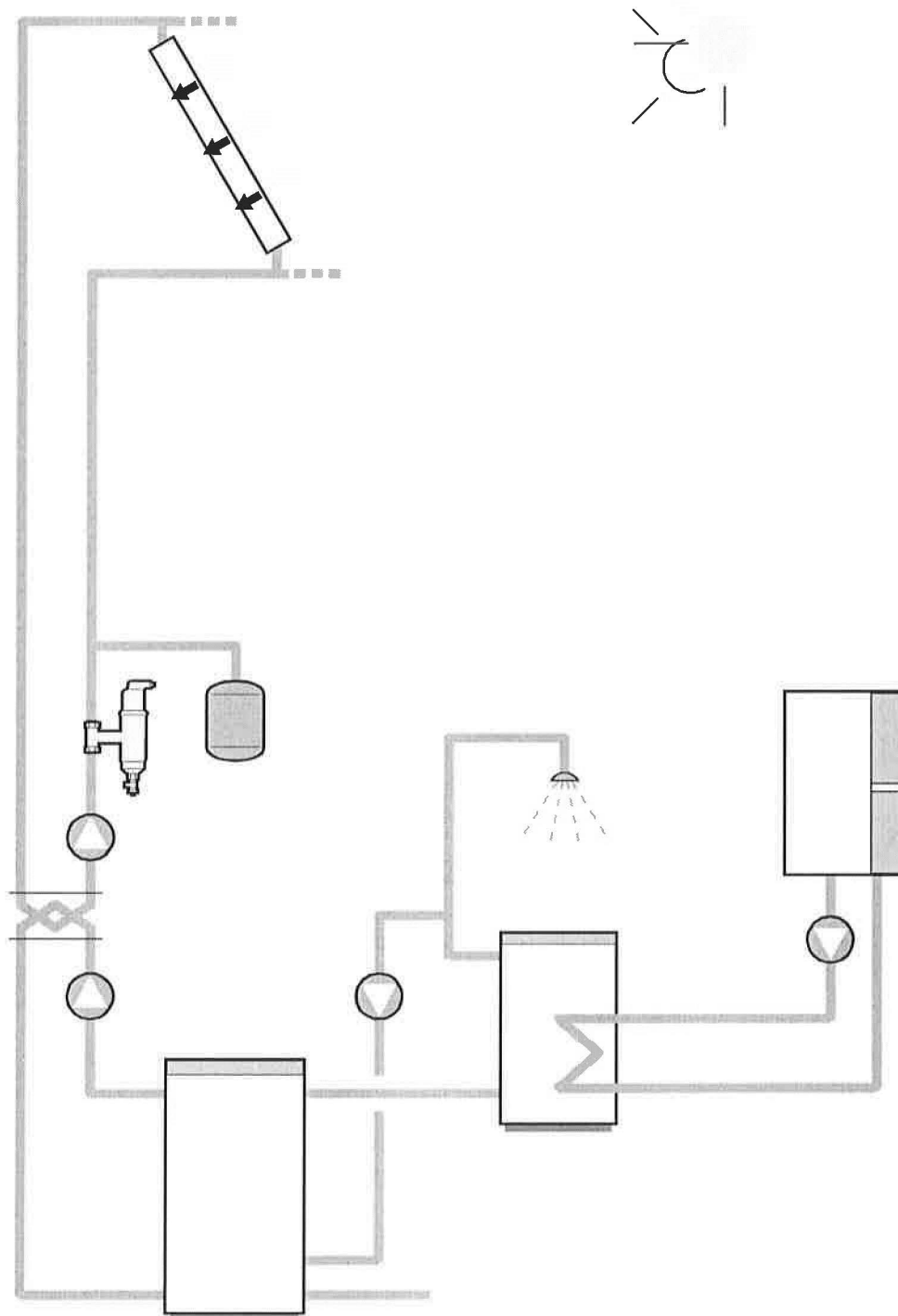
Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data
Proposta n.º 7/18/2013
Projecto
Referência

