

**MARTA SOFIA RICARDO OLIVEIRA**

**PROJETO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR  
CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE  
PISCINAS**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

Instituto Superior de Engenharia

Ano letivo 2019/2020

**MARTA SOFIA RICARDO OLIVEIRA**

**PROJETO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR  
CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE  
PISCINAS**

Mestrado em Engenharia Mecânica:  
Energia, Climatização e Refrigeração

Trabalho efetuado sob a orientação de:  
Professor Especialista João Lopes



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

Instituto Superior de Engenharia

Ano letivo 2019/2020

**Projeto de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado e Solar Térmico de um Edifício de Piscinas**

Declaração da Autoria do trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito.

Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

---

Marta Sofia Ricardo Oliveira

## **“Copyright” – Marta Sofia Ricardo Oliveira, UALG, ISE**

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que me apoiaram na elaboração deste trabalho, familiares, amigos, colegas, professores e instituições.

Uma palavra especial para o meu orientador, que direcionou este trabalho de forma adequada e com o máximo de sentido prático, para ele uma saudação académica cheia de reconhecimento e amizade

Obrigada a todos.

## Resumo

No decorrer do percurso académico, ao longo de quase dois anos letivos, do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica – Energia, Climatização e Refrigeração do Instituto Superior de Engenharia (ISE) da Universidade do Algarve (UALG), foi lecionado um variado conjunto de ferramentas, nomeadamente, nos domínios do aquecimento, ventilação, ar condicionado (AVAC) e energias renováveis. Por este motivo e por o Mestrando ter desenvolvido a sua atividade profissional nesta área, foi motivado para a conceção de um projeto nestes domínios.

Este tema foi escolhido por se tratar de um conteúdo interessante, atual e que se identifica com o Mestrando, permitindo aplicar conhecimentos, recursos, conceitos e ferramentas adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica, tanto na Licenciatura como no Mestrado.

O trabalho de final de curso é, tal como o título indica, um projeto de aquecimento, ventilação e ar condicionado e solar térmico de um edifício de piscinas públicas e tem como objetivo principal o dimensionamento dos sistemas garantindo níveis adequados de conforto térmico e de qualidade do ar interior e ao mesmo tempo minimizando os custos de investimento e de exploração. Desta forma, irá ser estudada uma solução com equipamentos mais eficientes com recurso a energias renováveis. Esta solução, recorrendo a soluções mais eficientes, embora seja espectável um maior investimento inicial será facilmente recuperável.

De forma a tornar mais intuitiva a consulta e a interpretação deste trabalho, poder-se-á dividir o mesmo em cinco capítulos. O primeiro capítulo, mais teórico, introduz-se o tema do trabalho, as razões para a escolha do mesmo e os objetivos propostos a alcançar. No segundo capítulo, também teórico, expõem-se alguns conceitos associados ao estudo do ar interior e da água de um edifício de piscinas. No terceiro capítulo, é feita uma descrição detalhada do edifício em estudo. Na memória descritiva e justificativa, terceiro capítulo, serão ilustrados os passos efetuados, desde o levantamento geométrico do edifício até à seleção dos equipamentos, passando pelo cálculo de cargas térmicas e das necessidades de águas quentes sanitárias. No quarto capítulo, nas plantas irá desenhar-se todo o material proposto neste projeto. O quinto e último capítulo irá ser elaborado um mapa de quantidades, onde se discrimina o material/ equipamentos a utilizar e as quantidades necessárias à execução do projeto.

**Palavras-chave:** Piscinas interiores, equipamentos, energias renováveis, redução, AVAC, AQS.

## Abstract

During the course of the academic course, over nearly two years, of the master's degree in mechanical engineering – energy, Climatization and refrigeration of the Instituto Superior de Engenharia (ISE) of the University of Algarve (UALG), a varied Set of tools, notably in the areas of heating, ventilation, air conditioning (HVAC) and renewable energies. For this reason and because the master has developed his professional activity in this area, he was motivated to design a project in these areas.

This theme was chosen because it is an interesting content, current and identified with the master, allowing to apply knowledge, resources, concepts and tools acquired during the mechanical engineering course, both in the Bachelor's degree and in Masters.

The end-of-course work is, as the title indicates, a heating, ventilation and air conditioning and solar thermal design of a public pool building and has as main objective the sizing of systems ensuring adequate levels of thermal comfort and indoor air quality while minimizing investment and exploration costs. In this way, a solution with more efficient equipment using renewable energies will be studied. This solution, using more efficient solutions, although greater initial investment is expected will be easily recoverable.

In order to make more intuitive the consultation and interpretation of this work, it can be divided the same into five chapters. The first chapter, more theoretical, introduces the theme of the work, the reasons for the choice of the work and the objectives proposed to be achieved. In the second chapter, also theoretical, some concepts associated with the study of indoor air and water of a pool building are exposed. In the third chapter, a detailed description of the building under study is made. In descriptive memory and justification, third chapter, the steps taken, from the geometric survey of the building to the selection of equipment, through the calculation of thermal loads and the needs of sanitary hot water will be illustrated. In the fourth chapter, in the plants will draw all the material proposed in this project. The fifth and final chapter will be drawn up a quantity map, where the material/equipment to be used is broken and the quantities necessary for the implementation of the project.

**Keywords:** Indoor pools, equipment, renewable energies, reduction, HVAC, AQS.

## Índice do texto

Resumo.....	iv
Abstract .....	v
Índice de figuras .....	x
Índice de tabelas .....	xi
Simbologia e siglas .....	xiii
Simbologia .....	xiii
Siglas .....	xiv
1. Introdução .....	- 1 -
2. Objetivos .....	- 3 -
3. Princípios teóricos.....	- 4 -
3.1– Introdução .....	- 4 -
3.2- Conforto térmico.....	- 4 -
3.3- Qualidade da água.....	- 6 -
3.4- Comportamento térmico de Piscinas Cobertas .....	- 7 -
3.4.1 - Taxa de Evaporação da Água das Piscinas .....	- 9 -
3.4.2 – Perdas Térmicas por Evaporação de Calor.....	- 10 -
3.4.3 – Perdas Térmicas por Convecção e Radiação de Calor .....	- 10 -
3.4.3 - Perdas térmicas por condução de calor .....	- 11 -
3.4.4 - Perdas Devido à Renovação e Compensação de Água .....	- 11 -
3.5 – Controlo da qualidade da água e do ar da nave da piscina.....	- 12 -
3.5.1 - Controlo da qualidade da água da piscina.....	- 12 -
3.5.2 - Controlo da qualidade do ar da nave da piscina.....	- 14 -
3.6 – Carga Térmica de Aquecimento do Espaço .....	- 15 -
3.7 – Psicrometria.....	- 16 -
3.7.1 – Evoluções psicrométricas .....	- 17 -
3.8 – Necessidade de águas quentes sanitárias (AQS) .....	- 18 -
4. Piscinas Municipais no Algarve .....	- 19 -
4.1- Descrição do Edifício existente .....	- 20 -
4.2 - Descrição detalhada dos espaços úteis e não úteis.....	- 20 -
4.3 - Caracterização dos parâmetros térmicos.....	- 21 -
4.3.1 - Elementos Opacos Exteriores e Interiores .....	- 21 -
4.3.2 - Vãos Envidraçados.....	- 22 -
5.O Projeto .....	- 23 -

5.1 – Condições de projeto da instalação .....	- 23 -
5.1.1 - Condições Exteriores .....	- 23 -
5.1.2 - Condições Interiores .....	- 25 -
5.2 – Cálculo de necessidades de aquecimento de água das piscinas .....	- 25 -
5.2.1 – Cálculo das perdas térmicas por evaporação.....	- 25 -
5.2.2 – Cálculo das perdas térmicas por condução de calor.....	- 27 -
5.2.3 – Cálculo das perdas térmicas devido à Renovação e Compensação de Água Evaporada.....	- 29 -
3.2.4 – Resultados finais .....	- 30 -
5.3 – Cálculo das necessidades de AQS.....	- 31 -
5.4 – Cálculo das cargas térmicas de aquecimento do espaço da nave .....	- 33 -
5.4.1 - Cálculo das perdas de calor através da envolvente .....	- 33 -
5.4.2 – Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação.....	- 33 -
5.4.3 – Resultados finais .....	- 33 -
5.5 – Cálculo do tratamento do ar dos balneários (feminino, masculino e acompanhantes), sala polivalente, wc’s públicos e jacuzzis .....	- 34 -
5.6 - Evoluções Psicrométricas no processo de tratamento do ar da piscina .....	- 35 -
5.7 – UTA da Nave das Piscinas .....	- 36 -
5.1 - Generalidades.....	- 36 -
5.7.2 – Características da Unidade de tratamento de ar (UTA).....	- 36 -
5.8 - Tratamento do ar dos balneários (feminino, masculino e acompanhantes), sala polivalente, wc’s públicos e jacuzzis .....	- 39 -
5.9 – Sistemas de distribuição de ar .....	- 41 -
5.9.1- Generalidades.....	- 41 -
5.9.2 - Unidades terminais de difusão (grelhas).....	- 41 -
5.9.3 - Conduatas circulares.....	- 42 -
5.9.4 - Conduatas circulares flexíveis .....	- 42 -
5.9.5 - Isolamento térmico.....	- 43 -
5.9.6 - Registos de caudal manuais, do tipo borboleta .....	- 43 -
5.9.7 - Portas de visita .....	- 43 -
5.9.8 - Caixas Pleno de insuflação .....	- 43 -
5.10 – Sistema Solar Térmico .....	- 43 -
5.10.1. – Dimensionamento do Sistema Solar Térmico .....	- 44 -
5.10.2 – Depósitos de acumulação .....	- 47 -
5.10.3 – Caldeiras.....	- 48 -

5.10.4 – Dissipador.....	- 48 -
5.10.5 – Permutador de calor .....	- 50 -
3.10.6 – Tubagem.....	- 52 -
5.10.7 – Bombas de circulação.....	- 53 -
5.10.8 - Outros acessórios .....	- 72 -
6. Peças desenhadas .....	- 73 -
7. Mapa de quantidades.....	- 81 -
8. Conclusão.....	- 88 -
9.Referências bibliográficas .....	- 89 -
Anexos.....	- 90 -
<b>Anexo 1</b> – Características técnicas das unidades de desumidificação .....	- 90 -
<b>Anexo 2</b> – Características técnicas dos recuperadores de calor.....	- 93 -
<b>Anexo 3</b> – Características técnicas dos ventiladores de calor.....	- 95 -
<b>Anexo 4</b> - Características técnicas dos coletores solares .....	- 97 -
<b>Anexo 5</b> - Características técnicas do depósito de acumulação.....	- 98 -
<b>Anexo 6</b> – Características técnicas das caldeiras .....	- 100 -
<b>Anexo 7</b> – Características técnicas do dissipador de calor.....	- 101 -
<b>Anexo 8</b> – Características técnicas dos permutadores de calor.....	- 102 -
<b>Anexo 9</b> – Características técnicas do tubo de cobre.....	- 110 -
<b>Anexo 10</b> – Folha de cálculo para as perdas de carga da tubagem e acessórios.....	- 112 -
.....	- 113 -
.....	- 115 -
<b>Anexo 11</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC1.....	- 116 -
<b>Anexo 12</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC2.....	- 118 -
<b>Anexo 13</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC3 e BC4.....	- 120 -
<b>Anexo 14</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC5.....	- 122 -
<b>Anexo 15</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC6.....	- 124 -
<b>Anexo 16</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC7.....	- 126 -
<b>Anexo 17</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC8.....	- 128 -
<b>Anexo 18</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC9.....	- 130 -
<b>Anexo 19</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC10.....	- 132 -
<b>Anexo 20</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC11 .....	- 134 -
<b>Anexo 21</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC12.....	- 136 -
<b>Anexo 22</b> – Características técnicas da bomba circuladora BC13.....	- 138 -

<b>Anexo 23</b>	– Características técnicas da bomba circuladora BC14 e BC15.....	- 140 -
<b>Anexo 24</b>	– Características técnicas da bomba circuladora BC16.....	- 142 -
<b>Anexo 25</b>	– Características técnicas da bomba circuladora BC17.....	- 144 -
<b>Anexo 26</b>	– Características técnicas da bomba circuladora BC18.....	- 146 -

## Índice de figuras

Figura 3.1 - PPD em função dos valores de PMV, adaptado de ISO 7730 de 1984 .....	- 5 -
Figura 3.2 - Perdas de calor em piscinas cobertas.....	- 8 -
Figura 3.3 - Esquema de instalação de tratamento da água.....	- 13 -
Figura 3.4 – Diagrama psicrométrico com as evoluções psicrométricas possíveis.....	- 17 -
Figura 4.5 - Piscinas Municipais no Algarve .....	- 19 -
Figura 5.6 – Temperatura da água da rede .....	- 24 -
Figura 5.7 - Perdas Térmicas de Aquecimento da Água percentuais.....	- 31 -
Figura 5.8 – Processo de arrefecimento no tratamento do ar da piscina.....	- 35 -
Figura 5.9 – Processo de aquecimento no tratamento de ar da piscina .....	- 35 -
Figura 5.10 – Diagrama de como o ar flui através do Calorex DELTA .....	- 38 -
Figura 5.11 – Consumo de água quente sanitária anual.....	- 45 -
Figura 5.12 – Simulação obtida confirme as necessidades de AQS.....	- 45 -
Figura 5.13 – Desempenho global do sistema para AQS.....	- 45 -
Figura 5.14 – Necessidade de aquecimento água das piscinas anual .....	- 46 -
Figura 5.15 – Simulação obtida confirme as necessidades de aquecimento .....	- 47 -
Figura 5.16 - Desempenho global do sistema para aquecimento .....	- 47 -
Figura 5.17 – Curva de rendimento de um coletor solar .....	- 49 -
Figura 5.18 – Curva de rendimento de um coletor solar .....	- 49 -
Figura 5.19 – Ponto de funcionamento de uma bomba de circulação.....	- 53 -
Figura 5.20 – Diagrama de Moody .....	- 54 -
Figura 5.21 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 56 -
Figura 5.22 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 57 -
Figura 5.23 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 58 -
Figura 5.24 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 59 -
Figura 5.25 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 60 -
Figura 5.26 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 61 -
Figura 5.27 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 62 -
Figura 5.28 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 63 -
Figura 5.29 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 64 -
Figura 5.30 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 65 -
Figura 5.31 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida.....	- 66 -
Figura 5.32 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 67 -
Figura 5.33 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 68 -
Figura 5.34 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 69 -
Figura 5.35 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 70 -
Figura 5.36 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida .....	- 71 -

## Índice de tabelas

Tabela 4.1 - Composição do piso -1 do complexo .....	20 -
Tabela 4.2 - Composição do piso 0 do complexo .....	21 -
Tabela 5.3 - Condições exteriores mensais .....	23 -
Tabela 5.4 - Condições exteriores mês mais crítico (Janeiro).....	24 -
Tabela 5.5 - Condições de conforto interior.....	25 -
Tabela 5.6 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva .....	25 -
Tabela 5.7 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina desportiva .....	25 -
Tabela 5.8 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem.....	26 -
Tabela 5.9 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina de aprendizagem.....	26 -
Tabela 5.10 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	26 -
Tabela 5.11 - Valores de entrada e obtidos relativos à piscina dos bebés.....	26 -
Tabela 5.12 - Valores de entrada relativos aos SPAS .....	26 -
Tabela 5.13 - Valores de entrada e obtidos relativos aos SPAS.....	26 -
Tabela 5.14 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva .....	27 -
Tabela 5.15 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva .....	27 -
Tabela 5.16 - Valores obtidos relativos à piscina desportiva .....	27 -
Tabela 5.17 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem.....	27 -
Tabela 5.18 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem.....	27 -
Tabela 5.19 - Valores obtidos relativos à piscina de aprendizagem.....	27 -
Tabela 5.20 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.21 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.22 - Valores obtidos relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.23 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.24 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.25 - Valores obtidos relativos à piscina dos bebés .....	28 -
Tabela 5.26 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva .....	29 -
Tabela 5.27 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina desportiva .....	29 -
Tabela 5.28 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem.....	29 -
Tabela 5.29 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina de aprendizagem.....	29 -
Tabela 5.30 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés .....	29 -
Tabela 5.31 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina dos bebés .....	29 -
Tabela 5.32 - Valores de entrada relativos aos SPAS .....	30 -
Tabela 5.33 – Valores de entrada e obtidos relativos aos SPAS .....	30 -
Tabela 5.34 – Tabela Resumo .....	30 -
Tabela 5.35 - Perdas térmicas finais de aquecimento da água .....	30 -
Tabela 5.36 – Potência necessária para o aquecimento da água da piscina .....	32 -
Tabela 5.37 – Potências obtidas para o cálculo da potência da caldeira .....	32 -
Tabela 5.38 – Perdas térmicas pela envolvente da nave .....	33 -
Tabela 5.39 – Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação da nave .....	33 -
Tabela 5.40 – Cargas térmicas de aquecimento do espaço .....	33 -
Tabela 5.41 – Caudal mínimo admissível para compartimentos de serviço .....	34 -
Tabela 5.42 – Caudais obtidos em cada compartimento .....	34 -
Tabela 5.43 – Potência de aquecimento obtidas em cada .....	34 -
Tabela 5.44 - Características da máquina selecionada para a piscina .....	37 -
Tabela 5.45 – Potência de aquecimento obtidas em cada .....	39 -

Tabela 5.46 – Tabela seleção recuperadores e ventiladores.....	- 40 -
Tabela 5.47 - Potências obtidas para o cálculo da potência da caldeira.....	- 48 -
Tabela 5.48 - Potência dos permutadores de calor.....	- 51 -
Tabela 5.49 – Valores para seleção dos permutadores de calor.....	- 51 -
Tabela 5.50 – Permutadores de calor selecionados.....	- 52 -
Tabela 5.51 – Perdas de carga da instalação.....	- 55 -
Tabela 5.52 – Mapa de quantidades do Projeto.....	- 87 -

## Simbologia e siglas

### Simbologia

$\dot{Q}_{re}$  - Energia necessária para aquecer a água introduzida na piscina (W);

$\dot{Q}_e$  - Perdas térmicas por evaporação de calor (W);

$\dot{Q}_{conv}$  - Perdas térmicas por convecção e radiação de calor (W);

$\dot{Q}_t$  - Perdas térmicas por condução de calor (W);

$\dot{m}_{ag}$  - Taxa de evaporação (kg/s);

$w$  - Velocidade do ar (m/s) para valores entre 0,05 e 0,15 m/s;

$h_{fg}$  - Calor latente de vaporização da água à temperatura da piscina (kJ/kg.°C);

$P_w$  - Pressão de vapor saturado à temperatura da piscina (kPa);

$P_a$  - Pressão de vapor no ar do ambiente interior (kPa);

$t_a$  - Temperatura do ar ambiente do bolbo, em graus Celsius;

$t_w$  - Temperatura da água da piscina, em graus Celsius;

$P_s$  - Pressão de vapor na superfície da água da piscina (kPa);

$\dot{Q}_e$  - Perda de calor por evaporação de água (W);

$\dot{m}_{ag}$  - Taxa de evaporação (kg/s);

$h_{fg}$  - Calor latente de vaporização da água à temperatura da piscina (kJ/kg.°C);

$v$  - Representa a velocidade do ar a uma altura de 0,3 m acima da superfície de piscinas interiores, em metros por segundo, estes valores estão compreendidos entre 0,05 e 0,15 m/s;

$C_t$  - Coeficiente de transmissão de calor por condução (W/ m<sup>2</sup>.°C);

$S_c$  - Superfície de contacto (m<sup>2</sup>);

$T_{sup}$  - Temperatura das superfícies exteriores (°C);

$\dot{Q}_{H_2O}$  - Perdas térmicas devido à renovação da água (kW);

$V_r$  - Volume da água repostado (m<sup>3</sup>);

$\rho_{ág}$  - Massa volúmica da água (kg/m<sup>3</sup>);

$c_p$  - Calor específico da água (kJ/kg.°C);

$T_{ág rede}$  - Temperatura da água da rede (°C);

$Q$  - Caudal de recirculação mínimo (m<sup>3</sup>/h);

$V$  - Capacidade do tanque (m<sup>3</sup>);

$F$  - Profundidade média do tanque - volume/superfície (m);

R - Fator de recirculação (horas/metro de profundidade);

U - Coeficiente de transmissão térmica ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ );

L – Comprimento de tubo (m);

D – Diâmetro do tubo (m);

$\rho$  - Densidade do fluido ( $kg/m^3$ );

$v_m$  - Velocidade média (m/s);

$f$  - Fator de atrito;

Re - Número de Reynolds.

### Siglas

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;

CNQ - Diretiva do Conselho Nacional de Qualidade;

HR - humidade relativa;

ISE - Instituto Superior de Engenharia;

UALG - Universidade do Algarve;

PMV - Predicted Mean Vote – voto previsto médio;

PPD - Predicted Percentage of Dissatisfied - percentagem previsível de insatisfeitos;

CPMO - Complexo das Piscinas Municipais de Olhão;

UTF - Unidades turbidimétricas de formazinha;

AQS - Águas quentes sanitárias;

ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers;

ISO – Norma International Organization for Standardization;

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifício

## 1. Introdução

De acordo com a história e com pesquisas feitas, relacionados com piscinas coletivas, os registos e os relatos mais remotos de que se tem notícia são de grandes tanques encontrados em pirâmides do Antigo Egito (Coelho, 2009). Embora mais distantes, são as construções que mais se aproximam da piscina atual. Estavam ligadas à decoração, eram luxuosas e com design deslumbrante. Considera-se que o "Great Bath" em Mohenjo-Daro no atual Paquistão é o tanque público mais antigo encontrado até à data, acredita-se ter sido construído no terceiro milénio A.C. (Beleza *et al.*, 2010).

Já na Grécia e também em Roma, a utilização de piscinas para a prática da natação passou a ser uma obrigatoriedade na educação das crianças. Os romanos construíram as primeiras piscinas separadas dos banhos públicos, e no século I A.C. em Roma, Gaius Maecenas construiu a primeira piscina aquecida (Coelho, 2009).

A procura das piscinas para atividades desportivas, recreativas e até para fins terapêuticos tem conhecido um grande desenvolvimento e é incentivada como prática benéfica tanto em termos físicos como em termos psíquicos.

A construção em 1929 da piscina do Sport Algés e Dafundo, com condições sanitárias aceitáveis para a época (Beleza *et al.*, 2010), foi o ponto de viragem para o desenvolvimento dos desportos aquáticos, até então praticados em rios, lagos e praias, e para o aparecimento de novas piscinas. As primeiras eram descobertas e só após o 25 de Abril de 1974, devido a uma maior receptividade de influências europeias, bem como à entrada de fundos europeus resultantes da adesão de Portugal à Comunidade Europeia (atual União Europeia), foram construídas piscinas cobertas em grande número (Coelho, 2009). Em Portugal, nos anos 90 deu-se início à construção de uma série de infraestruturas, por parte dos municípios, de modo a melhorar a qualidade de vida dos munícipes através de práticas de lazer.

Passados, quase 30 anos, verifica-se que muitos destes edifícios possuem as suas instalações técnicas, nomeadamente os sistemas de AVAC, no final da sua vida útil. Sendo importante nesta fase a sua substituição por equipamentos mais eficientes dando relevância à utilização de energias renováveis.

De certo modo, o aumento em quantidade de piscinas públicas não tem correspondido à melhoria da qualidade das mesmas em termos de higiene da água, de segurança, na localização e na disposição funcional. Estas deficiências têm sido apontadas pelo Concelho Nacional da Qualidade que conclui que é necessário intervir e melhorar os pontos referidos anteriormente. A legislação Portuguesa aplicável a piscinas é a Diretiva CNQ n.º 23/93 aprovada pelo Conselho Nacional de Qualidade. No âmbito do ambiente térmico fornece orientações para a temperatura da água e dos balneários, temperatura, humidade relativa e velocidade de ar. O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios (RECS) visa a certificação de edifícios de comércio e serviços para uma maior eficiência energética. Este regulamento aplica-se a qualquer fração autónoma de serviços, edifício de serviços novo e projeto de construção de edifício de serviços com área superior a 1000 m<sup>2</sup> ou a 500 m<sup>2</sup> para centros comerciais, hiper e supermercados ou piscinas cobertas.

Também é importante mencionar que as Piscinas Municipais são caracterizadas pelos elevados consumos de energia que advêm principalmente da necessidade de manutenção

da temperatura e qualidade da água, através da renovação e tratamento da água, e da climatização do espaço envolvente da piscina.

As condições de temperatura e de humidade do ambiente interior, necessárias por razões de conforto dos utilizadores destas piscinas, em conjunto com a temperatura da água, fazem com que as perdas de calor, devidas principalmente à evaporação, sejam uma parcela importante no balanço energético da piscina. Para que estas condições sejam permanentemente mantidas, é, assim, preciso remover o vapor de água transferido para o ambiente, o que possibilita, simultaneamente, evitar condensações sobre as partes mais frias da envolvente. Os equipamentos que são responsáveis por estas funções estão a maior parte do tempo a funcionar durante 24h por dia, o que torna da maior importância estudar este tipo de edifícios para se poder otimizar os consumos e aumentar a eficiência energética.

Em suma, estes consumos acarretam muitas despesas por parte dos Municípios e por este motivo, as soluções preconizadas neste trabalho terão como objetivo a redução destes custos. Nomeadamente, a escolha de equipamentos mais eficientes e o recurso a energias renováveis.

## 2. Objetivos

O presente trabalho tem como principal objetivo dimensionar uma nova solução técnica de AVAC para um complexo de Piscinas Municipais interiores, localizada no Algarve. Na sua elaboração pretende-se aplicar conhecimentos adquiridos, ao longo da Licenciatura e do Mestrado em Engenharia Mecânica vertente de Energia, Climatização e Refrigeração e conseqüentemente, no decorrer do presente estudo.

Pretende-se neste projeto dimensionar corretamente todos os equipamentos AVAC que terão por função principal a garantia das condições de conforto térmico, do ambiente e da água, e de qualidade do ar interior. Haverá ainda a preocupação de garantir: equipamentos energeticamente mais eficientes e a integração do sistema AVAC na arquitetura do edifício. O dimensionamento dos sistemas terá por base os cálculos de necessidades de aquecimento da água das piscinas e das cargas térmicas do ar envolvente das piscinas, tanto da nave como dos balneários bem como o estudo das necessidades de calor para a preparação da água quente sanitária. O consumo de águas quentes sanitárias será estimado de acordo com o perfil de utilização do complexo de piscinas.

Com base nos cálculos será efetuada a seleção dos diferentes equipamentos caracterizando as suas especificações técnicas. Com objetivo de dotar o projeto de toda a informação relevante para a sua real execução, serão elaborados um conjunto de desenhos, a uma escala adequada, onde serão localizados, sobre as plantas de arquitetura, todos os equipamentos constituintes do sistema AVAC. Os desenhos serão ainda complementados por esquemas de princípio que terão por função clarificar todo o funcionamento do sistema AVAC.

### 3. Princípios teóricos

#### 3.1– Introdução

Neste capítulo serão referidos os princípios teóricos, nomeadamente o comportamento térmico das piscinas cobertas e dos requisitos de qualidade e tratamento da água, térmicos e de climatização e de renovação da água, de acordo com a Diretiva CNQ n.º 23/93. Com os princípios teóricos apresentados neste capítulo é possível executar um projeto mais eficiente em termos energéticos e de menor consumo. O dimensionamento dos sistemas mais eficientes terão por base os cálculos de necessidades de aquecimento da água das piscinas e das cargas térmicas do ar envolvente das piscinas.

#### 3.2- Conforto térmico

O conforto térmico é um conceito muito subjetivo pois este varia consoante as pessoas e depende de fatores quantificáveis como a temperatura e não quantificáveis como os hábitos. O bem estar no contexto de conforto térmico significa, portanto, não sentir calor nem frio. Quando as condições exteriores permitem que os mecanismos de regulação térmica de um indivíduo sejam reduzidas o máximo possível, ou seja, que o organismo esteja em equilíbrio com o meio envolvente, dizemos que este está termicamente confortável.

Com a finalidade de avaliar a perceção térmica, foram criados índices de conforto térmico tais como o PMV (Predicted Mean Vote – voto previsto médio) e o PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied - percentagem previsível de insatisfeitos) (ISO 7730, 2005). Partindo de uma equação de balanço térmico para o corpo humano, foi criado o índice PMV, que corresponde a uma previsão da votação de um determinado número de pessoas relativamente a um dado ambiente térmico. Várias pessoas num mesmo espaço com vestuário e atividades diferentes terão uma diferente perceção do ambiente térmico envolvente. A escala de conforto térmico, apresentada na figura 3.1, representa o estado psicológico das pessoas em relação ao ambiente térmico em que se encontram e varia entre -3 e 3.

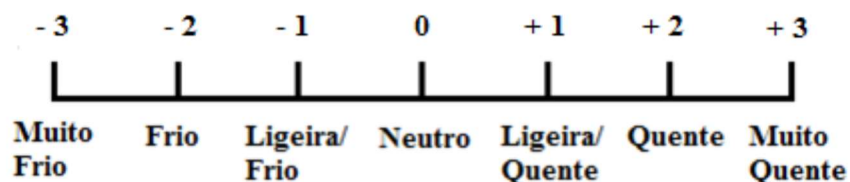
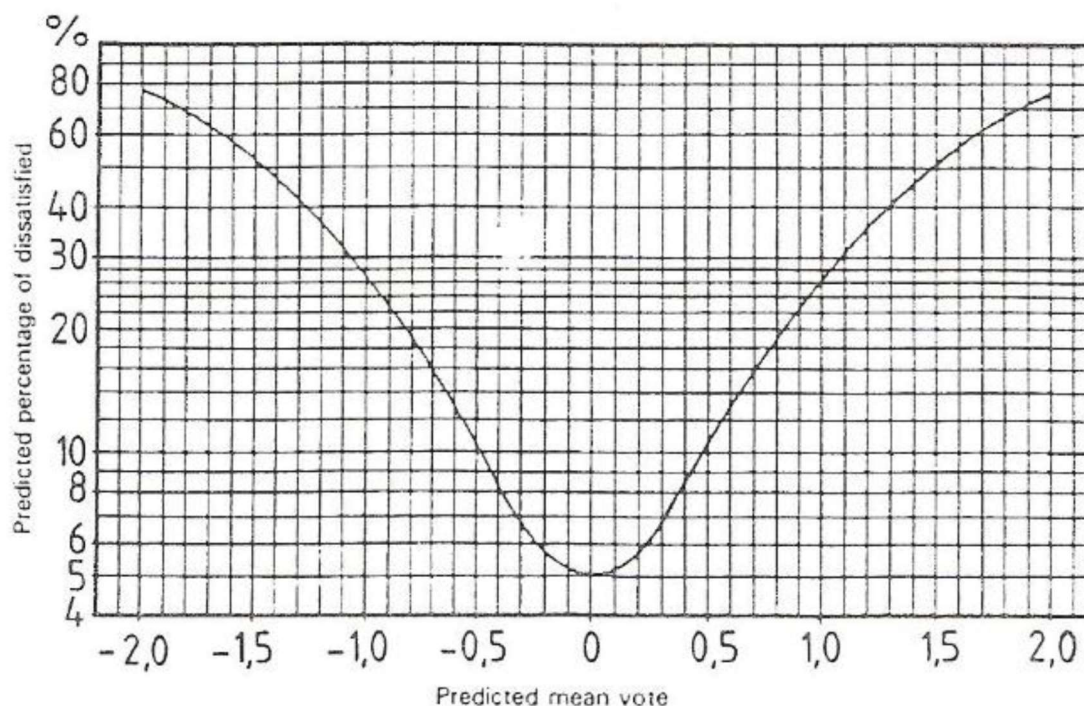


Figura 3.1 - Escala de percepção térmica, adaptado de ASHRAE

Devido às diferenças entre os indivíduos, é impossível conceber um ambiente que seja considerado termicamente agradável por todos, pois irá sempre haver uma percentagem de pessoas insatisfeitas. O PPD, por sua vez, dá a conhecer o número de pessoas insatisfeitas com um certo ambiente térmico. Uma vez conhecidos os valores do índice PMV é possível determinar o PPD com base no gráfico representado na Fig. 3.2:



**Figura 3.1 - PPD em função dos valores de PMV, adaptado de ISO 7730 de 1984**

A Diretiva do Conselho Nacional de Qualidade nº 23 de 1993 (Diretiva CNQ 23/93) tem por objetivo fixar, com caráter geral, as disposições de segurança, higiossanitárias, técnicas e funcionais que devem ser observadas nas piscinas e nos estabelecimentos dedicados a atividades recreativas aquáticas correlacionadas, de uso públicos como é o caso. Por exemplo, nas piscinas cobertas, deverão ser previstas instalações e equipamentos destinados ao aquecimento da água dos tanques de natação, dimensionados para acorrer às necessidades e às características de utilização dos tanques que as constituem. As temperaturas da água dos tanques deverão estar entre 26 e 28 °C, a temperatura do ar da nave deverá estar entre 27 e 29 °C e a humidade relativa entre 55 e 75%. O caudal de ar renovado por banhista deverá ser 21,6 m<sup>3</sup>/h e a velocidade do ar insuflado inferior a 0,2 m/s. São alguns dos valores aceitáveis mencionados na Diretiva CNQ 23/93 que garantirão um bom conforto térmico para os utilizadores.

### 3.3- Qualidade da água

Na razão de existência de qualquer piscina, não pode ser esquecida a boa qualidade da água da mesma. No entanto, é frequente observarem-se sinais de precoce degradação e de má qualidade dos serviços disponibilizados que resultam, em grande parte, da pouca importância atribuída a esse fator, encarando as instalações de tratamento da água como acessórias porque se trata da componente menos visível do empreendimento. São consequências que decorrem da tentativa de redução dos custos que resultam à custa da diminuição das exigências de qualidade para os equipamentos e para os meios de exploração da instalação de tratamento de água.

As condições sanitárias nas piscinas dependem, em grande medida, da qualidade da água e esta constitui porventura, um dos aspetos mais facilmente controláveis da sua exploração. O conhecimento dos fenómenos que intervêm na qualidade da água nas piscinas permitem conceber e projetar instalações eficazes e tecnicamente equilibradas que, associadas a processos de exploração e de manutenção adequados, permitem a obtenção de resultados bastante satisfatórios e conformes com as normas e as boas práticas.

A água das piscinas é caracterizada por poder conter uma larga variedade de poluentes de natureza microbiológica e química introduzidos pelos banhistas, além de impurezas com origem no ambiente envolvente, que podem afetar seriamente a saúde dos utilizadores.

No caso das piscinas cobertas, a água por estar normalmente tépida ou quente, constitui um meio propício ao desenvolvimento de um imenso leque de organismos que constituem riscos graves para a saúde pública. Estes riscos são na sua grande maioria benignos mas se não forem tratados podem tornar-se graves.

São diversos os fatores que contribuem para a degradação da qualidade da água das piscinas mas a principal fonte de contaminação são os banhistas que, como já referido, são uma grande fonte de contaminação e de propagação dos riscos de infeção.

É possível obter-se uma considerável redução da poluição introduzida pelos banhistas na água das piscinas, promovendo a sua boa conduta sanitária como parte essencial do processo mas para isso é necessário a implementação de várias medidas que passam por impor condições de higiene pessoal aos utentes como por exemplo, a obrigatoriedade de duche prévio antes de entrar nas piscinas, a utilização de lava-pés ou de rampas de aspersão de desinfetante e a imposição do uso de toucas e de calçado apropriado para circulação nos balneários e nas zonas de cais.

O tratamento de água da piscina inclui os processos de clarificação, de desinfecção e de neutralização. Admitem-se ainda processos de oxidação e de foto-oxidação para remover da água redutores, como as cloraminas e os trihalometanos, que afetam negativamente a qualidade da água da piscina. Para garantir a devida qualidade, a água é continuamente reciclada, tratada e devolvida ao tanque de natação. Deve ser prevista, em fase de projeto de construção e posteriormente durante o funcionamento da piscina, a necessidade de se efetuar renovação da água do tanque, ou seja, adicionar água da rede de abastecimento (ou de outra fonte) de modo a diminuir a concentração de contaminantes introduzidos pelos utilizadores, os subprodutos da desinfecção e outras substâncias dissolvidas na água. Esta renovação, ou diluição, deve compensar as perdas de água na lavagem dos filtros, na evaporação e a água perdida pela atividade dos utilizadores (WHO, 2006).

### 3.4- Comportamento térmico de Piscinas Cobertas

As piscinas cobertas são caracterizadas pela necessidade de manter constantes as condições de temperatura do ar, de humidade do ar e de temperatura da água. É necessário garantir uma qualidade de serviço e proporcioná-la da melhor maneira aos utentes das instalações. O ser humano necessita de manter a temperatura interna dentro de certos limites, o que leva a uma procura constante de equilíbrio entre o corpo humano e o meio envolvente. Assim, o corpo humano troca energia com o ambiente e possui ainda a capacidade de se adaptar às condições térmicas através de mecanismos termorreguladores.

Em piscinas cobertas os utilizadores podem encontrar condições térmicas inadequadas. Estas estão relacionadas possivelmente com o clima exterior, a temperatura da água, o próprio ambiente e estrutura da piscina. Assim, estes ambientes interiores caracterizam-se normalmente pela elevada humidade presente na atmosfera devido à elevada temperatura da água, sendo esta situação por vezes acentuada pela deficiente ventilação e desumidificação do ar, o que poderá causar desconforto térmico. A opinião de quem frequenta estes sítios é muito importante para quem procura dados mais reais. Desta forma e de acordo com estudos, para um banhista seco, com um índice de atividade de 1 Met e um índice de vestuário de 0,1 Clo (ISO 7730, 2005), a temperatura do ar interior deverá estar entre 27 a 29°C e a humidade relativa entre 50 a 60%. Para um banhista com o corpo molhado, as condições interiores já não são as referidas anteriormente pois tudo depende do efeito do arrefecimento evaporativo que ocorre na superfície da pele.

Para seleccionar a temperatura da água, é necessário saber para que fim é a utilização da piscina. Para fins desportivos, a temperatura da água varia entre os 24 e os 28°C, para fins de lazer varia entre 26 a 28°C e para fins terapêuticos, pode ultrapassar os 30°C.

A água troca calor através da sua envolvente que é definida pelas paredes e fundo do tanque e pela interface com o ar ambiente. Estas trocas referidas resultam da condução através da envolvente da piscina, da radiação e evaporação através da interface.

As perdas térmicas totais resultam do somatório das perdas devido à evaporação, à radiação e à convecção. Estas perdas térmicas estão dependentes de três fatores principais que são a temperatura ambiente do ar, a velocidade do ar junto à superfície da água e a humidade relativa ou pressão parcial de vapor e de outros fatores menos importantes como a turbulência causada pelos nadadores e a condução para o solo que não constituindo exatamente uma perda térmica, implica uma diminuição da temperatura da piscina.

A adição de água para compensação de perdas de calor da piscina deve ser considerada se existir uma diferença significativa de temperatura entre a água introduzida e a água da piscina. Por este motivo é muito importante a colocação de um tanque de compensação que recebe a água recolhida à superfície pelas caleiras e evita que a água deslocada pela entrada de banhistas na piscina transborde e se perca nos esgotos. Ou seja, a água entra no circuito da piscina no tanque de compensação, de onde segue para tratamento juntamente com a água reciclada.

As perdas térmicas totais resultam do somatório das perdas térmicas devidas à evaporação, radiação, condução e convecção representadas na figura 3.3.

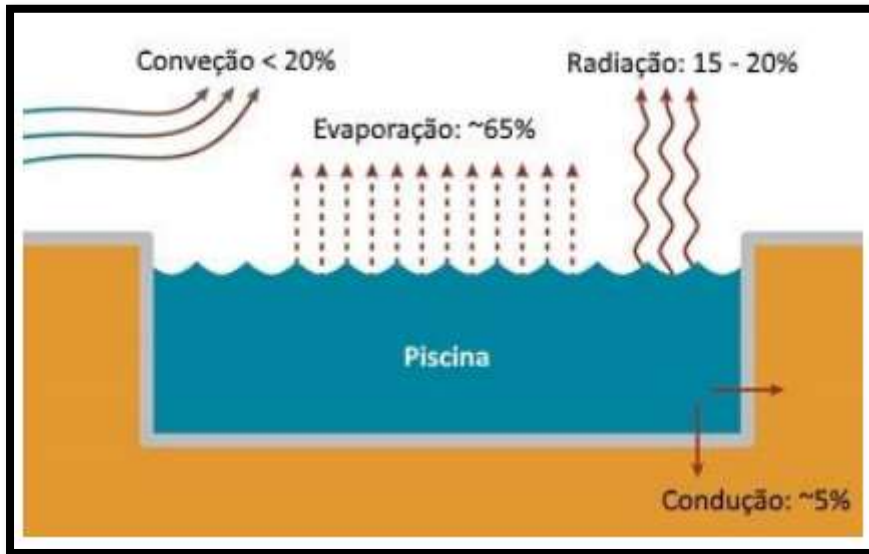


Figura 3.2 - Perdas de calor em piscinas cobertas

Destas quatro componentes energéticas, a evaporação é a forma mais significativa de perda de calor da água das piscinas. Devendo-se ao facto de se tratar de uma situação incontornável, visto que, se pretende atingir condições de conforto não só relacionado com a temperatura do ar, mas também da água, é impossível impedir a formação de vapor na superfície do tanque, com consequências para os utentes. Sendo assim as perdas de calor de uma piscina tem um enquadramento descrito na Figura 3.3, sendo o modelo matemático que representa o balanço energético dado por:

$$\dot{Q}_{re} = \dot{Q}_e + \dot{Q}_{conv} + \dot{Q}_t \quad (1)$$

Onde:

$\dot{Q}_{re}$  - Energia necessária para aquecer a água introduzida na piscina (W);

$\dot{Q}_e$  - Perdas térmicas por evaporação de calor (W);

$\dot{Q}_{conv}$  - Perdas térmicas por convecção e radiação de calor (W);

$\dot{Q}_t$  - Perdas térmicas por condução de calor (W).

### 3.4.1 - Taxa de Evaporação da Água das Piscinas

O processo de evaporação de água, transferência de calor latente, é devido à absorção de calor da água da piscina. Assim, quanto mais evaporação existir, mais arrefecimento da água da piscina existe e maior será a necessidade de aquecer a mesma. Este processo de evaporação consiste no contacto da superfície do tanque da piscina com o ar ambiente interior, ocorrendo uma mudança do estado líquido para o estado de vapor com transferência de calor.

Antes se proceder ao cálculo da energia mencionada anteriormente, é necessário em primeiro lugar recorrer a equações gerais encontradas em vários estudos sobre o comportamento em complexos com piscinas (NP 444,2007).

A determinação da quantidade de água evaporada, por unidade de superfície molhada, em kg/s.m<sup>2</sup>, poderá ser determinada através da seguinte equação:

$$\dot{m}_{ag} = \frac{(0,0887 + 0,07815w)}{h_{fg}} (P_w - P_a) \quad (2)$$

Onde:

$\dot{m}_{ag}$  - Taxa de evaporação (kg/s);

$w$  - Velocidade do ar (m/s) para valores entre 0,05 e 0,15 m/s;

$h_{fg}$  - Calor latente de vaporização da água à temperatura da piscina (kJ/kg.°C);

$P_w$  - Pressão de vapor saturado à temperatura da piscina (kPa);

$P_a$  - Pressão de vapor no ar do ambiente interior (kPa).

$$P_a = \frac{P_s \times HR}{100} \quad (3)$$

$$P_w = 0,4516 + 0,07178 t_w - (2,649 \times 10^{-4})t_w^2 + (6,944 \times 10^{-5})t_w^3 \quad (4)$$

Em que  $P_s = P_w$  para  $t_a = t_w$ .

Onde:

$t_a$  - Temperatura do ar ambiente do bolbo, em graus Celsius.

$t_w$  - Temperatura da água da piscina, em graus Celsius.

$P_s$  - Pressão de vapor na superfície da água da piscina (kPa).

### 3.4.2 – Perdas Térmicas por Evaporação de Calor

A potência associada ao aquecimento da água  $\dot{Q}_e$  é quase exclusivamente dependente da taxa de evaporação que é influenciada não só, pela diferença de temperatura praticada na água da piscina e no ar ambiente, mas também pela velocidade do ar logo acima da superfície da água; pela movimentação da água por parte dos banhistas, resultando num aumento considerável da taxa de transferência de calor entre a água e o meio ambiente, assim como pela área da superfície da piscina. É estimada através da seguinte expressão:

$$\dot{Q}_e = \dot{m}_{ag} \times h_{fg} \quad (5)$$

Onde:

$\dot{Q}_e$  - Perda de calor por evaporação de água (W);

$\dot{m}_{ag}$  - Taxa de evaporação (kg/s);

$h_{fg}$  - Calor latente de vaporização da água à temperatura da piscina (kJ/kg.°C).

### 3.4.3 – Perdas Térmicas por Convecção e Radiação de Calor

As perdas térmicas por convecção de calor, expressas em megajoules por metro quadrado por dia, [MJ/(m<sup>2</sup>.dia)], podem ser calculadas através da seguinte fórmula:

$$\dot{Q}_{ct} = \frac{24 \times 3600}{10^6} (3,1 + 4,1v)(t_w - t_a) = 0,086(3,1 + 4,1v)(t_w - t_a) \quad (6)$$

Onde:

$v$  - representa a velocidade do ar a uma altura de 0,3 m acima da superfície de piscinas interiores, em metros por segundo, estes valores estão compreendidos entre 0,05 e 0,15 m/s;

$t_w$  - representa a temperatura da água da piscina, em graus Celsius;

$t_a$  - representa a temperatura do ar ambiente do bolbo, em graus Celsius.

Estas perdas dependem maioritariamente da velocidade do ar na nave onde se encontra a piscina.

Em piscinas cobertas as perdas térmicas por convecção são desprezáveis. Pode considerar-se desprezáveis porque a temperatura do ar tem de ser sempre superior à temperatura da água da piscina para que o utente esteja confortável nesse espaço e deste modo o valor destas perdas iria ser negativo. A velocidade do ar interior também terá de ser reduzida, valores compreendidos entre 0,05 e 0,15 m/s, de modo a que os utentes estejam mais confortáveis.

### 3.4.3 - Perdas térmicas por condução de calor

Para o cálculo das perdas térmicas por transmissão ou condução de calor, recorre-se à seguinte equação:

$$\dot{Q}_t = C_t \times S_c \times (T_w - T_{sup}) \quad (7)$$

Onde:

$\dot{Q}_t$  – Perda térmica por transmissão de calor (W);

$C_t$  – Coeficiente global de transmissão de calor (W/ m<sup>2</sup>.°C);

$S_c$  – Superfície de contacto (m<sup>2</sup>);

$T_w$  – Temperatura da água da piscina (°C);

$T_{sup}$  – Temperatura das superfícies exteriores (°C).

### 3.4.4 - Perdas Devido à Renovação e Compensação de Água

De acordo com a Diretiva CNQ 23/93, é necessário manter uma certa qualidade da água e para isso é necessário a renovação da mesma. Existem sempre perdas associadas à renovação da água e a compensação da água evaporada. Desta forma, é normal considerar uma reposição de 5% do volume total da piscina por dia, em que a água da rede tem uma temperatura de 15°C. Estas perdas podem ser calculadas através da seguinte equação:

$$\dot{Q}_{H_2O} = \frac{V_r \times \rho_{ág} \times c_p \times (T_w - T_{ág\ rede})}{t} \quad (8)$$

Onde:

$\dot{Q}_{H_2O}$  – Perdas térmicas devido à renovação da água (kW);

$V_r$  – Volume da água repostado (m<sup>3</sup>/s);

$\rho_{ág}$  – Massa volúmica da água (kg/m<sup>3</sup>);

$c_p$  – Calor específico da água (kJ/kg.°C);

$T_w$  – Temperatura da água da piscina (°C);

$T_{ág\ rede}$  – Temperatura da água da rede (°C);

$t$  – Tempo de reposição da água (segundos).

### 3.5 – Controlo da qualidade da água e do ar da nave da piscina

As condições operacionais de uma piscina devem ser sujeitas a um severo controlo, fazendo-se o devido respeito. A boa condução da piscina é feita medindo e registando um conjunto de parâmetros que permite manter as condições exigidas quer pela gestão do complexo quer pelas autoridades, sobretudo as sanitárias. Esse controlo servirá, ainda de suporte de medidas de otimização, nomeadamente na redução do consumo de energia, de água e de produtos químicos.

Os operadores de tratamento de água de piscina têm a obrigação de manter um ambiente, quer do ar, da água e dos pavimentos, seguro para todos os utilizadores das instalações.

#### 3.5.1 - Controlo da qualidade da água da piscina

Segundo a Diretiva CNQ 23/93, a água nos tanques das piscinas deve ser filtrada, desinfetada e possuir poder desinfetante residual. As suas características físico-químicas e bacteriológicas correspondam às normas seguintes: a transparência da água deverá ser inferior a 1 UTF (unidades turbidimétricas de formazina), ou a 3 mg/l SiO<sub>2</sub> (graus sílica de turvação).

De modo a que não haja dano para a saúde dos utentes, a água não deve ser irritante para os olhos, para a pele ou para as mucosas. O pH deve estar compreendido entre 6,9 e 8,0.

A água de alimentação dos tanques deve ser proveniente de uma rede pública de abastecimento de água potável ou então poderá ser proveniente de águas de outras origens, mas para isso será necessário obter a concordância e a correspondente autorização emitida pelos organismos da tutela da saúde pública e da gestão dos recursos hídricos nacionais.

As instalações de recirculação e tratamento de água devem ser dimensionadas para fornecer, a todo o momento e a cada tanque que alimentem, um caudal de água filtrada e desinfetada de qualidade conforme aos requisitos definidos nesta diretiva.

O caudal de recirculação mínimo a assegurar pela instalação de tratamento de água será dado pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{V}{R \times F} \quad (9)$$

Onde:

Q – Caudal de recirculação mínimo (m<sup>3</sup>/h);

V - Capacidade do tanque (m<sup>3</sup>);

F - Profundidade média do tanque - volume/superfície (m);

R - Fator de recirculação (horas/metro de profundidade).

O fator de recirculação  $R$  depende das condições de ocupação e de exposição dos tanques e da eficácia do sistema de tratamento adotado, sendo igual a:

$R = k.f$ , em que  $k$  (fator de rendimento do sistema de tratamento) e  $f$  (fator de ocupação específica), podem tomar os seguintes valores:

- $k = 0,5$  banhistas/ $m^3$ , no sistema de tratamento tipo I: floculação + filtração + desinfecção (cloro);
- $k = 0,6$  banhistas/ $m^3$ , no sistema de tratamento tipo II: floculação + filtração + ozonização + filtração em carvão ativado + desinfetante (cloro);
- $f = 3$   $m^2$ .hora/banhista, em piscinas ao ar livre ou convertíveis;
- $f = 4$   $m^2$ .hora/banhista, em piscinas cobertas.

Decorrendo das expressões anteriores, o período de recirculação será dado por:

$T = R \times F$  (horas), com o máximo de 8 horas.

A recolha da água pela superfície conduz a melhor qualidade ao permitir a evacuação rápida da poluição que se concentra na camada superficial e que é a mais importante e prejudicial ao processo de tratamento. Por essa razão, em piscinas de uso público, já não se utilizam sistemas de hidráulica clássica. Estes sistemas têm sido substituídos pelos sistemas de hidráulica invertida ou de hidráulica mista.

Na hidráulica invertida, a totalidade da água em recirculação é recolhida pela superfície, através de caleiras ditas “de cais”, do “tipo finlandesa” ou do “tipo Zurique”, através das quais a água é conduzida diretamente para tanques de compensação, sendo as grelhas de fundo reservadas a funções de esvaziamento da piscina, tratando-se portanto de um sistema em circuito aberto, conforme a figura 3.4.

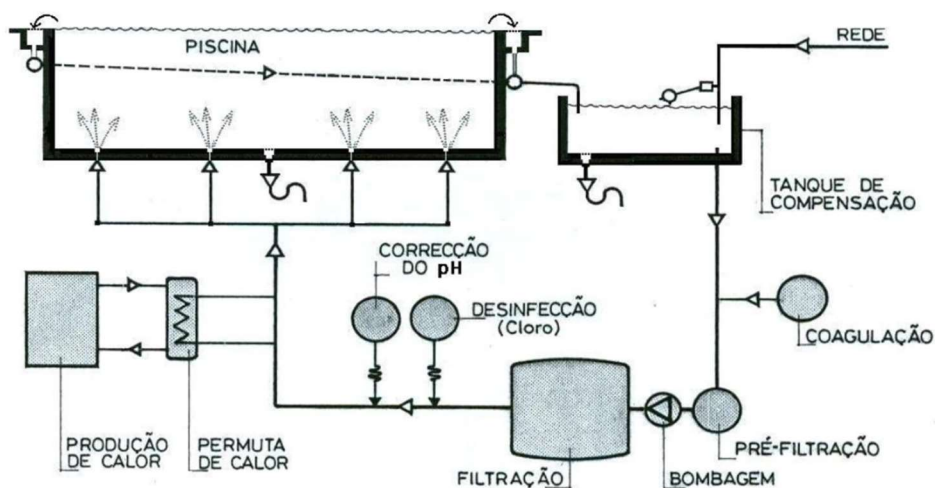


Figura 3.3 - Esquema de instalação de tratamento da água

### 3.5.2 - Controlo da qualidade do ar da nave da piscina

As preocupações com o ar ambiente numa piscina coberta são maiores do que numa piscina descoberta pois as condições térmicas e higrométricas numa piscina coberta são mais precisas e podem ser controladas pelo ser humano. O acondicionamento do ar numa piscina coberta representa investimentos elevados e custos de operação importantes.

Como resultado do contacto do ar a água da piscina estabelecem-se trocas de energia e de matéria entre as duas fases que correspondem ao enriquecimento do ar em humidade e alguns compostos químicos, dos quais os mais importantes são o cloro, a tricloramina e o clorofórmio. Se a temperatura e a humidade apenas podem afetar a comodidade dos banhistas, a presença daquelas substâncias na atmosfera, dada a sua capacidade tóxica, pode afetar a sua saúde.

Nas piscinas cobertas, deverão ser previstas instalações e equipamentos destinados ao aquecimento de água dos tanques de natação, dimensionados para acorrer às necessidades e às características de utilização dos tanques que as constituem. Para isso é necessário considerar as temperaturas da água dos tanques entre 26 a 28 °C.

Estas serão dotadas de equipamentos e instalações de climatização - renovação e aquecimento do ar - estabelecidas e dimensionadas com a potência e disposições adequadas para a satisfação dos seguintes requisitos de conforto termo-higrométrico:

a) Ambiente da zona de banho (nave da piscina):

- Humidade relativa de 55 a 75 %;
- Temperatura (seca): superior ou igual à da água do tanque com a temperatura mais baixa, com o mínimo de 24°C;
- Temperatura de bolbo húmido mínima de 23°C;
- Caudal de ar renovado por banhista: 21.6 m<sup>3</sup>/h;
- Velocidade do ar na zona ocupada, inferior a 0.2 m/s.

b) Ambiente da zona de serviços anexos (vestiários, balneários,...):

- Temperatura (seca): 22 a 24°C;
- Renovação do ar: 4 volumes por hora;

c) Ambiente nas zonas complementares e zonas técnicas:

- Temperatura (seca): 18°C;
- Renovação do ar: 4 volumes por hora.

### 3.6 – Carga Térmica de Aquecimento do Espaço

A carga térmica de aquecimento do espaço é o somatório das perdas de calor através da envolvente do espaço das piscinas com o calor necessário para aquecimento do caudal de renovação do ar, ou seja:

$$\dot{Q}_{aquecimento} = \dot{Q}_{envolvente} + \dot{Q}_{ar} \quad (10)$$

Onde:

$\dot{Q}_{aquecimento}$  – Carga térmica de aquecimento do espaço (W);

$\dot{Q}_{envolvente}$  - Perdas de calor através do envolvente do espaço das piscinas (W);

$\dot{Q}_{ar}$  – Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação do ar (W).

As perdas de calor através do envolvente do espaço das piscinas são calculadas através da seguinte equação:

$$\dot{Q}_{envolvente} = A \times U \times (T_{int ar} - T_{ext proj}) \quad (11)$$

Onde:

$\dot{Q}_{envolvente}$  – Perdas de calor através do envolvente do espaço das piscinas (W);

$U$  – Coeficiente global de transmissão de calor (W/ m<sup>2</sup>.°C);

$A$  – Área das superfícies de contacto (m<sup>2</sup>);

$T_{int ar}$  – Temperatura interior do ar da nave (°C);

$T_{ext proj}$  – Temperatura exterior de projeto (°C).

O calor necessário para aquecimento do caudal de renovação do ar é calculado através da seguinte equação:

$$\dot{Q}_{ar} = \dot{m}_{ar} \times cp_{ar} \times \rho_{ar} \times (T_{int ar} - T_{ext proj}) \quad (12)$$

Onde:

$\dot{Q}_{ar}$  - Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação do ar (kW);

$\dot{m}_{ar}$  – Caudal de ar renovado (m<sup>3</sup>/h);

$cp_{ar}$  - Calor específico do ar a pressão constante (kJ/kg.°C);

$\rho_{ar}$  – Massa volúmica do ar (kg/m<sup>3</sup>);

$T_{int ar}$  – Temperatura interior do ar da nave (°C);

$T_{ext proj}$  – Temperatura exterior de projeto (°C).

### 3.7 – Psicrometria

Psicrometria é entendida como a ciência que estuda as propriedades e as evoluções termodinâmicas do ar húmido.

As evoluções do ar podem ser representadas num diagrama psicrométrico. Este diagrama possui informações acerca do ar húmido, onde se podem salientar as principais características que este possui:

- **Temperatura do bolbo seco (T<sub>bs</sub>)** - húmido, em graus Celcius (°C);
- **Temperatura do bolbo húmido (T<sub>bh</sub>)** – é a temperatura indicada por um termómetro de bolbo húmido, em graus Celcius (°C);
- **Humidade Relativa ( $\phi$ )** – é obtida através do quociente entre a pressão parcial de vapor e a pressão de saturação à mesma temperatura. Propriedade do ar expressa em percentagem (%);
- **Entalpia (h)** – energia contida no ar, expressa em Kilo Joule por Kilo grama de ar húmido, em kJ/kg;
- **Volume específico (v)** – volume de ar em metros cúbicos que um quilograma de ar seco ocupa, em m<sup>3</sup>/kg);
- **Humidade específica ( $\omega$ )** – massa de vapor de água que cada kg de ar seco contém, em g/kg.

Na carta psicrométrica (ábaco que permite uma fácil análise das propriedades de ar húmido), para a definição das características do ar, por exemplo no interior de uma determinada divisão, apenas será necessária a identificação de dois parâmetros (considerando uma determinada pressão atmosférica constante). Através desses parâmetros será possível a identificação de todos os outros. (Frade e Severo. 2006).

### 3.7.1 – Evoluções psicrométricas

De forma a podermos executar a climatização de um determinado espaço, interessa conhecer primeiro as evoluções psicrométricas possíveis a acontecer. É apresentada na figura 3.5 as evoluções psicrométricas possíveis.

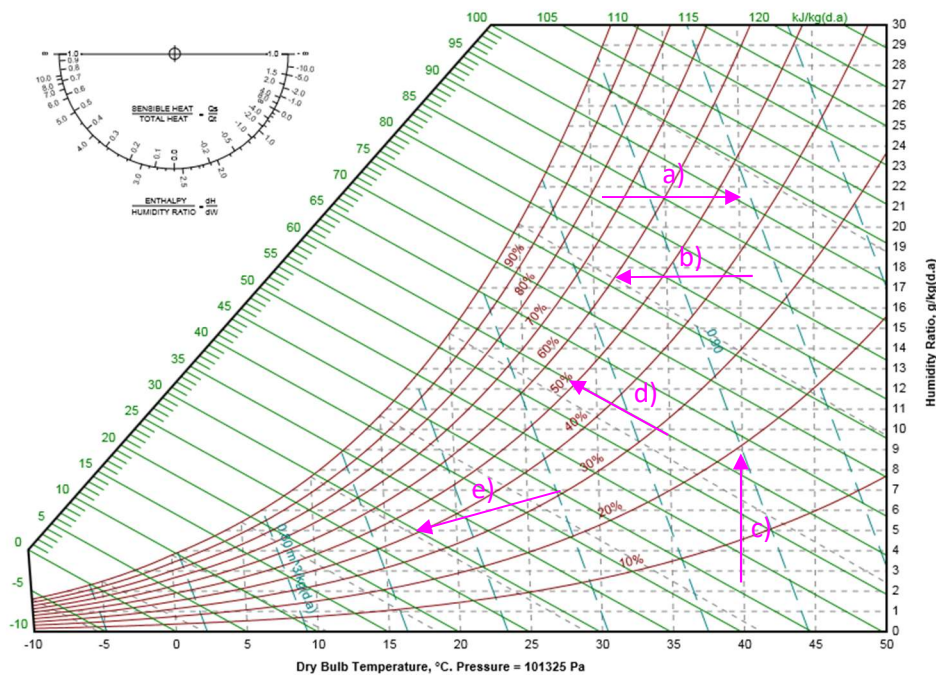


Figura 3.4 – Diagrama psicrométrico com as evoluções psicrométricas possíveis

- Aquecimento sensível – Processo em que a temperatura do bolbo seco do ar húmido aumenta, sem alteração da humidade específica.
- Arrefecimento sem desumificação – Processo em que a temperatura do bolbo seco do ar húmido reduz, sem alteração da humidade específica.
- Humidificação – Processo onde se dá a injeção do vapor de água.
- Arrefecimento com humidificação – Processo que reduz o calor sensível e aumenta a humidade específica do ar, mantendo constante a entalpia do ar.
- Arrefecimento com desumificação – Processo em que a temperatura seca do ar húmido é reduzida, acompanhada com a redução da sua humidade específica.

### 3.8 – Necessidade de águas quentes sanitárias (AQS)

Os sistemas de aquecimento solar para a água dos tanques das piscinas, assim como para a produção das AQS, por assentarem numa forma de energia renovável, permitem uma redução importante nos custos de energia, principalmente no consumo de gás natural e contribuem para a redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa.

Para a satisfazer das águas quentes sanitárias, o sistema de acumulação é apropriado para instalações de média-grande dimensão que devem servir várias utilizações. O depósito de acumulação (normalmente chamado de termoacumulador) deve ser dimensionado em função do consumo de água quente no período de pico (ligado ao número de utilizações ou aparelhos em funcionamento durante o período de maior utilização), do período de pré-aquecimento, do volume de acumulação e da temperatura da água quente e fria. Permite uma distribuição de água quente na instalação mais contínua e regular e, portanto, um maior rendimento térmico. O sistema de acumulação permite, além disso, explorar e integrar a produção de água quente através de energias renováveis, como painéis solares, bombas de calor ou caldeiras a combustível sólido.

Para a utilização de águas sanitárias, como é o caso de lavatórios e chuveiros, é recomendado que sejam satisfeitas as necessidades na base de um consumo de 40 litros por hora por cada utente, com água à temperatura de 38 a 40°C nas piscinas cobertas.

## 4. Piscinas Municipais no Algarve

Este projeto tem como objetivo o dimensionamento do sistema de AVAC e de produção de AQS das Piscinas Municipais no Algarve, localizada no distrito de Faro.



Figura 4.5 - Piscinas Municipais no Algarve

Este Complexo das Piscinas Municipais obteve o certificado de qualidade, em conformidade com a norma ISO 9001:2008 (Sistemas de Gestão da Qualidade), sendo um dos primeiros complexos a sul do Tejo a ser certificado. Desde a sua fundação, estas Piscinas Municipais têm vindo a cativar o interesse crescente da população, registando-se de ano para ano um progressivo aumento de utilização. Atualmente, registam-se em média 6000 entradas mensais no Complexo das Piscinas Municipais, sendo as escolas de natação as grandes responsáveis por este grande afluxo.

Como infraestrutura desportiva artificial edificada de base formativa, de acesso público, é constituído pelos seguintes elementos:

- Três piscinas (desportiva, de aprendizagem e de bebés) e SPAS;
- Balneários para atletas e árbitros, posto médico, arrecadações e espaços técnicos;
- Bancadas, instalações sanitárias para o público e bar, este último entregue para exploração mediante concurso público;
- Espaços circundantes e parque de estacionamento.

#### 4.1- Descrição do Edifício existente

No edifício em estudo, Piscinas Municipais no Algarve, desenvolve-se a prática de desporto no meio aquático. Esta infraestrutura localiza-se no distrito de Faro, cujas zonas climáticas de Inverno e Verão são, respetivamente, I2 e V2 de acordo com a Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III. O edifício em estudo serve no máximo cerca de 192 utilizadores por dia (dados fornecidos pelos técnicos do edifício), para efeitos de cálculo, com os dados fornecidos pelos técnicos responsáveis, considerou-se em média 82 utilizadores por dia. O edifício em estudo tem horário normal com duração normal das 7H00 às 21H00.

O edifício possui fachadas orientadas a Norte, Sul, Este e Oeste, sendo que a mesma tem uma grande área de cobertura bem como de vãos envidraçados. A fração desenvolve-se em três pisos, dos quais a cave destina-se a zona técnica. O piso térreo/rés-do-chão é constituído por uma sala polivalente, posto médico, sala de refeições para o staff, receção, bar/cafetaria, instalações sanitárias para público geral e staff, zona de circulação, vestiários masculinos, femininos e para bebés, sala de controlo e nave da piscina. O piso 1 é constituído por acesso à cobertura técnica do edifício. A cave é destinada a equipamentos técnicos para o bom funcionamento do edifício.

#### 4.2 - Descrição detalhada dos espaços úteis e não úteis

Nas seguintes tabelas, 4.1 e 4.2, estão representados os diferentes espaços que constituem o edifício que são ocupados ou não.

Espaço	Piso	Área (m <sup>2</sup> )
2 Central tratamento águas	-1	138,05
3 Circulação	-1	415,75
4 Tanque compensação Pis. Des.	-1	25,00
5 Tanque compensação Pis. Apr.	-1	16,40
6 Tanque compensação bebés	-1	7,50

Tabela 4.1 - Composição do piso -1 do complexo

Espaço	Piso	Área (m <sup>2</sup> )
8 Átrio atletas	0	32,15
9 Guarda-roupa	0	36,90
10 Vestiário instrutores	0	17,85
11 Vestiário atletas	0	213,50
12 Circulação	0	93,35
13 Controlo	0	15,60
14 Vestiário M. Pis. Bébé	0	39,05
15 Vestiário F. Pis. Bébé	0	36,90
16 Circulação espectadores	0	86,05
17 Direção	0	26,25
18 Posto médico	0	26,25
19 Arrecadação	0	36,00

20 Átrio espectadores	0	11,90
21 Inst . San, Espectadores	0	12,55
22 Bar	0	40,00
23 Bancadas	0	103,25
24 Nó ligação	0	12,50
25 Vestiários pessoal	0	14,50
26 Arrecadação Mat. Des.	0	18,75
27 Sala ginástica	0	37,50
28 Central climatização	0	88,80
29 Zona aquecimento	0	42,60
30 Piscina Desportiva	0	455,68
31 Piscina Aprendizagem	0	160,73
32 Piscina Bébés	0	88,14
33 SPAS	0	30,00

**Tabela 4.2 - Composição do piso 0 do complexo**

### 4.3 - Caracterização dos parâmetros térmicos

De seguida irão ser caracterizados os elementos que constituem o edifício que são importantes para o cálculo das cargas térmicas.

Existindo três categorias principais:

- ❖ Elementos opacos exteriores;
- ❖ Elementos opacos interiores;
- ❖ Vãos envidraçados exteriores.

#### 4.3.1 - Elementos Opacos Exteriores e Interiores

Os coeficientes globais de transmissão de calor (U's) foram obtidos através do livro “Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios” e teve-se em conta as seguintes considerações:

##### **Parede exterior**

- Constituição: alvenaria (posterior a 1960) com revestimento exterior de cor clara. Não foi possível identificar as camadas da constituição da parede, bem como aferir a existência de isolamento. Revestida pelo interior a estuque e pelo exterior a reboco, com espessura total da parede de 0,36 m;
- Coeficiente de Transmissão Térmica Superficial = 0,96 W/m<sup>2</sup>.°C.

### **Parede de interior de separação de espaço térmico tipo A de espaço térmico tipo B**

- Alvenaria (posterior a 1960). Não foi possível identificar as camadas da constituição da parede, bem como aferir a existência de isolamento. Revestida pelo interior e pelo exterior a reboco, com espessura total da parede de 0,25m;
- Coeficiente Global de Transferência de Calor = 1,47 W/m<sup>2</sup>.°C.

### **Cobertura exterior inclinada**

- Não foi possível identificar o tipo de constituição da cobertura, bem como aferir a existência de isolamento. Foi considerado painéis de isolamento do tipo sandwich com espessura de 8 cm;
- Coeficiente Global de Transferência de Calor = 0,43 W/m<sup>2</sup>.°C.

### **Pavimento interior**

- Em contacto com zona de tipo B – Zona técnica - Não foi possível identificar o tipo de constituição do pavimento, bem como aferir a existência de isolamento. Revestido interiormente por pavimento cerâmico;
- Coeficiente Global de Transferência de Calor = 3,03 W/m<sup>2</sup>.°C.

#### 4.3.2 - Vãos Envidraçados

É de extrema relevância determinar o coeficiente global de transmissão de calor e do fator solar, nos vãos envidraçados, que vão ser associados aos cálculos térmicos.

Para os vãos envidraçados e respetivos dispositivos de proteção solar, tendo em conta as observações efetuadas no local, consideraram-se as seguintes soluções:

#### **Vão envidraçado exterior**

- Com caixilharia em PVC, sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro duplo, sem proteção solar, U=2,7 W/m<sup>2</sup>.°C;
- Tipo de Proteção: Vãos sem proteção solar;  
U<sub>w</sub> = 2,7 W/m<sup>2</sup>.°C.

#### **Vão envidraçado exterior**

- Com caixilharia metálica, fixo, sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro duplo, sem proteção solar, U=3,5 W/m<sup>2</sup>.°C;
- Tipo de Proteção: Vãos sem proteção solar;  
U<sub>w</sub> = 3,5 W/m<sup>2</sup>.°C.

Os vãos envidraçados, dependendo da sua localização, estão dotados de dispositivos de proteção solar, existindo também vãos que não dispõem de proteções solares.

O controlo dos dispositivos de proteção solar, no que diz respeito à sua abertura e fecho, é integralmente efetuado pelos ocupantes do edifício, de forma independente para cada vão.

## 5.O Projeto

### 5.1 – Condições de projeto da instalação

#### 5.1.1 - Condições Exteriores

Para se poder efetuar alguns dos cálculos, referentes à análise dinâmica, para este projeto tem de se ter em consideração diversos parâmetros exteriores, para o distrito de Faro. Para tal recorreu-se à base de dados existente no software Solterm 5.1. Posto isso, e para o concelho em questão, foram retiradas três propriedades exteriores: temperatura, humidade relativa e intensidade de radiação solar. Na tabela 5.3, pode-se ver as condições exteriores mensais.

Mês	Temperatura exterior (°C)	Humidade Relativa Exterior (%)	Radiação Solar na Horizontal (W/m <sup>2</sup> )	
			Global	Difusa
Janeiro	16,7	78	2,2	1,0
Fevereiro	17,3	77	3,0	1,3
Março	18,7	75	3,9	1,7
Abril	21,4	70	5,5	2,1
Mai	24,3	67	6,7	2,4
Junho	27,2	64	7,4	2,5
Julho	30,7	61	7,6	2,4
Agosto	31,0	63	7,1	2,2
Setembro	28,2	67	5,1	1,9
Outubro	23,9	72	3,7	1,5
Novembro	19,9	75	2,6	1,1
Dezembro	16,9	76	2,2	1,0

Tabela 5.3 - Condições exteriores mensais

De acordo com os dados retirados do Solterm, o mês em que as temperaturas exteriores são mais críticas é o Janeiro. Na seguinte tabela pode-se consultar as condições exteriores do mês de Janeiro de hora a hora.

Dia	Temperatura exterior (°C)	Humidade Relativa Exterior (%)	Radiação Solar na Horizontal (W/m <sup>2</sup> )	
			Global	Difusa
1	9,4	88	0	0
2	9,0	88	0	0
3	8,6	87	0	0
4	8,2	86	0	0
5	7,8	86	0	0
6	7,4	85	0	0
7	7,0	84	0	0
8	7,4	83	37	31
9	8,6	80	189	85

10	10,5	76	331	111
11	12,9	70	437	122
12	15,4	64	493	125
13	17,4	60	493	125
14	18,7	56	437	122
15	19,0	56	331	111
16	18,3	58	189	85
17	16,7	61	37	31
18	15,0	65	0	0
19	13,5	69	0	0
20	12,4	71	0	0
21	11,4	74	0	0
22	10,7	76	0	0
23	10,0	77	0	0
24	9,5	78	0	0

Tabela 5.4 - Condições exteriores mês mais crítico (Janeiro)

Comparando as temperaturas de hora a hora, chega-se à conclusão de que a temperatura exterior de projeto será 7 °C pois é a temperatura mais crítica do ano.

Relativamente à temperatura da água da rede e de acordo com o software Solterm 5.1 e com a figura 5.7, considerou-se a situação mais desfavorável, 15°C.



Figura 5.6 – Temperatura da água da rede

### 5.1.2 - Condições Interiores

As condições interiores de projeto para este estudo estão de acordo com o indicado na Diretiva CNQ nº23/93.

Os parâmetros fundamentais a ter em conta são a temperatura de bolbo seco e a humidade relativa interior. A velocidade do ar é outra das condições de projeto para o cálculo das cargas térmicas.

Na tabela que se segue são apresentadas as condições interiores de projeto para as Piscinas Municipais no Algarve.

Temperatura de Bolbo Seco (Tdb) [°C]	29
Humidade Relativa (HR) [%]	60
Velocidade do Ar [m/s]	0,1

**Tabela 5.5 - Condições de conforto interior**

A temperatura de bolbo seco deve estar 2 °C acima da temperatura da água da piscina e a humidade relativa deve variar entre os 50 e os 60 %.

### 5.2 – Cálculo de necessidades de aquecimento de água das piscinas

As necessidades de aquecimento de água das piscinas são calculadas através das equações mencionadas no capítulo 3. De seguida irão ser apresentados os resultados obtidos nesses cálculos.

#### 5.2.1 – Cálculo das perdas térmicas por evaporação

As perdas térmicas por evaporação são calculadas através das Equações 2, 3, 4 e 5.

Para a Piscina Desportiva

A piscina (m <sup>2</sup> )	T ar (°C)	HR ar (%)	T água (°C)
404,34	29	60	28

**Tabela 5.6 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva**

Pw à T água (kPa)	Pw à Tar (kPa)	Pa (kPa)	hfg (kJ/kg)	Tevap (kg/h)	Tevap (g/m <sup>2</sup> )	Pevap (kW)
3,778	4,00401	2,267	2552,26	83,2	205,7	59,0

**Tabela 5.7 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina desportiva**

Para a Piscina de Aprendizagem

A piscina (m <sup>2</sup> )	T ar (°C)	HR ar (%)	Tágua (°C)
131,97	29	60	28

**Tabela 5.8 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem**

Pw à Tágua (kPa)	Pw à Tar (kPa)	Pa (kPa)	hfg (kJ/kg)	Tevap (kg/h)	Tevap (g/m <sup>2</sup> )	Pevap (kW)
3,778	4,00401	2,267	2552,26	27,2	205,7	19,2

**Tabela 5.9 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina de aprendizagem**

Para a Piscina dos Bébés

A piscina (m <sup>2</sup> )	T ar (°C)	HR ar (%)	Tágua (°C)
69,69	29	60	28

**Tabela 5.10 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés**

Pw à Tágua (kPa)	Pw à Tar (kPa)	Pa (kPa)	hfg (kJ/kg)	Tevap (kg/h)	Tevap (g/m <sup>2</sup> )	Pevap (kW)
3,778	4,00401	2,267	2552,26	14,3	205,7	10,2

**Tabela 5.11 - Valores de entrada e obtidos relativos à piscina dos bebés**

Para os SPAS

A piscina (m <sup>2</sup> )	T ar (°C)	HR ar (%)	Tágua (°C)
4	29	60	28

**Tabela 5.12 - Valores de entrada relativos aos SPAS**

Pw à Tágua (kPa)	Pw à Tar (kPa)	Pa (kPa)	hfg (kJ/kg)	Tevap (kg/h)	Tevap (g/m <sup>2</sup> )	Pevap (kW)
3,778	4,00401	2,267	2552,26	0,8	205,7	0,6

**Tabela 5.13 - Valores de entrada e obtidos relativos aos SPAS**

## 5.2.2 – Cálculo das perdas térmicas por condução de calor

As perdas térmicas por condução de calor podem ser calculadas através da Equação 7 e poderá haver perdas através das paredes e do fundo da piscina.

### Para a Piscina Desportiva

A parede (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
180,71	2,5	28	10

**Tabela 5.14 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva**

A fundo (m <sup>2</sup> )	FP (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
404,34	1,75	28	10

**Tabela 5.15 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva**

P cond parede (kW)	P cond fudo (kW)	P cond total (kW)
8,1	12,7	20,9

**Tabela 5.16 - Valores obtidos relativos à piscina desportiva**

### Para a Piscina de Aprendizagem

A parede (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
55,1	2,5	28	10

**Tabela 5.17 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem**

A fundo (m <sup>2</sup> )	FP (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
131,97	1,75	28	10

**Tabela 5.18 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem**

P cond parede (kW)	P cond fudo (kW)	P cond total (kW)
2,5	4,2	6,6

**Tabela 5.19 - Valores obtidos relativos à piscina de aprendizagem**

### Para a Piscina dos Bebés

A parede (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
32	2,5	28	10

**Tabela 5.20 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés**

A fundo (m <sup>2</sup> )	FP (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
69,69	1,75	28	10

**Tabela 5.21 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés**

P cond parede (kW)	P cond fudo (kW)	P cond total (kW)
1,4	2,2	3,6

**Tabela 5.22 - Valores obtidos relativos à piscina dos bebés**

### Para os SPAS

A parede (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
9,6	2,5	28	10

**Tabela 5.23 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés**

A fundo (m <sup>2</sup> )	FP (W/m <sup>2</sup> °C)	Tágua (°C)	Tar (°C)
4	1,75	28	10

**Tabela 5.24 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebés**

P cond parede (kW)	P cond fudo (kW)	P cond total (kW)
0,4	0,1	0,6

**Tabela 5.25 - Valores obtidos relativos à piscina dos bebés**

### 5.2.3 – Cálculo das perdas térmicas devido à Renovação e Compensação de Água Evaporada

As perdas térmicas devido à Renovação e compensação de água evaporada são calculadas através da Equação 8. Os resultados obtidos são os seguintes:

#### Para a Piscina Desportiva

V piscina (m <sup>3</sup> )	Taxa renov. (%)	Tágua (°C)	Trede (°C)	Caudal renov. (m <sup>3</sup> /h)
889,55	3,5	28	15	1,297

Tabela 5.26 - Valores de entrada relativos à piscina desportiva

P (kW)	F seg (%)	P total (kW)
19,6	10	21,5

Tabela 5.27 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina desportiva

#### Para a Piscina de Aprendizagem

V piscina (m <sup>3</sup> )	Taxa renov. (%)	Tágua (°C)	Trede (°C)	Caudal renov. (m <sup>3</sup> /h)
158,36	3,5	28	15	0,231

Tabela 5.28 - Valores de entrada relativos à piscina de aprendizagem

P (kW)	F seg (%)	P total (kW)
3,5	10	3,8

Tabela 5.29 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina de aprendizagem

#### Para a Piscina dos Bebés

V piscina (m <sup>3</sup> )	Taxa renov. (%)	Tágua (°C)	Trede (°C)	Caudal renov. (m <sup>3</sup> /h)
69,69	3,5	28	15	0,224

Tabela 5.30 - Valores de entrada relativos à piscina dos bebês

P (kW)	F seg (%)	P total (kW)
1,5	10	1,7

Tabela 5.31 – Valores de entrada e obtidos relativos à piscina dos bebês

Para os SPAS

V piscina (m <sup>3</sup> )	Taxa renov. (%)	Tágua (°C)	Trede (°C)	Caudal renov. (m <sup>3</sup> /h)
4	3,5	28	12	0,006

**Tabela 5.32 - Valores de entrada relativos aos SPAS**

P (kW)	F seg (%)	P total (kW)
0,1	10	0,1

**Tabela 5.33 – Valores de entrada e obtidos relativos aos SPAS**

Os resultados obtidos em cada piscina são os seguintes:

Tabela Resumo

	Perdas Térmicas por Evaporação de Calor (kW)	Perdas Térmicas por Condução de Calor (kW)	Perdas Térmicas devido à Renovação e Compensação de Água Evaporada (kW)
Piscina Desportiva	59	20,9	21,5
Piscina Aprendizagem	19,2	6,6	3,8
Piscina Bébés	10,2	3,6	1,7
SPAS	0,6	0,6	0,1

**Tabela 5.34 – Tabela Resumo**

### 3.2.4 – Resultados finais

Os resultados obtidos serão representados nas tabelas seguintes:

	kW	%
Perdas Térmicas por Evaporação de Calor	89,0	60
Perdas Térmicas por Condução de Calor	31,7	21
Perdas Térmicas devido à Renovação e Compensação de Água Evaporada	27,2	18
TOTAL	147,8	100

**Tabela 5.35 - Perdas térmicas finais de aquecimento da água**

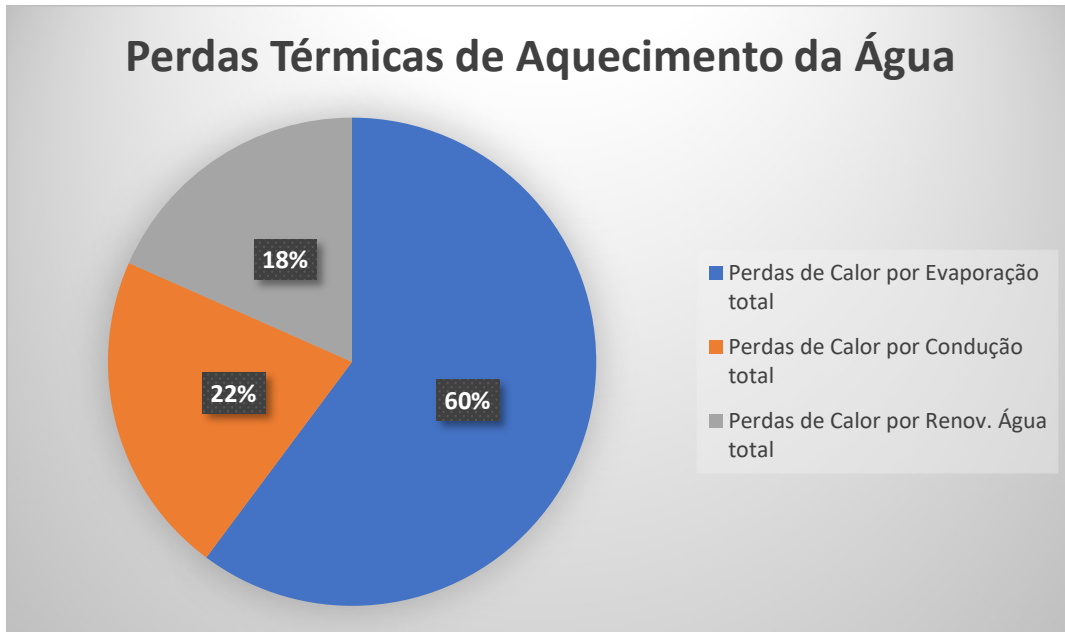


Figura 5.7 - Perdas Térmicas de Aquecimento da Água percentuais

Verifica-se que 60% das perdas térmicas se devem à evaporação de água para a nave. Também podemos notar que uma grande percentagem se deve à condução, e a menor fração por renovação de água.

### 5.3 – Cálculo das necessidades de AQS

Relativamente às necessidades de aquecimento da água da piscina, é necessário ter em conta a potência necessária para o início de funcionamento dessa parte da instalação. O cálculo da potência necessária para início de funcionamento para aquecimento da água foi efetuado através da seguinte equação:

$$Q_{caldeira} = \frac{V \times \rho_{ág} \times c_p \times (T_w - T_{água\ rede})}{t} \quad (13)$$

$Q_{caldeira}$  – Potência necessária para o início de funcionamento de aquecimento da água da piscina (kW);

$V$  – Volume da água piscina (m<sup>3</sup>);

$\rho_{ág}$  – Massa volúmica da água (kg/m<sup>3</sup>);

$c_p$  – Calor específico da água (kJ/kg.°C);

$T_w$  – Temperatura da água da piscina (°C);

$T_{água\ rede}$  – Temperatura da água da rede (°C);

$t$  – Tempo de reposição da água (segundos).

Volume (m <sup>3</sup> )	Cp água (kJ/kg.°C)	ρ água (kg/ m <sup>3</sup> )	T <sub>w</sub> (°C)	T <sub>ág rede</sub> (°C)	t (h)	t (s)	Q <sub>caldeira</sub> (kW)
1121,60	4,18	1000	28	15	24	86400	705,4
1121,60	4,18	1000	28	15	48	172800	352,7
1121,60	4,18	1000	28	15	72	259200	235,1

**Tabela 5.36 – Potência necessária para o aquecimento da água da piscina**

Para este projeto, considerou-se 72h necessárias para o início de funcionamento desta instalação. Sendo assim, como a potência necessária para o início de funcionamento de aquecimento da água das piscinas é de 235,1 kW e é a potência a considerar neste cálculo.