Empresa
À atenção de
Direcção
Localidade

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 3



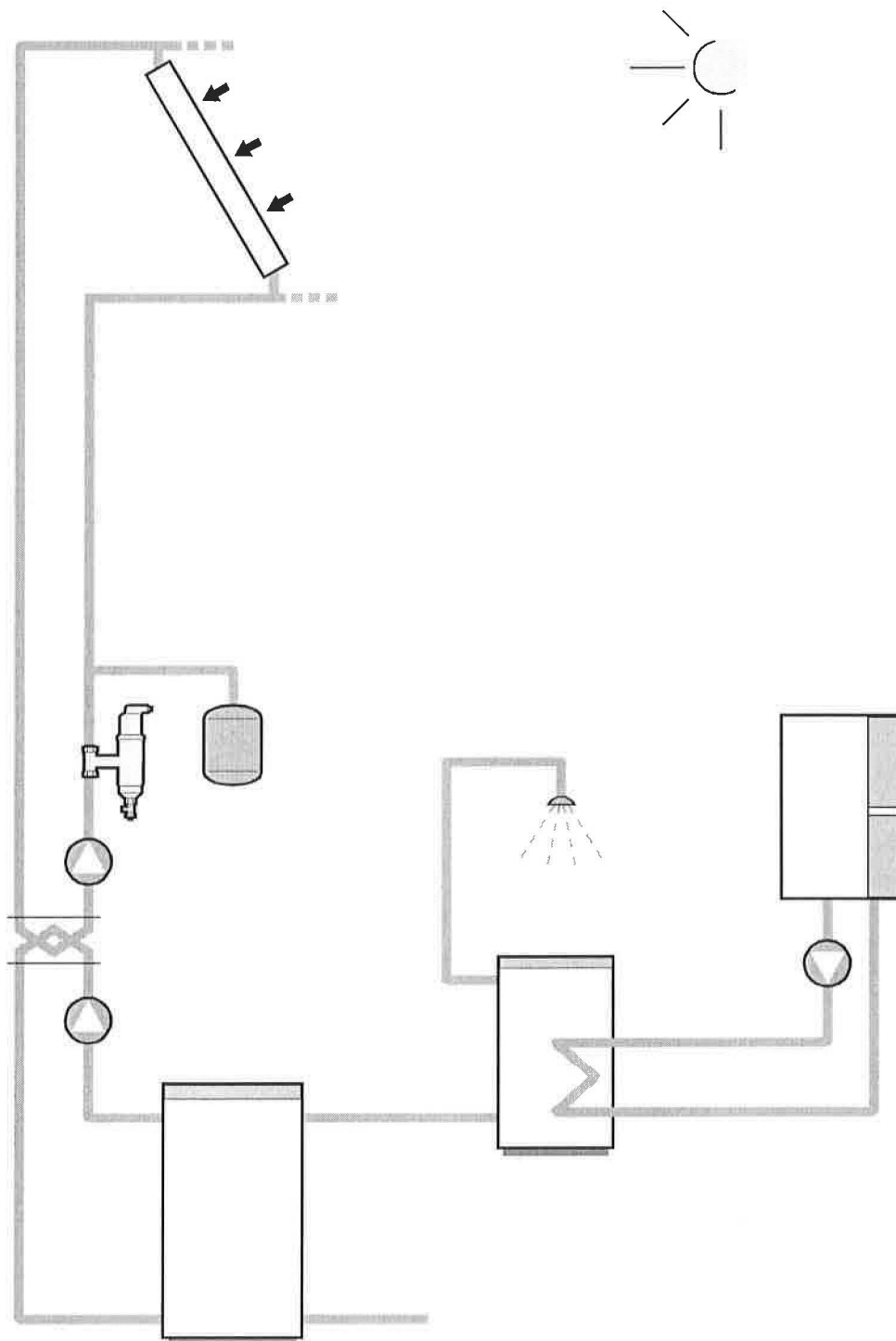
Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data : 7/18/2013
Proposta n.º :
Projecto :
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 4