Relativamente às necessidades de aquecimento do ar dos balneários, a potência necessária foi consultada através das características do fornecedor dos recuperadores de calor selecionados. Sendo assim, a potência necessária para o aquecimento das baterias de água quente dos recuperadores de calor é de 32,8 kW.

Relativamente às necessidades de AQS, o cálculo da potência tem por base a seguinte fórmula:

$$Q_{AQS} = \dot{m}_{\text{água}} \times cp_{\text{água}} \times (T_w - T_{\text{água rede}}) \quad (14)$$

Onde:

$Q_{AQS}$  – Potência necessária para o aquecimento da água quente sanitária (kW);

$\dot{m}_{\text{água}}$  – Caudal de água a aquecer (m<sup>3</sup>/h);

$cp_{\text{ar}}$  – Calor específico da água a pressão constante (kJ/kg.°C);

$T_w$  – Temperatura da água da piscina (°C);

$T_{\text{água rede}}$  – Temperatura da água da rede (°C).

O resumo das potências a considerar na seleção das caldeiras encontra-se na seguinte tabela:

Potência necessária para o aquecimento da água das piscinas [kW]	Potência necessária para o aquecimento do ar dos balneários [kW]	Potência necessária para o aquecimento do ar da nave das piscinas [kW]	Potência necessária satisfazer as necessidades de aqs [kW]	Potência caldeira [kW]
235,14	84,74	116,65	61,89	498,42

**Tabela 5.37 – Potências obtidas para o cálculo da potência da caldeira**

## 5.4 – Cálculo das cargas térmicas de aquecimento do espaço da nave

### 5.4.1 - Cálculo das perdas de calor através da envolvente

No cálculo das perdas de calor através da envolvente é necessário fazer o levantamento de todas as divisões (paredes, vidros, cobertura e chão) que estão em contacto com a nave.

Utilizando a Equação 11, obteve-se os seguintes resultados:

	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	T <sub>int</sub> (°C)	T <sub>ext</sub> (°C)	Q̇ <sub>envolvente</sub> (W)
Chão	1215,0	3,03	29	14	55221,3
Cobertura	1553,1	0,43	29	7	14691,9
Paredes exteriores	249,1	0,96	29	7	5260,4
Paredes interiores	870,2	1,47	29	14	19187,9
Vidros exteriores poente	24,0	3,5	29	7	1848,0
Vidros exteriores norte	120,0	2,7	29	7	7128,0
Total					103337,5

Tabela 5.38 – Perdas térmicas pela envolvente da nave

### 5.4.2 – Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação

No cálculo das perdas de carga resultantes da renovação de ar da nave, utilizou-se por base a Equação 12 e obteve-se os seguintes resultados:

Caudal unit (m <sup>3</sup> /h)	Nº médio de ocupantes/ dia	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Cp ar (kJ/kg.°C)	ρ ar (kg/ m <sup>3</sup> )	T <sub>int ar</sub> (°C)	T <sub>ext proj</sub> (°C)	Q̇ <sub>ar</sub> (W)
21,6	82	1171,2	1	1,23	29	7	13314

Tabela 5.39 – Calor necessário para aquecimento do caudal de renovação da nave

### 5.4.3 – Resultados finais

Após serem calculadas as perdas de calor através da envolvente do espaço da piscina e o calor necessário para aquecimento do caudal de renovação, é possível calcular as perdas de carga de aquecimento do espaço apresentados na seguinte tabela:

Q̇ <sub>envolvente</sub> (kW)	Q̇ <sub>ar</sub> (kW)	Q̇ <sub>aquecimento</sub> (kW)
103,4	13,31	116,7

Tabela 5.40 – Cargas térmicas de aquecimento do espaço

## 5.5 – Cálculo do tratamento do ar dos balneários (feminino, masculino e acompanhantes), sala polivalente, wc's públicos e jacuzzis

Relativamente à climatização do balneário feminino, masculino e acompanhantes, da sala polivalente, dos wc's públicos e dos jacuzzis é necessário tratar o ar de forma a que os utentes das Piscinas Municipais se sintam minimamente confortáveis.

Para promover a qualidade do ar interior nos compartimentos deve ser admitido os caudais de base mínimo que são calculados com a expressão que consta na seguinte tabela:

<b>Caudal mínimo (l/s)</b>	$MAX. [(4 * volume / 3,6 : 12,5) : \leq 25 \text{ l/s}]$
----------------------------	--

**Tabela 5.41 – Caudal mínimo admissível para compartimentos de serviço**

Os caudais de ar foram calculados através da expressão mencionada na tabela anterior e os resultados obtidos são:

<b>Divisão</b>	<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	<b>PD [m]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Caudal [m<sup>3</sup>/h]</b>
WC's públicos	14	3	42	168
Jacuzzis	18	3	54	216
Balneário acompanhantes	40	3	120	480
Balneário masculino	130	3	390	1560
Balneário feminino	100	3	300	1200
Sala polivalente	51	3	153	612

**Tabela 5.42 – Caudais obtidos em cada compartimento**

Tendo em conta as condições de projeto, as potências de aquecimento obtidas estão apresentadas na seguinte tabela:

<b>Divisão</b>	<b>Q [W]</b>
WC's públicos	3696
Jacuzzis	4752
Balneário acompanhantes	10560
Balneário masculino	34320
Balneário feminino	26400
Sala polivalente	13464

**Tabela 5.43 – Potência de aquecimento obtidas em cada**

## 5.6 - Evoluções Psicrométricas no processo de tratamento do ar da piscina

O entendimento das evoluções do ar num diagrama psicrométrico é fundamental para a seleção e análise de um equipamento como uma unidade de tratamento de ar. O processo de arrefecimento e de aquecimento são apresentados através das seguintes figuras:

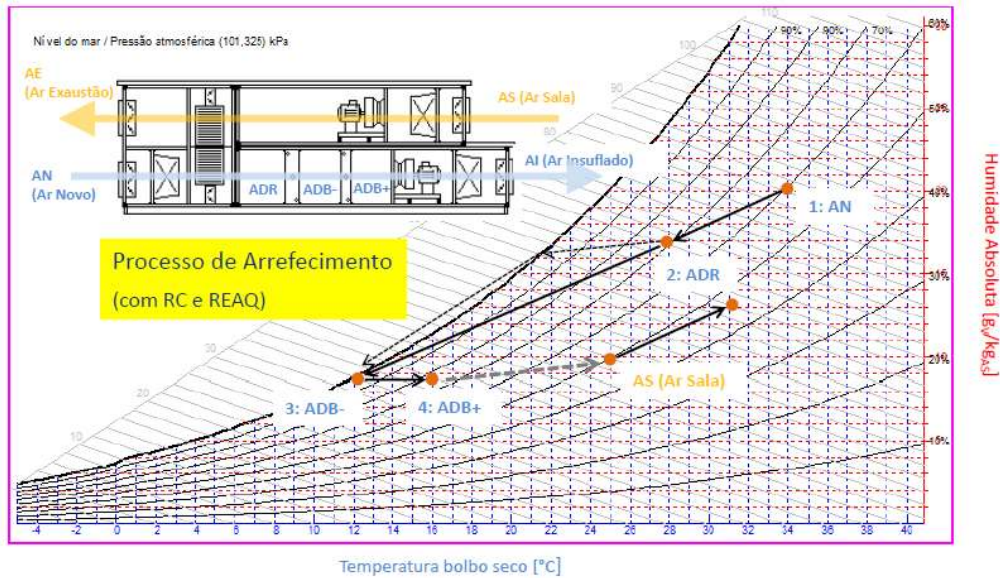


Figura 5.8 – Processo de arrefecimento no tratamento do ar da piscina

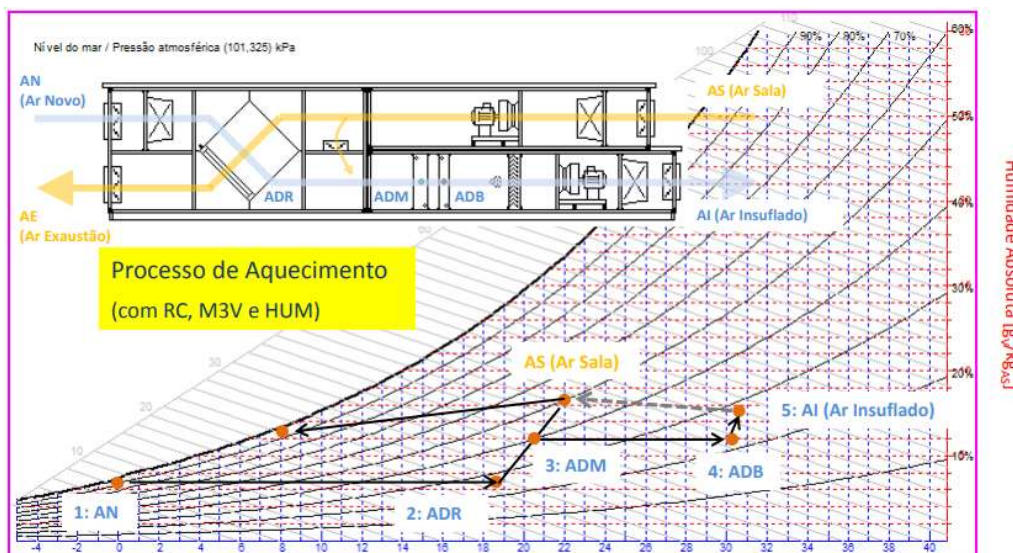


Figura 5.9 – Processo de aquecimento no tratamento de ar da piscina

## 5.7 – UTA da Nave das Piscinas

### 5.1 - Generalidades

Concluídos os cálculos das cargas térmicas de aquecimento, é possível fazer o dimensionamento do sistema AVAC.

Na nave das piscinas, devido às condições especiais que possui, o ar será mantido a uma temperatura não inferior a 29°C, com uma humidade relativa de 60% e a temperatura da água da piscina será mantida a uma temperatura próxima de 28°C para evitar uma evaporação e perdas de calor para o ar excessivas.

A UTA que servirá este espaço executará a recuperação de calor, proveniente do ar de retorno, fornecendo parte deste calor recuperado ao ar novo através de um permutador de calor ar/ar. Outra parte deste calor será recuperado através do sistema de expansão direta, e uma última parte será recuperada através da mistura de ar novo com o ar de retorno. O restante ar extraído do local, será rejeitado.

O ar húmido passa por umas serpentinas de arrefecimento que baixam a temperatura da mistura a um ponto inferior à temperatura de orvalho. Consequentemente, uma porção do vapor é condensado nas serpentinas e removido como líquido.

O sistema de expansão direta mencionado permitirá absorver, do ar extraído, parte do calor sensível e latente que o ar contém. Este calor será então fornecido ou ao ar novo sob a forma de calor sensível ou à água da piscina.

### 5.7.2 – Características da Unidade de tratamento de ar (UTA)

A unidade prevista para a piscina é uma unidade que permite a recuperação do calor do ar interior, utilizando R407c como fluido frigorígeno, e consequente tratamento do mesmo ao nível da desumidificação/aquecimento/arrefecimento. Encontra ainda incorporada a possibilidade efetiva de aquecimento de água da piscina. É absolutamente necessária a existência de um evaporador duplo na unidade e a unidade deverá estar equipada com uma válvula inversora para permitir o arrefecimento do espaço em condições exteriores extremas, no Verão.

A prioridade de aquecimento em recuperação é dada à água da piscina existindo adicionalmente baterias de água quente para apoio ao aquecimento do ar e aquecimento da água da piscina. No entanto, a recuperação deverá ser sempre parcialmente distribuída para o ar e para a água, i.e., nunca o sistema poderá disponibilizar 100% da recuperação para a água ou 100% para o ar, permitindo que a manutenção das condições seja possível com recurso a baixos consumos energéticos.

A unidade possui incorporados dois ventiladores com variação de velocidade de rotação sendo um deles para a recirculação do ar e captação de ar novo para o interior do espaço e o segundo para a extração de ar interior para que exista a possibilidade de renovação do mesmo e não exista uma sobrepressão efetiva no espaço, o que poderia deteriorar os espaços adjacentes sem tratamento do nível de humidade relativa/absoluta do ar. A unidade possui ainda registos de ar quer na admissão de ar novo, quer na extração de ar, que funcionam de forma coordenada através da informação do controlador e dos atuadores de registo já instalados na unidade. As condutas de ar de retorno e insuflação

deverão ser ligadas à unidade de forma horizontal e de forma oposta. As condutas de extração de admissão de ar novo deverão ser ligadas ao topo da unidade, verticalmente. O circuito frigorífico deverá conter um visor de líquido e um filtro secador. Uma válvula de corte automática deverá também impedir a circulação do fluido frigorígeno quando o compressor estiver parado e deverá estar posicionada antes do acumulador de admissão de fluido frigorígeno ao compressor. A alimentação elétrica à unidade deverá ser efetuada diretamente ao topo da mesma.

A unidade incorpora um painel de comando, do tipo PLC, com indicações de funcionamento e de parametrização das seguintes variáveis:

- 1 – Humidade relativa
- 2 – Temperatura do ar interior
- 3 – Temperatura da água da piscina

O controlo da unidade deverá ainda incorporar o interruptor de corte (com indicação do atual ponto de funcionamento) e relógio para temporização e ajuste de funcionamento da unidade durante os diferentes períodos de funcionamento da piscina. O relógio incorpora ainda uma bateria que permitirá o funcionamento e memorização e funcionamento do mesmo em caso de falta de alimentação elétrica. Indicações de alarmes, descongelação e funcionamento automático estão ainda contemplados no painel de comando da unidade. A unidade possuirá, ainda, o sistema de drenagem de condensados incorporado com necessidade de ligação ao sistema do edifício através de tubagem de ¾”.

Com a taxa de renovação de água evaporada de 125,5 kg/h e considerando as condições de projeto mencionadas anteriormente, considerou-se como referência 3 unidades do **Calorex DELTA 16**.

As características deste equipamento são as seguintes:

<b>Características da unidade de tratamento de ar (UTA)</b>		
Capacidade de desumidificação a 29 °C/60%	12000	m <sup>3</sup> /h
Caudal de ar novo	800-8000	m <sup>3</sup> /h
Capacidade de desumidificação mecânica a 29 °C/60%	34,4	Kg/h
Capacidade de desumidificação total a 29 °C/60%	53,5	Kg/h
Pot. Calorífica da bateria de água quente p/ aquecimento do ar	90,0	kW
Capacidade de recuperação máxima do ar	35,0	kW
Pot. Calorífica da bateria de água quente p/ aquecimento da água da piscina	65,0	kW
Capacidade de recuperação máxima para a água	43,0	kW
Potência frigorífica total	28,0	kW
Potência elétrica	15,0	kW
Profundidade	1126	mm
Largura	2638	mm
Altura	2120	mm
Peso	1400	Kg

**Tabela 5.44 - Características da máquina selecionada para a piscina**

As unidades DELTA foram concebidas para a desumidificação de aquecimento do ar e da água de piscinas interiores de grande dimensão, municipais ou de competição. Recuperação de calor, a potência calorífica absorvida durante a desumidificação do ar interior é cedida ao ar de recirculação e à água da piscina, implementando a redução dos consumos energéticos. Duplo ventilador e condensadores internos auxiliares, permitem o arrefecimento efetivo durante as condições extremas de verão.

### Características:

- Envolvente com tratamento anticorrosão
- Compressor scroll
- Fluido frigorígeno R407C
- Ventilador de insuflação EC com velocidade variável
- Ventilador de extração EC com velocidade variável
- Admissão de ar novo
- Sistema de recuperação de calor para a água da piscina e para o ar de recirculação, prioridade para a água
- Sistema de CLIMATIZAÇÃO de inversão para arrefecimento do ar interior da piscina (DELTA 4 a 16)
- Baterias de água quente, de interligação a caldeira, para aquecimento do caudal de ar insuflado e da água da piscina
- Válvulas motorizadas de 3 vias para gestão de água quente às baterias de aquecimento a água
- Controlador PLC Touch Screen incorporado com atuação na humidade e na temperatura do ar interior e da água da piscina (sondas incluídas)
- Interface de comunicação com GTC RS485
- Temporizador (relógio)

Na figura 5.11, é apresentado um diagrama que representa o funcionamento da unidade seleccionada, de como o ar flui no seu interior.

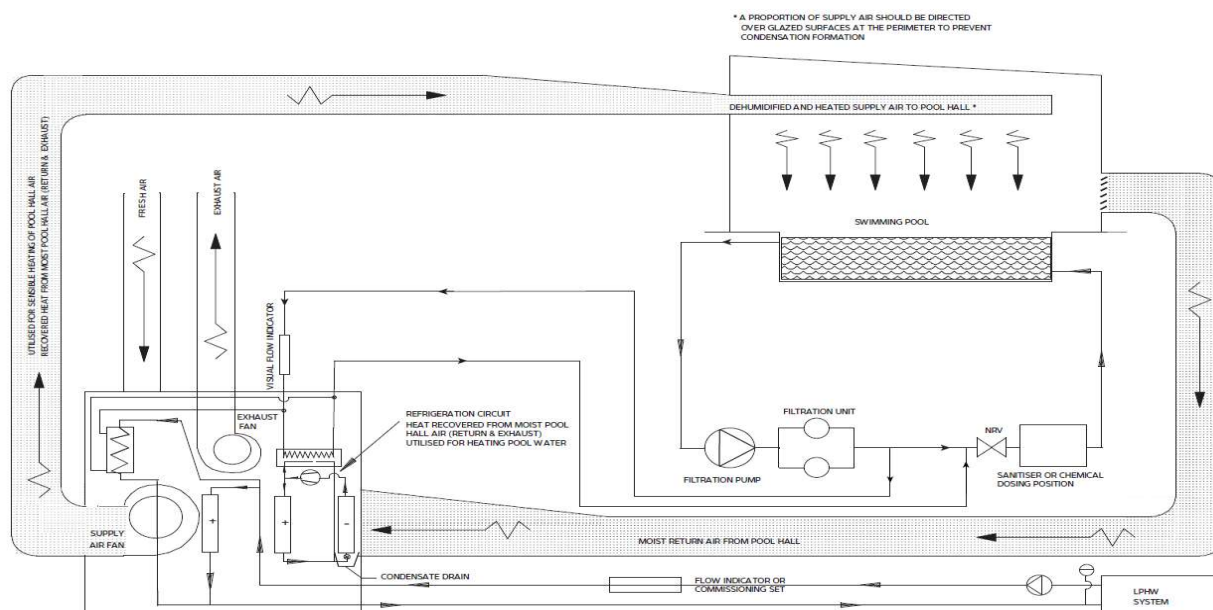


Figura 5.10 – Diagrama de como o ar flui através do Calorex DELTA

No sistema ilustrado na figura 5.11, o ar a insuflar no ambiente é composto por uma mistura de ar novo e de ar recirculado, ao qual é desumidificado e depois aquecido com vista ao controlo do estado higrométrico do ambiente da piscina. Este sistema é baseado num ciclo frigorífico, o qual recupera o calor do condensador para aquecer o ar e/ou, a água da própria piscina.

Marca de referência – Calorex DELTA 16 ou equivalente

Todas as informações adicionais acerca da unidade estão colocadas no **Anexo 1**.

### 5.8 - Tratamento do ar dos balneários (feminino, masculino e acompanhantes), sala polivalente, wc's públicos e jacuzzis

Tendo por base o ponto 5.5, referente ao cálculo da necessidade de climatização do ar dos balneários, sala polivalente e wc's e tendo em conta as condições de projeto, as potências de aquecimento obtidas estão apresentadas na seguinte tabela:

<b>Divisão</b>	<b>Q [W]</b>
WC's públicos	3696
Jacuzzis	4752
Balneário acompanhantes	10560
Balneário masculino	34320
Balneário feminino	26400
Sala polivalente	13464

**Tabela 5.45 – Potência de aquecimento obtidas em cada**

Com os dados da tabela 5.45, é possível selecionar os recuperadores de calor e os ventiladores de extração que se destinam ao tratamento de ar das divisões mencionadas anteriormente.

Para a garantia das condições de conforto e de qualidade está previsto a instalação de quatro unidades de ventilação mecânica que promoverão a renovação de ar, a recuperação de calor a partir do ar viciado e o aquecimento ambiente e de dois ventiladores para a extração de ar dos wc's públicos e dos jacuzzis.

Estes recuperadores de calor e ventiladores de extração serão da marca Soler & Palau, modelo CADB-HE Ecowatt e TD-Ecowatt correspondentemente.

Estas unidades possuirão dois circuitos de ar (um de insuflação de ar novo e outro de exaustão de ar viciado), cruzados num permutador de calor em contra corrente do tipo ar/ar em alumínio, possibilitando a transferência de calor entre ar de rejeição e o ar novo de insuflação, conseguindo-se assim uma economia de energia.

Estas unidades serão servidas por uma rede de condutas de ar, grelhas e válvulas de extração que terão por função a distribuição e captação de ar nos diferentes espaços em questão. Estas redes são as existentes estando apenas prevista a interligação das novas máquinas com estas redes.

As principais características técnicas dos REC's e dos VE's são as seguintes:

Ref.	Caudal nominal [m³/h]	Eficiência recuperador %	Velocidade máxima [r.p.m.]	Intensidade máxima [A]	Potência calorífica [kW]	Modelo [Soler & Palau]
REC 1	16000	85,5	2845	2,0	5,3	CADB-HE DC 16 Ecowatt
REC 2	33000	8,4	2600	2,0	11,1	CADB-HE DC 33 Ecowatt
REC 3	16000	85,5	2845	2,0	11,1	CADB-HE DC 33 Ecowatt
REC 4	33000	8,4	2600	2,0	5,3	CADB-HE DC 16 Ecowatt
VE 1	180	-	2550	0,08	9	TD-160/100 Ecowatt
VE 2	280	-	2480	0,14	25	TD-250/100 Ecowatt

**Tabela 5.46 – Tabela seleção recuperadores e ventiladores**

A ficha de características dos recuperadores de calor e dos ventiladores de extração selecionados encontram-se no **Anexo 2** e no **Anexo 3**, correspondentemente.

## 5.9 – Sistemas de distribuição de ar

### 5.9.1- Generalidades

A distribuição do ar nos diferentes espaços será efetuada recorrendo a redes de conduta de baixa pressão. O diâmetro destas condutas foi efetuado pelo método da perda de pressão de condutas utilizando os seguintes pressupostos:

- Caudal de ar de circulação;
- Velocidade máxima no troço principal de 5 m/s.

Da rede de condutas, faz ainda parte um conjunto de grelhas, registos, etc., que constitui o “sistema de distribuição de ar” e cujas características se apresentam de seguida.

As condutas de transporte de ar deverão obedecer às seguintes especificações:

- Serão em chapa galvanizada, com as secções indicadas no ponto seguinte e nas peças desenhadas;
- Serão fornecidas, em troços de admissão e de rejeição de ar, proteções contra a entrada de poeiras e outros elementos estranhos;
- As condutas de insuflação serão sempre isoladas;
- O traçado, localização e dimensões destes equipamentos encontram-se definidos nas peças desenhadas;
- Todas as condutas serão instaladas com portas de visita em conformidade com a norma Europeia EN 12097. Serão estanques e protegidas contra a corrosão. As grelhas e difusores constituirão um complemento importante de acesso para ações de limpeza;
- Deverão ser colocados registos de regulação de caudal em troços de conduta estratégicos, de forma a garantir que a cada espaço seja fornecido o caudal de ar especificado no projeto de AVAC;
- As espessuras dos isolamentos térmicos deverão respeitar o estabelecido no RSECE;
- As condutas serão sempre montadas de modo a evitar a transmissão de vibrações ao edifício, devendo ser previstas juntas elásticas nas ligações aos equipamentos, mesmo que não referidas nas medições;
- As fixações e suspensões das condutas serão tais, que a sua eventual desmontagem se possa fazer facilmente.

### 5.9.2 - Unidades terminais de difusão (grelhas)

As grelhas insuflação, retorno e extração foram selecionados tendo em conta as dimensões e forma da nave, para que não se verifiquem velocidades residuais superiores a 0,1 m/s. Em obra deverá haver especial cuidado neste ponto, pois as grelhas terão de garantir não só a condição indicada, mas também o alcance de ar necessário, de acordo com a seleção feita.

#### **5.9.2.1 - Grelhas lineares (GLI)**

As grelhas lineares para insuflação permitirão a montagem na parede. Serão constituídas por um aro com barras frontais, montadas por pressão numa estrutura com ranhuras, construída em alumínio extrudido, que se encontrará instalada no aro. As grelhas serão de alhetas direitas e a fixação ao pleno será efetuada por intermédio de aro encastrado em pleno. O acabamento será anodizado à cor natural.

Marca de referência – L1-30-O da marca Greltec ou equivalente

#### **5.9.2.2 - Grelhas de retorno e extração (GR) e (GE)**

Deverão ser fornecidas e instaladas um conjunto de grelhas retorno e extração de ar para teto falso ou parede cujas características principais se definem a seguir. Serão constituídas por uma fiada de persianas móveis horizontais executadas em alumínio com acabamento anodizado. Terão aros frontais em todo o perímetro de montagem por encaixe, executado em alumínio com acabamento anodizado.

Marca de referência: SHO da marca Greltec ou equivalente

#### **5.9.3 - Conduatas circulares**

As conduatas de ar serão do tipo de baixa pressão, de forma retangular, construídas em chapa de aço galvanizada, com espessura de acordo com as recomendações prescritas pela SMACNA. As costuras longitudinais serão do tipo rebordado interno e as transversais serão executadas com o perfil tipo “T” ou o perfil tipo “MEZ”. Não serão permitidas costuras com calha tipo “C”. As fugas totais nas conduatas não deverão exceder 1,5l/s.m<sup>2</sup> de acordo com o Despacho 15793 G/2013. Nas mudanças de direção das conduatas, os cotovelos terão um raio mínimo de curvatura, no seu eixo, igual a 1,25 da largura da conduata. No caso de ser necessário utilizar raios inferiores ou mesmo cotovelos direitos, estes levarão interiormente alhetas deflectoras, convenientemente dispostas. Nas derivações em ângulo reto, e nomeadamente nas saídas para grelhas ou difusores, as conduatas levarão interiormente deflectores calculados de acordo com os respetivos caudais. Os suportes das conduatas até 560 mm de largura serão executados com fita de chapa galvanizada perfurada fixa por parafusos metalizados, não sendo admitidos suportes de chapa não metalizados, nem rebitagens às conduatas. Para conduatas de largura superior deverão ser utilizados os perfis de suspensão, fixos ao teto por varões de ferro galvanizado roscados.

Marca de referência – Tecknospiro ou equivalente

#### **5.9.4 - Conduatas circulares flexíveis**

Para ligação aos plenos dos difusores a instalar no teto falso serão utilizadas conduatas circulares flexíveis do tipo espiral, pré-isoladas. As ligações destas conduatas às conduatas rígidas, grelhas e plenuns e grelhas serão executadas por cravamento ou por braçadeiras e as juntas colmatadas por banda de material elástico auto-aderente ou "mastik". As uniões deverão ser completamente estanques ao ar. Não serão admitidas ligações entre duas conduatas flexíveis para obter troços mais compridos.

#### 5.9.5 - Isolamento térmico

As condutas de insuflação e as condutas de retorno ligadas às UTAS com recuperação de calor e às unidades interiores deverão ser isoladas termicamente, pelo exterior, com manta de lã de rocha de 30 mm de espessura, com densidade aproximada de 35 Kg/m<sup>3</sup>, e película exterior em alumínio.

As que forem instaladas no exterior e à vista deverão revestidas com proteção mecânica em chapa de alumínio de 0,6 mm de espessura, para proteção do isolamento. A chapa de alumínio será pintada com verniz próprio, para evitar a corrosão.

#### 5.9.6 - Registos de caudal manuais, do tipo borboleta

Serão instalados registos de caudal, do tipo borboleta, perfurados, em todas as derivações principais, para equilíbrio dos respetivos caudais. Estes registos, em chapa de aço galvanizada, serão comandados por uma alavanca exterior á conduta, tendo indicadas as posições de abrir e fechar. A alavanca deverá ter um dispositivo de blocagem. Serão considerados como parte integrante das condutas.

#### 5.9.7 - Portas de visita

Serão montadas nas condutas portas de visita, em todos os locais necessários, por forma a permitir a limpeza em todos os pontos da rede, de acordo com a Norma 12097. As portas terão as juntas em neoprene, para garantia de boa estanquicidade.

#### 5.9.8 - Caixas Pleno de insuflação

As caixas pleno de insuflação e recirculação serão fabricadas em chapa de aço galvanizado de execução internamente rebordada, com espessura e construção, de acordo com as normas SMACNA. As juntas de ligação serão estanques e os suportes garantirão a indeformabilidade do conjunto. Na insuflação serão isoladas exteriormente com manta lã mineral de 30 mm de espessura, massa volúmica de 40 Kg/m<sup>3</sup>, sobre a qual será aplicada uma camada de betuminoso com função de barreira de vapor ou em alternativa será aplicada folha de alumínio com a mesma finalidade.

### 5.10 – Sistema Solar Térmico

Como já referido anteriormente, o objetivo geral deste projeto é encontrar soluções reais para aumentar a eficiência energética das Piscinas Municipais no Algarve. Sendo as instalações existentes projetadas em meados do ano 2000, é de todo expectável que não estejam nelas implícitas as soluções energéticas mais rentáveis do mercado atual.

Neste sistema idealizado está contemplado o aquecimento da Água das Piscinas e das Águas Quentes Sanitárias. Considerou-se que o edifício em estudo tem em média 82 utilizadores por dia, uma com duração normal das 7H00 às 21H00. Para a garantia das necessidades energéticas desta utilização é utilizado um mecanismo de fornecimento de energia: os painéis solares térmicos, que captam radiação solar para o aquecimento das águas. Quando não é possível satisfazer-se as necessidades de energia, entra em ação o

fornecimento de energia através de um grupo térmico, que, no sistema idealizado será composto por caldeiras a gás natural.

### 5.10.1. – Dimensionamento do Sistema Solar Térmico

No dimensionamento do Sistema Solar Térmico, utilizou-se o Software SCE.ER para o calculou do sistema ideal para o caso de modo a satisfazer as águas quentes sanitárias e o aquecimento da água das piscinas.

O SCE.ER é o software que implementa metodologias oficiais do Sistema de Certificação de Energética dos Edifícios (SCE) e que calcula, através destas metodologias, a energia produzida por sistemas solares térmicos ou fotovoltaicos.

Uma vez que o software, no caso de Edifícios de Comércio e Serviços, não tem a opção para seleccionar o sistema solar térmico destinado às aqs e também à climatização, optou-se por separar. Assim sendo, para satisfazer as necessidades na base de um consumo de 40 litros por hora por cada utente e considerando em média 82 utilizadores por dia e considerando que entre as 8h e as 10h o consumo seria 30% do consumo total, entre as 11h e as 18h o consumo seria 10% do consumo total e entre as 19h e as 21h o consumo seria 60% do consumo total, o perfil de consumo obtido está representado na figura 5.12.

Definição de um consumo de água quente genérico													Voltar
v 1.6.4	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	(anual)
Energia (kWh)													
média diária:	142,5	138,5	134,7	128,7	129,4	121,0	111,1	0,0	116,2	124,9	134,2	134,7	118,0
acumulado:	4.417	3.879	4.176	3.861	4.010	3.629	3.444	0	3.487	3.871	4.025	4.174	42.974
Temperaturas da água [°C]													
no consumo:	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50,0
no abastecimento:	16	16	17	18	19	21	22	22	21	19	18	16	18,7
Consumo: segunda a sexta-feira (litros)													
hora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
9	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
10	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
11	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
12	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
13	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
14	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
15	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
16	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
17	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
18	51	51	51	51	51	51	51	0	51	51	51	51	47
19	820	820	820	820	820	820	820	0	820	820	820	820	752
20	820	820	820	820	820	820	820	0	820	820	820	820	752
21	820	820	820	820	820	820	820	0	820	820	820	820	752
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	4098	4098	4098	4098	4098	4098	4098	0	4098	4098	4098	4098	

v.1.6.4	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	(anual)
hora	Consumo: sábado e domingo (litros)												
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	205	205	205	205	205	205	205	0	205	205	205	205	188
9	205	205	205	205	205	205	205	0	205	205	205	205	188
10	205	205	205	205	205	205	205	0	205	205	205	205	188
11	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
12	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
13	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
14	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
15	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
16	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
17	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
18	26	26	26	26	26	26	26	0	26	26	26	26	24
19	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
20	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
21	410	410	410	410	410	410	410	0	410	410	410	410	376
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total»	2053	2053	2053	2053	2053	2053	2053	0	2053	2053	2053	2053	0

Figura 5.11 – Consumo de água quente sanitária anual

Posto isto, com os dados referidos anteriormente fez-se a simulação no software e obteve-se que, para uma fração solar considerável de 70%, são necessários 20 coletores solares térmicos, figura 5.13.

**Sistema Solar Térmico : AQS**

outros sistemas

Sistema instalado em Piscinas Municipais Olhã (Olhão, Algarve)  
 Necessidades específicas do edifício (RECS).  
 Utilizados 20 coletores de modelo Chromagen PA-E  
 com área de abertura 2,37 m<sup>2</sup> (painel com 47,4 m<sup>2</sup> de área de abertura total), em  
 montagem fixa orientação 0° em azimute e inclinação 35°.  
 Armazenamento central em 1 depósito de modelo exemplo 5.000 L  
 utilizado em modo água sanitária em posição vertical.  
 Apoio tipo térmico com rendimento 90% a gás natural.  
 com montagem ao depósito e controlo temporizado.  
 Circuito primário em circulação forçada, tubagens de diâmetro nominal 35 mm,  
 comprimento de 60 m no exterior e 20 m até ao depósito, isoladas com  
 poliuretano de espessura 39 mm. Fluido circulante com 25% de anticongelante.  
 Bombas de potência 110 W proporcionando um caudal de 40 litro/m<sup>2</sup> por hora.  
 Circuito de distribuição em tubagens de diâmetro nominal 50 mm,  
 comprimento de 100 m para a zona de consumo e isolamento poliuretano de 10 mm.

**Simular**

**Resultados (sumário)**

fração solar: 70%

Necessidades: 42.974 kWh

satisfeitas via apoio » 13.044 kWh

satisfeitas via solar » 29.931 kWh (E<sub>ren</sub>)

**Relatório detalhado**

Figura 5.12 – Simulação obtida confirme as necessidades de AQS

Resultados (sumário)	Relatório detalhado
fração solar: 70%	
Necessidades: 42.974 kWh	
satisfeitas via apoio » 13.044 kWh	
satisfeitas via solar » 29.931 kWh (E <sub>ren</sub> )	

Figura 5.13 – Desempenho global do sistema para AQS

É necessário acrescentar também as necessidades de aquecimento da água das piscinas mas, uma vez que é um exagero e pouco real considerar que o aquecimento das piscinas é todo feito através da energia solar, teve-se em conta apenas 25% do total destas necessidades no cálculo da simulação pois já foram consideradas outras fontes de calor, figuras 5.15, 5.16 e 5.17.

v 1.6.4	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	(anual)
<b>Energia (kWh)</b>													
média diária:	758,5	737,4	717,1	685,1	688,5	643,9	591,3	0,0	618,7	664,7	714,2	716,7	628,0
acumulado:	23.513	20.648	22.229	20.552	21.345	19.317	18.330	0	18.561	20.605	21.427	22.218	228.744
<b>Temperaturas da água (°C)</b>													
no consumo:	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50,0
no abastecimento:	16	16	17	18	19	21	22	22	21	19	18	16	18,7
<b>Consumo: segunda a sexta-feira (litros)</b>													
hora	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
1	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
2	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
3	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
4	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
5	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
6	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
7	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
8	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
9	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
10	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
11	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
12	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
13	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
14	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
15	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
16	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
17	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
18	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
19	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
20	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
21	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
22	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
23	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
24	309	309	309	309	309	309	309	0	309	309	309	309	833
total »	21816	21816	21816	21816	21816	21816	21816	0	21816	21816	21816	21816	
<b>Consumo: sábado e domingo (litros)</b>													
hora	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
1	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
2	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
3	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
4	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
5	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
6	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
7	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
8	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
9	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
10	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
11	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
12	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
13	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
14	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
15	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
16	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
17	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
18	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
19	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
20	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
21	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
22	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
23	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
24	455	455	455	455	455	455	455	0	455	455	455	455	417
total »	10920	10920	10920	10920	10920	10920	10920	0	10920	10920	10920	10920	

Figura 5.14 – Necessidade de aquecimento água das piscinas anual

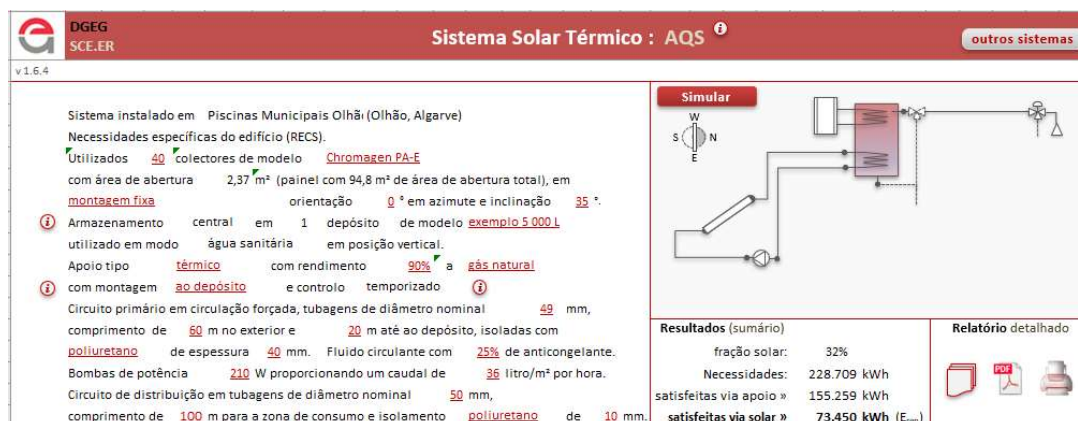


Figura 5.15 – Simulação obtida confirme as necessidades de aquecimento

Resultados (sumário)		Relatório detalhado	
fração solar:	32%		
Necessidades:	228.709 kWh		
satisfeitas via apoio »	155.259 kWh		
satisfeitas via solar »	73.450 kWh (E <sub>rem</sub> )		

Figura 5.16 - Desempenho global do sistema para aquecimento

Somando o número de painéis solares obtidos nas duas simulações, perfaz um total de 60 unidades.

Assim sendo o sistema solar para as Piscinas Municipais no Algarve, é constituído, no mínimo por 60 painéis solares e vai-se optar pela montagem mista dos colectores solares. Cada grupo terá 5 painéis, o que perfaz um total de 12 grupos de painéis solares.

As características dos painéis solares seleccionados encontram-se no **Anexo 4**.

Marca de referência – Sirius 2,1m<sup>2</sup> da UPLive ou equivalente

### 5.10.2 – Depósitos de acumulação

Na escolha do depósito de acumulação indicado para satisfazer as necessidades de AQS, teve-se em conta a simulação no software de acordo com a figura 5.13. Nestas condições, é necessário um volume de acumulação de 5000L mas optou-se pela colocação de dois depósitos de 2500L cada um.

As características dos depósitos de acumulação seleccionados encontram-se no **Anexo 5**.

Marca de referência – EXTRA 2 WX da Cordivari ou equivalente

### 5.10.3 – Caldeiras

As caldeiras darão apoio ao aquecimento da água das piscinas, ao aquecimento do ar dos banheiros e às necessidades de AQS.

Os valores para a obtenção do cálculo para a seleção da caldeira encontram-se no ponto 5.3 deste trabalho.

O resumo das potências a considerar na seleção das caldeiras encontra-se na seguinte tabela:

Potência necessária para o aquecimento da água das piscinas [kW]	Potência necessária para o aquecimento do ar dos banheiros [kW]	Potência necessária para o aquecimento do ar da nave das piscinas [kW]	Potência necessária satisfazer as necessidades de aqs [kW]	Potência caldeira [kW]
235,14	84,74	116,65	61,89	498,42

**Tabela 5.47 - Potências obtidas para o cálculo da potência da caldeira**

O resultado final foi de 498,42 kW por isso optou-se pela colocação de 5 caldeiras de 100kW cada uma. As características das caldeiras selecionadas encontram-se no **Anexo 6**.

Marca de referência – Caldeira ZBR 100kW ou equivalente

### 5.10.4 – Dissipador

Os Dissipadores de calor solar são dispositivos que evitam o sobreaquecimento do circuito solar.

As consequências do sobreaquecimento do sistema são em geral a descarga de fluido pela válvula de segurança, e no limite, a paragem de funcionamento posterior do sistema por falta do fluido que foi descarregado.

Em sistemas domésticos de pequenas dimensões não é necessária a integração de um dissipador. A sua inclusão deve ser prevista em sistemas, que fruto das suas características, ou por inevitáveis paragens de consumo por períodos alargados, resultem em sistemas sobredimensionados no Verão. Um bom exemplo do referido são sistemas solares para apoio ao aquecimento. No Verão não é necessária tanta energia para o aquecimento e o sistema está sobredimensionado.

Para dimensionar os Dissipadores de calor solar é necessário saber qual a potência de calor que o coletor solar consegue gerar.

Para o fazermos corretamente podemos recorrer aos quadros de eficiência de coletores selecionados, conforme figura abaixo.



Figura 5.17 – Curva de rendimento de um coletor solar

O coletor selecionado é o Sirius de 2,1m<sup>2</sup> da UPLive tem 79,7% de rendimento óptico, tem 3,689 w/(m<sup>2</sup>k) de fator de perdas de primeiro grau e tem 0,012 w/(m<sup>2</sup>k<sup>2</sup>) de fator de perdas de segundo grau.

Considerando uma temperatura do coletor de 100°C e que a temperatura ambiente é de 30°C. O diferencial de temperatura calculado é de 70°C. Para este ponto, o rendimento do coletor é de 37% conforme a figura 5.19.

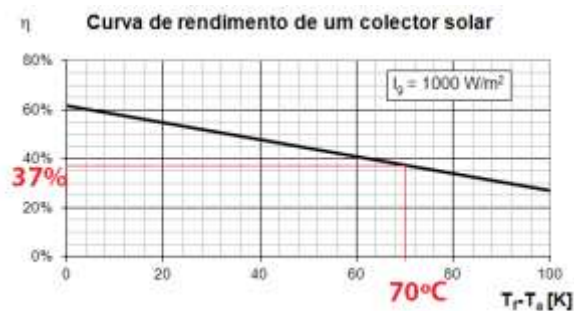


Figura 5.18 – Curva de rendimento de um coletor solar

A radiação máxima no Verão é aproximadamente 1000 W por cada metro quadrado. O gráfico acima é calculado para este valor de radiação.

Para estes valores calculou-se que o sistema consiga gerar 370 W/m<sup>2</sup> de coletor. Habitualmente considera-se 400 W/m<sup>2</sup> com segurança para qualquer coletor solar térmico do mercado.

Resumindo, é com base nestes valores que é possível dimensionar um dissipador de calor:

- Capacidade do dissipador = 400 W/ m<sup>2</sup> de coletor nas seguintes condições:
  - Temperatura do ar = 30°C;
  - Temperatura do fluido à entrada do dissipador = 90°C;
  - Temperatura do fluido à saída do dissipador = 70°C;

- Caudal de passagem no dissipador: deve permitir pelo menos a passagem de 50 litros/h/m<sup>2</sup> de coletor.

Para 60 coletores com uma área de 2,1 m<sup>2</sup>, é necessário um dissipador com no mínimo 50400 W. As características deste dissipador encontram-se no **Anexo 7**.

Marca de referência – Dissipador de Calor ZAES016 da Chromagen ou equivalente

#### 5.10.5 – Permutador de calor

Um permutador de calor de placas é um permutador utilizado para transferir o calor de um fluido para outro.

A transferência de calor ocorre através da secção da placa. Estes permutadores de calor são constituídos por placas com espaço entre as mesmas. O espaço forma condutas onde se encontram os dois fluidos, havendo a transferência de calor através das placas. O número de placas utilizadas determina a capacidade de transferência de calor (kW). Quanto mais placas forem utilizadas, maior a capacidade.

Estes permutadores de calor são utilizados sobretudo para uma transferência de calor líquido-líquido, mas também podem ser utilizados para uma transferência líquido-gás.

Decidiu-se utilizar permutadores externos de placas.

A potência do permutador do primário foi calculada com base na recomendação de 400 W/m<sup>2</sup> de superfície coletora, o que equivale, para os 60 painéis, a uma potência de 50,4 kW. Ou seja, o permutador de calor (PC1) é igual a 50,4 kW.

Para o cálculo dos restantes permutadores de calor teve-se em consideração os aspetos mencionados de seguida.

Consideração 1 - Como são 4 piscinas com volumes diferentes, considerou-se o seguinte:

- Para a piscina desportiva – 79% da potência do permutador de calor do primário;
- Para a piscina de aprendizagem – 14% da potência do permutador de calor do primário;
- Para a piscina dos bebés – 6% da potência do permutador de calor do primário;
- Para os spas – 0,4% da potência do permutador de calor do primário.

Consideração 2 – A potência dos equipamentos que constituem o sistema projetado:

- Coletores solares – 50 kW;
- Unidade de tratamento de ar – 129 kW;
- Caldeiras – 500 kW.

Consideração 3 – A temperatura de entrada e de saída do circuito primário e do secundário.

Assim sendo, as potências que os permutadores de calor terão de ter serão de pelo menos:

Permutador de calor	Potência [kW]
PC1	50
PC2	40
PC3	7
PC4	3
PC5	1
PC6	103
PC7	18
PC8	8
PC9	397
PC10	71
PC11	31
PC12	2

**Tabela 5.48 - Potência dos permutadores de calor**

A seleção dos permutadores de calor, como já referido anteriormente, é feita através da potência calculada e da diferença de temperatura no circuito primário e no circuito secundário e os valores obtidos seguem na seguinte tabela:

Permutador de calor	Potência [kW]	Circuito Primário			Circuito Secundário		
		T in [°C]	T out [°C]	Caudal [m³/h]	T in [°C]	T out [°C]	Caudal [m³/h]
PC1	50	95	85	4,33	90	80	4,33
PC2	40	90	80	3,42	28	38	3,42
PC3	7	90	80	0,61	28	38	0,61
PC4	3	90	80	0,26	28	38	0,26
PC5	1	90	80	0,04	28	38	0,04
PC6	89	45	35	7,67	28	38	7,67
PC7	26	45	35	2,25	28	38	2,25
PC8	14	45	35	1,17	28	38	1,17
PC9	186	80	70	16,04	28	38	16,04
PC10	33	80	70	2,86	28	38	2,86
PC11	15	80	70	1,26	28	38	1,26
PC12	0,8	80	70	0,07	28	38	0,07

**Tabela 5.49 – Valores para seleção dos permutadores de calor**

Nota: Para a seleção dos permutadores de calor, usou-se o software da Alfa Laval que não deixava selecionar as temperaturas deste projeto, mas, como a diferença de temperatura que permite selecionar é de 10°C e está de acordo com o projeto, não haverá problema.

Permutador de calor	Marca	Modelo
PC1	Alfa Laval	TL3-BFG-30M
PC2	Alfa Laval	TL3-BFG-24M
PC3	Alfa Laval	TL3-BFG-8M
PC4	Alfa Laval	TL3-BFG-8M
PC5	Alfa Laval	TL3-BFG-8M
PC6	Alfa Laval	M3-FG-46H
PC7	Alfa Laval	T2-BFG-29H
PC8	Alfa Laval	T2-BFG-16H
PC9	Alfa Laval	CB30-50M
PC10	Alfa Laval	T2-BFG-29H
PC11	Alfa Laval	T2-BFG-16H
PC12	Alfa Laval	T2-BFG-12H

**Tabela 5.50 – Permutadores de calor selecionados**

As características dos permutadores selecionados encontram-se no **Anexo 8**.

### 3.10.6 – Tubagem

Os materiais mais frequentemente utilizados são o aço inox, o cobre, o aço galvanizado, o aço negro e os materiais plásticos.

Neste projeto, o material utilizado na tubagem é o Cobre. É um material amplamente utilizado em todo o tipo de instalações, por ser tecnicamente adequado e economicamente competitivo. O cobre resiste à corrosão, tanto dos líquidos que circulam pelo seu interior, como dos agentes exteriores, tais como, ar, humidade ou outros elementos que entrem em contacto com ele. A sua maleabilidade e ductilidade, permitem uma cómoda manipulação e uma grande facilidade para realizar traçados complicados. Em relação ao inox, tem a vantagem de poder ser curvado, evitando utilizar acessórios e as correspondentes perdas de carga singulares.

A velocidade máxima recomendada é de 1,5 m/s e que no circuito secundário é de 2,0 m/s. A perda de carga, como regra geral, não deve ultrapassar os 40 mm de coluna de água por metro linear de tubo.

O caudal recomendado pelo fabricante é de 50 litros/m<sup>2</sup>.h. Se a instalação é composta por 60 coletores e cada coletor tem uma superfície de 2,1 m<sup>2</sup>, o caudal do ramal principal é de 6300 l/h ou 1,75 l/s.

Consultando a tabela de seleção do fabricante tendo em conta o caudal calculado e a velocidade máxima recomendada inferior a 2,0 m/s, é possível obter o diâmetro de tubagem da instalação.

As características da tubagem em cobre selecionadas encontram-se no **Anexo 9**.

Marca de referência – Xpress da marca VSH ou equivalente

### 5.10.7 – Bombas de circulação

A função de uma bomba de circulação é ajudar na movimentação do fluido térmico no circuito primário e no secundário. Estas bombas de circulação têm de ser capazes de fornecer ao fluido a energia necessária para poder transportá-lo a uma determinada pressão. Esta energia referida anteriormente, deve ser capaz de vencer a resistência que opõe o fluido à sua passagem pelo tubo e o aumento de altura para manter a pressão de trabalho em qualquer ponto da instalação.

O desempenho de uma bomba de circulação é demonstrado por um conjunto de curvas características. Cada bomba tem uma curva característica de  $\Delta P$ , (perda de carga), em função do caudal mostrado na figura 5.19.

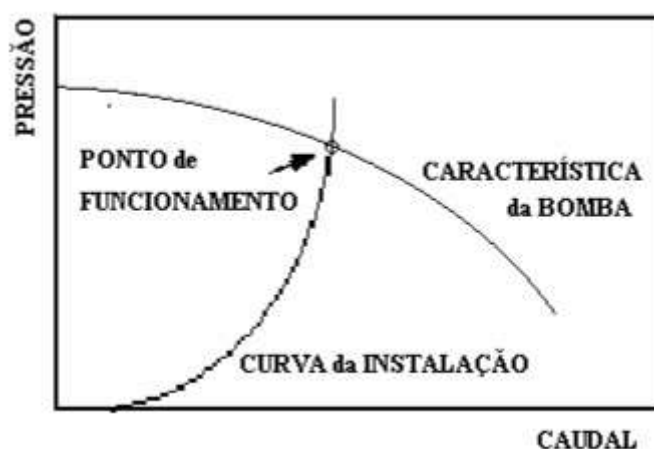


Figura 5.19 – Ponto de funcionamento de uma bomba de circulação

O ponto de funcionamento é o ponto que corresponde à intersecção entre a curva da instalação e a característica da bomba. A bomba, deve ser escolhida de forma a que o ponto de funcionamento, se situe na zona central da sua curva característica. Existem bombas com um seletor de velocidade, que permite escolher a sua curva. Neste caso, é conveniente escolher uma bomba que funcione nas velocidades intermédias e não nas extremas, pois, desta forma, ficamos com a certeza de que a bomba escolhida é a certa para o caso.

Para dimensionar a bomba, é necessário calcular a perda de carga da instalação.

#### 5.10.7.1 – Perdas de carga

O fluido ao escoar no interior de uma rede de tubos vai perdendo energia como resultado dos atritos que se desenvolvem durante o seu percurso. Esta quantidade de energia tem de ser compensada pela bomba de circulação para que o fluido consiga manter o seu escoamento ao longo de todo o seu percurso. Estas perdas de pressão verificam-se ao longo de toda a rede de tubos sendo as perdas totais determinadas por um somatório entre lineares, verificadas nos troços retos, e as localizadas, verificadas nos acessórios.

#### Modelo de Darcy-Weisbach

Este modelo calcula as perdas de carga lineares em tubos como uma função das características do fluido e do tubo, e de um fator de atrito, que pode ser obtido com recurso ao diagrama de Moody, que é um dos gráficos mais usados no âmbito da engenharia de transporte de fluidos.

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times vm^2 \text{ [Pa]} \quad ; \quad h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{vm^2}{2 \times g} \text{ [m]}$$

Onde:

L – Comprimento de tubo (m);

D – Diâmetro do tubo (m);

$\rho$  - Densidade do fluido (kg/m<sup>3</sup>);

$vm$  - Velocidade média (m/s);

$f$  - Fator de atrito. É um parâmetro adimensional que permite quantificar a influência do atrito nas perdas de carga. É possível obter este valor através do Diagrama de Moody.

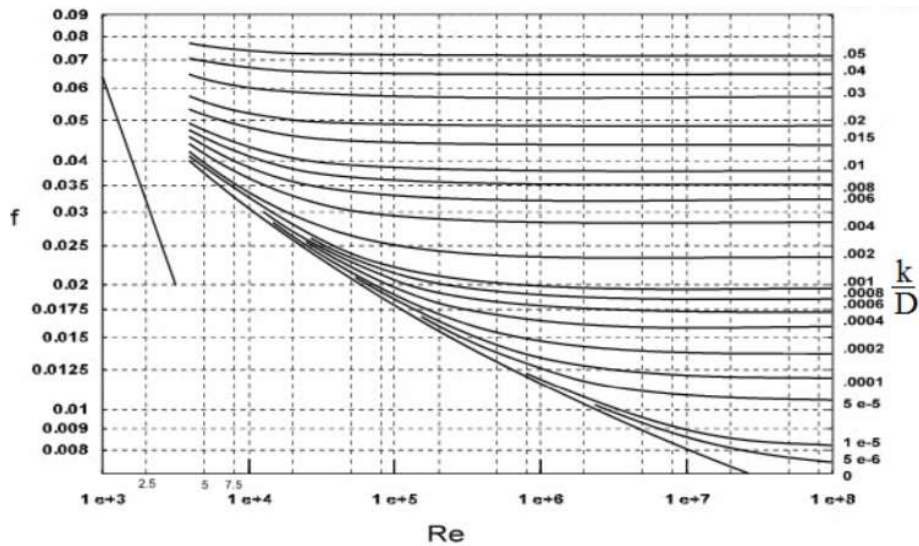


Figura 5.20 – Diagrama de Moody

É necessário saber o valor do número de Reynolds (Re) para obtermos o valor de fator de atrito ( $f$ ). É calculado através da seguinte equação:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Os valores obtidos encontram-se na tabela seguinte:

Troço	Caudal [l/h]	$\Delta P$ [mca]
BC1	6300	13,17
BC2	6300	4,06
BC3	2200	4,46
BC4	2200	4,46
BC5	3424	4,21
BC6	607	5,58
BC7	260	4,91
BC8	43	3,90
BC9	43000	3,06
BC10	16000	4,88
BC11	2860	4,18
BC12	1260	4,46
BC13	70	3,92
BC14	2200	4,46
BC15	2200	4,46
BC16	16800	4,66
BC17	4610	5,15
BC18	11100	8,70

Tabela 5.51 – Perdas de carga da instalação

Os valores das perdas de carga da instalação obtidos através da folha de cálculo encontram-se no **Anexo 10**.

### 5.10.7.2 - Bomba de Circulação do Circuito Primário – BC1

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 13,17 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 6300 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA 1 40-150 F N e as suas características encontram-se no **Anexo 11**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

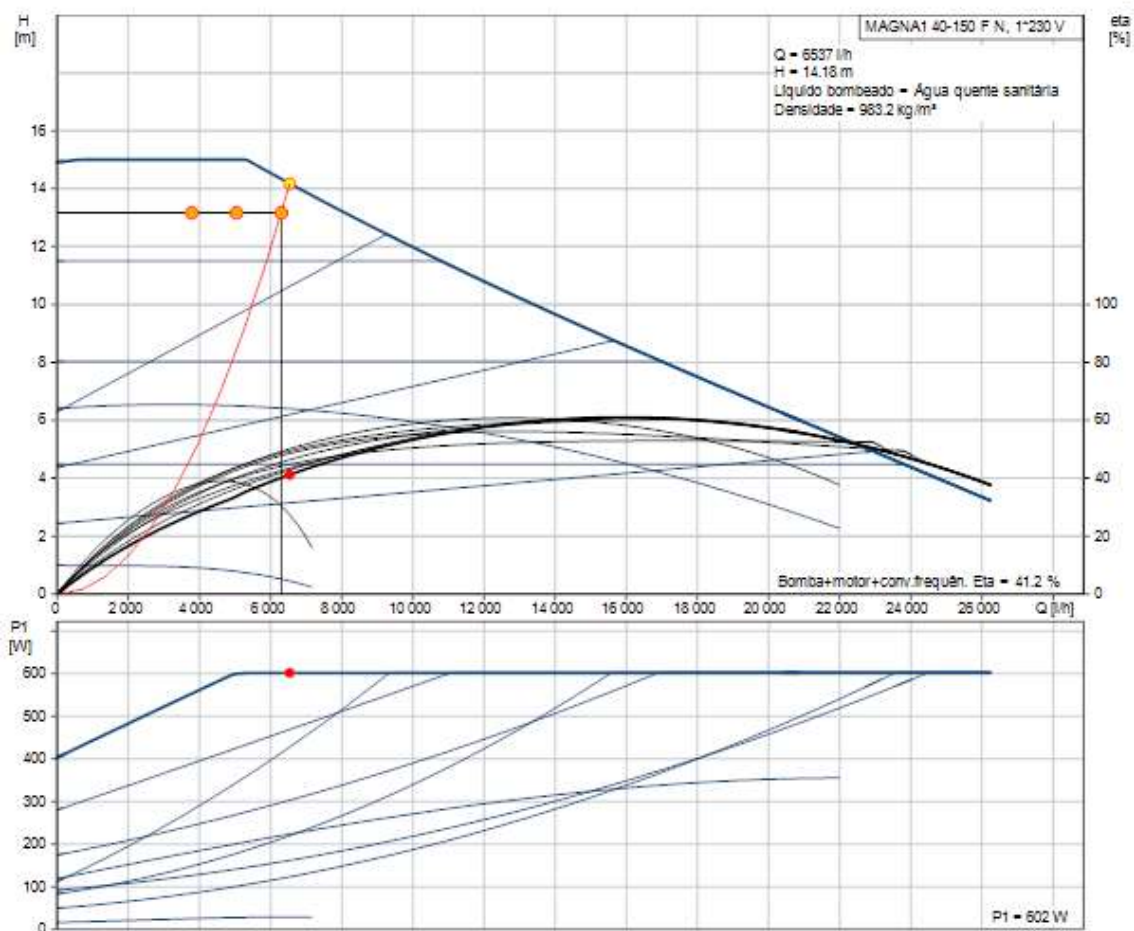


Figura 5.21 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.3 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC2

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,06 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 6300 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA1 32-100 N e as suas características encontram-se no **Anexo 12**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

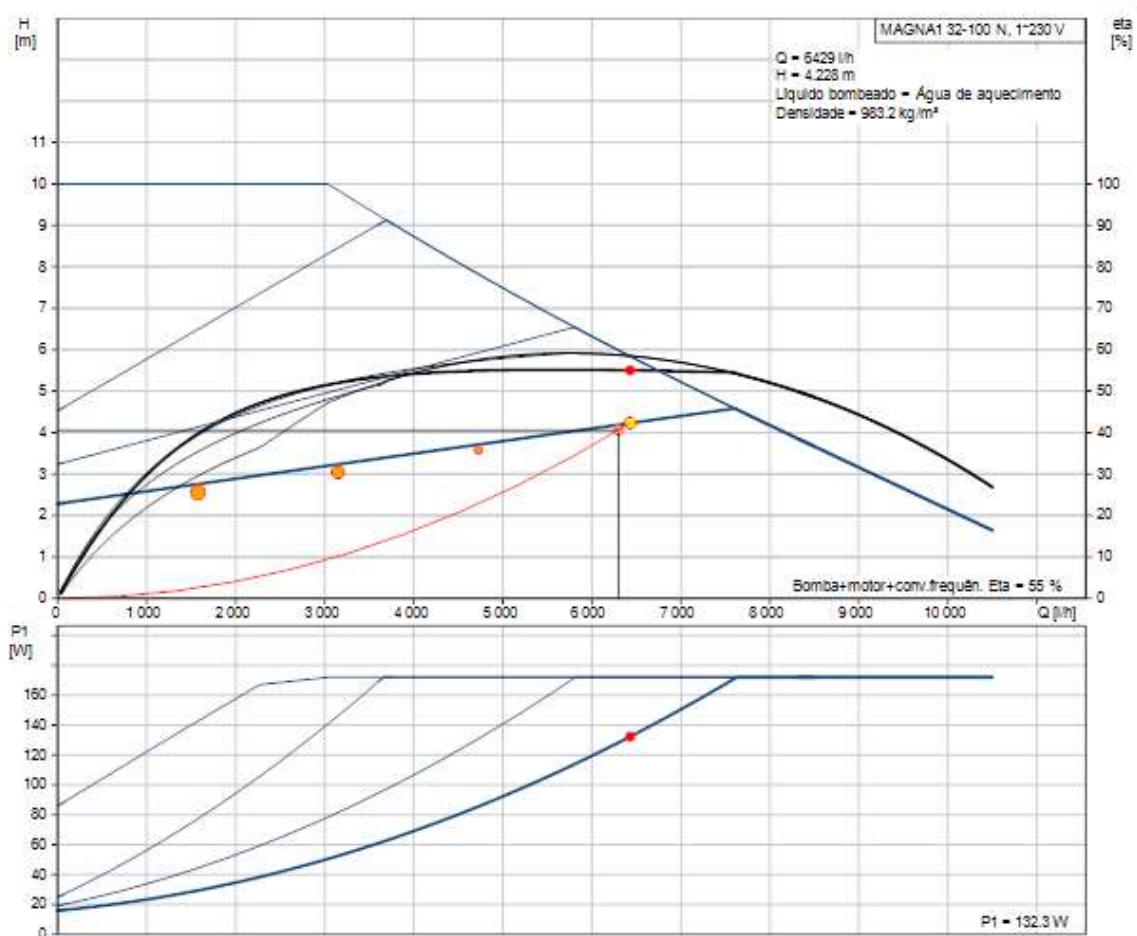


Figura 5.22 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

#### 5.10.7.4 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC3 e BC4

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,46 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 2200 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA2 15-80 130 e as suas características encontram-se no **Anexo 13**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

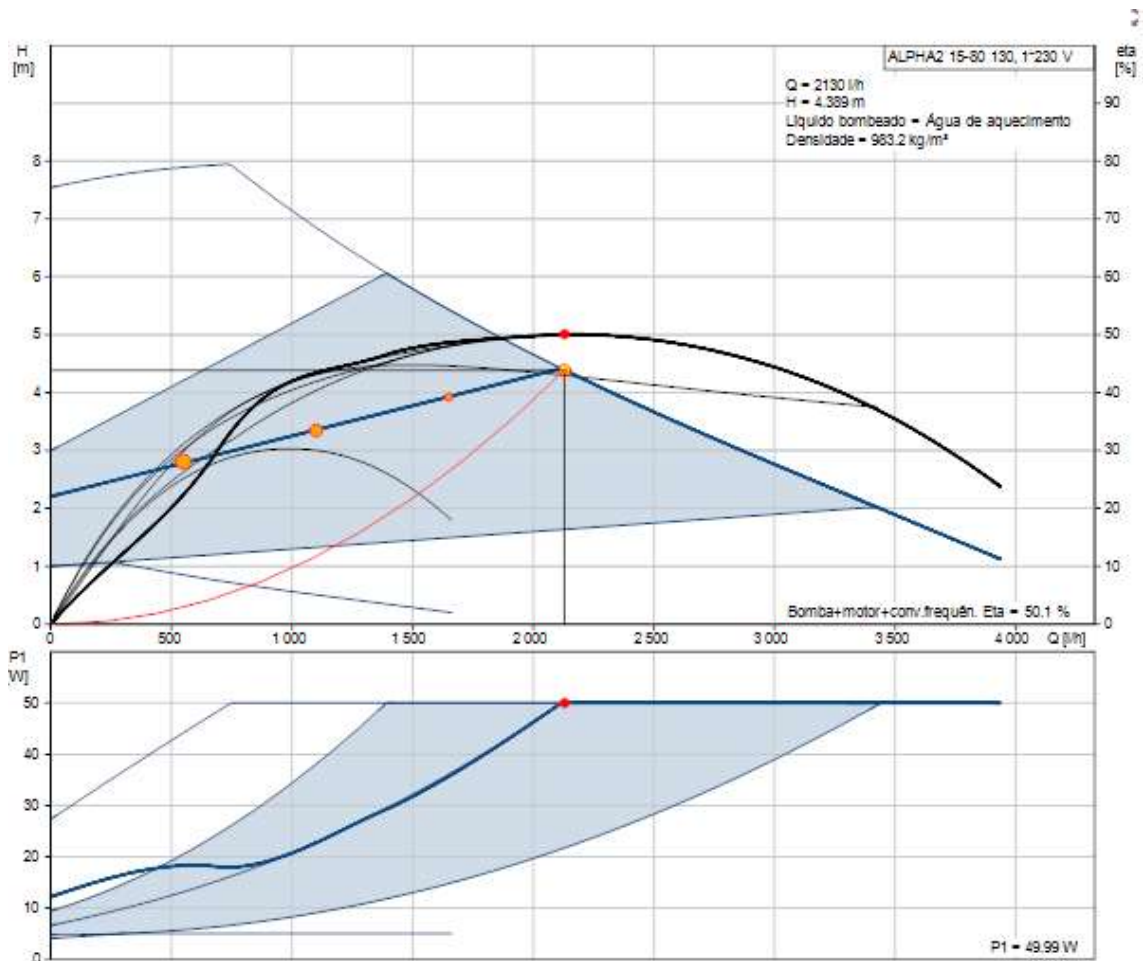


Figura 5.23 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.5 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC5

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,21 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 3424 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora TP 40-80/2 e as suas características encontram-se no **Anexo 14**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

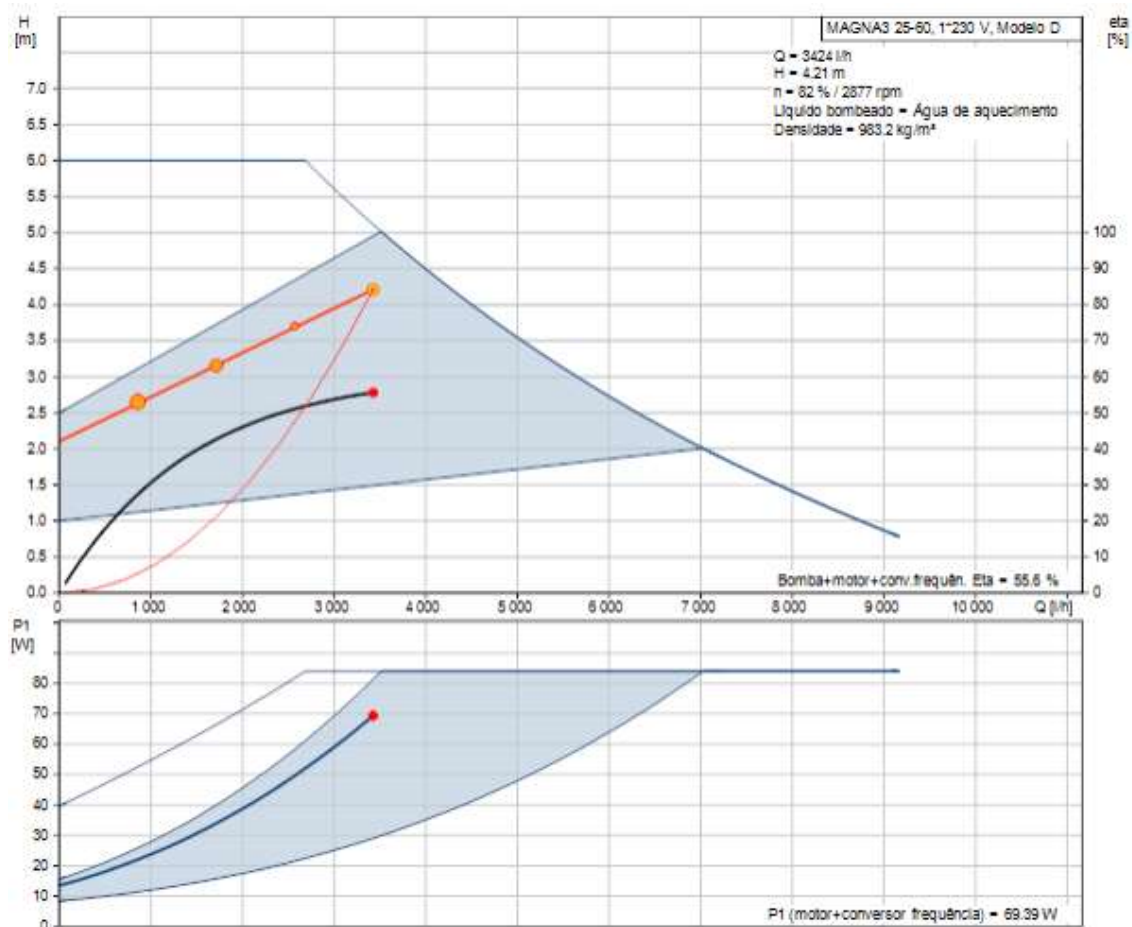


Figura 5.24 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.6 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC6

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 5,58 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 607 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA L 25-60 180 e as suas características encontram-se no **Anexo 15**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

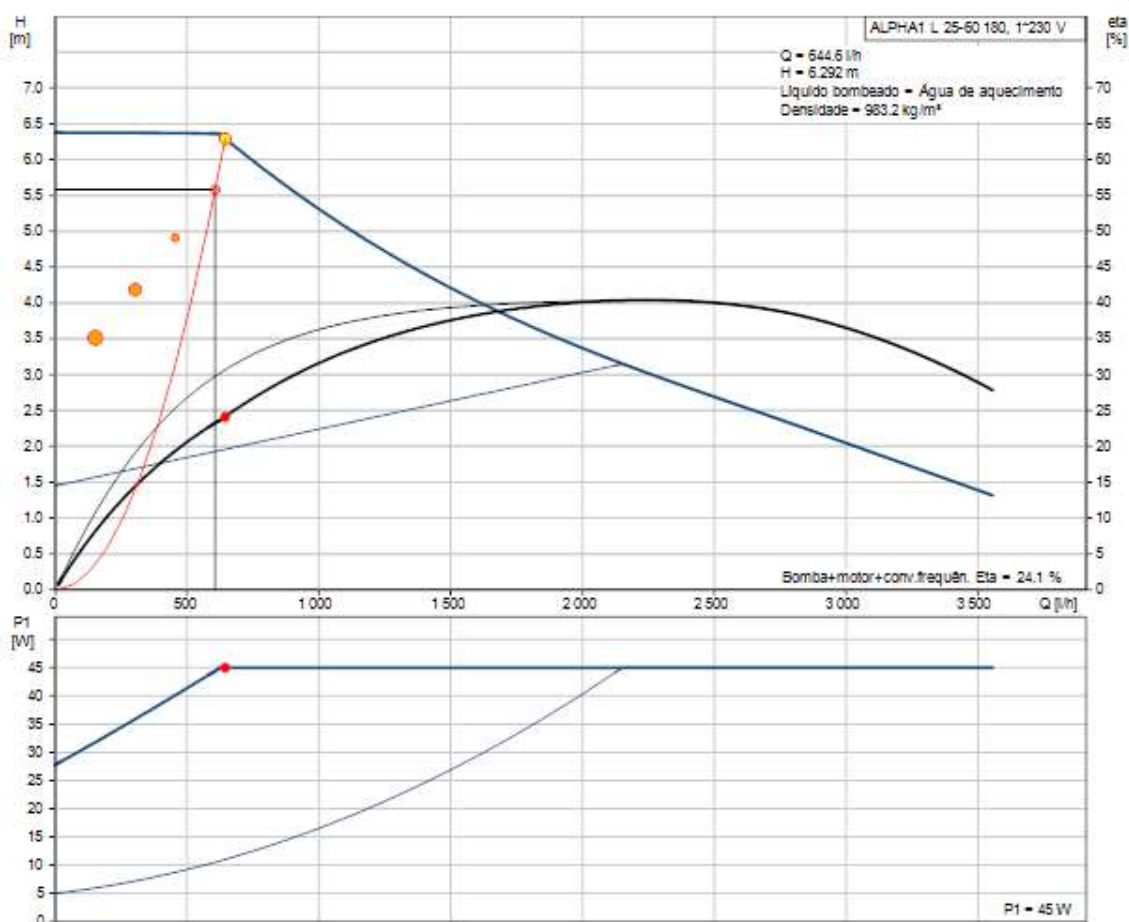


Figura 5.25 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.7 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário –BC7

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,91 m.c.a e o caudal referente ao ramal principal calculado anteriormente é de 260 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA3 25-60 180 e as suas características encontram-se no **Anexo 16**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

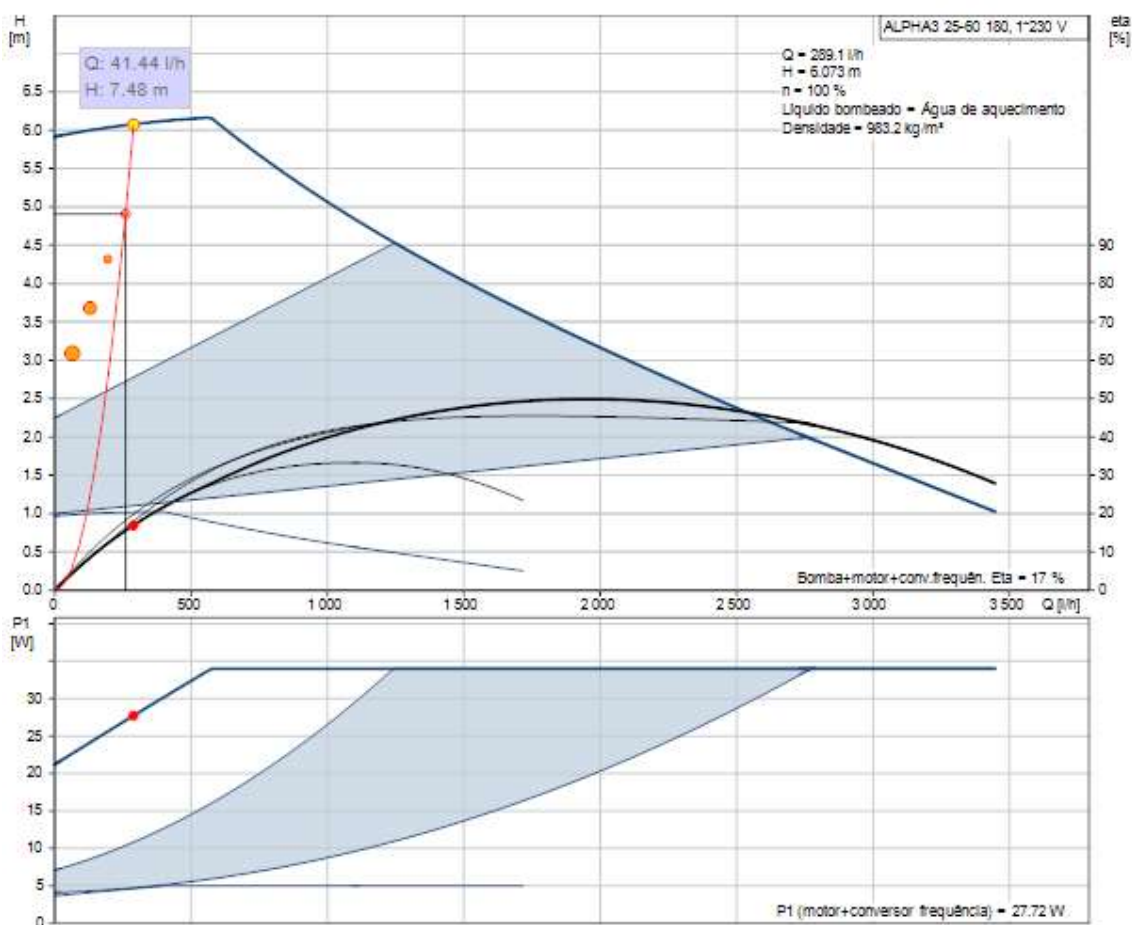


Figura 5.26 - Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.8 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC8

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 3,90 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 43 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA1 L 25-40 180 e as suas características encontram-se no **Anexo 17**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

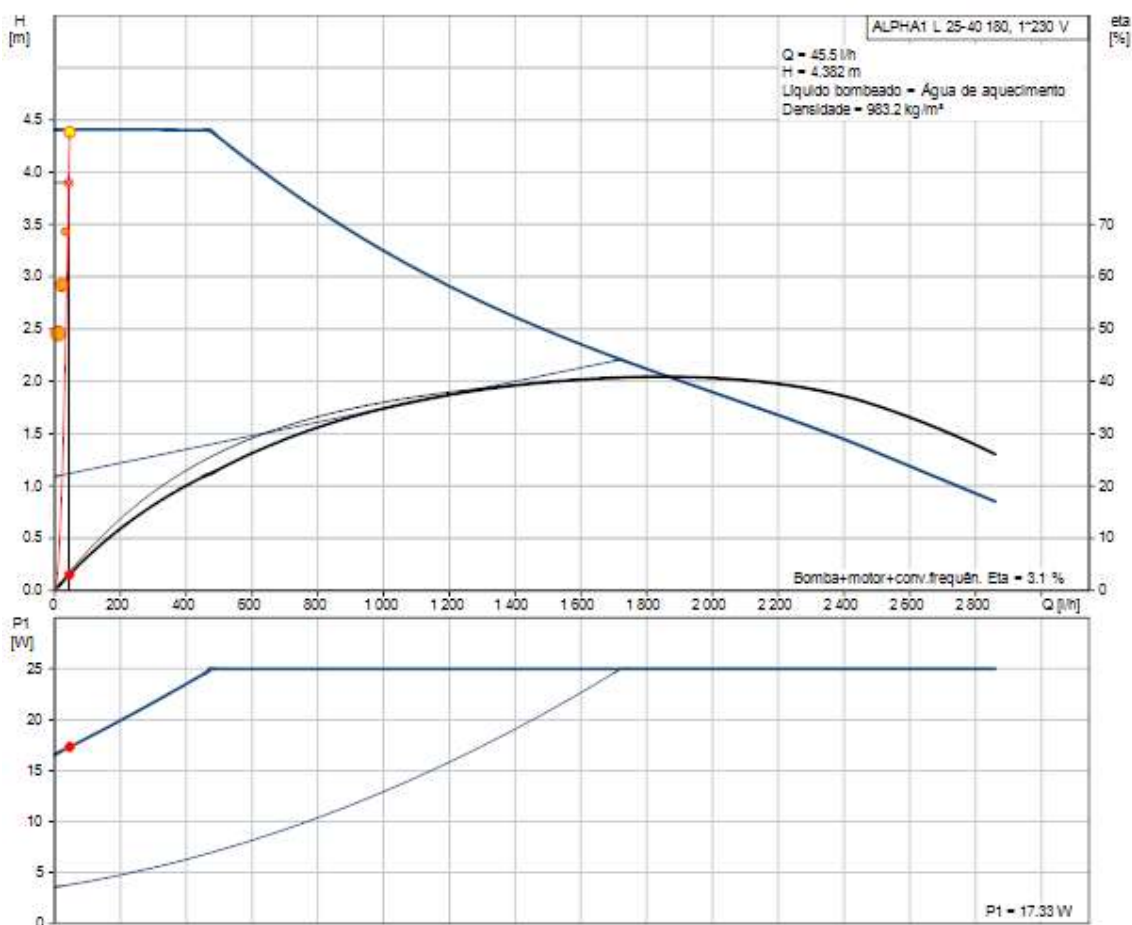


Figura 5.27 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.9 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC9

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 3,06 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 43000 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA1 80-100 F e as suas características encontram-se no **Anexo 18**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

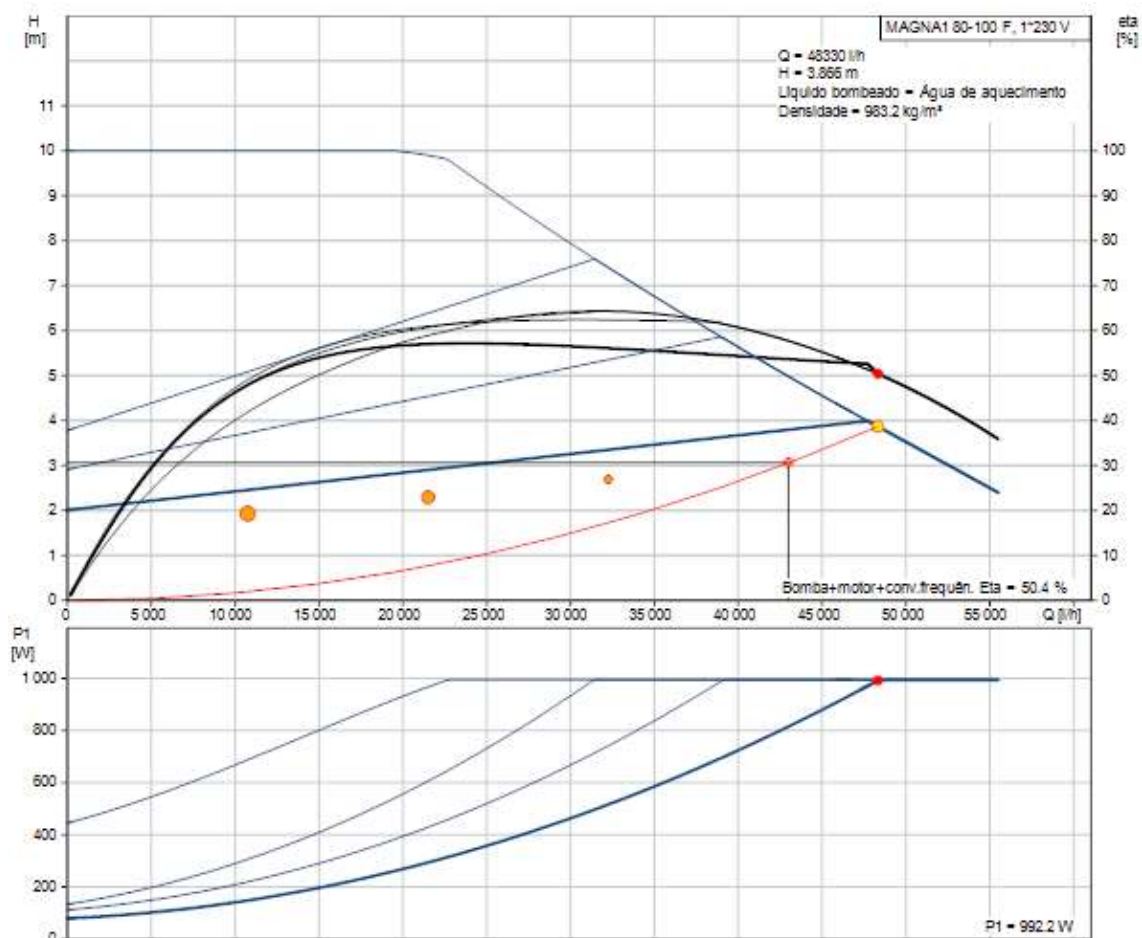


Figura 5.28 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

#### 5.10.7.10 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC10

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,88 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 16000 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA1 50-100 F e as suas características encontram-se no **Anexo 19**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

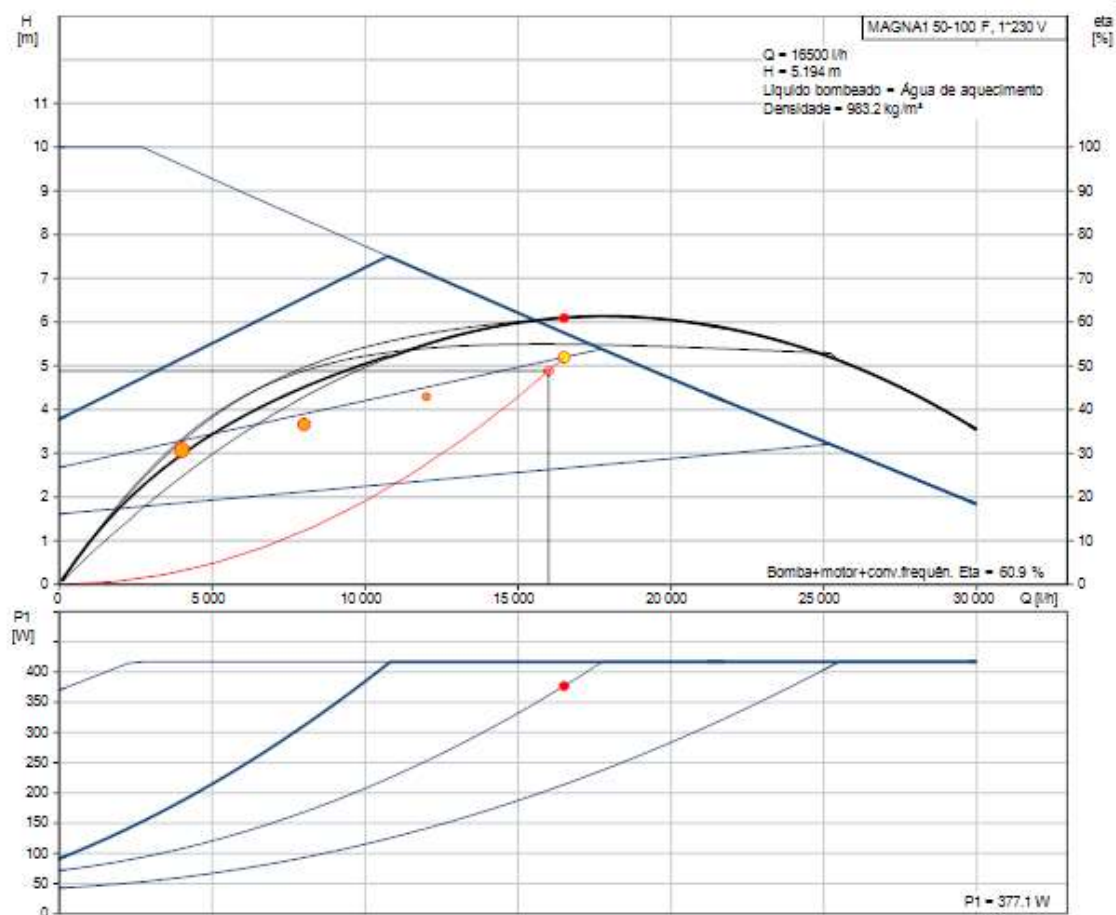


Figura 5.29 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.11 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC11