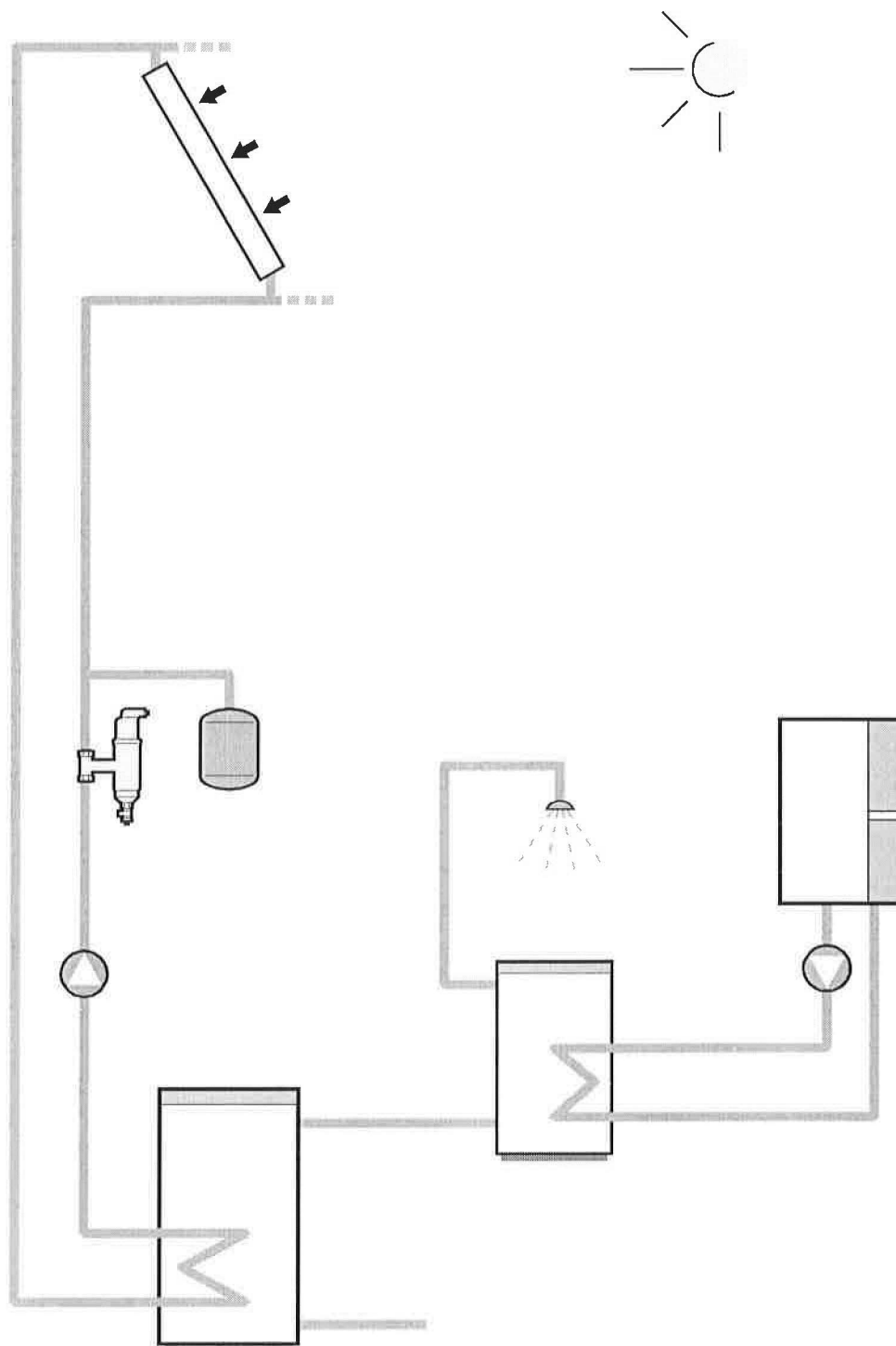
Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data : 7/18/2013
Proposta n.º :
Projecto :
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 5