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,18 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 2860 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA1 25-60 e as suas características encontram-se no **Anexo 20**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

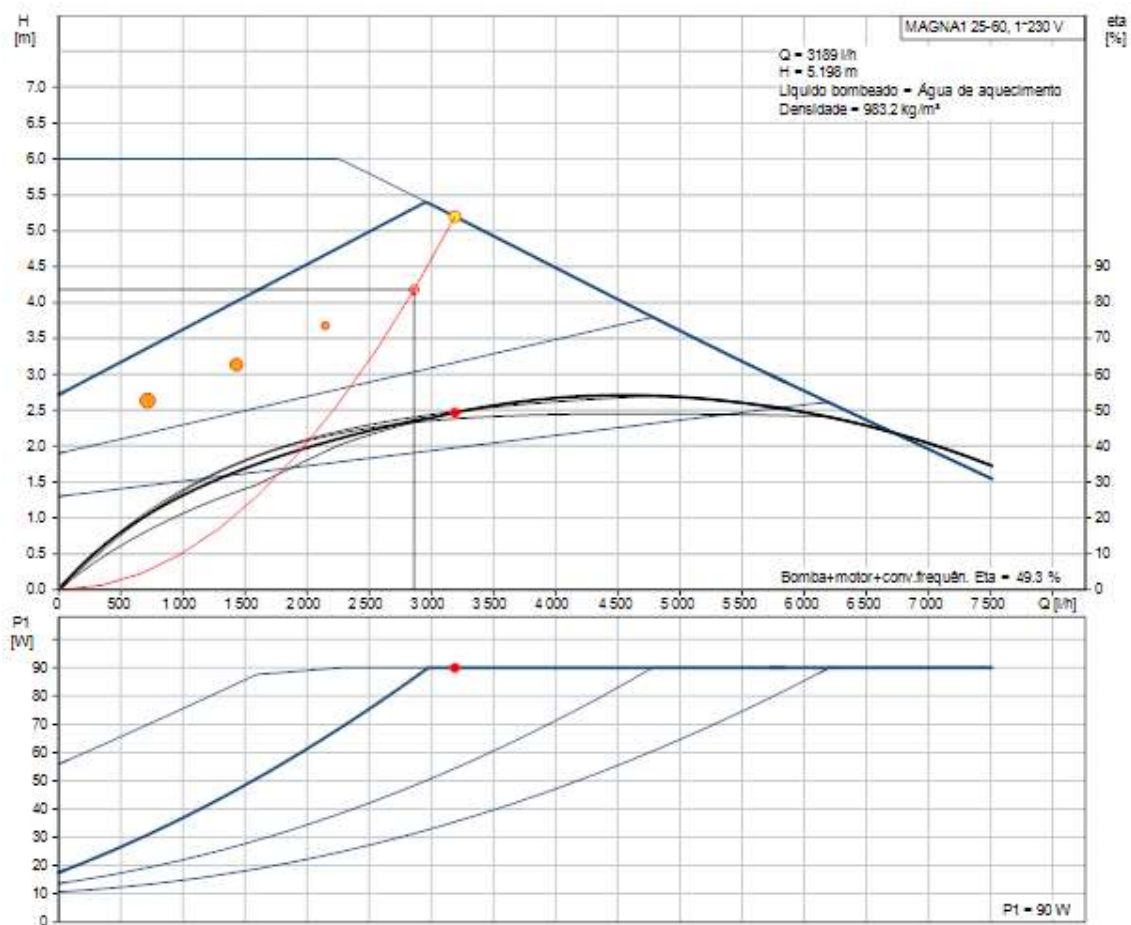


Figura 5.30 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.12 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC12

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,46 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 1260 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA1 25-60 N 180 e as suas características encontram-se no **Anexo 21**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

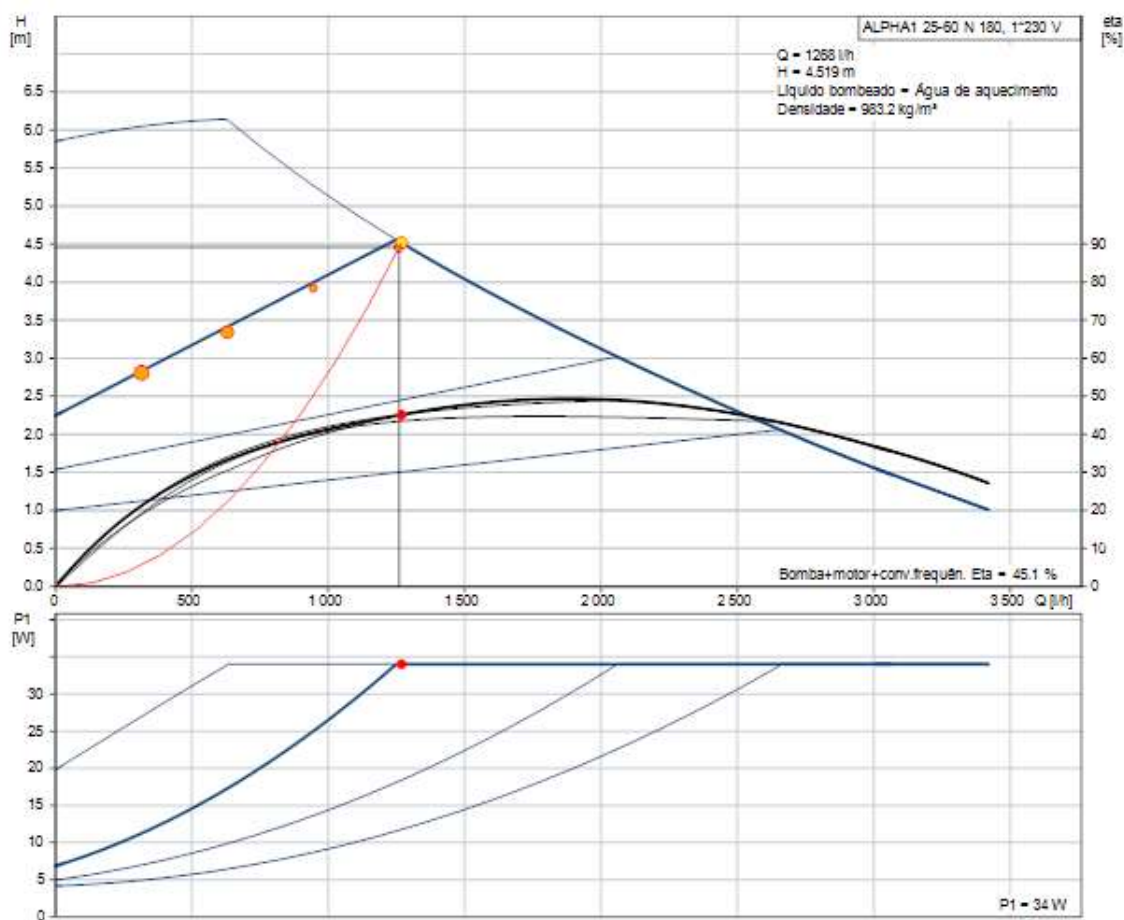


Figura 5.31 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.13 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC13

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 3,92 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 70 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora ALPHA1 L 25-40 130 e as suas características encontram-se no **Anexo 22**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

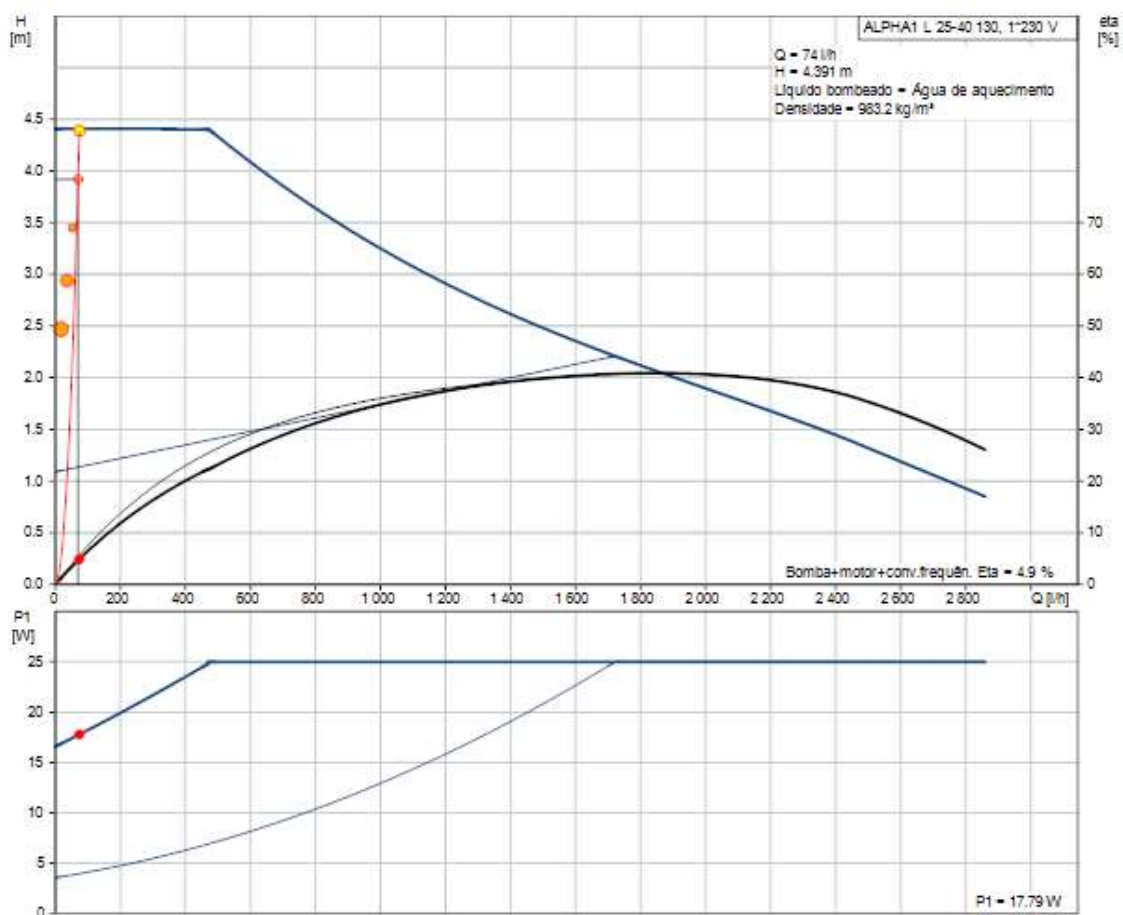


Figura 5.32 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

#### 5.10.7.14 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC14 e BC15

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,46 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 2200 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA3 25-80 e as suas características encontram-se no **Anexo 23**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

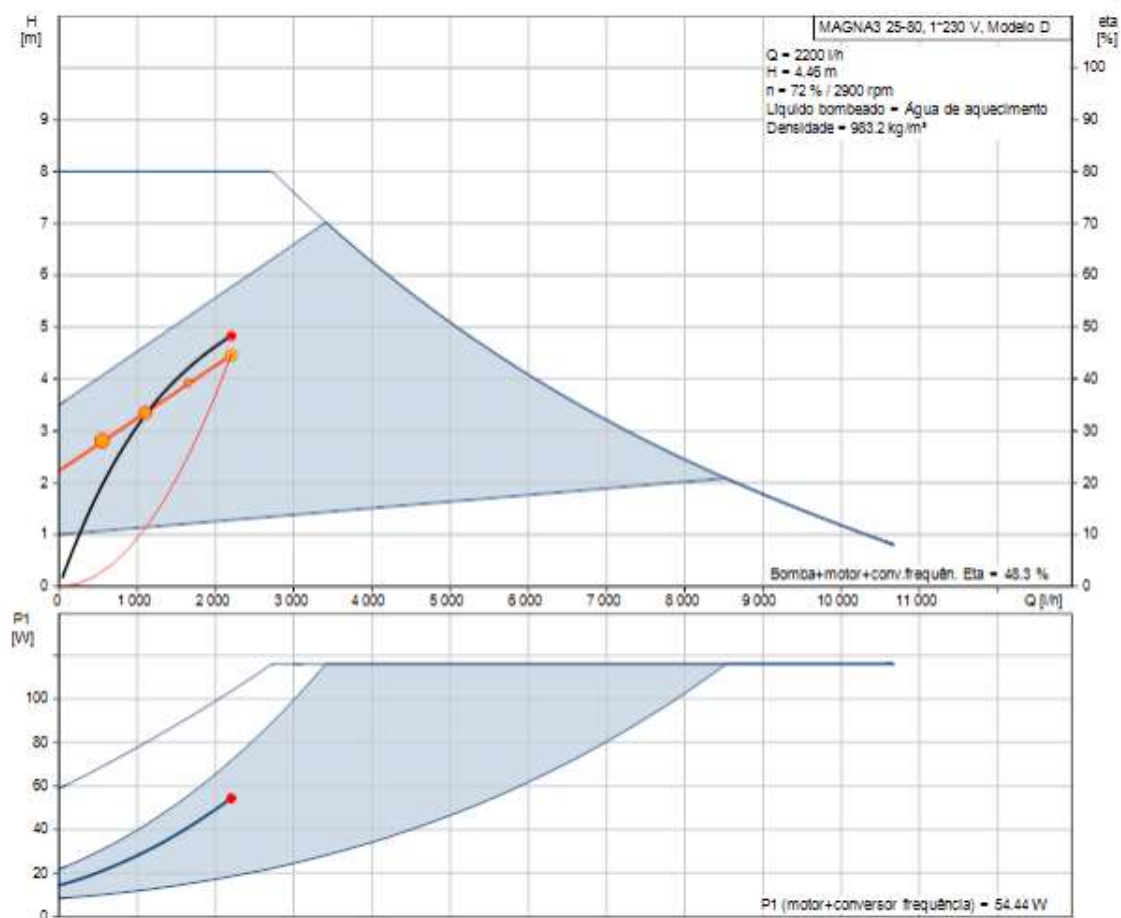


Figura 5.33 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.15 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC16

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 4,66 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 16800 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA3 40-120 F e as suas características encontram-se no **Anexo 24**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

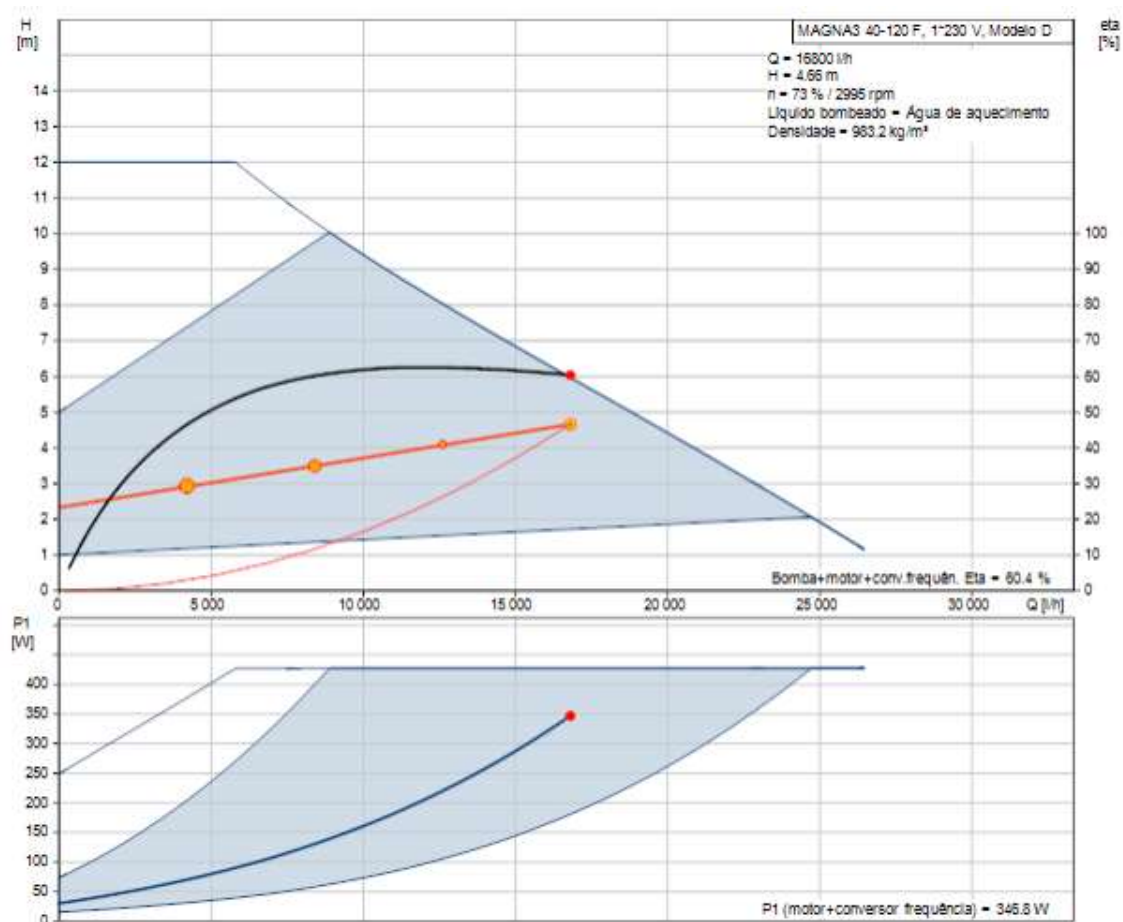


Figura 5.34 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

#### 5.10.7.16 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC17

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 5,15 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 4610 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA3 25-100 e as suas características encontram-se no **Anexo 25**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

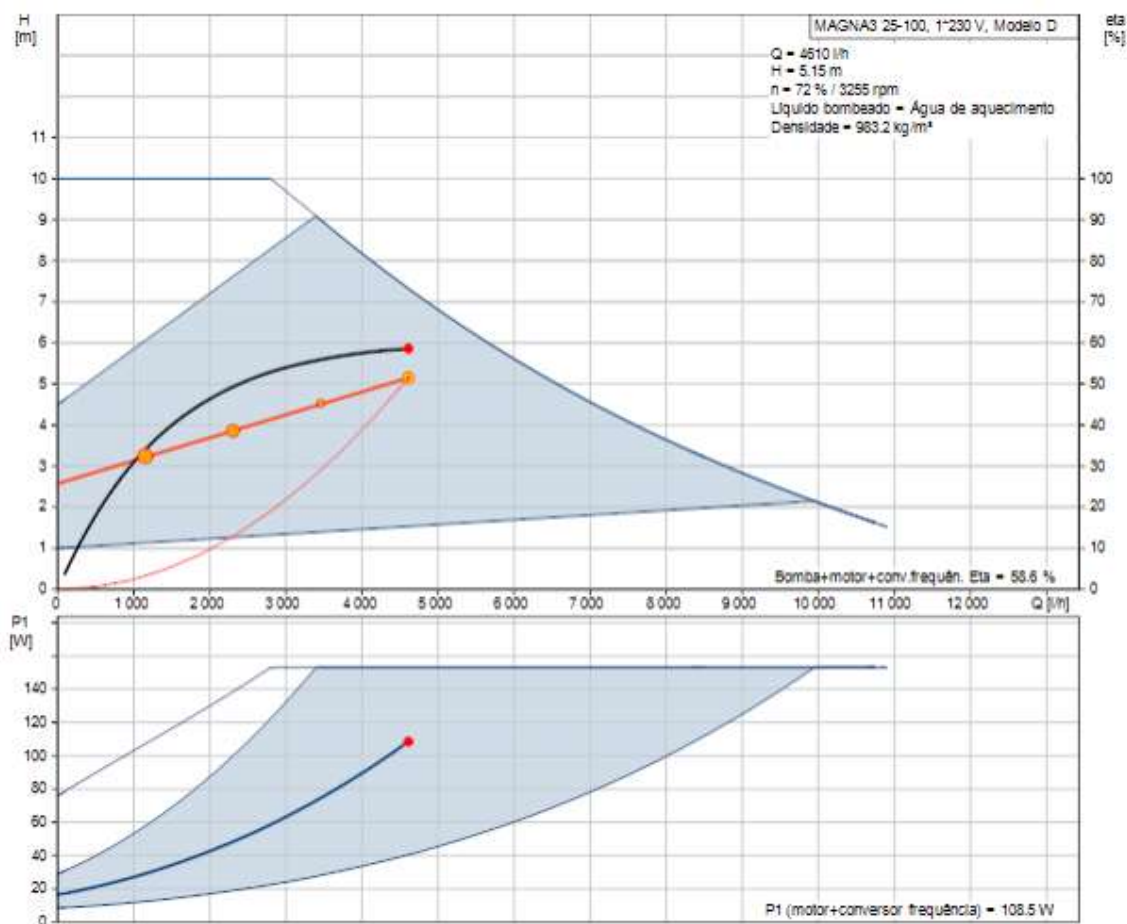


Figura 5.35 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

### 5.10.7.17 - Bombas de Circulação do Circuito Secundário – BC18

A perda de carga da instalação obtida na folha de cálculo foi de 8,70 m.c.a e o caudal referente ao ramal das unidades de tratamento de ar calculado é de 11100 l/h. São valores que irão ser necessários para a seleção da bomba de circulação no software de seleção disponibilizado pela Grundfos.

Obteve-se a circuladora MAGNA3 40-150 F N e as suas características encontram-se no **Anexo 26**.

A sua curva de característica de funcionamento é a seguinte:

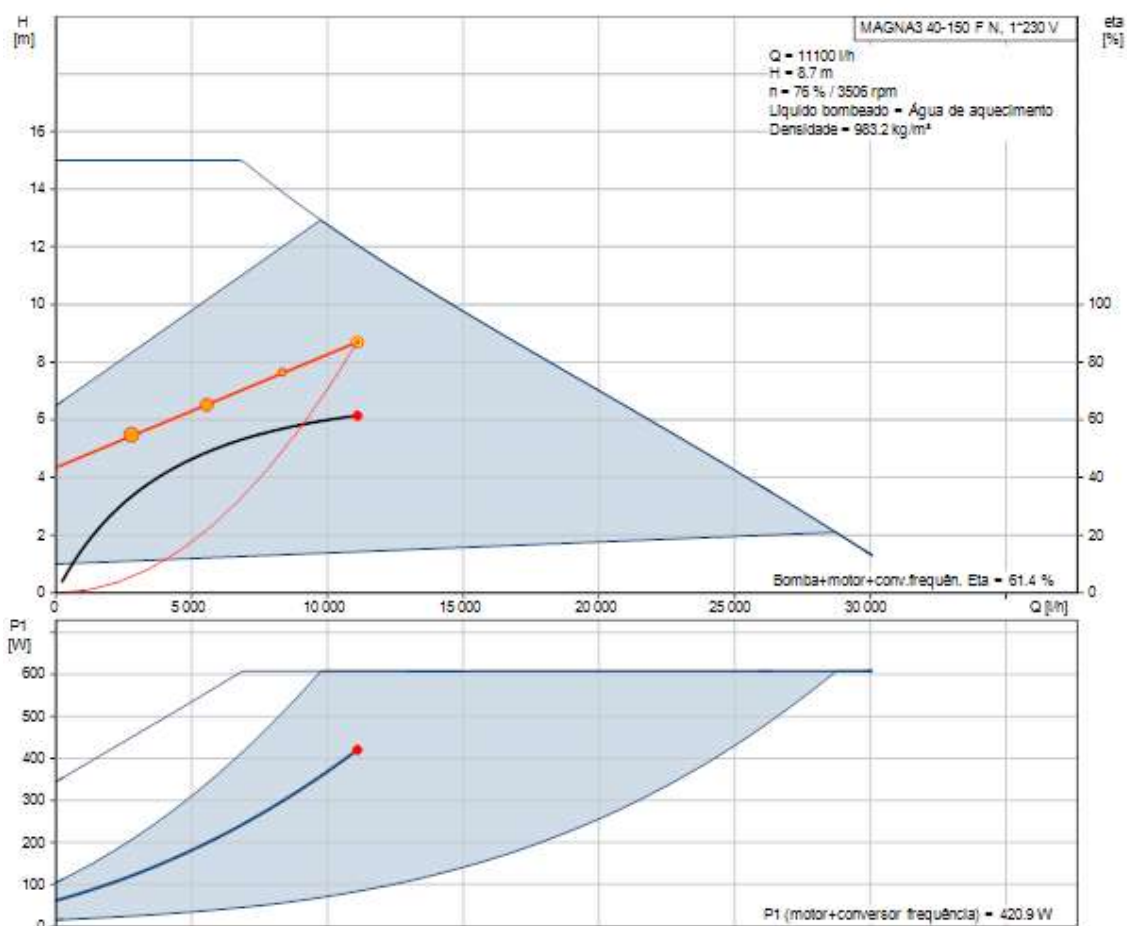


Figura 5.36 – Gráfico de funcionamento da bomba de calor escolhida

#### 5.10.8 - Outros acessórios

Além dos equipamentos mencionados anteriormente, existem outros acessórios inerentes ao projeto e por sua vez, responsáveis para o bom funcionamento da instalação. Estes acessórios são as válvulas de seccionamento, de regulação, de retenção e de redução. Para as válvulas de seccionamento, considerou-se que serão do tipo de cunha ou de macho esférico, o obturador e a sede serão em bronze e no caso de macho esférico o corpo poderá ser em metal cromado para os diâmetros nominais previstos e dimensionados.

Considerou-se também que as válvulas de regulação serão do tipo globo, de sede com haste vertical ou oblíqua. Para os diâmetros em causa terão o corpo, obturador e sede em bronze.

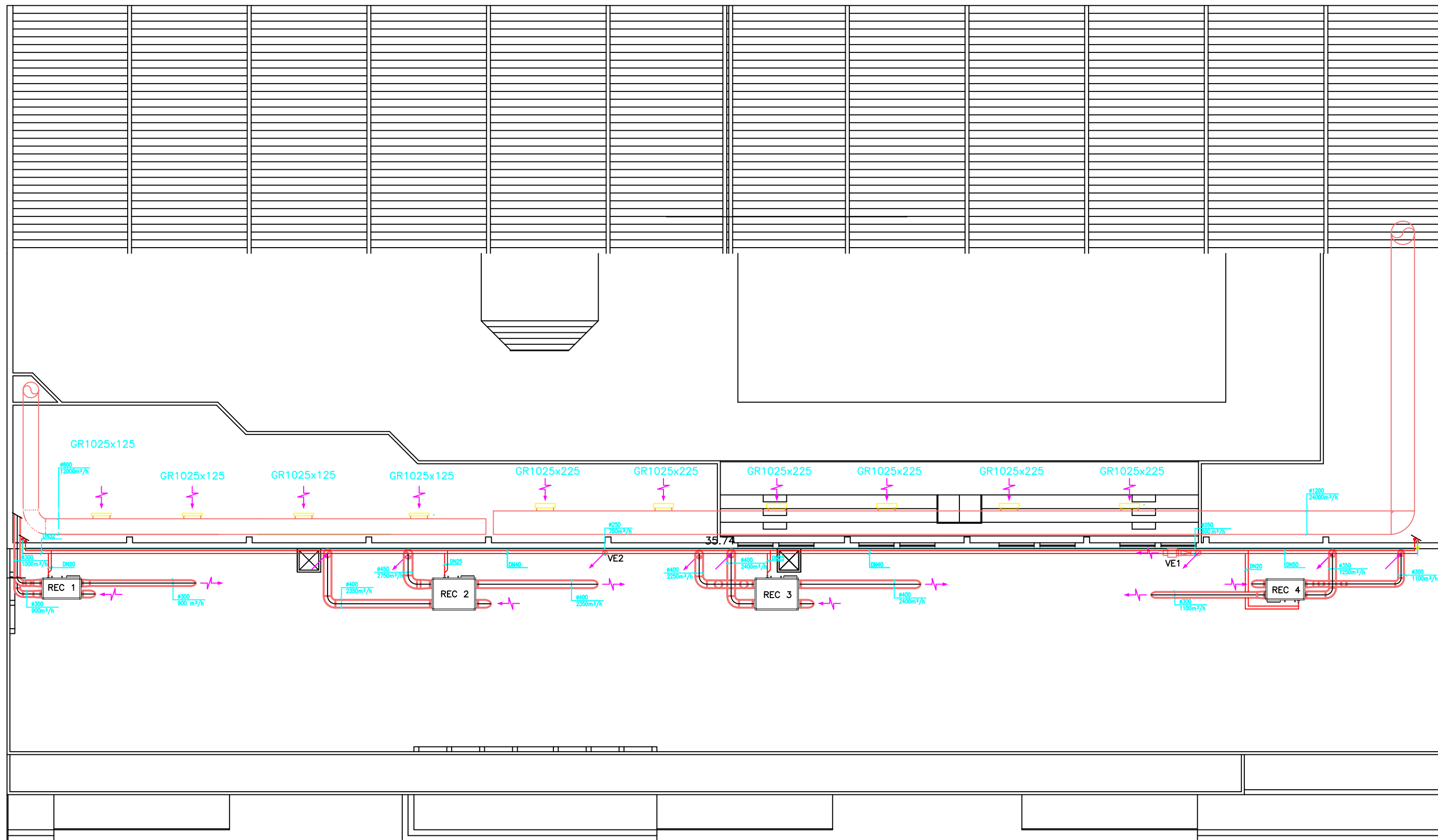
As válvulas de retenção terão o corpo em bronze, do tipo de mola e obturador em aço inoxidável, roscadas de baixa perda de carga.

As válvulas de redução de pressão deverão permitir regular automaticamente a pressão a jusante da válvula para o valor calibrado, de modo a que qualquer variação não exceda 5% da pressão a montante.

A instalação deve ser dotada, também, de válvulas de segurança e de válvulas de purga de ar automática e todos os acessórios ao bom funcionamento da mesma que não foram mencionados neste ponto.

## 6. Peças desenhadas

Neste capítulo, através das plantas irá desenhar-se todo o material proposto neste projeto. O esquema de condutas das unidades de desumidificação, dos recuperadores de calor e dos ventiladores de extração na cave, rés-do-chão e cobertura e o esquema de princípio da produção de água aquecida serão apresentados de seguida.



PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS



Local:  
Piscinas Municipais no Algarve

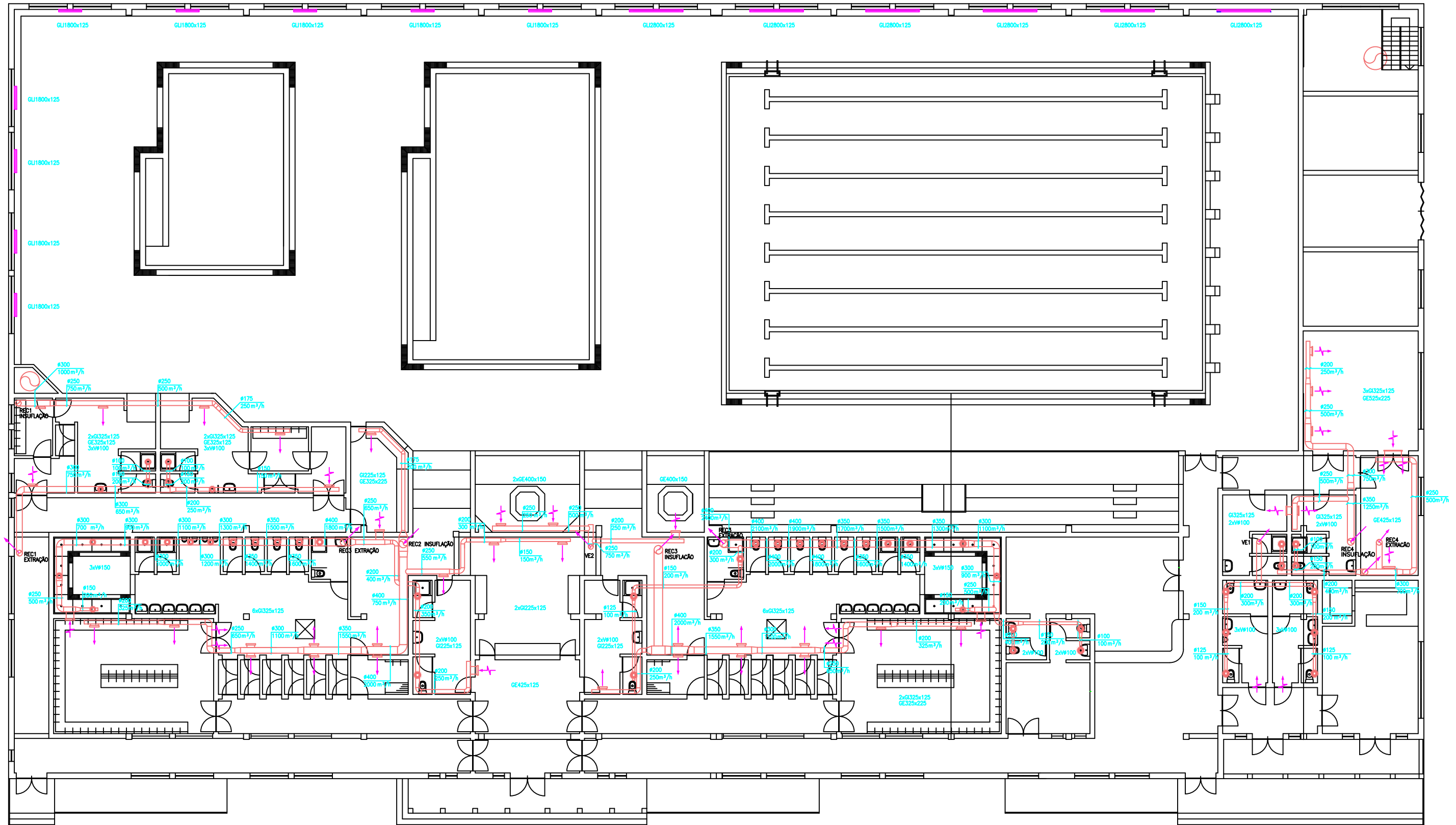
Data:  
Março 2020

**Marta Sofia Ricardo Oliveira**  
Eng.ª Mecânica  
Email: a48085@ualg.pt

Escala  
1/200

Descrição  
SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO - TRAÇADO DE CONDUTAS  
PISO 1

Desenho n.º: **01**



PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS



Local:  
Piscinas Municipais no Algarve

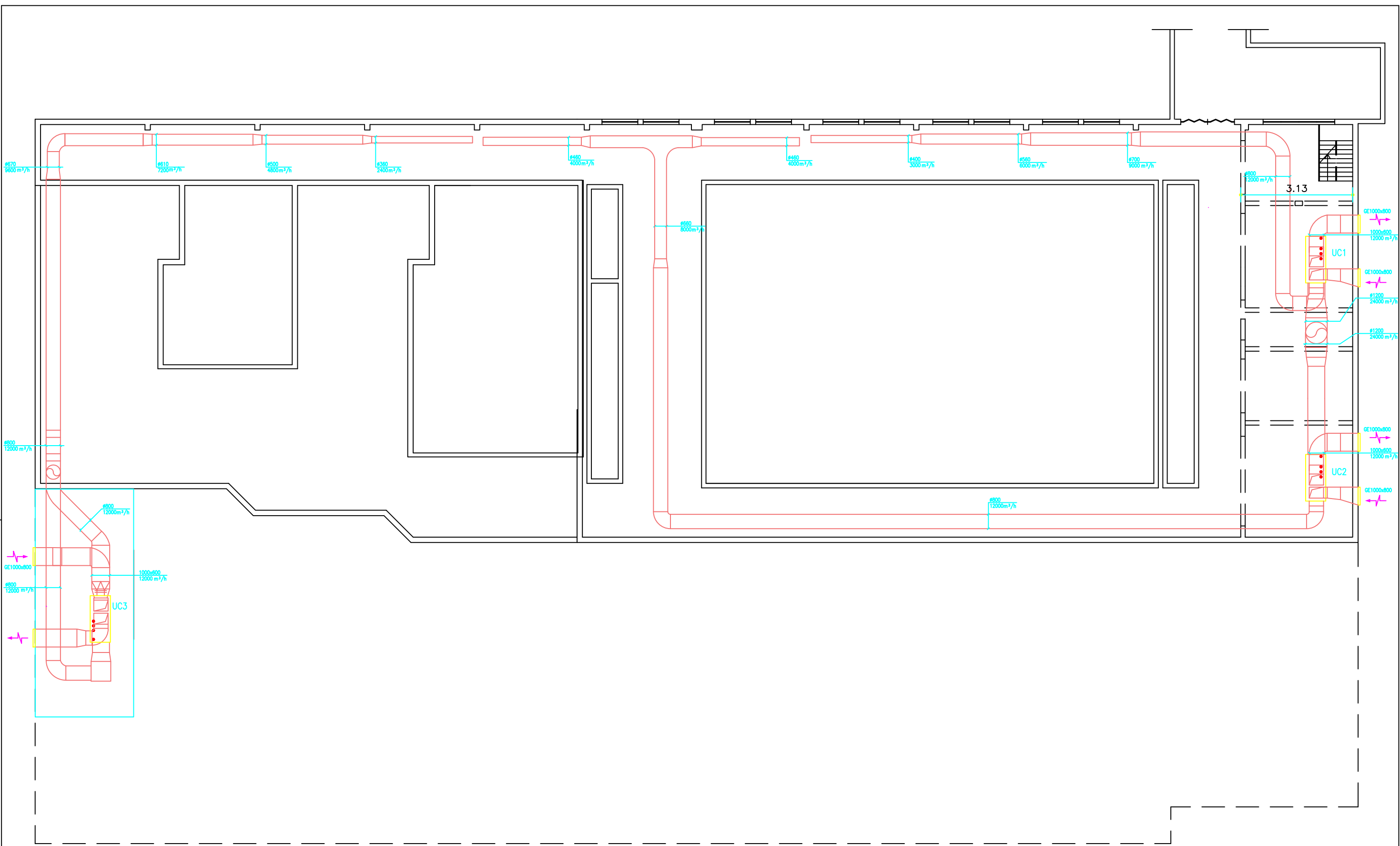
Data:  
Março 2020


Marta Sofia Ricardo Oliveira  
Eng.ª Mecânica  
Email: a48085@ualg.pt

Escala  
1/200

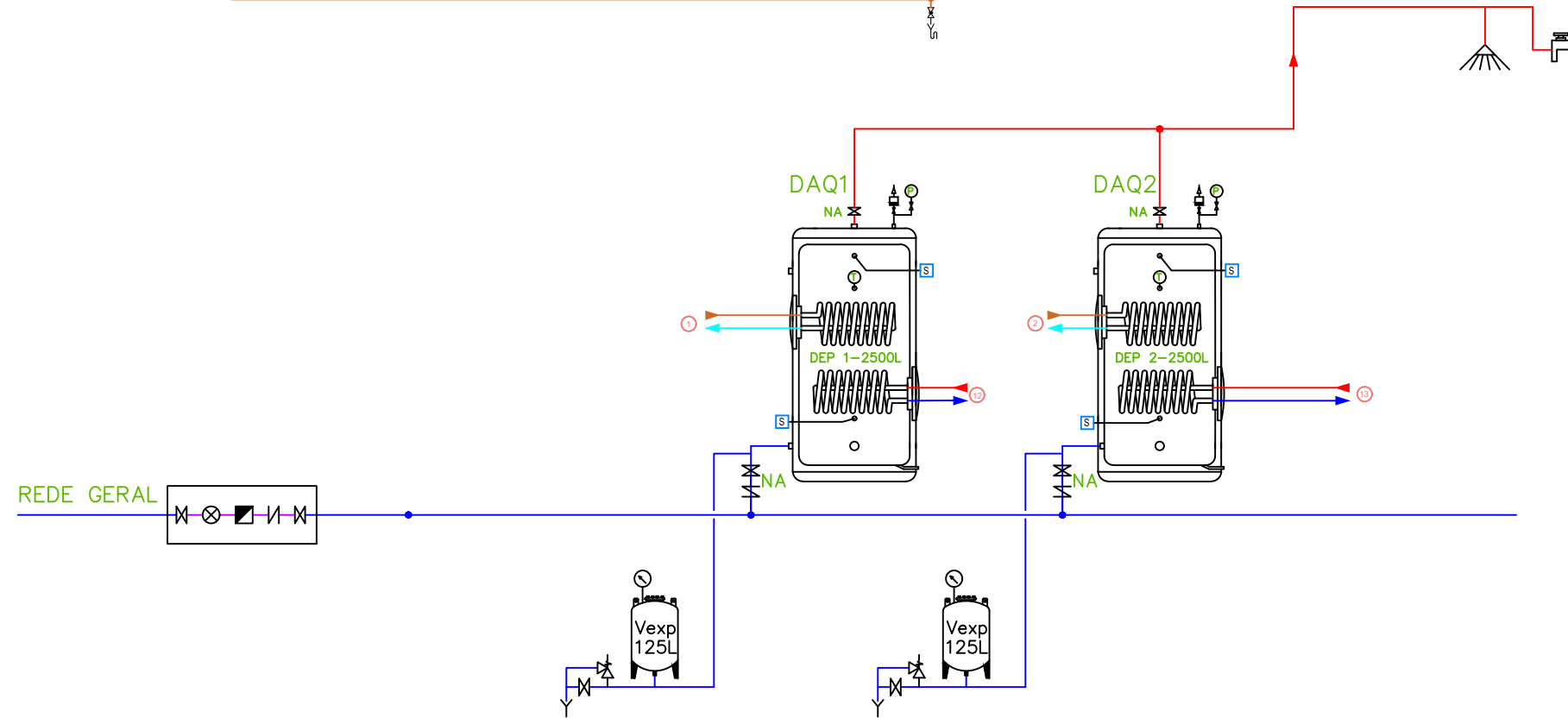
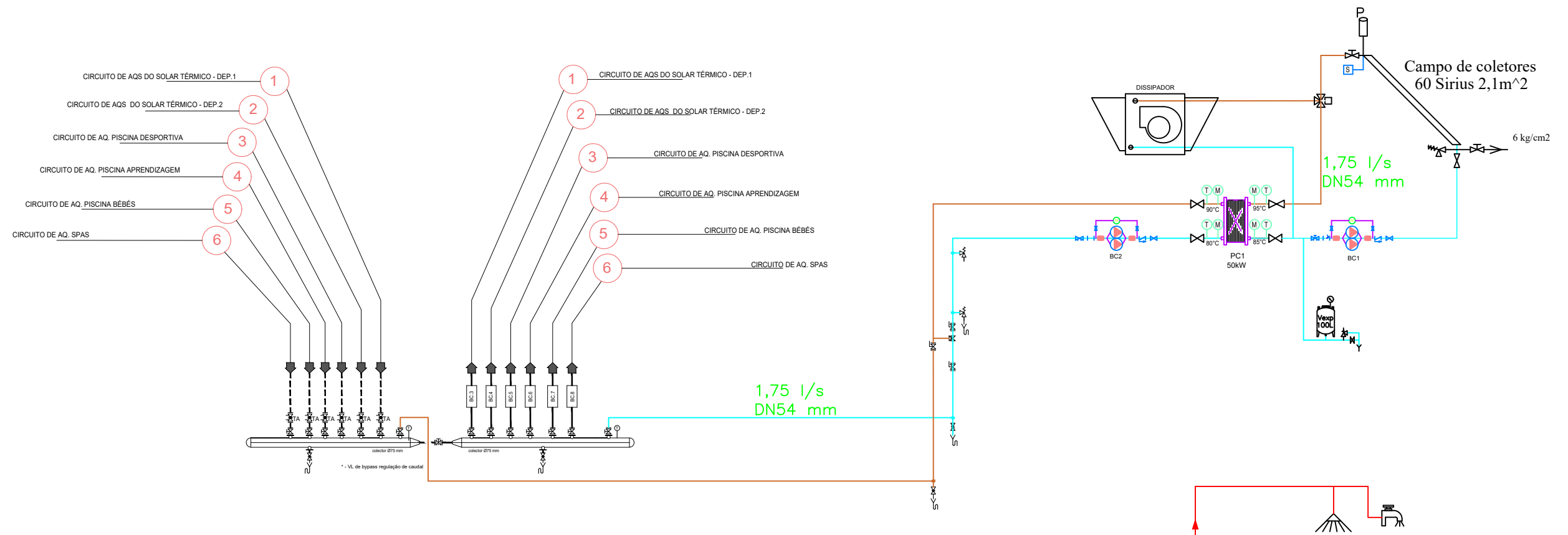
Descrição  
SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO - TRAÇADO DE CONDUTAS  
PISO 0