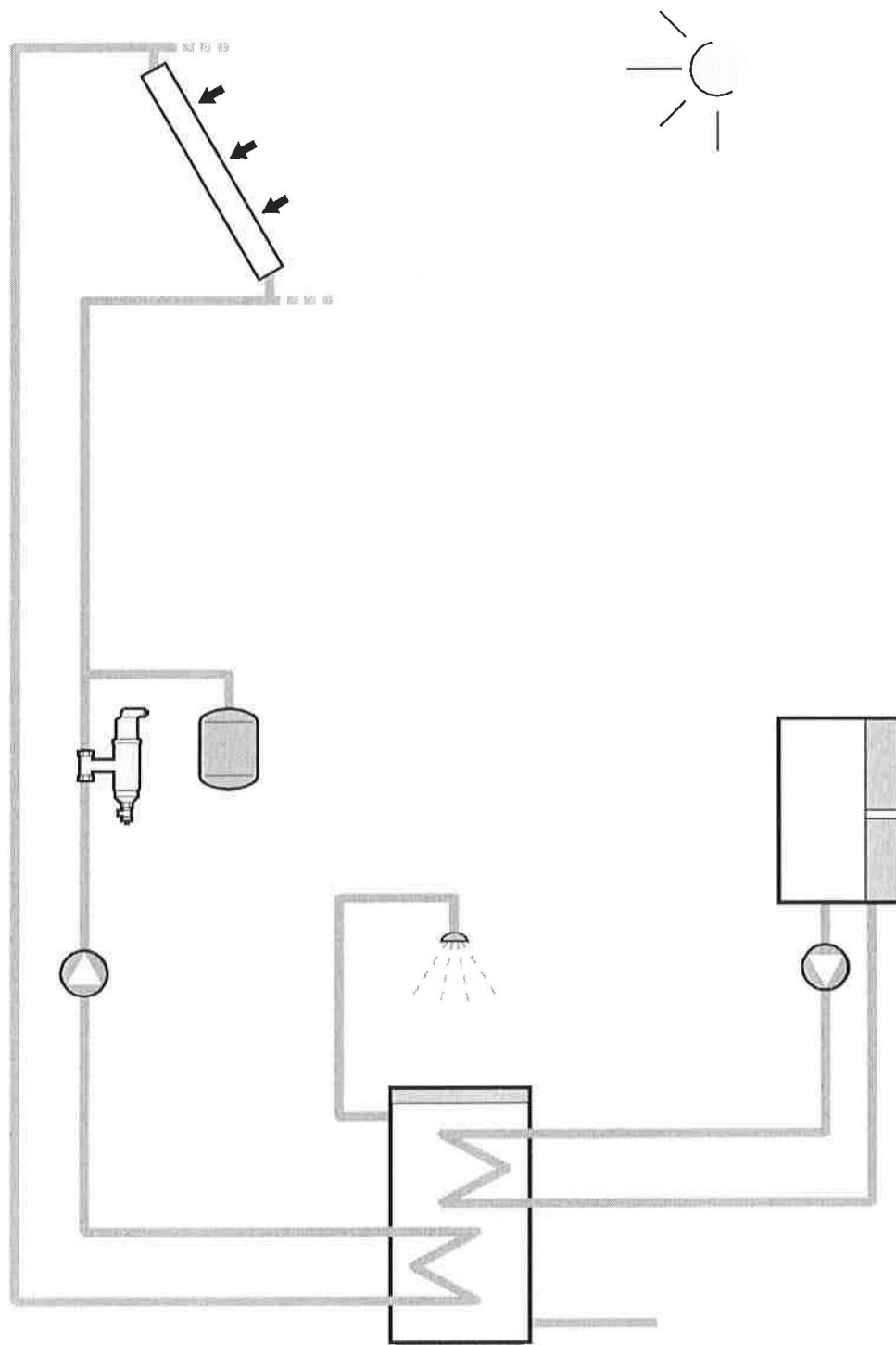
Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data : 7/18/2013
Proposta n.º :
Projecto :
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto 6



Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

Data : 6/25/2013
 Proposta n.º :
 Projecto : Hotel 4* Setúbal
 Referência :

Empresa :
 À atenção de :
 Direcção :
 Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Descrição do projecto

Hotel em Setúbal

Localização do projecto - Dados meteorológicos

SETÚBAL				
Altitude (m)20		Latitude (º)38.52		Tª mínima histórica (ºC)8.86
	Tª media ambiente ºC	Tª média da água da rede ºC	Número de horas de sol úteis	Energía incidente por m2 e mês no plano horizontal kWh/(m2.mês)
Janeiro	10.7	13	248.0	65.10
Fevereiro	11.4	13	252.0	81.20
Março	12.8	14	279.0	120.90
Abril	14.7	15	285.0	156.00
Maio	17.4	16	294.5	201.50
Junho	19.9	18	285.0	216.00
Julho	22.4	19	294.5	235.60
Agosto	22.7	19	294.5	213.90
Setembro	21.2	18	270.0	150.00
Outubro	18.1	17	279.0	108.50
Novembro	13.5	14	240.0	75.00
Dezembro	10.7	13	232.5	62.00