Desenho n.º: 02



<b>PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS</b>		
	Local: Piscinas Municipais no Algarve	<b>Marta Sofia Ricardo Oliveira</b> Eng.ª Mecânica Email: a48085@ualg.pt
	Data: Março 2020	
Escala 1/200	Descrição SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO - TRAÇADO DE CONDUTAS CAVE	Desenho n.º: <b>03</b>

# ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE



-  VALVULA DE EQUILIBRIO E CORTE
-  VALVULA DE ESFERA
-  VALVULA DE CORTE
-  VALV. DE RETENÇÃO
-  VALV. TRÊS VIAS
-  VALV. DUAS VIAS
-  VALV. SEGURANÇA
-  MANOMETRO
-  TERMOMETRO
-  BOMBA
-  PURGADOR
-  SONDA DE TEMPERATURA

PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS



Local:  
Piscinas Municipais no Algarve

Data:  
Março 2020

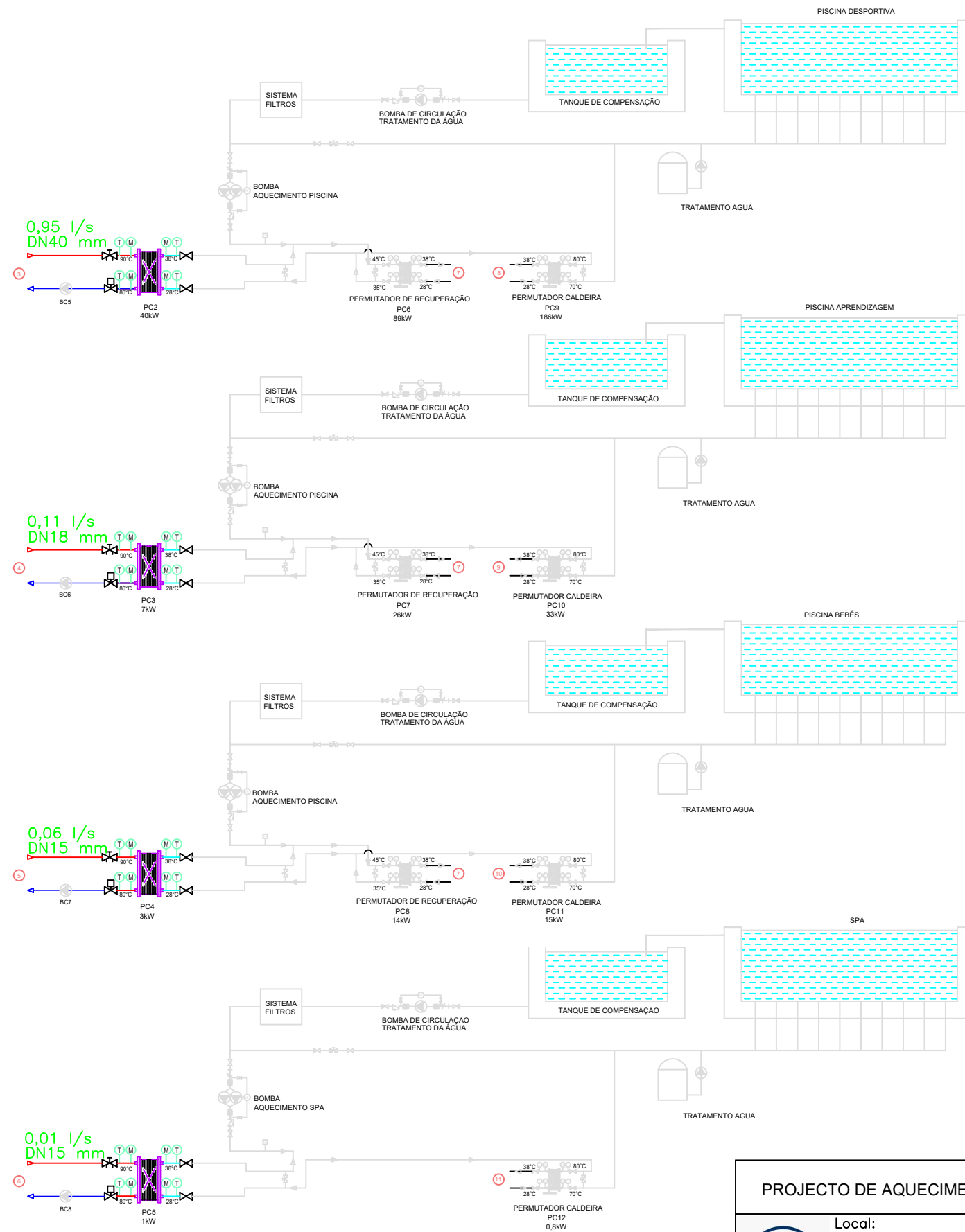
**Marta Sofia Ricardo Oliveira**  
Eng.ª Mecânica  
Email: a48085@ualg.pt

Escala  
S/E

Descrição  
ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Desenho n.º.: 04

# ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE



-  VALVULA DE EQUILIBRIO E CORTE
-  VALVULA DE ESFERA
-  VALVULA DE CORTE
-  VALV. DE RETENÇÃO
-  VALV. TRÊS VIAS
-  VALV. DUAS VIAS
-  VALV. SEGURANÇA
-  MANOMETRO
-  TERMOMETRO
-  BOMBA
-  PURGADOR
-  SONDA DE TEMPERATURA

## PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS



Local:  
Piscinas Municipais no Algarve

Data:  
Março 2020

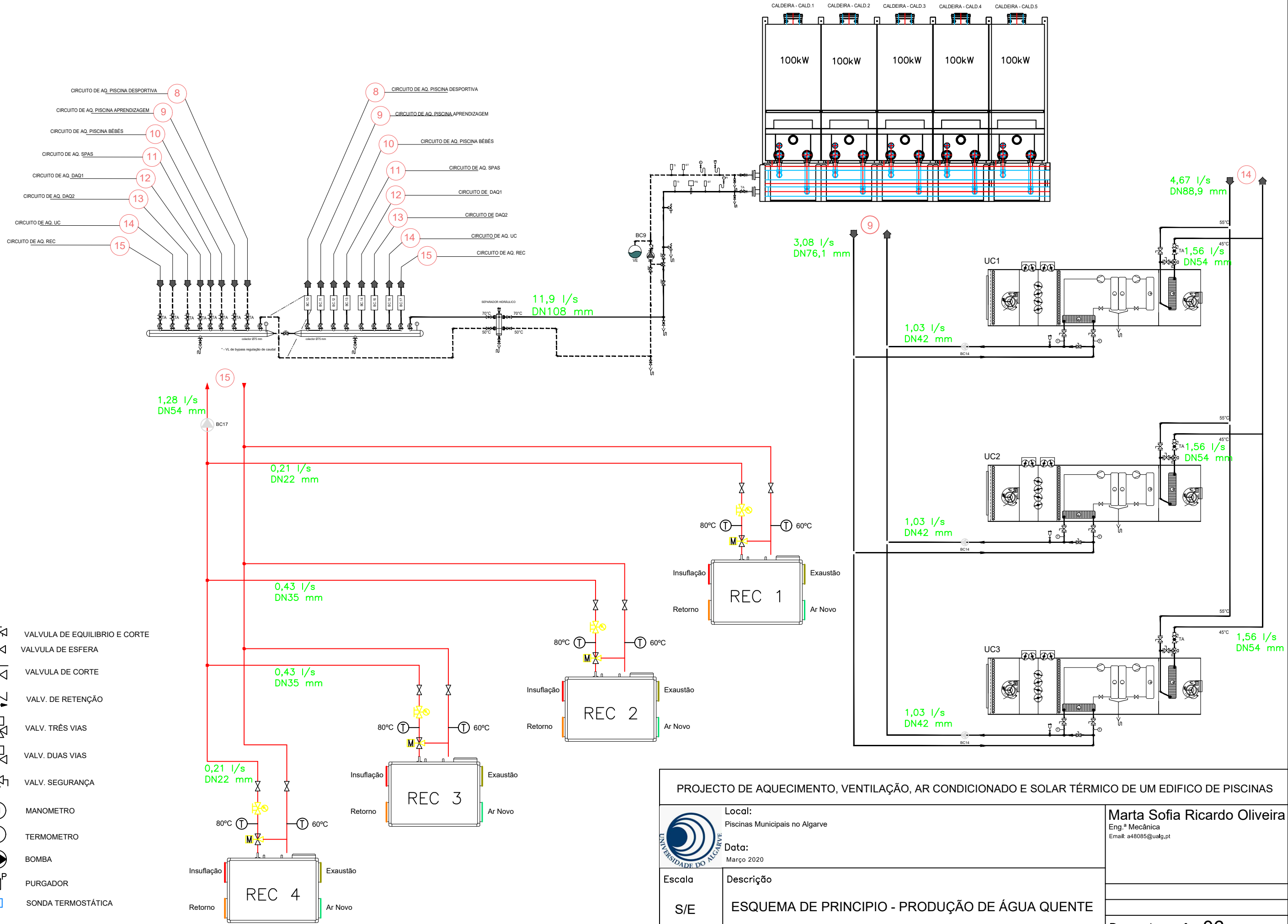
**Marta Sofia Ricardo Oliveira**  
Eng.ª Mecânica  
Email: a48085@uaalg.pt

Escala  
S/E

Descrição  
ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE

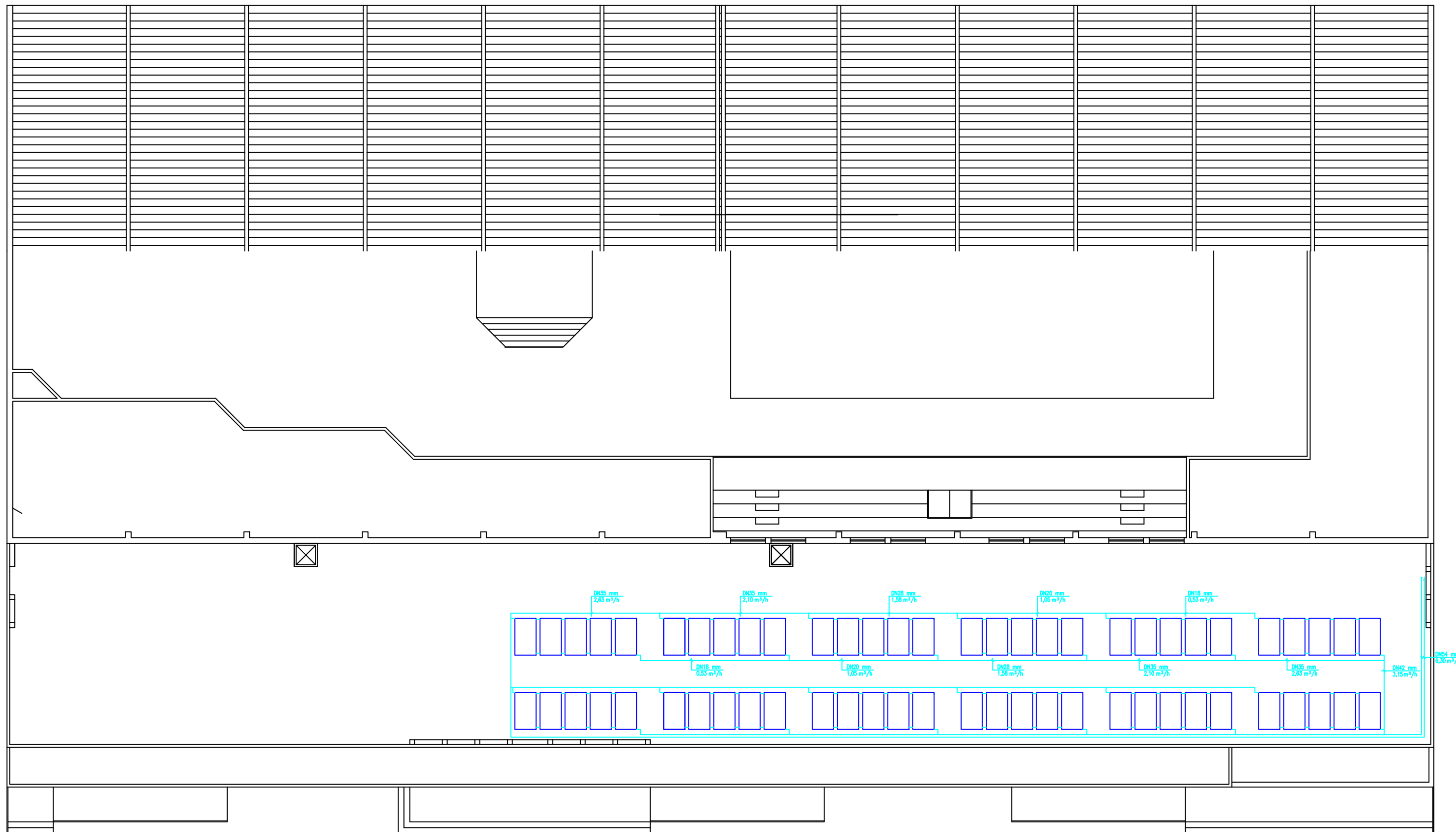
Desenho n.º.: 05

# ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE



- VALVULA DE EQUILIBRIO E CORTE
- VALVULA DE ESFERA
- VALVULA DE CORTE
- VALV. DE RETENÇÃO
- VALV. TRÊS VIAS
- VALV. DUAS VIAS
- VALV. SEGURANÇA
- MANOMETRO
- TERMOMETRO
- BOMBA
- PURGADOR
- SONDA TERMOSTÁTICA

PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE PISCINAS	
	Local: Piscinas Municipais no Algarve
	Data: Março 2020
Eng.ª Mecânica Email: a48085@uaalgar.pt	Marta Sofia Ricardo Oliveira
Escola S/E	Descrição ESQUEMA DE PRINCIPIO - PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE
Desenho n.º: 06	



PROJECTO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO, AR CONDICIONADO E SOLAR TÉRMICO DE UM EDIFICO DE PISCINAS



Local:  
Piscinas Municipais no Algarve

Data:  
Março 2020

**Marta Sofia Ricardo Oliveira**  
Eng.ª Mecânica  
Email: a48085@ualg.pt

Escala  
1/200

Descrição  
**SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO  
LOCALIZAÇÃO DOS PAINÉIS SOLARES  
PISO 1**

Desenho n.º: **07**

## 7. Mapa de quantidades

Neste capítulo irá ser elaborado um mapa de quantidades que é onde se discrimina o material/ equipamentos a utilizar e as quantidades necessárias neste projeto.

ARTIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANTIDADE
	<b>Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado</b>		
1	SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO		
1.1	Unidade de Tratamento de ar, climatização da nave das Piscinas de Olhão		
1.1.1	UC1	un	1
1.1.2	U.2	un	1
1.1.3	U.3	un	1
2	SISTEMAS DE VENTILAÇÃO		
2.1	Ventilador de extração de ar incluindo, pressostatos de funcionamento, comutador on/off, variador de tensão, apoios antivibráticos e acessórios de montagem		
2.1.1	VE1	un	1
2.1.2	VE2	un	1
2.2	Unidades renovação de ar para montagem vertical dotadas por ventiladores, recuperador de calor, filtros, quadro elétrico e incluindo base de acatamento, apoio antivibráticos e acessórios de montagem		
2.2.1	REC1	un	1
2.2.2	REC2	un	1
2.2.3	REC3	un	1
2.2.4	REC4	un	1
2.3	Rede de condutas aerólicas		
2.3.1	Condutas retangulares sem isolamento térmico incluindo acessórios de montagem	m <sup>2</sup>	30
2.3.2	Condutas retangulares com isolamento térmico incluindo acessórios de montagem	m <sup>2</sup>	250

2.3.3	Conduatas metálicas circulares sem isolamento térmico, incluindo acessórios e fixações		
	Ø800	ml	120
	Ø700	ml	10
	Ø670	ml	6
	Ø660	ml	6
	Ø610	ml	6
	Ø600	ml	6
	Ø560	ml	6
	Ø500	ml	6
	Ø460	ml	6
	Ø360	ml	6
	Ø350	ml	6
	Ø300	ml	6
	Ø250	ml	6
	Ø200	ml	6
	Ø175	ml	6
	Ø150	ml	6
	Ø125	ml	6
2.3.4	Conduatas metálicas circulares com isolamento térmico e forra mecânica, incluindo acessórios e fixações		
	Ø1200	ml	80
	Ø800	ml	120
	Ø450	ml	10
	Ø400	ml	10
	Ø350	ml	10
	Ø300	ml	10
2.4	Equipamento terminal de difusão e captação de ar		
2.4.1	Grelhas de insuflação de dupla deflexão incluindo pleno, acessórios e fixações		
	GLI. 2800x125	un	6
	GLI. 1800x125	un	8
	GI 325x125	un	17
	GI 225x125	un	4
2.4.2	Grelhas de extração de dupla deflexão incluindo pleno, acessórios e fixações		
	GE 525x225	un	1
	GE 400x150	un	3
	GE 425x125	un	2

	GE 325x225	un	2
	GE 325x125	un	2
2.4.3	Grelhas de retorno de dupla deflexão incluindo pleno, acessórios e fixações		
	GR.1025x225	un	6
	GR.1025x2125	un	4
2.4.4	Válvulas de Extração, incluindo acessórios e fixações		
	VØ100	un	20
	VØ125	un	6
3	Sistema Produção de Água Quente		
3.1	Unidade caldeira de alta temperatura de condensação de chão com potência de 100 kW, a gás natural, incluindo quadro de controlo, sondas de temperatura, kit hidráulico de montagem rápida (bomba circuladora, válvulas de seccionamento, coletor duplo de equilíbrio, vaso de expansão (12Lt) e acessórios de ligação) e kit de condutas para exaustão de fumos		
	CALD1	un	1
	CALD2	un	1
	CALD3	un	1
	CALD4	un	1
	CALD5	un	1
3.2	Coletores Solares Térmicos Planos, incluindo fornecimento, instalação e montagem de todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, bem como acessórios de suporte e fixação, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante	un	60
3.2.1	Estrutura em alumínio para suporte e elevação dos painéis	un	24
3.2.2	Módulo hidráulico incluindo circulador, comando diferencial e estação solar para os circuitos, com sondas, válvula de segurança solar de 6 bar, caudalímetro, purgador de ar, válvulas, manómetros e termómetros e todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento	un	1

3.2.3	Válvulas reguladoras de Caudal 3/4" para a entrada de cada bateria de coletores solares	un	12
3.2.4	Todos os acessórios hidráulicos necessários para o bom funcionamento da instalação solar térmica, de acordo com as condições técnicas especiais, peças desenhadas e regras de boa prática	vg	1
3.2.5	Fluido térmico concentrado 1 LTS	l	20
3.2.6	Vaso de expansão de 100 litros, do tipo pressurizado, com volume ajustado à quantidade de água presente nos circuitos, acrescido de 20% por razões de segurança. Será do tipo fechado, sob pressão de azoto, incluindo fornecimento, instalação e montagem de todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, bem como acessórios de suporte e fixação, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante	un	1
3.3	Depósito de acumulação de água quente sanitária, equipado com sonda de temperatura e ânodo de magnésio para proteção catódica e restantes acessórios necessários ao seu correto funcionamento		
	DEP 1	un	1
	DEP 2	un	1
3.3.1	Vaso de expansão de 125 litros, do tipo pressurizado, com volume ajustado à quantidade de água presente nos circuitos, acrescido de 20% por razões de segurança. Será do tipo fechado, sob pressão de azoto, incluindo fornecimento, instalação e montagem de todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, bem como acessórios de suporte e fixação, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante	un	2
3.4	Grupos de eletrobombas "in-line" incluindo válvulas de seccionamento, filtro, válvula de antiretorno e todos acessórios de montagem		
	BC1	un	1
	BC2	un	1
	BC3	un	1
	BC4	un	1

	BC5	un	1
	BC6	un	1
	BC7	un	1
	BC8	un	1
	BC9	un	1
	BC10	un	1
	BC11	un	1
	BC12	un	1
	BC13	un	1
	BC14	un	1
	BC15	un	1
	BC16	un	1
	BC17	un	1
	BC18	un	1
3.5	Permutador de calor de placas em contracorrente incluindo montagem e todos os acessórios necessários para o seu bom funcionamento		
	PC1	un	1
	PC2	un	1
	PC3	un	1
	PC4	un	1
	PC5	un	1
	PC6	un	1
	PC7	un	1
	PC8	un	1
	PC9	un	1
	PC10	un	1
	PC11	un	1
	PC12	un	1
3.6	Coletor de distribuição e retorno de água aquecida em Ferro preto com isolamento térmico e com forra mecânica incluindo todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, conforme especificações de CTE	un	4
3.7	Rede Hidráulica		
3.7.1	Circuito hidráulico instalado no exterior das salas técnicas na cobertura, em tubo de aço inox AISI 439, com isolamento térmico e forra mecânica incluindo fixações e todos os acessórios		
	DN 32	ml	10
	DN 25	ml	10

3.7.2	Circuito hidráulico instalado no interior das salas técnicas em tubo de aço inox AISI 439, com isolamento térmico incluindo fixações e todos os acessórios		
	DN 150	ml	80
	DN 100	ml	120
	DN 65	ml	10
	DN 50	ml	10
	DN 40	ml	10
	DN 32	ml	10
	DN 25	ml	10
3.8	Todos os acessórios hidráulicos necessários para o bom funcionamento da instalação de acordo com as cte, peças desenhadas e regras de boa prática	un	1
4	Comandos		
4.1	Comando Centralizado, incluindo fornecimento, instalação e todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante	un	1
5	Tubagem de cobre		
5.1	Tubagem de cobre, do sistema solar e central térmica com acessórios de montagem e isolamento térmico e forra mecânica quando instalado no exterior, incluindo fornecimento, instalação e montagem de todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, bem como acessórios de suporte e fixação, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante.		
	Ø54x1,5	m	100
	Ø42x1,5	m	150
	Ø18x1	m	100
	Ø15x1	m	50
6	Quadros elétricos		
6.1	QGERAL.AVAC incluindo fornecimento, instalação e montagem de todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, bem como acessórios de visita, suporte e fixação, conforme especificações das peças escritas e especificações do fabricante.	vg	1

6.2	Tubagens e Cabos Elétricos de alimentação e comando dos equipamentos de AVAC	vg	1
7	Ensaio finais das Instalações, com apresentação de resultados de medições efetuadas	vg	1
8	Etiquetagem de forma clara e indelével de toda a instalação com marcadores a acordar com a fiscalização	vg	1
9	Fornecimento e montagem de equipamentos e acessórios para isolamento acústico sempre que necessário	vg	1
10	Arranque e ensaios da instalação executada no final de cada fase	vg	1
11	Formação aos utilizadores das instalações de cada fase	vg	1

**Tabela 5.52 – Mapa de quantidades do Projeto**

## 8. Conclusão

Em suma, este projeto final de mestrado consiste na aplicação de conhecimentos, a nível da elaboração de um projeto, adquiridos ao longo da Licenciatura e do Mestrado vertente Energia, Climatização e Refrigeração e conseqüentemente, no decorrer do presente estudo.

O trabalho de final de curso é um projeto de aquecimento, ventilação e ar condicionado e solar térmico de um edifício de piscinas públicas e teve como objetivo principal o dimensionamento de todos os equipamentos AVAC que terão por função principal a garantia das condições de conforto térmico, do ambiente e da água e da qualidade do ar interior.

A solução apresentada neste projeto é idealizada com equipamentos mais eficientes e de forma a garantir a integração do sistema AVAC na arquitetura do edifício em estudo.

Este sistema foi projetado tendo por base os cálculos de necessidades de aquecimento da água das piscinas e das cargas térmicas do ar envolvente das piscinas da nave e dos balneários e do estudo das necessidades na preparação da água quente sanitária. Este último ponto será estimado de acordo com o perfil de utilização do complexo das piscinas.

Foi idealizado um sistema que garantisse todas as necessidades estudadas para as condições de projeto impostas e de acordo com a localização geográfica.

Devo indicar as maiores dificuldades que surgiram durante o desenvolvimento deste trabalho:

1. Pouca informação escrita sobre os equipamentos que formam o sistema de AVAC existente nas Piscinas Municipais estudadas;
2. O facto de não existir no Software SCE.ER, considerando a opção Edifícios de Comércio e Serviços, a opção para seleccionar o sistema solar térmico destinado às aq's e também à climatização em simultâneo;
3. Dificuldades no dimensionamento e escolha de equipamentos mais eficientes disponíveis no mercado.

Em complemento com este trabalho, que é a substituição do sistema de aquecimento, e de forma a minimizar os custos de exploração por parte do Município, é ainda possível a implementação das seguintes medidas no futuro:

- Substituição/ aplicação de isolamento na cobertura;
- Substituição dos sistemas de iluminação;
- Instalação de sistema solar fotovoltaico para autoconsumo.

Estas são três propostas que visam a melhoria da eficiência do edifício tendo em conta que se trata de um edifício antigo, construído no ano de 2000.

No final deste trabalho, creio que ficou cumprido o objetivo que era o desenvolvimento de competências e aplicação dos conhecimentos adquiridos e necessários à implementação de conceitos na concretização de um sistema AVAC, tendo em conta o respeito para com os normativos nacionais e comunitários estabelecidos.

## 9.Referências bibliográficas

Coelho, R.B. (2009). *A Gestão das Piscinas Públicas no Concelho de Matosinhos*. Tese de Mestrado em Gestão Desportiva. Faculdade do Porto, Universidade do Porto. Porto.

Beleza, V., Baptista, M., Costa, R., Pilão, R. (2010). Apresentação de um Projecto de Regulamento Técnico-Sanitário de Piscinas de Uso Público. *Boletim Informativo da associação Portuguesa de Profissionais de Piscinas, Instalações desportivas e Lazer*. Janeiro-fevereiro-março 2010. 4-11pp.

Diretiva CNQ nº 23/93. Conselho Nacional da Qualidade. A Qualidade das Piscinas de Uso Público.

World Health Organization (WHO) (OMS) (2006). Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 2: Swimming Pools and Similar Environments. Geneva. 118 pp.

ISO 7730 (2005). “Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria”.

NP 4448 (2007). Anexo A de “Aquecimento solar Instalações solares térmicas para aquecimento de piscinas Regras de dimensionamento, concepção e instalação”.

ISO 7730 (2005). “Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria”.


NP EN 12097:2011. “Ventilação de edifícios. Redes de condutas. Requisitos dos componentes para facilitar a manutenção dos sistemas das redes de condutas”.

Decreto-Lei n.º79/2006. “Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)”.

Frade, João. Severo, Francisco. 2006. Climatização Geral. Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia Mecânica.

## Anexos

### Anexo 1 – Características técnicas das unidades de desumidificação

Desumidificador	<b>DESUMIDIFICADOR BOMBA DE CALOR</b>	
215692/1	<b>DELTA 16 LPHW</b>	

#### DADOS TERMODINÂMICOS (DESUMIDIFICAÇÃO)

Capacidade de Desumidificação Total	<b>53.5</b> l/h
Capacidade de Desumidificação Mecânica	<b>34.4</b> l/h
Condições do Ar interior	<b>29 / 60</b> °C/%
Condições do Ar exterior	<b>35 / 33</b> °C/%
Temperatura de Orvalho Exterior	<b>16</b> °C
Condições da temperatura de água	<b>28</b> °C
Ar Novo Máximo	<b>50</b> %

#### DADOS TERMODINÂMICOS (AQUECIMENTO/ARREFECIMENTO)

	<b>MODO A</b>	<b>MODO B</b>
Recuperação para aquecimento do Ar	<b>7.0</b>	<b>35.0</b> kW
Aquecimento do Ar por Permutador Água (80°C)	<b>90.0</b>	<b>90.0</b> kW
Capacidade total de Aquecimento do Ar	<b>97.0</b>	<b>125.0</b> kW
Recuperação para aquecimento da Água	<b>43.0</b>	<b>14.0</b> kW
Aquecimento da Água por Permutador Água (80°C)	<b>65</b>	<b>65</b> kW
Capacidade total de Aquecimento da Água	<b>108.0</b>	<b>79.0</b> kW
Caudal de água quente via bomba de calor (80°C)	<b>6.900</b>	<b>6.900</b> l/h
Caudal de água recirculado da Piscina	<b>6.000</b>	<b>6.000</b> l/h
Arrefecimento Total Efectivo por cond. adicional do Ar	<b>28.0</b>	<b>28.0</b> kW
Arrefecimento Sensível Efectivo por com. adicional do Ar	<b>15.0</b>	<b>15.0</b> kW

NOTA: O arrefecimento total efectivo é a capacidade real de arrefecimento e não a potência de arrefecimento dos evaporadores para efectuar a desumidificação. Esta última é superior e definida pela capacidade de desumidificação.

Modo A – Temperatura da água não satisfeita  
Modo B – Temperatura da água satisfeita

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS

Número de circuitos	<b>1</b>
Tipo de compressor/Nº	<b>Scroll/1</b>
Número de estágios	<b>1</b>
Fluido frigorigeneo	<b>R407C</b>

#### DADOS DO VENTILADOR DE INSUFLAÇÃO/EXTRACÇÃO

Caudal de ar tratado na insuflação	<b>12.000</b> m <sup>3</sup> /h
P.E.D. Disponível máxima para rede de insuflação	<b>450</b> Pa
Caudal de ar novo/extracção Máximo para Verão	<b>8.000</b> m <sup>3</sup> /h
Caudal de ar novo/extracção Mínimo para Inverno	<b>4.000</b> m <sup>3</sup> /h
Caudal de ar novo/extracção Inocupação	<b>850</b> m <sup>3</sup> /h
P.E.D. Disponível máxima para rede de extracção	<b>350</b> Pa

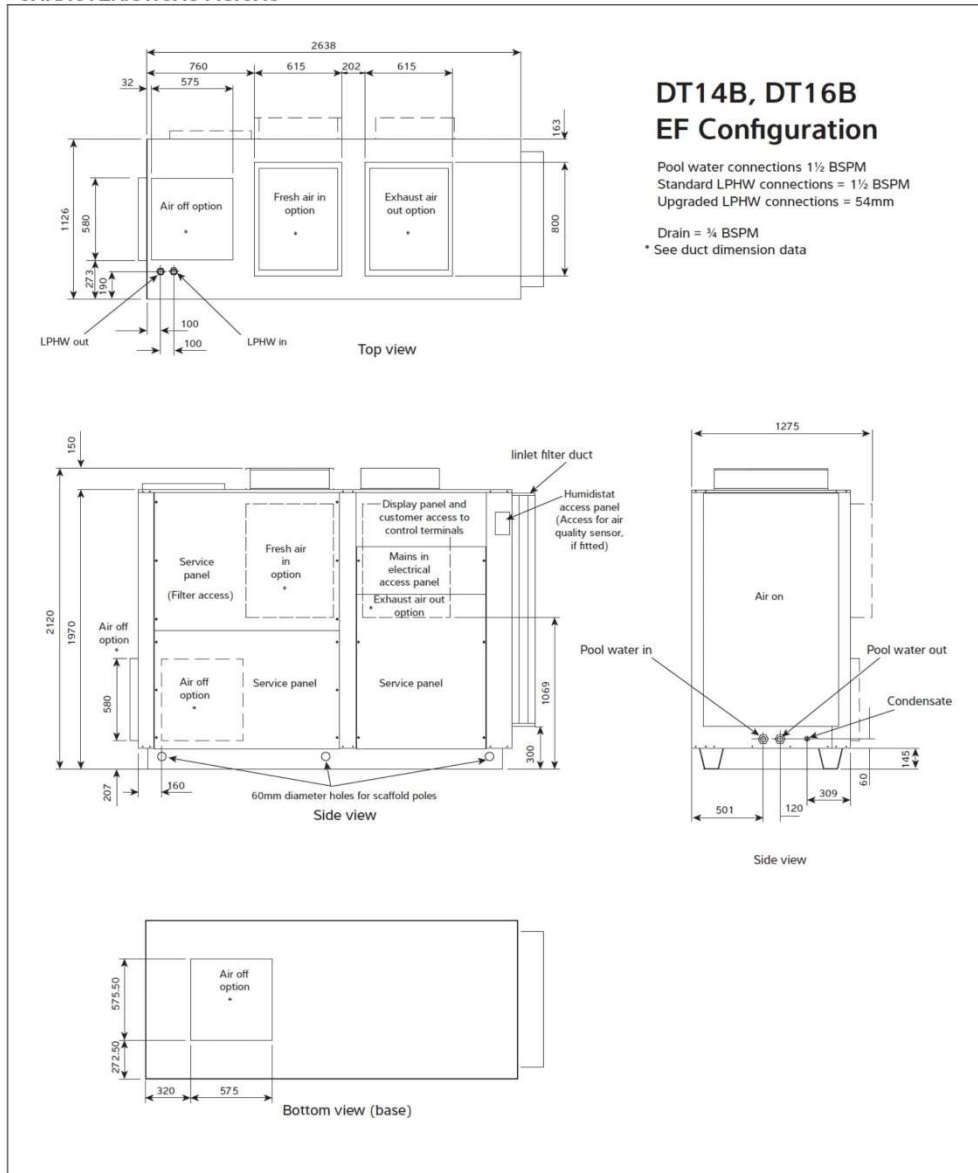
#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (INCLUINDO OPÇÕES)

Alimentação eléctrica	<b>400V/III/50Hz</b> V/P
Potência eléctrica de alimentação	<b>17.0</b> kW
Corrente de alimentação em plena carga	<b>63</b> A



Devido ao facto de a LENNOX manter um compromisso permanente no que se refere à qualidade, as especificações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e sem que a LENNOX incorra em quaisquer responsabilidades.

Desumidificador	<b>DESUMIDIFICADOR BOMBA DE CALOR</b>	<b>LENNOX</b>
215692/1	<b>DELTA 16 LPHW</b>	<b>calorex</b>

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**



Devido ao facto de a LENNOX manter um compromisso permanente no que se refere à qualidade, as especificações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e sem que a LENNOX incorra em quaisquer responsabilidades.

Desumidificador	<b>DESUMIDIFICADOR BOMBA DE CALOR</b>	
215692/1	<b>DELTA 16 LPHW</b>	

## COTAÇÃO

### Unidade Base que inclui:



Chassi em aço galvanizado, painéis em aço galvanizado revestido com "Plastisol HP200", isolados internamente com folha de espuma de PVC expandida com densidade de 260 kg/m<sup>3</sup> e condutividade térmica K = 0.043 W/mK

Sistema com 2 ventiladores equipados com motores Ziehl-Abegg ECblue high efficiency, ventilador de extracção com funcionamento inter-relacionado com o de recirculação.

Registos modulantes de ar novo e extracção.

Filtro de ar novo e filtro de tratamento.

Registo de 'by-pass'.

Recuperação de calor para a água da piscina e para o ar com controlo 'variheat' mantendo constante a capacidade de desumidificação.

Permutador de calor adicional entre a água de caldeira e o ar da piscina para aquecimento em regime com todos os controlos.

Permutador de calor adicional entre a água de caldeira e água da piscina para aquecimento em regime com todos os controlos.

Evaporadores e condensadores a ar fabricado em tubos de cobre com alhetas em alumínio protegidas com tratamento em polyester.

Condensador a água da piscina do tipo "Shell and tube" construídos em aço (carcaça) e superfície estendida 90/10 em cupro-níquel sem costura de classe marinho (tubos)

Relógio para períodos de inocupação com regulação de diferentes 'set-points'.

Válvulas motorizadas de 2 vias

Controlo PLC com controlo Integrado 7" touch screen

Humidostatos.

Termóstatos

Devido ao facto de a LENNOX manter um compromisso permanente no que se refere à qualidade, as especificações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e sem que a LENNOX incorra em quaisquer responsabilidades.

3 / 3

## Anexo 2 – Características técnicas dos recuperadores de calor

### RECUPERADORES DE CALOR DE ALTA EFICIENCIA CONFIGURABLES Serie CADB/T-HE ECOWATT



Modelos falso techo  
CADB/T-HE 04 a 33



Modelos verticales  
CADB/T-HE 04 a 33



Modelos para  
montaje exterior  
CADT-HE 45 a 100.  
Modelos 100 sólo  
en vertical.

Recuperadores de calor, con intercambiador de placas tipo counterflow de alta eficiencia (hasta el 93%), certificado por EUROVENT, montados en cajas de acero galvanizado plastificado de color blanco, de doble pared con aislamiento interior termoacústico ininflamable (A1/M0) de fibra de lana mineral de 25 mm de espesor en modelos 04 a 33 y 47 mm en los modelos 45 a 100. Bocas de entrada y salida configurables, versiones para instalación horizontal y vertical. Temperatura mínima de aire exterior -10°C. Para temperaturas inferiores es necesario utilizar baterías de precalificación ubicadas en la aspiración del aire exterior.

#### Aplicaciones

Locales comerciales, oficinas, hostelería, edificios públicos, escuelas.

#### CADB/T-HE D ECOWATT

Recuperadores de calor sin aporte adicional de calefacción.

#### CADB/T-HE DC ECOWATT

Recuperadores de calor con batería de agua caliente incorporada.

La válvula de regulación de 3 vías se suministra como accesorio (ver tabla de accesorios de esta serie).

#### CADB/T-HE DI ECOWATT

Recuperadores de calor con resistencia eléctrica de calefacción incorporada.

#### Ventiladores

Plug-fans con rodetes de álabes hacia atrás.

#### Motores

Modelos 04 a 27: Motores EC de alimentación monofásica 230V/1/50-60Hz, con protección electrónica integrada. IP44, Clase B.  
Modelos 33 a 100: Motores EC de alimentación trifásica 400V/III/50-60Hz, con protección electrónica integrada. IP54, Clase B.

#### Filtros

- F7: Filtros F7 de baja pérdida para la aportación de aire.
- M5: Filtros M5 para la extracción de aire.
- Posibilidad de montar un segundo filtro en el interior del equipo (suministrado como accesorio).

Con la unidad se suministran dos presostatos DPS 2.30 con los que realizar el control de ensuciamiento de filtros.

Es posible complementar el recuperador con un gama específica de baterías de agua y expansión directa. También disponible el exclusivo módulo IAQ con alta eficiencia en la retención de contaminantes asociados al tráfico urbano (gases y materia particulada), proporcionando una calidad adecuada al aire aportado incluso con ambientes exteriores altamente contaminados (ODA-3).

#### Otros datos

La acometida eléctrica se realiza a cajas de bornes en las que se encuentran los conectores eléctricos independientes para ventiladores, by-pass y resistencias eléctricas (solamente versiones -DI).

Alimentación del by-pass (1/230V 50Hz). Alimentación de las resistencias eléctricas (1/230V 50-60Hz) para los modelos CADB-HE-DI 04 a 16, trifásica (3/400V 50-60Hz) para los modelos CADT-HE-DI 21 a 100. Caudales nominales de 450 a 10.000 m<sup>3</sup>/h. Todos los modelos y versiones incluyen by-pass interno.

Paneles laterales intercambiables que permiten múltiples combinaciones.



Recuperación de calor



FILTRO EN APORTACIÓN



FILTRO EN EXTRACCIÓN

#### Versiones



CONFIGURACIÓN HORIZONTAL



CONFIGURACIÓN VERTICAL



SIN APORTE DE CALOR ADICIONAL



CÓN BATERÍA ELÉCTRICA INCORPORADA



CÓN BATERÍA DE AGUA INCORPORADA

## RECUPERADORES DE CALOR DE ALTA EFICIENCIA CONFIGURABLES Serie CADB/T-HE ECOWATT



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelos D: sin aporte adicional de calefacción.

	Unidad completa			Alimentación eléctrica	Ventilador			Peso (kg)
	Diámetro conexiones aire (mm)	Caudal nominal a 150Pa** (m³/h)	Eficiencia recuperador** (%)		Velocidad máxima (r.p.m.)	Potencia abs. máx. (kW) Cada ventilador	Intensidad máxima (A) Cada ventilador	
CADB-HE D 04 ECOWATT	200	450	87	1/230V, 50Hz	3700	0,17	1,0	137
CADB-HE D 08 ECOWATT	250	800	86,4	1/230V, 50Hz	2650	0,26	1,3	173
CADB-HE D 12 ECOWATT	315	1.200	85,3	1/230V, 50Hz	2550	0,54	1,6	180
CADB-HE D 16 ECOWATT	315	1.600	85,5	1/230V, 50Hz	2845	0,54	2,0	225
CADB-HE D 21 ECOWATT	400	2.100	86,5	1/230V, 50Hz	1580	0,56	2,2	323
CADB-HE D 27 ECOWATT	400	2.700	83,8	1/230V, 50Hz	2450	0,91	3,6	360
CADT-HE D 33 ECOWATT	400	3.300	89,9	3+N/400V, 50Hz	2600	1,15	2,0	410
CADT-HE D 45 ECOWATT	400x600	4.500	88,4	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	577
CADT-HE D 60 ECOWATT	400x700	6.100	89	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	710
CADT-HE D 100 ECOWATT	1100x610	10.000	88,9	3+N/400V, 50Hz	2160	4,06	5,8	842

\*\* Eficiencia húmeda referida a caudal nominal, condiciones exteriores [-5°C 80% RH] e interiores [20°C/50%RH].

\*\* CADT-HE 45 caudal referido a 650Pa. CADT-HE 100 caudal referido a 300Pa.

Modelos DC: con batería de agua caliente incorporada.

	Unidad completa			Alimentación eléctrica	Ventilador			Batería de agua caliente		Peso (kg)
	Diámetro conexiones aire (mm)	Caudal nominal a 150Pa** (m³/h)	Eficiencia recuperador** (%)		Velocidad máxima (r.p.m.)	Potencia abs. máx. (kW) Cada ventilador	Intensidad máxima (A) Cada ventilador	Potencia calorífica (kW) T agua 80/60°C	Potencia calorífica (kW) T agua 50/45°C	
CADB-HE DC 04 ECOWATT	200	450	87	1/230V, 50Hz	3700	0,17	1,0	2,7	1,6	139
CADB-HE DC 08 ECOWATT	250	800	86,4	1/230V, 50Hz	2650	0,26	1,3	5,1	3,1	176
CADB-HE DC 12 ECOWATT	315	1.200	85,3	1/230V, 50Hz	2550	0,54	1,6	7,1	4,3	183
CADB-HE DC 16 ECOWATT	315	1.600	85,5	1/230V, 50Hz	2845	0,54	2,0	8,6	5,3	229
CADB-HE DC 21 ECOWATT	400	2.100	86,5	1/230V, 50Hz	1580	0,56	2,2	12,6	7,8	328
CADB-HE DC 27 ECOWATT	400	2.700	83,8	1/230V, 50Hz	2450	0,91	3,6	16,2	10,0	365
CADT-HE DC 33 ECOWATT	400	3.300	89,9	3+N/400V, 50Hz	2600	1,15	2,0	18,2	11,1	416
CADT-HE DC 45 ECOWATT	400x600	4.500	88,4	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	25,6	15,5	586
CADT-HE DC 60 ECOWATT	400x700	6.100	89	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	34,7	21,1	722
CADT-HE DC 100 ECOWATT	1100x610	10.000	88,9	3+N/400V, 50Hz	2160	4,06	5,8	58,9	35,4	862

\*\* Eficiencia húmeda referida a caudal nominal, condiciones exteriores [-5°C 80% RH] e interiores [20°C/50%RH].

\*\* CADT-HE 45 caudal referido a 650Pa. CADT-HE 100 caudal referido a 300Pa.

Modelos DI: con resistencia eléctrica de calefacción incorporada.

	Unidad completa			Alimentación eléctrica	Ventilador			Batería eléctrica			Peso (kg)
	Diámetro conexiones aire (mm)	Caudal nominal a 150Pa** (m³/h)	Eficiencia recuperador** (%)		Velocidad máxima (r.p.m.)	Potencia abs. máx. (kW) Cada ventilador	Intensidad máxima (A) Cada ventilador	Alimentación eléctrica	Potencia (kW)	Intensidad máxima (A)	
CADB-HE DI 04 ECOWATT	200	450	87	1/230V, 50Hz	3700	0,17	1,0	1/230V, 50Hz	1	4,5	138
CADB-HE DI 08 ECOWATT	250	800	86,4	1/230V, 50Hz	2650	0,26	1,3	1/230V, 50Hz	2	9,1	175
CADB-HE DI 12 ECOWATT	315	1.200	85,3	1/230V, 50Hz	2550	0,54	1,7	1/230V, 50Hz	3	11,4	182
CADB-HE DI 16 ECOWATT	315	1.600	85,5	1/230V, 50Hz	2845	0,54	2,0	1/230V, 50Hz	3,5	15,9	227
CADT-HE DI 21 ECOWATT	400	2.100	86,5	1/230V, 50Hz	1580	0,56	2,2	3/400V, 50Hz	6	9,1	326
CADT-HE DI 27 ECOWATT	400	2.700	83,8	1/230V, 50Hz	2450	0,91	3,6	3/400V, 50Hz	6	9,1	363
CADT-HE DI 33 ECOWATT	400	3.300	89,9	3+N/400V, 50Hz	2600	1,15	2,0	3/400V, 50Hz	7,5	11,4	414
CADT-HE DI 45 ECOWATT	400x600	4.500	88,4	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	3/400V, 50Hz	9	13,7	582
CADT-HE DI 60 ECOWATT	400x700	6.100	89	3+N/400V, 50Hz	2200	2,21	3,0	3/400V, 50Hz	12	18,2	717
CADT-HE DI 100 ECOWATT	1100x610	10.000	88,9	3+N/400V, 50Hz	2160	4,06	5,8	3/400V, 50Hz	24	36,4	854

\*\* Eficiencia húmeda referida a caudal nominal, condiciones exteriores [-5°C 80% RH] e interiores [20°C/50%RH].

\*\* CADT-HE 45 caudal referido a 650Pa. CADT-HE 100 caudal referido a 300Pa.

### Anexo 3 – Características técnicas dos ventiladores de calor

#### VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS DE BAJO CONSUMO Serie TD-ECOWATT



Ventiladores helicocentrífugos de bajo perfil, con rodamientos a bolas y motor brushless de corriente continua, de alto rendimiento y bajo consumo.

Fabricados en material plástico (modelos 160 a 800) o en acero (modelos 1300 y 2000), caja de bornes externa, cuerpo activo desmontable y motor con alimentación 90/260V-50/60Hz (modelos 160 a 800) y 230V/50-60Hz (modelos 1300 y 2000), IP44.

Velocidad regulable 100% mediante potenciómetro ubicado en la caja de bornes (excepto modelo TD-160/100 ECOWATT) o mediante control externo tipo REB-ECOWATT.

Entrada analógica para controlar el ventilador con una señal externa de 0-10V (excepto modelo TD-160/100 ECOWATT).

Indicados para solucionar múltiples problemas de ventilación en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales, especialmente en instalaciones donde el extractor debe estar muchas horas en funcionamiento, lo que reportará un importantísimo ahorro de energía, o en aquellas que requieran un sistema de ventilación inteligente que implique un control mediante sensores externos.



#### BAJO PERFIL



El bajo perfil de los ventiladores de la gama TD-ECOWATT hace que sean el producto ideal para instalaciones donde la altura es muy reducida, como en el caso de los falsos techos.

VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS DE BAJO CONSUMO  
Serie TD-ECOWATT



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Tensión de control (V)	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga libre (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))			Peso (kg)
						Aspiración	Radiado	Descarga	
TD-160/100 ECOWATT	10	2550	9	0,08	180	43	31	38	1,4
	8	2240	7	0,06	160	36	28	34	
	6	1720	4	0,04	120	32	21	28	
	4	1170	2	0,02	80	24	16	18	
TD-250/100 ECOWATT	10	2480	19	0,14	280	38	37	37	2,0
	8	2090	13	0,10	230	34	32	33	
	6	1530	7	0,06	180	27	19	25	
	4	1040	4	0,03	110	22	18	15	
TD-350/125 ECOWATT	10	2510	20	0,16	380	37	26	38	2,0
	8	2150	14	0,11	320	34	23	35	
	6	1580	8	0,06	230	28	20	28	
	4	1050	4	0,03	160	21	11	18	
TD-500/150 ECOWATT	10	2670	50	0,36	570	47	31	48	2,7
	8	2260	33	0,25	470	42	28	43	
	6	1670	16	0,13	340	34	21	36	
	4	1140	8	0,07	230	26	15	27	
TD-500/160 ECOWATT	10	2650	49	0,36	580	46	33	48	2,7
	8	2250	32	0,25	480	44	31	43	
	6	1660	16	0,13	350	37	24	38	
	4	1150	8	0,07	240	29	18	30	
TD-800/200 ECOWATT	10	2650	101	0,36	960	49	37	51	4,9
	8	2150	70	0,25	830	46	33	47	
	6	1830	46	0,13	710	43	31	44	
	4	1500	28	0,07	580	37	25	38	
TD-1300/250 ECOWATT	10	2590	157	0,70	1.250	59	47	65	9,5
	8	2110	93	0,40	990	54	42	60	
	6	1680	54	0,30	800	48	37	52	
	4	1210	29	0,20	580	40	33	44	
TD-2000/315 ECOWATT	10	2580	262	1,10	1.740	60	50	64	14,0
	8	2130	154	0,70	1.410	56	46	50	
	6	1690	85	0,40	1.110	50	40	54	
	4	1230	41	0,20	810	45	35	48	

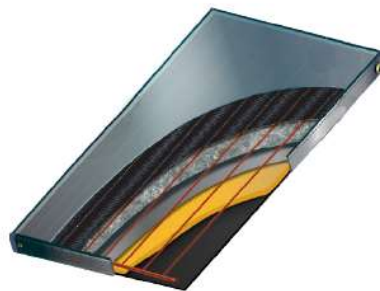
\* Nivel de presión sonora, radiado a 3 metros en campo libre, en los puntos de trabajo 2, 5, 8 y 11 de la curva característica.

## Anexo 4 - Características técnicas dos coletores solares

# DADOS TÉCNICOS

### ESPECIFICAÇÕES

- Perfil de alumínio anodizado AL6063-T5.
- Absorvedor seletivo de titânio, soldado a laser à grelha de cobre.
- Coeficiente de absorção da superfície seletiva:  $\alpha = 0,95$ .
- Coeficiente de emissão da superfície seletiva:  $\epsilon = 0,05$ .
- Tubos coletores de cobre DN22.
- Ligações do colector em de bronze: F 3/4".
- Grelha de tubos de cobre de 8mm de diâmetro conectada aos tubos coletores de 22mm.
- Vidro temperado com uma espessura de 3,2 mm.
- Transmissividade do vidro:  $\tau = 0,91$ .
- Isolamento posterior em lã de rocha com 25 mm de espessura mais 25mm de poliuretano rígido injetado.
- Isolamento lateral em poliuretano rígido injetado de 25 mm.
- Materiais de estanqueidade: juntas em borracha EPDM.



### CARACTERÍSTICAS

SÉRIE SIRIUS	Referência do coletor	UCS-21VS	UCS-24VS	UCS-28VS
	Dimensões (mm)	1090 x 1900 x 90	1090 x 2190 x 90	1275 x 2190 x 90
	Área total (m <sup>2</sup> )	2,10	2,40	2,80
	Área de abertura (m <sup>2</sup> )	1,87	2,16	2,58
	Volume (L)	1,2	1,3	1,5
	Peso (kg)	31	35	41
	Pressão máxima (bar)	10	10	10
	Temperatura de estagnação (°C)	176	176	176
	Coeficiente de absorção	0,95	0,95	0,95
	Coeficiente de emissão	0,05	0,05	0,05
	Isolamento posterior (mm)	50	50	50
	Isolamento lateral (mm)	25	25	25
	Rendimento ótico (no)		79,7%	
	K1 (W/(m <sup>2</sup> K))		3,689	
K2 (W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> ))		0,012		
Solar Keymark		011-7S2318 F		

## Anexo 5 - Características técnicas do depósito de acumulação

### EXTRA 2 WX

POLYWARM® COATED CALORIFIERS WITH 2 STAINLESS STEEL EXTRACTABLE HEAT EXCHANGERS



#### APPLICATION

Production and storage of domestic hot water (DHW).

#### MATERIAL

Mild steel Polywarm® coated (Attestation ACS - SSICA - DWG - W270 - WRAS)

#### HEAT EXCHANGER

N° 2 Stainless steel 316L heat exchangers (upper: straight - lower: Antilegionella® with tubes bent to the bottom).

#### INSULATION

- HARD: High thermal insulation with ecological polyurethane hard foam.

- SOFT: NOPIRE® polyester fleece 100% made of recyclable material, with high thermal insulation. Fire resistance class B-s2d0 according to EN 13501.

Grey PVC external lining.

#### CATHODE PROTECTION

Magnesium anode. Models > 1500 l\* 2 magnesium anodes.

#### DRAIN

External confluence through drain connection. Models > 1000 external confluence through drain pipe.

#### GASKET-FLANGE PLATE

Silicone gaskets suitable for water intended for human consumption (tested according to 98/83/CE), max temperature up to 200°C. Mild steel exchanger head with anticorrosion treatment.

#### WARRANTY

5 years - See general sales conditions and warranty

#### ACCESSORIES AND SPARE PARTS

See Accessories section for the entire list.



#### EXTRA 2 WXB

Model	Art. Nr.	Price €	STAINLESS STEEL 316L HEAT EXCHANGER SURFACE		ENERGY EFFICIENCY CLASS ErP
			Lower	Upper	
200	3084162360001	1.791,00	0,5	0,5	B
300	3084162360002	1.999,00	0,75	0,75	C
500	3084162360003	2.641,00	1,5	1,5	C
800	3084162360004	3.806,00	2	2	B
1000	3084162360005	4.245,00	3	2	C
1500	3084162360006	5.622,00	3	3	C
2000	3084162360007	7.537,00	4	4	B



#### EXTRA 2 WXC

Model	Art. Nr.	Price €	STAINLESS STEEL 316L HEAT EXCHANGER SURFACE		ENERGY EFFICIENCY CLASS ErP
			Lower	Upper	
500	3082162360133	2.466,00	1,5	1,5	C
800	3082162360134	3.455,00	2	2	C
1000	3082162360135	3.848,00	3	2	C
1500	3082162360136	5.107,00	3	3	C
2000	3082162360137	6.852,00	4	4	C
2500	3082162360113	7.668,00	5	5	
3000	3082162360108	8.342,00	6	6	
4000	3082162360110	11.239,00	8	8	
5000	3082162360112	13.251,00	10	10	

### ACCESSORIES

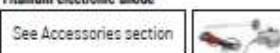
#### ELECTRIC IMMERSION HEATERS

Mod.	MONOPHASE			THREEPHASE					
	1.5 kW	2 kW	3 kW	4 kW	5 kW	6 kW	9 kW	12 kW	
	S24000000051	S24000000052	S24000000053	S24000000047	S24000000048	S24000000049	S24000000050	S24000000051	
	€ 247,00	€ 249,00	€ 251,00	€ 348,00	€ 351,00	€ 352,00	€ 361,00	€ 481,00	
	Ignition time from 10 °C to 45 °C with electric immersion heaters [min]								
200	49	87	65						
300	76	136	102						
500	127	228	171						
800	178	318	239						
1000	243	436	327						
1500	288	516	387	163	131	109	73	54	
2000	443	793	595	194	155	129	86	65	
2500	577	1033	775	297	238	198	132	99	
3000	577	1033	775	387	310	258	172	129	
4000	797	1428	1071	387	310	258	172	129	
5000	1040	1864	1398	535	428	357	238	178	
				699	559	466	311	233	

#### \*Easy Control® Electronic Display-mounted on tank

ART. NR.	€	FOR MODELS
5005000310002	465,00	WXC
5005000310003	474,00	WXB

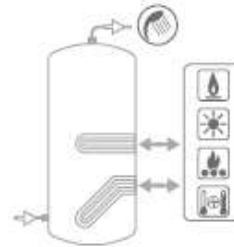
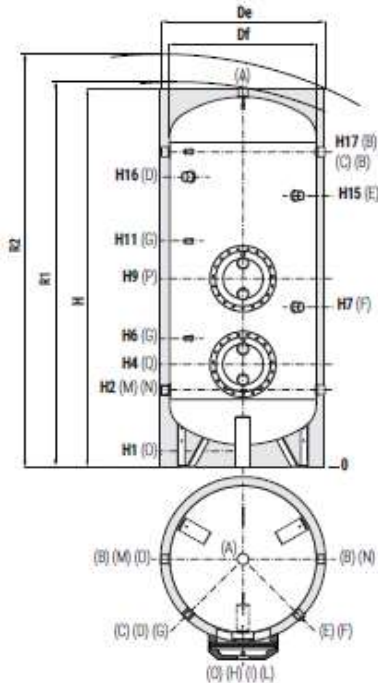
#### Titanium electronic anode



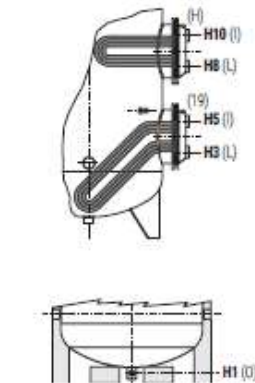
# EXTRA 2 WX

POLYWARM® COATED CALORIFIERS WITH 2 STAINLESS STEEL EXTRACTABLE HEAT EXCHANGERS

Model	STORAGE		HEAT EXCHANGER	
	P <sub>max</sub>	T <sub>max</sub>	P <sub>max</sub>	T <sub>max</sub>
200 - 1000	8 bar	90 °C	12 bar	110 °C
1500 + 5000	6 bar			



- A** Domestic hot water outlet
- B** Recirculation / Domestic hot water outlet
- C** Connection for instrumentation 1/2" F
- D** Connection for electric immersion heater 1" 1/2 F  
For models > 800 connection 2" F
- E** Connection for 2nd magnesium anode 1" 1/4 F (only for models > 1500)
- F** Connection for magnesium anode 1" 1/4 F
- G** Connection for instrumentation 1/2" F
- H** Heat exchangers drain 3/8" F
- I** Primary circuit outlet upper heat exchanger 1" F  
For models > 800 connection 2" F
- M** Domestic cold water circuit inlet
- N** Alternative domestic cold water circuit inlet or connection for more boilers
- O** Drain 1" 1/4 F  
For model 1000 connection 1" 1/2 F  
For models > 1000 1" F
- P** Upper heat exchanger flange
- Q** Lower heat exchanger flange



Models from 1500 to 5000 have two grips on the bottom which allow the use of forklift when handling and drain pipe already fitted.

EXTRA CALORIFIERS AND DHW ACCUMULATION TANKS

## EXTRA 2 WXB - HARD FOAM INSULATION

Model	Volume Weight		De	H	R1	R2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H15	H16	H17	P-Q	M-N	A
	[l]	[kg]																					
200	193	70	550	1449	1560	85	325	360	410	460	520	650	810	860	910	970	//	1075	1185	Ø1220/Øe300	1" 1/4	1" 1/4	
300	295	84	650	1499	1640	85	350	385	435	485	545	735	835	885	935	995	//	1100	1210	Ø1220/Øe300	1" 1/4	1" 1/4	
500	503	112	750	1800	1960	85	375	410	460	510	570	760	860	910	960	1020	//	1329	1485	Ø1220/Øe300	1" 1/4	1" 1/4	
800	799	177	900	2135	2330	85	405	450	540	630	690	870	1000	1090	1180	1240	//	1610	1765	Ø1300/Øe380	1" 1/4	1" 1/4	
1000	1047	226	1000	2221	2450	103	458	503	593	683	743	993	1053	1143	1233	1293	//	1664	1818	Ø1300/Øe380	1" 1/2	1" 1/2	
1500	1450	269	1100	2415	2660	109	440	585	675	765	825	1075	1160	1250	1340	1400	//	1895	2050	Ø1300/Øe380	1" 1/2	2"	
2000	1985	337	1300	2492	2820	91	467	587	692	797	867	842	1157	1262	1367	1437	1952	1877	2057	Ø1350/Øe430	2"	2"	

## EXTRA 2 WXC - DISMOUNTABLE SOFT FLEECE INSULATION

Mod.	Vol. Weight		De	Df	H	R1	R2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H15	H16	H17	P-Q	M-N	A	
	[l]	[kg]																							
500	503	105	870	650	1841	1998	2090	101	416	451	501	551	611	801	901	951	1001	1061	//	1370	1526	Ø1220/Øe300	1" 1/4	1" 1/4	
800	799	177	970	750	2188	2220	2400	113	433	478	568	658	718	898	1028	1118	1208	1268	//	1638	1793	Ø1300/Øe380	1" 1/4	1" 1/4	
1000	1047	226	1070	850	2242	2270	2490	101	454	499	589	679	739	989	1049	1139	1229	1289	//	1660	1814	Ø1300/Øe380	1" 1/2	1" 1/2	
1500	1450	269	1210	950	2440	2495	2730	109	440	585	675	765	825	1075	1160	1250	1340	1400	//	1895	2050	Ø1300/Øe380	1" 1/2	2"	
2000	1985	337	1360	1100	2492	2570	2850	91	467	587	692	797	867	842	1157	1262	1367	1437	1952	1877	2057	Ø1350/Øe430	2"	2"	
2500	2322	399	1380	1250	2311	2480	2690	140	551	671	776	881	951	976	1271	1376	1481	1551	1816	1732	1891	Ø1350/Øe430	2"	2"	
3000	2928	464	1350	1250	2811	2950	3130	140	551	731	836	941	1011	1036	1371	1476	1581	1651	2316	2232	2391	Ø1350/Øe430	2"	2"	
4000	3776	618	1500	1400	2875	3050	3250	114	570	750	855	960	1030	1035	1390	1495	1600	1670	2315	2238	2410	Ø1350/Øe430	2"	2"	
5000	4990	768	1700	1600	2915	3130	3380	94	580	750	855	960	1030	1035	1400	1505	1610	1680	2335	2265	2420	Ø1350/Øe430	2"	2"	

## Anexo 6 – Características técnicas das caldeiras



### Condens 5000 W

ZBR 100-3

7736701403

Os dados correspondem aos requisitos dos Regulamentos (UE) 811/2013 e (UE) 813/2013.

Dados do produto	Símbolo	Unidade	7736701403
Classe de eficiência energética			-
Potência calorífica nominal	Prated	kW	95
Eficiência energética do aquecimento ambiente sazonal	$\eta_s$	%	-
Consumo anual de energia (condições climáticas médias)	$Q_{HE}$	kWh	-
Consumo anual de energia	$Q_{HE}$	GJ	-
Nível de potência sonora, no interior	$L_{WA}$	dB	-
Medidas especiais a tomar na montagem, instalação ou manutenção (caso aplicável)			-
Caldeira de condensação			sim
Caldeira de baixa temperatura			não
Caldeira B1			não
Aquecedor de ambiente de cogeração			não
Equipada com um aquecedor suplementar?			-
Aquecedor combinado			não
<b>Potência térmica útil</b>			
Com potência calorífica nominal e regime de alta temperatura	$P_4$	kW	94,5
Com 30% de potência calorífica nominal e regime de baixa temperatura	$P_1$	kW	31,2
<b>Rendimento</b>			
Com de potência calorífica nominal e regime de alta temperatura	$\eta_4$	%	87,4
Com 30% de potência calorífica nominal e regime de baixa temperatura	$\eta_1$	%	97,2
<b>Consumo de energia auxiliar</b>			
Com plena carga	$e_{lmax}$	kW	0,155
Com carga parcial	$e_{lmin}$	kW	0,025
No modo de vigília	$P_{SB}$	kW	0,006
<b>Outras indicações</b>			
Perda de calor em modo de vigília	$P_{stby}$	kW	0,088
Consumo energético do queimador de ignição	$P_{ign}$	kW	-
Emissão de óxidos de azoto (apenas para gás ou óleo)	$NO_x$	mg/kWh	39

Medidas específicas para a instalação e manutenção, assim como reciclagem e/ou eliminação estão descritas nos manuais de instalação e de instruções. Leia e siga os manuais de instalação e de instrução.

## Anexo 7 – Características técnicas do dissipador de calor



### Aeroterms



Código	Descripción	Potencia (Kw)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	40% Prop. Glicol de 90 -> 77°C T <sub>ambiente</sub> = 35°C			Dimensiones	Conexiones	Peso (Kg)	dB (A)
				PC (Kpa)	Consumo (W)					
ZAES012	Aeroterms para 8 captadores	12	0,9	10,9	72		542 x 500 x 445	Ø 1"	21	31
ZAES013	Aeroterms para 12 captadores	18	1,3	8,5	165		542 x 500 x 470	Ø 1"	26	35
ZAES014	Aeroterms para 20 captadores	31	2,3	15,2	490		695 x 700 x 515	Ø 1 1/4"	40	40
ZAES015	Aeroterms para 30 captadores	44	3,3	12,8	680		695 x 700 x 546	Ø 1 1/4"	44	43
ZAES016	Aeroterms para 40 captadores	59	4,4	17,1	680		835 x 800 x 546	Ø 1 1/2"	62	42
ZAES017	Aeroterms para 50 captadores	80	6	10,9	1.160 x 1		1265 x 1070 x 575	Ø 1 1/2"	89	45
ZAES018	Aeroterms para 75 captadores	117	8,8	15,2	1.160 x 1		1265 x 1070 x 575	Ø 2"	103	45
ZAES019	Aeroterms para 100 captadores	160	11,9	8,3	1.160 x 2		2305 x 1070 x 655	Ø 2 1/2"	155	48
ZAES020	Aeroterms para 150 captadores	235	17,5	29,3	1.160 x 2		2305 x 1070 x 655	Ø 2 1/2"	183	48
ZAES021	Aeroterms para 200 captadores	312	23,3	22,7	1.160 x 3		3345 x 1070 x 655	Ø 2 1/2"	-	50

## Anexo 8 – Características técnicas dos permutadores de calor



### Alfa Laval TL3

#### Gasketed plate-and-frame heat exchanger for a wide range of applications

Alfa Laval Industrial line is a wide product range that is used in virtually all types of industry.

The relatively tall plate makes this model suitable for duties with long temperature programs and when high heat recovery is appreciated. A large range of plate and gasket types is available.

In addition to normal single plate configuration, this model is also available with double wall plates. Double wall plates are used as an extra precaution to avoid intermixing of fluids.

#### Applications

- Biotech and Pharmaceutical
- Chemicals
- Energy and Utilities
- Food and Beverages
- Home and Personal care
- HVAC and Refrigeration
- Machinery and Manufacturing
- Marine and Transportation
- Mining, Minerals and Pigments
- Pulp and Paper
- Semiconductor and Electronics
- Steel
- Water and Waste treatment

#### Benefits

- High energy efficiency – low operating cost
- Flexible configuration – heat transfer area can be modified
- Easy to install – compact design
- High serviceability – easy to open for inspection and cleaning and easy to clean by CIP
- Access to Alfa Laval's global service network

#### Features

Every detail is carefully designed to ensure optimal performance, maximum uptime and easy maintenance. Selection of available features:

- Corner guided alignment system
- Clip-on gasket
- Leak chamber
- Fixed bolt head
- Key hole bolt opening
- Lifting lug
- Lining
- Lock washer
- Tightening bolt cover



#### Extending performance

##### with Alfa Laval 360° Service Portfolio

Our extensive services ensure top performance from your Alfa Laval equipment throughout its life cycle. The availability of parts and our team's commitment and expertise bring you peace of mind.

#### Start-up

- Installation
- Installation Supervision
- Commissioning

#### Maintenance

- Cleaning Services
- Reconditioning
- Repair
- Service Tools
- Spare Parts

#### Support

- Exclusive Stock
- Technical Documentation
- Telephone Support
- Training
- Troubleshooting

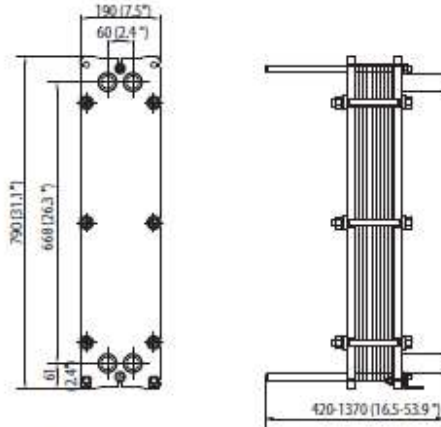
#### Improvements

- Equipment Upgrades
- Redesign
- Replacement and Retrofit

#### Monitoring

- Condition Audit
- Performance Audit

**Dimensional drawing**  
Measurements mm (inches)



**Operational data**

Frame, PV-code	Max. design pressure (barg/psig)	Max. design temperature (°C/°F)
FG, ASME	10.3/150	180/356
FG, PED	16.0/232	180/356

Extended pressure and temperature rating may be available on request.

**Pipe connections**

Threaded port	ISO 228 - G 1 1/4
External tapered threaded	ISO 7 - R 1 1/4 1 1/4 - 11.5 NPT

Other connection types may be available on request.

**Technical data**

**Plates**

Name	Type	Free channel, mm (inches)
TL3-B	Single plate	1.8 (0.07)
TL3-P	Single plate	3.0 (0.12)
TL3-BD	Double wall plate	1.8 (0.07)

**Materials**

Heat transfer plates	304/304L, 316/316L, 254 Ti
Field gaskets	NBR, EPDM, FKM
Pipe connections	Stainless steel, titanium
Frame and pressure plate	Carbon steel, epoxy painted

Other materials may be available on request.

All option combinations may not be configurable.

**How to contact Alfa Laval**

Contact details for all countries are continually updated on our website. Please visit [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com) to access the information direct.



## Alfa Laval M3

### Gasketed plate-and-frame heat exchanger for a wide range of applications

Alfa Laval Industrial line is a wide product range that is used in virtually all types of industry.

Suitable for a wide range applications, this model is available with a large selection of plate and gasket types.

In addition to normal single plate configuration, this model is also available with double wall plates. Double wall plates are used as an extra precaution to avoid intermixing of fluids.

#### Applications

- Biotech and Pharmaceutical
- Chemicals
- Energy and Utilities
- Food and Beverages
- Home and Personal care
- HVAC and Refrigeration
- Machinery and Manufacturing
- Marine and Transportation
- Mining, Minerals and Pigments
- Pulp and Paper
- Semiconductor and Electronics
- Steel
- Water and Waste treatment

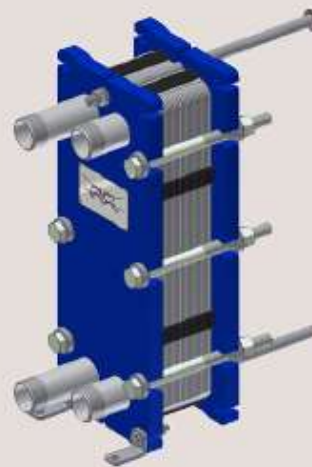
#### Benefits

- High energy efficiency – low operating cost
- Flexible configuration – heat transfer area can be modified
- Easy to install – compact design
- High serviceability – easy to open for inspection and cleaning and easy to clean by CIP
- Access to Alfa Laval's global service network

#### Features

Every detail is carefully designed to ensure optimal performance, maximum uptime and easy maintenance. Selection of available features:

- Glued gasket
- Clip-on gasket
- Leak chamber
- Fixed bolt head
- Key hole bolt opening
- Lifting lug
- Lining
- Lock washer
- Tightening bolt cover



#### Extending performance

##### with Alfa Laval 360° Service Portfolio

Our extensive services ensure top performance from your Alfa Laval equipment throughout its life cycle. The availability of parts and our team's commitment and expertise bring you peace of mind.

#### Start-up

- Installation
- Installation Supervision
- Commissioning

#### Maintenance

- Cleaning Services
- Reconditioning
- Repair
- Service Tools
- Spare Parts

#### Support

- Exclusive Stock
- Technical Documentation
- Telephone Support
- Training
- Troubleshooting

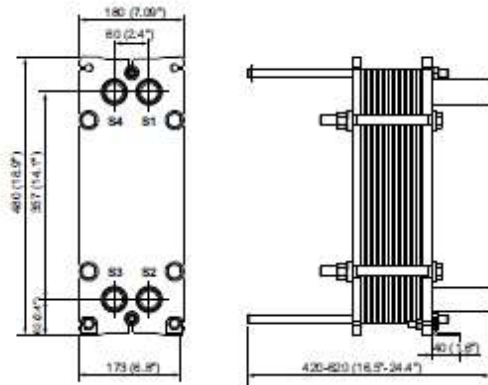
#### Improvements

- Equipment Upgrades
- Redesign
- Replacement and Retrofit

#### Monitoring

- Condition Audit
- Performance Audit

**Dimensional drawing**  
Measurements mm (inches)



The number of tightening bolts may vary depending on pressure rating.

**Technical data**

**Plates**

Name	Type	Free channel, mm (inches)
M3	Single plate	2.4 (0.095)
M3-D	Double wall plate	2.4 (0.095)
M3-G	Gemini (hygienic) Double wall	2.4 (0.095)
M3-X	Single plate Diagonal flow	2.4 (0.095)

**Materials**

Heat transfer plates	316/316L C-276 Ti, TiPd
Field gaskets	NBR, EPDM, FKM
Flange connections	Carbon steel
Pipe connections	Stainless steel, titanium
Frame and pressure plate	Carbon steel, epoxy painted

Other materials may be available on request.

All option combinations may not be configurable.

**Operational data**

Frame, PV-code	Max. design pressure (barg/psig)	Max. design temperature (°C/°F)
FG, ASME	10.3/150	177/350
FG, PED	16.0/232	180/356

Extended pressure and temperature rating may be available on request.

**Pipe connections**

Threaded port	ISO 228 - G 1 1/4
Internal parallel threaded	ISO 228 - G 1
External parallel threaded	ISO 228 - G 1 1/4 B
External tapered threaded	ISO 7 - R 1 1/4 1 1/4 - 11.5 NPT

Other connection types may be available on request.

**How to contact Alfa Laval**

Contact details for all countries are continually updated on our website. Please visit [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com) to access the information direct.



## Alfa Laval T2

### Gasketed plate-and-frame heat exchanger for a wide range of applications

Alfa Laval Industrial line is a wide product range that is used in virtually all types of industry.

Suitable for a wide range of applications, this is the smallest model in the industrial range of gasketed plate-and-frame heat exchangers.

#### Applications

- Biotech and Pharmaceutical
- Chemicals
- Energy and Utilities
- Food and Beverages
- Home and Personal care
- HVAC and Refrigeration
- Machinery and Manufacturing
- Marine and Transportation
- Mining, Minerals and Pigments
- Pulp and Paper
- Semiconductor and Electronics
- Steel
- Water and Waste treatment

#### Benefits

- High energy efficiency – low operating cost
- Flexible configuration – heat transfer area can be modified
- Easy to install – compact design
- High serviceability – easy to open for inspection and cleaning and easy to clean by CIP
- Access to Alfa Laval's global service network

#### Features

Every detail is carefully designed to ensure optimal performance, maximum uptime and easy maintenance. Selection of available features:

- Clip-on gasket
- Leak chamber
- Lining



#### Extending performance

##### with Alfa Laval 360° Service Portfolio

Our extensive services ensure top performance from your Alfa Laval equipment throughout its life cycle. The availability of parts and our team's commitment and expertise bring you peace of mind.

#### Start-up

- Installation
- Installation Supervision
- Commissioning

#### Maintenance

- Cleaning Services
- Reconditioning
- Repair
- Service Tools
- Spare Parts

#### Support

- Exclusive Stock
- Technical Documentation
- Telephone Support
- Training
- Troubleshooting

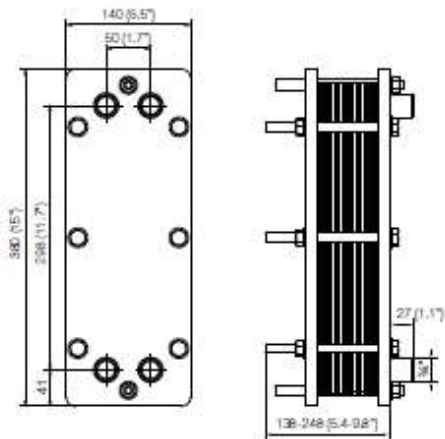
#### Improvements

- Equipment Upgrades
- Redesign
- Replacement and Retrofit

#### Monitoring

- Condition Audit
- Performance Audit

**Dimensional drawing**  
Measurements mm (inches)



**Operational data**

Frame, PV-code	Max. design pressure (barg/psig)	Max. design temperature (°C/°F)
FG, pvcALS	16.0/232	180/356

Extended pressure and temperature rating may be available on request.

**Pipe connections**

External tapered threaded ISO 7 - R 3/4

Other connection types may be available on request.

**Technical data**

**Plates**

Name	Type	Free channel, mm (inches)
T2-B	Single plate	2.4 (0.095)

**Materials**

Heat transfer plates	316/316L Ti
Field gaskets	NBR, EPDM
Pipe connections	Stainless steel, titanium
Frame and pressure plate	Carbon steel, epoxy painted

Other materials may be available on request.

All option combinations may not be configurable.

CHE00075EN 2016-04

Alfa Laval reserves the right to change specifications without prior notification.

**How to contact Alfa Laval**

Contact details for all countries are continually updated on our website. Please visit [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com) to access the information direct.



## Alfa Laval CB30 / CBH30

### Trocador de calor a placas soldadas

Os trocadores de calor a placas soldadas Alfa Laval CB oferecem transmissão de calor eficiente com uma pegada pequena.

#### Aplicações

- Aquecimento e resfriamento HVAC
- Refrigeração
- Resfriamento de óleo
- Aquecimento e resfriamento industrial

#### Benefícios

- Compacto
- Fácil de instalar
- Autolimpante
- Baixo nível de serviço e manutenção necessários
- Todas as unidades são testadas em relação a pressão e vazamento
- Semi gaxeta

#### Projeto

O material de soldagem veda e mantém as placas juntas nos pontos de contato, garantindo a eficiência ideal da transmissão de calor e resistência à pressão. Usando avançadas tecnologias de projeto e verificação extensiva, garante o mais alto desempenho e uma vida útil o mais longa possível.

Diferentes pressões nominais estão disponíveis para necessidades diferentes.

A unidade pode ser fornecida com um sistema de distribuição refrigerante para desempenho ideal do evaporador.

Com base em componentes padrão e um conceito modular, cada unidade é criada de modo personalizado para atender às necessidades específicas de cada instalação individual.



#### Exemplos de conexões



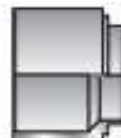
Fio externo



Fio interno



Soldagem



Solda a ponto

## Dados técnicos

### Materiais padrão

Chapas de cobertura	Aço inoxidável
Conexões	Aço inoxidável
Placas	Aço inoxidável
Metálico para travagem	Cotão

### Dimensões e peso<sup>1</sup>

Medida A (mm)	13 + (2,31 * n)
Medida A (polegadas)	0,51 + (0,09 * n)
Peso (kg <sup>2</sup> )	1,2 + (0,11 * n)
Peso (lb <sup>2</sup> )	2,65 + (0,24 * n)

1. n = número de chapas
2. Exceto conexões

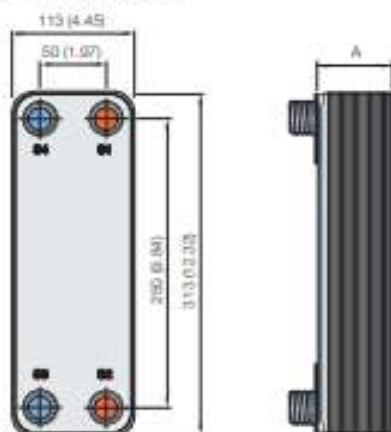
### Dados padronizados

Voluma por canal, litros (gal)	0,054 (0,014)
Tamanho máximo da partícula, mm (polegadas)	1 (0,039)
Velocidade máxima <sup>1</sup> m/h (gpm)	14 (52)
Direção do fluxo	Paralela
Número mínimo de chapas	4
Número máximo de chapas	150

1. Água a 5 m/s (16,4 ft/s) (velocidade da conexão)

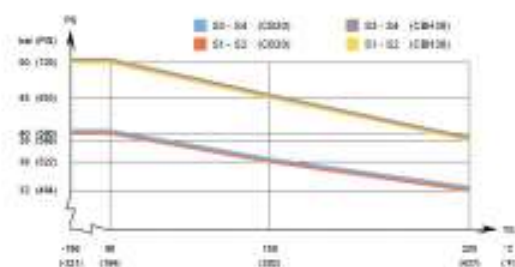
### Desenho dimensional

Medidas em mm (polegadas)



## Pressão e temperatura do projeto

CBM30 - Gráfico de pressão/temperatura com aprovação do PED



CBM30 - Gráfico de pressão/temperatura com aprovação do UL



Projetado para vácuo total.

Os trocadores de calor a placas da Alfa Laval estão disponíveis em uma ampla variedade de aprovações de tanque de pressão. Entre em contato com o representante da Alfa Laval para obter mais informações.

**NOTA:** Os valores acima devem ser usados como uma indicação. Para obter os valores exatos, use o desenho gerado pelo configurador da Alfa Laval ou entre em contato com o representante da Alfa Laval.

### Aprovações pela marinha

O CBM30 pode ser fornecido com o certificado de classificação emitido pela marinha (ABS, BV, CCS, ClassNK, DNV, GL, LR, RINA, RMRS)

## Anexo 9 – Características técnicas do tubo de cobre

### 2.2.3 Tubos de cobre

Os tubos de cobre, que podem ser utilizados para o sistema XPress de cobre para aplicação nos sistemas de água, devem ser conformes à norma EN 1057 R220/R250/R290. Os tubos de cobre, que podem ser utilizados para o sistema XPress para aplicação nos sistemas de gás, devem ser conformes à norma EN 1057 R250/R290. A norma EN 1057 aplica-se aos tubos de cobre sem soldaduras ou de cobre ligado para aplicação nos sistemas de água potável, de gás e de aquecimento.

Faz-se a distinção entre os tubos de liga mole, semi-rígida e rígida, identificados respectivamente pelos códigos R220, R250 e R290, de acordo com a lei relativa à economia de energia (EnEG). Quanto maior for o número, mais rígido é o metal. Estes valores fazem referência à resistência do tubo à tracção (220 N/mm<sup>2</sup>, 250 N/mm<sup>2</sup> e 290 N/mm<sup>2</sup>).

#### Resistência e reacção ao fogo

Os tubos de cobre não isolados, certificados de acordo com a norma EN 1057 /DVGW, são considerados tubos incombustíveis, em conformidade com os materiais de construção da classe A (alemã) – DIN 4102, Parte 1.

#### Isolação térmica

Os tubos de água quente devem ser isolados para evitar qualquer perda de calor, de acordo com os regulamentos relativos às instalações térmicas, consulte as instruções do fabricante. Evite a corrosão externa procurando evitar que os materiais de isolação utilizados contenham componentes de amoníaco ou de nitrato (página 74). Minimize igualmente o risco de corrosão externa utilizando, sendo possível, materiais de isolação munidos de uma camada anti-vapor. É igualmente possível prever materiais como o Densopaste ou uma bainha sintética entre a superfície externa do tubo de cobre e a isolação. Para as instalações nos Países Baixos, é necessário respeitar as fichas de trabalho VEWIN.