Cálculo do consumo

Consumo diário 20160.0 litros a 60 ºC

Tipo de instalação

Hotel 4 estrelas	Nº de camas 288
	Litros por cama 70

Cálculo do consumo

	Temperatura de acumulação ºC	Perfil de ocupação %	Consumo mensal litros	Consumo energético mensal kWh/mês	Consumo energético kWh/dia
Janeiro	45	100	917910	34155	1102
Fevereiro	45	100	829080	30849	1102
Março	45	100	927360	33428	1078
Abril	45	100	907200	31647	1055
Maio	45	100	948215	31975	1031
Junho	45	100	940800	29537	985
Julho	45	100	985514	29795	961
Agosto	45	100	985514	29795	961
Setembro	45	100	940800	29537	985
Outubro	45	100	959760	31248	1008
Novembro	45	100	897445	32350	1078
Dezembro	45	100	917910	34155	1102
Anual			11157508	378469	

Data : 6/25/2013
 Proposta n.º :
 Projecto : Hotel 4* Setúbal
 Referência :

Empresa :
 À atenção de :
 Direcção :
 Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Expressão da curva de rendimento

$$R = R_0 - a_1 \cdot x - a_2 \cdot I \cdot x^2$$

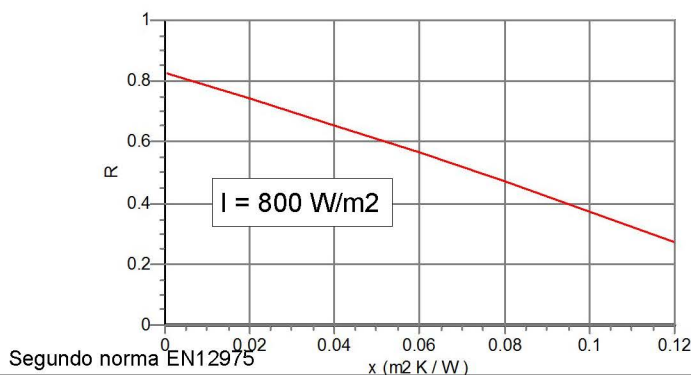
$R_0 = 0.814$ (Referido à superfície de absorção)
 $a_1 = 3.527 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
 $a_2 = 0.012 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^2$
 $I = \text{Potência radiante incidente média W/m}^2$
 $x = (t_m - t_a)/I \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$

Disposição do campo de colectores

Inclinação (º) 45

Azimet (º) 0

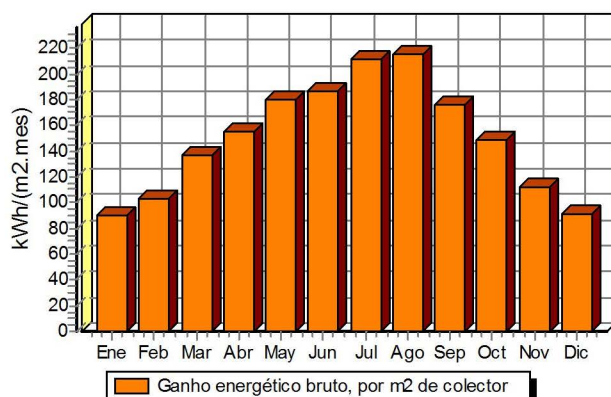
Curva rendimento colector solar



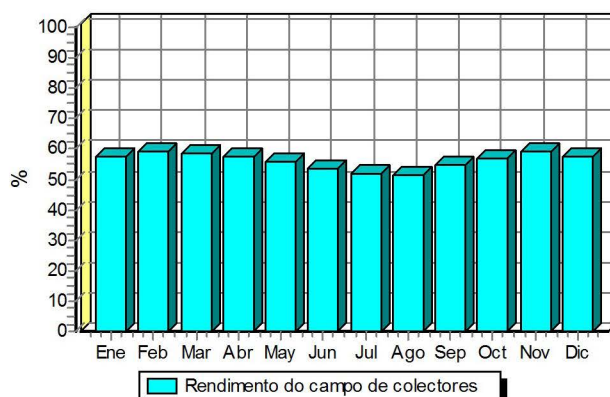
Balanco energético do sistema

	Poupança energética bruta mensal por m2 de superfície de absorção kWh/(m2.mês)	Potência radiante incidente média por m2 de superfície de absorção W/m2	Rendimento médio do colector %	Poupança energética líquida mensal por m2 de superfície de absorção kWh/(m2.mês)
Janeiro	89.5	360.9	57.2	43.6
Fevereiro	102.7	407.6	59.0	51.5
Março	137.2	491.8	58.5	68.2
Abril	155.2	544.6	57.2	75.5
Maio	180.3	612.4	55.9	85.6
Junho	186.8	655.6	53.7	85.3
Julho	210.9	716.0	51.9	93.0
Agosto	215.0	729.9	51.6	94.3
Setembro	176.3	652.8	54.8	82.1
Outubro	148.1	530.8	57.0	71.7
Novembro	111.8	465.6	58.9	56.0
Dezembro	91.5	393.3	57.5	44.7

Poupança energética bruta



Rendimento médio do colector



Data : 6/25/2013
 Proposta n.º :
 Projecto : Hotel 4* Setúbal
 Referência :

Empresa :
 À atenção de :
 Direcção :
 Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Número de colectores

Nº colectores 135

Superfície de absorção

Superfície de absorção total 311.85

Acumulação solar

Volume de acumulação solar (litros) 23688.00

Superfície total de colectores

Superfície total de colectores (m2) 338.85

Distância mínima entre filas de colectores

Colocados horizontalmente 289.0 cm
 Colocados verticalmente 454.0 cm

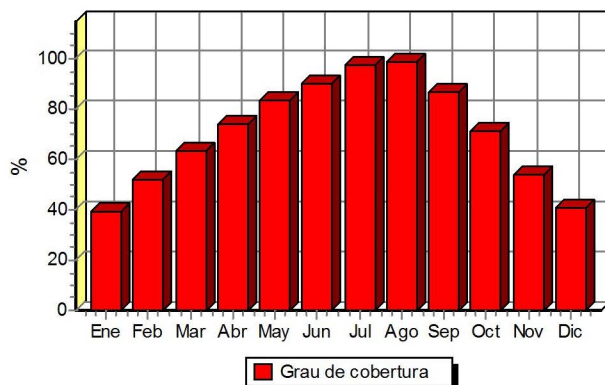
Distância mínima atrás de um obstáculo

Atrás de um obstáculo de 50 cm 86.2 cm
 Atrás de um obstáculo de 100 cm 172.3 cm
 Atrás de um obstáculo de 150 cm 258.4 cm

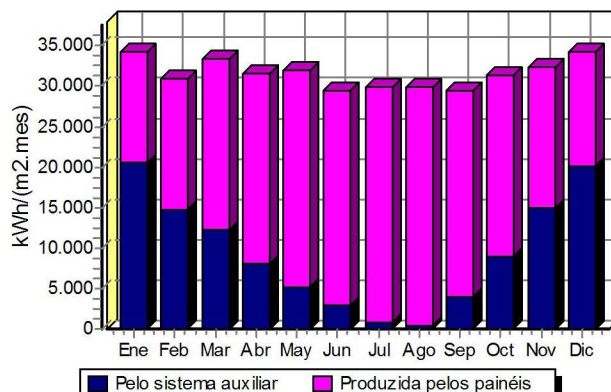
Produção energética do sistema

	Consumo energético mensal kWh/mês	Poupança energética líquida mensal por m2 de superfície absorção kWh/(m2.mês)	Energia mensal líquida produzida pelo campo de colectores kWh/mês	Grau de cobertura mensal %
Janeiro	34155	43.6	13584	39.8
Fevereiro	30849	51.5	16071	52.1
Março	33428	68.2	21267	63.6
Abril	31647	75.5	23545	74.4
Maio	31975	85.6	26700	83.5
Junho	29537	85.3	26589	90.0
Julho	29795	93.0	29007	97.4
Agosto	29795	94.3	29417	98.7
Setembro	29537	82.1	25610	86.7
Outubro	31248	71.7	22368	71.6
Novembro	32350	56.0	17456	54.0
Dezembro	34155	44.7	13928	40.8
Anual	378469		265543	70.16

Grau de cobertura



Produção de energia



Data : 6/25/2013
Proposta n.º
Projecto Hotel 4* Setúbal
Referência

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Dados técnicos do colector solar (4 ligações)

Superfície bruta	m ²	2.51
Superfície de absorção	m ²	2.31
Superfície abertura (entrada de luz)	m ²	2.33
Altura	mm	1213
Largura	mm	2070
Grossura	mm	96
Peso	kg	40
Teor de líquido	l	1.8 (K3) / 1.4 (K4)

Pressão máxima de trabalho	Bar	6.0
Pressão máxima de teste	Bar	9.0
Temperatura máxima de trabalho	°C	120.0
Temperatura com sistema parado (para Ta=30°C/1.000 W/m ²)	°C	196.0

Fluido portador de calor	Água / Propilenglicol (Tipo : Tyfocor L)	
Caudal mínimo (sobre a superfície de absorção)	l/hm ²	23.0
Perda de carga com fluido portador de calor 50°C	Solicitar curva de perda de carga (50 mbar aprox.)	

Material de absorção	Alumínio com tubo de cobre (dupla soldadura por laser)	
Revestimento absorvente	Tratamento selectivo MIRO-THERM	

Material do caixilho	Alumínio	
Material isolante	Lã de rocha Isover (Especial para utilização solar)	
Espessura do isolamento parede posterior / parede lateral	mm	50
Juntas de estanqueidade do colector	Silicone	
Vidro solar	3.2 mm vidro de segurança, classe de rendimento U1 (SPF) prismático, apoiado sobre suportes flutuantes, resistentes ao granizo, transitável	
Factor de transmissão do vidro	%	>91.1
Rendimento do vidro	%	>90.7
Sistema de escoamento	Sistema de escoamento patenteado, integrado no perfil do caixilho	
Ventilação	Sis. de ventilação e purga com protecção anti-insectos	

Contribuição térmica

O colector cumpre as condições da "Directiva para a promoção de medidas para o aproveitamento de energias renováveis" do Ministério da Economia da Alemanha, datado de 1 de Agosto 1995 (modificado com a 1 de Agosto 1995 (modificado a 23 de Março 2001).

Curva característica de rendimento segundo ISO, DIN, EN

		Superfície abertura
Ro	%	0.814
a1	W/m ² K	3.527
a2	W/m ² K ²	0.012

Carga eólica e neve

		Sobre telhado
Sucção do vento perpendicular ao telhado	kN/m ²	1.4
Pressão do vento e neve perpendicular ao telhado	kN/m ²	1.4

Contra-senha de homologação do Ministério da Indústria

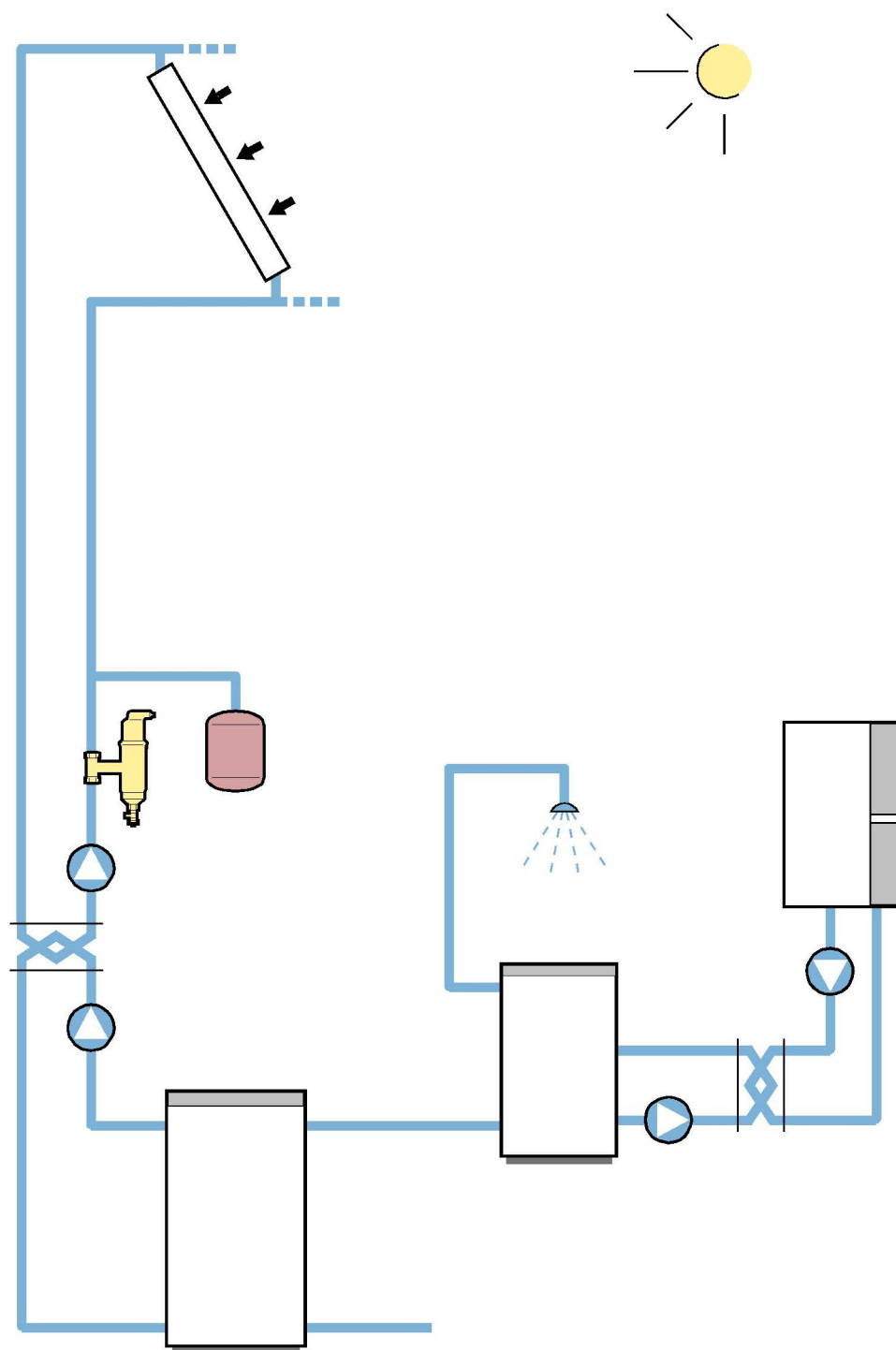


Data : 6/25/2013
Proposta n.º :
Projecto : Hotel 4* Setúbal
Referência :

Empresa :
À atenção de :
Direcção :
Localidade :

- Cálculo de AQS com colectores solares

Esquema proposto



Esquema orientativo simplificado, no qual não se vê todos os elementos necessários. Para o projecto definitivo, consultar um projectista especializado.

SolTerm 5.0

Climatologia mensal associada aos Regulamentos Energéticos para Edifícios
(DLs 78, 79 e 80 / 2006 de 4 de Abril)

Latitude: 38,52 °N

Longitude: 8,86 °W

Altitude: 20m

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM

fonte: INETI - versão 2004

	Irradiação Solar Diária Horizontal (kWh/m ²)			Temperatura Ambiente (°C)		Humidade relativa (%)	
	Global	Difusa	Directa	Máxima	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	2,1	0,9	1,2	6,9	16,0	10,7	82
Fevereiro	2,9	1,2	1,6	7,6	16,9	11,4	79
Março	3,9	1,6	2,3	8,5	18,6	12,8	77
Abril	5,2	2,1	3,2	10,0	20,9	14,7	73
Maio	6,5	2,3	4,2	12,1	24,1	17,4	71
Junho	7,2	2,4	4,8	14,4	26,6	19,9	67
Julho	7,6	2,3	5,3	16,4	30,0	22,4	63
Agosto	6,9	2,2	4,7	16,6	30,7	22,7	62
Setembro	5,0	1,9	3,1	16,0	28,3	21,2	68
Outubro	3,5	1,4	2,1	13,7	24,3	18,1	75
Novembro	2,5	1,1	1,4	9,5	19,1	13,5	80
Dezembro	2,0	0,9	1,1	7,1	15,8	10,7	81

	Índice de claridade	fracção difusa (%)	Amplitude térmica (°C)
Janeiro	0,46	44	9,1
Fevereiro	0,47	43	9,3
Março	0,48	42	10,0
Abril	0,51	39	11,0
Maio	0,55	36	12,1
Junho	0,58	34	12,2
Julho	0,63	30	13,5
Agosto	0,63	32	14,1
Setembro	0,56	37	12,2

Outubro	0,52	40	10,7
Novembro	0,49	43	9,6
Dezembro	0,48	46	8,6

Temperatura de
fuga Rede (- C)

Janeiro	13
Fevereiro	13
Mar 輟	14
Abril	15
Maio	16
Junho	18
Julho	19
Agosto	19
Setembro	18
Outubro	17
Novembro	14
Dezembro	13

Set 5 |