#### Aplicações

- Todas as instalações de água potável, de acordo com o Decreto alemão sobre a água potável (TrinkwV) e a Directiva Europeia 98, a norma DIN 50930, Parte 6, e a norma DIN 1988
- Instalações de água fria e quente
- Instalações de aquecimento de água (sistemas de bomba, de água quente e de aquecimento)
- Sistemas de aquecimento urbano
- Instalação solares\*
- Sistemas de ar comprimido\*
- Instalações de água de arrefecimento/industrial
- Fábricas de exploração da água das chuvas
- Instalações de gás\*
- Instalações de combustível EL (extra ligeiro)\*
- Construção naval

Tubos de cobre segundo a EN1057										
Ø externo (mm)	Espessura da parede (mm)									
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5
12	R250				R220					
15		R250			R220 R250 R290					
18					R250 R290					
22				R250	R250 R290	R220				
28				R250	R290		R250	R290		
35					R290		R250 R290	R290		
42					R290		R250 R290	R290		
54					R290		R250 R290		R290	
64							R250 R290		R290	
67							R250 R290		R290	
76,1								R250 R290	R290	
88,9									R290	
108								R250 R290		R290

## Anexo 10 – Folha de cálculo para as perdas de carga da tubagem e acessórios

BC1								Coef. Perdas Localizadas: 20%			Coef. de segurança: 10%				
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento	
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]	
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>
5 Coletor	525	18	16	0,73	11570	0,030	0,051	16	0,81	0,16	Coletor	1,00	2,17	3,2	75,0
10 coletor	1050	20	22	0,77	16830	0,027	0,037	16	0,60	0,12			0,79	6,1	76,0
15 coletor	1575	28	26	0,82	21361	0,026	0,034	16	0,55	0,11			0,73	8,5	77,0
20 coletor	2100	35	32	0,73	23141	0,025	0,021	16	0,34	0,07			0,45	12,9	78,0
25 coletor	2625	35	32	0,91	28926	0,024	0,031	16	0,50	0,10			0,66	12,9	79,0
30 coletor	3150	42	40	0,70	27769	0,024	0,015	16	0,24	0,05			0,31	20,1	
60 coletor	6300	54	51	0,86	43559	0,022	0,016	200	3,19	0,64	Permutador	3,50	8,06	408,6	
													13,17		
BC2								Coef. Perdas Localizadas: 20%			Coef. de segurança: 10%				
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento	
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]	
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>
Secundário solar	6300	54	51	0,86	43559	0,022	0,016	10	0,16	0,03	Permutador	3,50	4,06	20,4	75,0
BC3 e BC4								Coef. Perdas Localizadas: 20%			Coef. de segurança: 10%				
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento	
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]	
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>
Solar /AQS /Dep1 e Dep 2	2200	35	32	0,76	24243	0,025	0,023	20	0,46	0,09	Permutador	3,50	4,46	16,1	75,0
BC5								Coef. Perdas Localizadas: 20%			Coef. de segurança: 10%				
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento	
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]	
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>
Solar / piscinas desportiva	3424	40	42	0,69	28747	0,024	0,014	20	0,27	0,05	Permutador	3,50	4,21	27,7	75,0

BC6														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Solar / piscinas aprendizagem	607	18	16	0,84	13378	0,029	0,065	20	1,31	0,26	Permutador	3,50	5,58	4,0	75,0		
BC7														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Solar / piscinas bebés	260	15	13	0,54	7052	0,035	0,040	20	0,80	0,16	Permutador	3,50	4,91	2,7	75,0		
BC8														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Solar / spas	43	15	13	0,09	1166	0,055	0,002	20	0,03	0,01	Permutador	3,50	3,90	2,7	75,0		
BC9														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Primário caldeiras	43000	108	104	1,41	145795	0,017	0,016	40	0,65	0,13	Permutador	2,00	3,06	339,8	75,0		
BC10														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\Phi_{\text{exterior}}$	$\Phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Cald. /Piscina desportiva	16000	64	60	1,57	94032	0,019	0,039	20	0,78	0,16	Permutador	3,50	4,88	56,5	75,0		

BC11														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Cald. /Piscina aprendizagem	2860	42	40	0,63	25212	0,025	0,013	20	0,25	0,05	Permutador	3,50	4,18	25,1	75,0		
BC12														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Cald. /Piscina bebés	1260	28	26	0,66	17088	0,027	0,023	20	0,46	0,09	Permutador	3,50	4,46	10,6	75,0		
BC13														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Cald. /spas	70	15	13	0,15	1899	0,034	0,003	20	0,06	0,01	Permutador	3,50	3,92	2,7	75,0		
BC14 e BC15														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
DAQ1 e DAQ2	2200	35	32	0,76	24243	0,025	0,023	20	0,46	0,09	Permutador	3,50	4,46	16,1	75,0		

BC16														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Circuito UC1	16800	88,9	84,9	0,82	69776	0,020	0,008	20	0,16	0,03	Permutador 0,00	0,21	113,2	75,0			
Circuito UC2	11200	76,1	72,1	0,76	54776	0,021	0,008	20	0,17	0,03	Permutador 0,00	0,22	81,7	75,0			
Circuito UC3	5600	54	50	0,79	39493	0,022	0,014	20	0,28	0,06	Permutador 3,50	4,23	39,3	75,0			
												4,66					
BC17														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
Circuito REC1	4610	54	50	0,65	32512	0,023	0,010	20	0,20	0,04	Permutador 0,00	0,27	39,3	75,0			
Circuito REC2	3870	42	40	0,86	34116	0,023	0,021	10	0,21	0,04	Permutador 0,00	0,28	12,6	75,0			
Circuito REC3	2305	35	32	0,80	25400	0,025	0,025	10	0,25	0,05	Permutador 0,00	0,33	8,0	75,0			
Circuito REC4	740	22	20	0,65	13047	0,029	0,032	10	0,32	0,06	Permutador 3,50	4,27	3,1	75,0			
												5,15					
BC18														Coef. Perdas Localizadas: 20%		Coef. de segurança: 10%	
Troço	Caudal	$\phi_{\text{exterior}}$	$\phi_{\text{interior}}$	v	Reynolds	f	$\Delta p$	L da tubagem	$\Delta P$ Linha	$\Delta P$ Localizada	$\Delta P$ Equipamento	$\Delta P$ Total	Volume do troço	Volume do equipamento			
	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[-]	[-]	[mca/m]	[m]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[litros]	[litros]			
<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>	<i>Inserir</i>	<i>Calculado</i>	<i>Calculado</i>	<i>Inserir</i>		
UC1 piscinas	11100	76,1	72,1	0,76	54287	0,021	0,008	20	0,17	0,03	Permutador 0,00	0,22	81,7	75,0			
UC2 piscinas	7400	64	60	0,73	43490	0,022	0,010	20	0,19	0,04	Permutador 0,00	0,26	56,5	75,0			
UC3 piscinas	3700	42	40	0,82	32617	0,023	0,020	20	0,40	0,08	Permutador 7,00	8,22	25,1	75,0			
												8,70					



Quantid.	Descrição
	Distância entre flanges: 250 mm
	<b>Car. eléctricas:</b>
	Pot. abs. - P1: 16.01 .. 615 W
	Frequência da rede: 50 Hz
	Tensão nominal: 1 x 230 V
	Consumo máximo de energia: 0.18 .. 2.71 A
	Classe de protecção (IEC 34-5): X4D
	Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b>
	Energia (EEI): 0.20
	Peso líquido: 16.9 kg
	Peso bruto: 18.2 kg
	Volume de expedição: 0.039 m <sup>3</sup>
	País de origem: DE
	Nº taxa aduaneira: 84137030





Nome empresa:

Criado por:


Telefone:

Data:

07/03/2020

Quantid.	Descrição
	<b>Car. eléctricas:</b>
	Pot. abs. - P1: 8 .. 175 W
	Frequência da rede: 50 / 60 Hz
	Tensão nominal: 1 x 230 V
	Consumo máximo de energia: 0.08 .. 1.41 A
	Classe de protecção (IEC 34-5): X4D
	Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b>
	Energia (EEI): 0.20
	Peso líquido: 5 kg
	Peso bruto: 5.5 kg
	Volume de expedição: 0.013 m <sup>3</sup>
	Finnish LVI No.: 4615312
	País de origem: DE
	Nº taxa aduaneira: 84137030

## Anexo 13 – Características técnicas da bomba circuladora BC3 e BC4

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 07/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<b>ALPHA2 15-80 130</b>    Código: 09411116	<p style="text-align: center;"><i>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</i></p> <p>High efficiency canned-rotor circulator, designed for circulating liquids in domestic heating systems. With a world-class energy efficiency index (EEI) well below the ErP benchmark it ensures substantial energy savings.</p> <p><b>Features</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AUTOADAPT which provides the ultimate comfort levels with the lowest possible energy consumption and makes the commissioning safe and easy</li> <li>Night-setback function which saves energy</li> <li>Manual Summer mode saves energy during summertime and ensure safe start in the heating season</li> <li>Intuitive one-button operation makes selection of any control mode simple</li> <li>No external motor protection required reducing installation time</li> <li>High-torque start improves startup under harsh conditions</li> <li>Maintenance free due to canned-rotor design and use of robust components</li> <li>ALPHA plug makes electrical installation quick and easy</li> <li>Insulating shells are supplied with pumps to minimize heat loss in heating systems</li> <li>Hydronic balancing by temporary use of the ALPHA Reader and the Grundfos GO Balance App enables the installer to perform fast and easy hydronic balancing</li> </ul> <p>When using the ALPHA2 with two other components the ALPHA Reader and the Grundfos GO Balance app, it enables the installers to perform fast and easy hydronic balancing - without compromising on reliability, efficiency and easy installation.</p> <p>The AUTOADAPT function continuously adjusts the pump performance to the actual heat demand, i.e. the size of the system and the changing heat demand during the year. The function will find the setting that provides optimal comfort with minimal energy consumption. It contributes to fast, safe and easy commissioning.</p> <p>In addition, the pump also features three control modes - each with three settings</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proportional-pressure control</li> <li>constant-pressure control</li> <li>constant-curve mode</li> </ul> <p>The display shows the actual power consumption in Watts or actual flow in m3/h as well as alarms and warnings. LEDs indicate the actual operating status.</p> <p>The night-setback function, when enabled automatically reduces the motor speed to save energy. The changeover depends on a change in the flow-pipe temperature.</p>

Quantid.	Descrição
	<p>Manual summer mode; once enabled, the pump is automatically started frequently at low speed to avoid blocking the rotor. At the same time, it saves energy.</p> <p>The pump is of the canned-rotor type, which means that the pump and motor form an integral unit. The bearings are lubricated by the pumped liquid ensuring maintenance-free operation. The pump features dry-running protection.</p> <p>The pump has a ceramic shaft and radial bearings, carbon thrust bearing, stainless-steel rotor can, bearing plate and rotor cladding, composite impeller, all of which contribute to long life.</p> <p>The pump is self-venting through the system, which contributes to easy commissioning. The compact design featuring pump head with integrated control box and control panel fits into most common installations.</p> <p>The pump housing is made of cast iron and electrocoated to improve the corrosion resistance.</p> <p>The motor is a synchronous permanent-magnet/compact-stator motor characterized by high efficiency. The pump speed is controlled by an integrated frequency converter incorporated in the control box.</p> <p><b>Líquido:</b> Líquido bombeado: Água de aquecimento Gama de temperatura do líquido: 2 .. 110 °C Densidade: 983.2 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Técnicos:</b> Caudal efectivo calculado: 2130 l/h Altura manométrica resultante da bomba: 4.389 m Classe TF: 110 Homologações na chapa de características: VDE,CE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b> Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-150 ASTM A48-150B Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b> Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C Pressão máx. de funcionamento: 10 bar Ligação à tubagem: G 1 Estágio da pressão: PN 10 Distância entre flanges: 130 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b> Pot. abs. - P1: 3 .. 50 W Frequência da rede: 50 / 60 Hz Tensão nominal: 1 x 230 V Consumo máximo de energia: 0.04 .. 0.44 A Classe de protecção (IEC 34-5): X4D Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b> Energia (EEI): 0.18 Peso líquido: 1.73 kg Peso bruto: 1.89 kg Volume de expedição: 0.004 m<sup>3</sup> Danish VVS No.: 380473080 Swedish RSK No.: 5758785 País de origem: DK Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 14 – Características técnicas da bomba circuladora BC5

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 07/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p><b>MAGNA3 25-60</b></p>  <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: <a href="#">97924245</a></p> <p><b>MAGNA3 – Mais do que uma bomba</b>          Com a sua eficiência inigualável, a sua gama de abrangência universal e as suas capacidades de comunicação incorporadas, juntamente com funcionalidades capazes de substituírem componentes de sistema, o MAGNA3 é ideal para engenheiros e especialistas que pretendem criar sistemas de elevado rendimento para edifícios.</p> <p>Esta "bomba mestra" da Grundfos adequa-se na perfeição a aplicações de aquecimento e também de refrigeração, o que faz dela a escolha óbvia para praticamente qualquer projecto de construção, seja antigo ou novo.</p> <p>O MAGNA3 dispõe de um rotor encamisado, ou seja, o circulador e o motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas juntas de vedação. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A abraçadeira inovadora de apenas um parafuso permite reposicionar facilmente a cabeça do circulador. O MAGNA3 não possui requisitos de manutenção e tem um Custo de Ciclo de Vida extremamente reduzido.</p> <p>O circulador possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlador integrado na caixa de terminais</li> <li>• painel de controlo com visor TFT na caixa de terminais</li> <li>• caixa de terminais preparada para módulos CIM opcionais</li> <li>• transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporado</li> <li>• corpo do circulador em ferro fundido (em função do modelo)</li> <li>• camisa do rotor de compósito reforçado com fibra de carbono</li> <li>• placa da chumaceira e revestimento exterior do rotor em aço inoxidável</li> <li>• carcaça do estator em liga de alumínio</li> <li>• sistema electrónico com arrefecimento a ar</li> </ul> <p>O MAGNA3 é um circulador monofásico.</p> <p>Funcionalidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOADAPT.</li> <li>• FLOWADAPT e FLOWLIMIT (função "mais do que uma bomba", uma vez que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento).</li> <li>• Controlo de pressão proporcional.</li> <li>• Controlo de pressão constante.</li> <li>• Controlo de temperatura constante.</li> <li>• Funcionamento de curva constante.</li> <li>• Funcionamento de curva máx. ou mín.</li> <li>• Redução automática do consumo nocturno.</li> <li>• Não é necessário protecção externa do motor.</li> <li>• São fornecidos kits de isolamento térmico com circuladores de cabeça simples para sistemas de aquecimento.</li> <li>• Ampla gama de temperatura, na qual a temperatura do líquido e a temperatura ambiente são independentes uma da outra.</li> </ul> <p>Comunicação</p>	

Quantid.	Descrição
	<p>O MAGNA3 permite a comunicação das seguintes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundfos GO Remote sem fios</li> <li>• comunicação fieldbus através de módulos CIM</li> <li>• entradas digitais</li> <li>• saídas de relé</li> <li>• entrada analógica (a função "mais do que uma bomba" funciona como contador de energia térmica)</li> </ul> <p>Motor e controlador electrónico</p> <p>O MAGNA3 possui um motor síncrono de magneto permanente de 4 pólos (motor PM) integrado. Este tipo de motor caracteriza-se por um nível de eficiência mais elevado do que um motor induzido assíncrono convencional.</p> <p>A velocidade do circulador é controlada por um conversor de frequência integrado.</p> <p>O circulador possui um transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporados.</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento  Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C  Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 3424 l/h  Altura manométrica resultante da bomba: 4.21 m  Classe TF: 110  Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido  EN-GJL-200  ASTM A48-200B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b></p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C  Pressão máx. de funcionamento: 10 bar  Ligação à tubagem: G 1 1/2"  Estágio da pressão: PN10  Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b></p> <p>Pot. abs. - P1: 9 .. 84 W  Frequência da rede: 50 / 60 Hz  Tensão nominal: 1 x 230 V  Consumo máximo de energia: 0.09 .. 0.75 A  Classe de protecção (IEC 34-5): X4D  Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b></p> <p>Energia (EEI): 0.18  Peso líquido: 4.81 kg  Peso bruto: 5.27 kg  Volume de expedição: 0.015 m³  Danish VVS No.: 380790060  Swedish RSK No.: 5732572  Finnish LVI No.: 4815541  Norwegian NRF no.: 9042328  País de origem: DE  Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 15 – Características técnicas da bomba circuladora BC6

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 07/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p>A Grundfos ALPHA1 L 25-60 180 é uma bomba de circulação de alta eficiência com motor de ímã magneto permanente (tecnologia ECM).</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> </div> </div> <p>Código: <a href="#">99160584</a></p> <p>A bomba possui três modos de controlo; modo de aquecimento do radiador, modo de aquecimento de piso radiante e curva constante / velocidade constante.</p> <p>Além disso, a velocidade pode ser controlada por um sinal PWM de baixa voltagem (Pulse Width Modulation).</p> <p>A bomba tem um eixo de cerâmica e rolamentos radiais, rolamento axial de carbono, rotor de aço inoxidável e compacto, que contribuem para uma longa vida útil e a bomba é auto-ventilada, o que contribui para um fácil arranque, bem como a simples seleção do modo de controlo. O design compacto com cabeça de bomba com painel de controlo integrado encaixa-se nas instalações mais comuns, bem como nas caldeiras.</p> <p>A bomba e o motor formam uma unidade integral sem empanque. Isto significa que os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado. Este tipo de construções garantem uma operação livre de manutenção.</p> <p>O corpo da bomba com separador de ar integrado garante uma circulação sem problemas em sistemas onde o líquido contém excesso de ar.</p> <p>O motor é um rotor de ímã magneto permanente síncrono / motor compacto-estator. O controlador da bomba é incorporado no painel de controlo, que é montado no alojamento do estator e conectado ao estator através de uma ficha terminal.</p> <p><b>Características ALPHA1 L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Três curvas constantes / velocidade constante.</li> <li>• modo de aquecimento do radiador.</li> <li>• modo de aquecimento piso radiante.</li> <li>• Perfil PWM para aplicações de aquecimento (perfil A). O sinal PWM é um método para gerar um sinal analógico usando uma fonte digital.</li> <li>• Otimizado para energia, está em conformidade com a diretiva ErP</li> <li>• Parafuso de desbloqueio, acessível pela frente do painel de controlo.</li> <li>• Funciona de forma fiável e eficiente até mesmo nas condições mais exigentes</li> <li>• Ficha ajustável e flexível, com duas posições de de cabo possíveis.</li> </ul> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento          Gama de temperatura do líquido: 2 .. 95 °C          Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 644.6 l/h          Altura manométrica resultante da bomba: 6.292 m          Classe TF: 95          Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido          EN 1561 EN-GJL-150</p>	

Quantid.	Descrição
	<p>ASTM A48-150B</p> <p>Impulsor: Compósito /PES 30% FV</p> <p><b>Instalação:</b>            Gama de temperatura ambiente: 0 .. 55 °C            Pressão máx. de funcionamento: 10 bar            Ligação à tubagem: G 1 1/2            Estágio da pressão: PN 10            Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b>            Pot. abs. - P1: 4 .. 45 W            Frequência da rede: 50 / 60 Hz            Tensão nominal: 1 x 230 V            Consumo máximo de energia: 0.05 .. 0.42 A            Classe de protecção (IEC 34-5): X4D            Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b>            Energia (EEI): 0.20            Peso líquido: 2.1 kg            Peso bruto: 2.2 kg            Volume de expedição: 0.004 m³            País de origem: DK            Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 16 – Características técnicas da bomba circuladora BC7

		<p>Nome empresa: Criado por: Telefone:</p>
		<p>Data: 07/03/2020</p>
Quantid.	Descrição	
1	<p><b>ALPHA3 25-60 180</b></p>  <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 99371959</p> <p>Circulador de alta eficiência, projetado para circulação de líquidos em sistemas de aquecimento. Com um índice de eficiência energética (EEI) de classe mundial bem abaixo do benchmark ErP, garante uma economia substancial de energia.</p> <p>O ALPHA3 possui rádio Bluetooth integrado e é totalmente controlado por um dispositivo inteligente através da aplicação Grundfos GO. Fornece assistência passo a passo para a configuração, manutenção e comissionamento da bomba.</p> <p>O ALPHA3 comunica diretamente com a aplicação Grundfos GO Balance, que permite que os instaladores façam um balanceamento hidráulico rápido e fácil.</p> <p>A função AUTOADAPT, que está integrada no modo radiador e sob o piso, ajusta continuamente o desempenho da bomba à demanda real de calor, ou seja, o tamanho do sistema e a demanda de calor variável durante o ano.</p> <p>O recurso AUTOADAPT encontrará a configuração que oferece ótimo conforto com consumo mínimo de energia. Nisso, também torna o comissionamento rápido, seguro e fácil.</p> <p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modo de radiador com AUTOADAPT a escolha simples para sistemas de aquecimento de radiador de duas vias</li> <li>• Modo de piso com AUTOADAPT a escolha simples para sistemas de aquecimento por piso radiante</li> <li>• Modo combinado de radiador e piso radiante para sistemas com uma combinação de sistemas de aquecimento</li> <li>• No modo de verão, um relógio em tempo real permite selecionar quando a bomba deve funcionar e não economizar energia</li> <li>• Interface de utilizador simples - a bomba é totalmente operada a partir da aplicação Grundfos GO</li> <li>• Registo de alarme e aviso com assistência</li> <li>• Nenhuma proteção externa do motor exigida reduzindo o tempo de instalação</li> <li>• Início de alto torque melhora o arranque em condições adversas</li> <li>• Proteção contra funcionamento a seco durante o arranque e operação normal</li> <li>• Livre de manutenção devido ao do rotor em latão e uso de componentes robustos</li> <li>• A ficha ALPHA torna a instalação elétrica rápida e fácil</li> <li>• Os reservatórios de isolamento são fornecidos com bombas para minimizar a perda de calor em sistemas de aquecimento</li> </ul> <p>Além disso, a bomba também possui três modos de controlo com ajuste incremental do ponto de ajuste, o que possibilita ajustar a configuração da bomba para um determinado ponto de funcionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlo de pressão proporcional</li> <li>• controlo de pressão constante</li> <li>• modo de curva constante</li> </ul>	

Quantid.	Descrição
	<p>O display mostra o consumo real de energia em Watts ou o caudal real em m<sup>3</sup> / h. LEDs indicam o status real de operação.</p> <p>O design da bomba e os materiais escolhidos contribuem para uma longa vida útil. A bomba é auto-ventilada através do sistema, o que contribui para o fácil comissionamento. O design compacto, com cabeça de bomba e caixa de controlo integrada, cabe nas instalações mais comuns. A bomba e o motor formam uma unidade integral sem empanque. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado. Esses recursos de construção garantem uma operação livre de manutenção.</p> <p>O corpo da bomba é feito de ferro fundido. O corpo da bomba e a cabeça da bomba são revestidos por eletrodo para melhorar a resistência à corrosão.</p> <p>O motor é um motor de imã permanente síncrono caracterizado por alta eficiência. A velocidade da bomba é controlada por um conversor de frequência integrado incorporado na caixa de controlo.</p> <p>O benchmark para os circuladores mais eficientes é o EEI ≤ 0,20.</p> <p><b>Líquido:</b> Líquido bombeado: Água de aquecimento Gama de temperatura do líquido: 2 .. 110 °C Densidade: 983.2 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Técnicos:</b> Caudal efectivo calculado: 289.1 l/h Altura manométrica resultante da bomba: 6.073 m Classe TF: 110 Homologações na chapa de características: VDE,CE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b> Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-150 ASTM A48-150B Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b> Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C Pressão máx. de funcionamento: 10 bar Ligação à tubagem: G 1 1/2 Estágio da pressão: PN 10 Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b> Pot. abs. - P1: 3 .. 34 W Frequência da rede: 50 / 60 Hz Tensão nominal: 1 x 230 V Consumo máximo de energia: 0.04 .. 0.32 A Classe de protecção (IEC 34-5): X4D Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b> Energia (EEI): 0.17 Peso líquido: 2.05 kg Peso bruto: 2.18 kg Volume de expedição: 0.004 m<sup>3</sup> Danish VVS No.: 380474260 Swedish RSK No.: 5758793 Finnish LVI No.: 4815321 Norwegian NRF no.: 9043181 País de origem: DK Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 17 – Características técnicas da bomba circuladora BC8

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 07/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p>A Grundfos ALPHA1 L 25-40 180 é uma bomba de circulação de alta eficiência com motor de íman magneto permanente (tecnologia ECM).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: <a href="#">99160579</a></p> <p>A bomba possui três modos de controlo; modo de aquecimento do radiador, modo de aquecimento de piso radiante e curva constante / velocidade constante.</p> <p>Além disso, a velocidade pode ser controlada por um sinal PWM de baixa voltagem (Pulse Width Modulation).</p> <p>A bomba tem um eixo de cerâmica e rolamentos radiais, rolamento axial de carbono, rotor de aço inoxidável e compacto, que contribuem para uma longa vida útil e a bomba é auto-ventilada, o que contribui para um fácil arranque, bem como a simples seleção do modo de controlo. O design compacto com cabeça de bomba com painel de controlo integrado encaixa-se nas instalações mais comuns, bem como nas caldeiras.</p> <p>A bomba e o motor formam uma unidade integral sem empanque. Isto significa que os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado. Este tipo de construções garantem uma operação livre de manutenção.</p> <p>O corpo da bomba com separador de ar integrado garante uma circulação sem problemas em sistemas onde o líquido contém excesso de ar.</p> <p>O motor é um rotor de íman magneto permanente síncrono / motor compacto-estator. O controlador da bomba é incorporado no painel de controlo, que é montado no alojamento do estator e conectado ao estator através de uma ficha terminal.</p> <p><b>Características ALPHA1 L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Três curvas constantes / velocidade constante.</li> <li>• modo de aquecimento do radiador.</li> <li>• modo de aquecimento piso radiante.</li> <li>• Perfil PWM para aplicações de aquecimento (perfil A). O sinal PWM é um método para gerar um sinal analógico usando uma fonte digital.</li> <li>• Otimizado para energia, está em conformidade com a diretiva ErP</li> <li>• Parafuso de desbloqueio, acessível pela frente do painel de controlo.</li> <li>• Funciona de forma fiável e eficiente até mesmo nas condições mais exigentes</li> <li>• Ficha ajustável e flexível, com duas posições de de cabo possíveis.</li> </ul> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento          Gama de temperatura do líquido: 2 .. 95 °C          Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 45.5 l/h          Altura manométrica resultante da bomba: 4.382 m          Classe TF: 95          Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido          EN 1561 EN-GJL-150</p>	

Quantid.	Descrição
	ASTM A48-150B Impulsor: Compósito /PES 30% FV
	<b>Instalação:</b> Gama de temperatura ambiente: 0 .. 55 °C Pressão máx. de funcionamento: 10 bar Ligação à tubagem: G 1 1/2 Estágio da pressão: PN 10 Distância entre flanges: 180 mm
	<b>Car. eléctricas:</b> Pot. abs. - P1: 4 .. 25 W Frequência da rede: 50 / 60 Hz Tensão nominal: 1 x 230 V Consumo máximo de energia: 0.05 .. 0.26 A Classe de protecção (IEC 34-5): X4D Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b> Energia (EEI): 0.20 Peso líquido: 2.1 kg Peso bruto: 2.2 kg Volume de expedição: 0.004 m <sup>3</sup> País de origem: DK Nº taxa aduaneira: 84137030





Nome empresa:

Criado por:

Telefone:



Data:

07/03/2020

Quantid.	Descrição
	Distância entre flanges: 360 mm
	<b>Car. eléctricas:</b>
	Pot. abs. - P1: 30.7 .. 1014 W
	Frequência da rede: 50 / 60 Hz
	Tensão nominal: 1 x 230 V
	Consumo máximo de energia: 0.31 .. 4.45 A
	Classe de protecção (IEC 34-5): X4D
	Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b>
	Energia (EEI): 0.19
	Peso líquido: 29.9 kg
	Peso bruto: 32.2 kg
	Volume de expedição: 0.071 m <sup>3</sup>
	Finnish LVI No.: 4615223
	País de origem: DE
	Nº taxa aduaneira: 84137030



Quantid.	Descrição
	Distância entre flanges: 280 mm
	<b>Car. eléctricas:</b>
	Pot. abs. - P1: 20.91 .. 425 W
	Frequência da rede: 50 / 60 Hz
	Tensão nominal: 1 x 230 V
	Consumo máximo de energia: 0.22 .. 1.9 A
	Classe de protecção (IEC 34-5): X4D
	Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b>
	Energia (EEI): 0.20
	Peso líquido: 18.3 kg
	Peso bruto: 19.9 kg
	Volume de expedição: 0.046 m <sup>3</sup>
	Finnish LVI No.: 4615195
	País de origem: DE
	Nº taxa aduaneira: 84137030

	
09/03/2020	
1	
<p><b>Código:</b> 99221217</p> <p>O novo MAGNA1 é uma opção simples para um trabalho bem feito. É a escolha perfeita ao substituir circuladores mais antigos e graças à sua conformidade com as regulamentações EuP 2015, poupanças substanciais em electricidade são uma realidade. A escolha ideal para necessidades de desempenho básico, em aplicações onde se recomenda monitorização e controlo básicos de sistema.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorização via relé de falha, garantindo tranquilidade</li> <li>• Entrada start/stop digital disponível para controlo remoto da bomba</li> <li>• Operação contínua e tempo de paragem reduzido, com a função de bomba dupla sem fios (disponível em bombas de cabeça dupla)</li> <li>• Alta eficiência energética resultando em poupanças substanciais de electricidade</li> <li>• Fácil instalação e operação via simples interface do utilizador</li> <li>• Nenhuma manutenção graças design de tipo rotor encamisado.</li> </ul>	
<p>MAGNA1 é a escolha simples e eficiente para a maioria das aplicações incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquecimento             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bomba principal</li> <li>- Circuitos de mistura</li> <li>- Superfícies de aquecimento</li> </ul> </li> <li>• Arrefecimento             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superfícies de ar condicionado</li> <li>- Sistemas de bombagem de calor geotérmico</li> <li>- Pequenas aplicações de refrigeração</li> </ul> </li> </ul>	
<p>Líquido bombeado: Água de aquecimento                  Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C                  Densidade: 983,2 kg/m³</p>	
<p>Caudal efectivo calculado: 3189 l/h                  Altura manométrica resultante da bomba: 5,198 m                  Classe TF: 110                  Homologações na chapa de características: CE, VDE, EAC, CN ROHS, WEEE</p>	
<p>Corpo da bomba: Ferro fundido                  EN-GJL-200                  ASTM A48-200B</p>	
<p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p>	
<p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C                  Pressão máx. de funcionamento: 10 bar                  Ligação à tubagem: G 1 1/2"                  Estágio da pressão: PN10                  Distância entre flanges: 160 mm</p>	

Pot. abs. - P1:	9 - 92 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.09 - 0.74 A
Classe de proteção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 55):	F

Energia (EE):	0.20
Peso líquido:	4.5 kg
Peso bruto:	5 kg
Volume de expedição:	0.013 m³
Finnish LVI No.:	4615250
País de origem:	DE
Nº taxa aduaneira:	84137030

## Anexo 21 – Características técnicas da bomba circuladora BC12

		<b>Nome empresa:</b> <b>Criado por:</b> <b>Telefone:</b>
		<b>Data:</b> 09/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p>A Grundfos ALPHA1 L 25-60 180 é uma bomba de circulação de alta eficiência com motor de ímã magneto permanente (tecnologia ECM).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</i></p> <p>Código: 99160584</p> <p>A bomba possui três modos de controlo; modo de aquecimento do radiador, modo de aquecimento de piso radiante e curva constante / velocidade constante.</p> <p>Além disso, a velocidade pode ser controlada por um sinal PWM de baixa voltagem (Pulse Width Modulation).</p> <p>A bomba tem um eixo de cerâmica e rolamentos radiais, rolamento axial de carbono, rotor de aço inoxidável e compacto, que contribuem para uma longa vida útil e a bomba é auto-ventilada, o que contribui para um fácil arranque, bem como a simples seleção do modo de controlo. O design compacto com cabeça de bomba com painel de controlo integrado encaixa-se nas instalações mais comuns, bem como nas caldeiras.</p> <p>A bomba e o motor formam uma unidade integral sem empanque. Isto significa que os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado. Este tipo de construções garantem uma operação livre de manutenção.</p> <p>O corpo da bomba com separador de ar integrado garante uma circulação sem problemas em sistemas onde o líquido contém excesso de ar.</p> <p>O motor é um rotor de ímã magneto permanente síncrono / motor compacto-estator. O controlador da bomba é incorporado no painel de controlo, que é montado no alojamento do estator e conectado ao estator através de uma ficha terminal.</p> <p><b>Características ALPHA1 L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Três curvas constantes / velocidade constante.</li> <li>• modo de aquecimento do radiador.</li> <li>• modo de aquecimento piso radiante.</li> <li>• Perfil PWM para aplicações de aquecimento (perfil A). O sinal PWM é um método para gerar um sinal analógico usando uma fonte digital.</li> <li>• Otimizado para energia, está em conformidade com a diretiva ErP</li> <li>• Parafuso de desbloqueio, acessível pela frente do painel de controlo.</li> <li>• Funciona de forma fiável e eficiente até mesmo nas condições mais exigentes</li> <li>• Ficha ajustável e flexível, com duas posições de de cabo possíveis.</li> </ul> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento          Gama de temperatura do líquido: 2 .. 95 °C          Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 1285 l/h          Altura manométrica resultante da bomba: 4.645 m          Classe TF: 95          Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido          EN 1561 EN-GJL-150</p>	

Quantid.	Descrição
	ASTM A48-150B Impulsor: Compósito /PES 30% FV
	<b>Instalação:</b> Gama de temperatura ambiente: 0 .. 55 °C Pressão máx. de funcionamento: 10 bar Ligação à tubagem: G 1 1/2 Estágio da pressão: PN 10 Distância entre flanges: 180 mm
	<b>Car. eléctricas:</b> Pot. abs. - P1: 4 .. 45 W Frequência da rede: 50 / 60 Hz Tensão nominal: 1 x 230 V Consumo máximo de energia: 0.05 .. 0.42 A Classe de protecção (IEC 34-5): X4D Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b> Energia (EEI): 0.20 Peso líquido: 2.1 kg Peso bruto: 2.2 kg Volume de expedição: 0.004 m <sup>3</sup> País de origem: DK Nº taxa aduaneira: 84137030

## Anexo 22 – Características técnicas da bomba circuladora BC13

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 09/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p>A Grundfos ALPHA1 L 25-40 130 é uma bomba de circulação de alta eficiência com motor de ímã magneto permanente (tecnologia ECM).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: <a href="#">99160578</a></p> <p>A bomba possui três modos de controlo; modo de aquecimento do radiador, modo de aquecimento de piso radiante e curva constante / velocidade constante.</p> <p>Além disso, a velocidade pode ser controlada por um sinal PWM de baixa voltagem (Pulse Width Modulation).</p> <p>A bomba tem um eixo de cerâmica e rolamentos radiais, rolamento axial de carbono, rotor de aço inoxidável e compacto, que contribuem para uma longa vida útil e a bomba é auto-ventilada, o que contribui para um fácil arranque, bem como a simples seleção do modo de controlo. O design compacto com cabeça de bomba com painel de controlo integrado encaixa-se nas instalações mais comuns, bem como nas caldeiras.</p> <p>A bomba e o motor formam uma unidade integral sem empanque. Isto significa que os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado. Este tipo de construções garantem uma operação livre de manutenção.</p> <p>O corpo da bomba com separador de ar integrado garante uma circulação sem problemas em sistemas onde o líquido contém excesso de ar.</p> <p>O motor é um rotor de ímã magneto permanente síncrono / motor compacto-estator. O controlador da bomba é incorporado no painel de controlo, que é montado no alojamento do estator e conectado ao estator através de uma ficha terminal.</p> <p><b>Características ALPHA1 L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Três curvas constantes / velocidade constante.</li> <li>• modo de aquecimento do radiador.</li> <li>• modo de aquecimento piso radiante.</li> <li>• Perfil PWM para aplicações de aquecimento (perfil A). O sinal PWM é um método para gerar um sinal analógico usando uma fonte digital.</li> <li>• Otimizado para energia, está em conformidade com a diretiva ErP</li> <li>• Parafuso de desbloqueio, acessível pela frente do painel de controlo.</li> <li>• Funciona de forma fiável e eficiente até mesmo nas condições mais exigentes</li> <li>• Ficha ajustável e flexível, com duas posições de de cabo possíveis.</li> </ul> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento          Gama de temperatura do líquido: 2 .. 95 °C          Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 74 l/h          Altura manométrica resultante da bomba: 4.301 m          Classe TF: 95          Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido          EN 1561 EN-GJL-150</p>	

Quantid.	Descrição
	ASTM A48-150B Impulsor: Compósito /PES 30% FV
	<b>Instalação:</b> Gama de temperatura ambiente: 0 ... 55 °C Pressão máx. de funcionamento: 10 bar Ligação à tubagem: G 1 1/2 Estágio da pressão: PN 10 Distância entre flanges: 130 mm
	<b>Car. eléctricas:</b> Pot. abs. - P1: 4 .. 25 W Frequência da rede: 50 / 60 Hz Tensão nominal: 1 x 230 V Consumo máximo de energia: 0.05 .. 0.26 A Classe de protecção (IEC 34-5): X4D Classe de isolamento (IEC 85): F
	<b>Outros:</b> Energia (EEI): 0.20 Peso líquido: 1.99 kg Peso bruto: 2.09 kg Volume de expedição: 0.004 m³ País de origem: DK Nº taxa aduaneira: 84137030

## Anexo 23 – Características técnicas da bomba circuladora BC14 e BC15

		<p>Nome empresa: Criado por: Telefone:</p>
		<p>Data: 09/03/2020</p>
Quantid.	Descrição	
1	<p><b>MAGNA3 25-80</b></p>  <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 97924246</p> <p><b>MAGNA3 – Mais do que uma bomba</b> Com a sua eficiência inigualável, a sua gama de abrangência universal e as suas capacidades de comunicação incorporadas, juntamente com funcionalidades capazes de substituírem componentes de sistema, o MAGNA3 é ideal para engenheiros e especialistas que pretendem criar sistemas de elevado rendimento para edifícios.</p> <p>Esta "bomba mestra" da Grundfos adequa-se na perfeição a aplicações de aquecimento e também de refrigeração, o que faz dela a escolha óbvia para praticamente qualquer projecto de construção, seja antigo ou novo.</p> <p>O MAGNA3 dispõe de um rotor encamisado, ou seja, o circulador e o motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas juntas de vedação. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A abraçadeira inovadora de apenas um parafuso permite reposicionar facilmente a cabeça do circulador. O MAGNA3 não possui requisitos de manutenção e tem um Custo de Ciclo de Vida extremamente reduzido.</p> <p>O circulador possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlador integrado na caixa de terminais</li> <li>• painel de controlo com visor TFT na caixa de terminais</li> <li>• caixa de terminais preparada para módulos CIM opcionais</li> <li>• transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporado</li> <li>• corpo do circulador em ferro fundido (em função do modelo)</li> <li>• camisa do rotor de compósito reforçado com fibra de carbono</li> <li>• placa da chumaceira e revestimento exterior do rotor em aço inoxidável</li> <li>• carcaça do estator em liga de alumínio</li> <li>• sistema electrónico com arrefecimento a ar</li> </ul> <p>O MAGNA3 é um circulador monofásico.</p> <p><b>Funcionalidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOADAPT.</li> <li>• FLOWADAPT e FLOWLIMIT (função "mais do que uma bomba", uma vez que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento).</li> <li>• Controlo de pressão proporcional.</li> <li>• Controlo de pressão constante.</li> <li>• Controlo de temperatura constante.</li> <li>• Funcionamento de curva constante.</li> <li>• Funcionamento de curva máx. ou mín.</li> <li>• Redução automática do consumo nocturno.</li> <li>• Não é necessário protecção externa do motor.</li> <li>• São fornecidos kits de isolamento térmico com circuladores de cabeça simples para sistemas de aquecimento.</li> <li>• Ampla gama de temperatura, na qual a temperatura do líquido e a temperatura ambiente são independentes uma da outra.</li> </ul> <p>Comunicação</p>	

Quantid.	Descrição
	<p>O MAGNA3 permite a comunicação das seguintes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundfos GO Remote sem fios</li> <li>- comunicação fieldbus através de módulos CIM</li> <li>- entradas digitais</li> <li>- saídas de relé</li> <li>- entrada analógica (a função "mais do que uma bomba" funciona como contador de energia térmica)</li> </ul> <p>Motor e controlador electrónico</p> <p>O MAGNA3 possui um motor síncrono de magneto permanente de 4 pólos (motor PM) integrado. Este tipo de motor caracteriza-se por um nível de eficiência mais elevado do que um motor induzido assíncrono convencional.</p> <p>A velocidade do circulador é controlada por um conversor de frequência integrado.</p> <p>O circulador possui um transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporados.</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento</p> <p>Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C</p> <p>Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 2200 l/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 4.48 m</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido</p> <p style="padding-left: 20px;">EN-GJL-200</p> <p style="padding-left: 20px;">ASTM A48-200B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b></p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Ligação à tubagem: G 1 1/2"</p> <p>Estágio da pressão: PN10</p> <p>Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b></p> <p>Pot. abs. - P1: 9 .. 116 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.09 .. 1.02 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b></p> <p>Energia (EEI): 0.18</p> <p>Peso líquido: 4.81 kg</p> <p>Peso bruto: 5.27 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.015 m³</p> <p>Danish VVS No.: 380790080</p> <p>Swedish RSK No.: 5732574</p> <p>Finnish LVI No.: 4615544</p> <p>Norwegian NRF no.: 9042327</p> <p>País de origem: DE</p> <p>Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 24 – Características técnicas da bomba circuladora BC16

	
<b>Nome empresa:</b> <b>Criado por:</b> <b>Telefone:</b>  <b>Data:</b> 09/03/2020	
Quantid.	Descrição
1	<p><b>MAGNA3 25-100</b></p>  <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 97924247</p> <p><b>MAGNA3 – Mais do que uma bomba</b>          Com a sua eficiência inigualável, a sua gama de abrangência universal e as suas capacidades de comunicação incorporadas, juntamente com funcionalidades capazes de substituírem componentes de sistema, o MAGNA3 é ideal para engenheiros e especialistas que pretendem criar sistemas de elevado rendimento para edifícios.</p> <p>Esta "bomba mestra" da Grundfos adequa-se na perfeição a aplicações de aquecimento e também de refrigeração, o que faz dela a escolha óbvia para praticamente qualquer projecto de construção, seja antigo ou novo.</p> <p>O MAGNA3 dispõe de um rotor encamisado, ou seja, o circulador e o motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas juntas de vedação. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A abraçadeira inovadora de apenas um parafuso permite reposicionar facilmente a cabeça do circulador. O MAGNA3 não possui requisitos de manutenção e tem um Custo de Ciclo de Vida extremamente reduzido.</p> <p>O circulador possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlador integrado na caixa de terminais</li> <li>• painel de controlo com visor TFT na caixa de terminais</li> <li>• caixa de terminais preparada para módulos CIM opcionais</li> <li>• transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporado</li> <li>• corpo do circulador em ferro fundido (em função do modelo)</li> <li>• camisa do rotor de compósito reforçado com fibra de carbono</li> <li>• placa da chumaceira e revestimento exterior do rotor em aço inoxidável</li> <li>• carcaça do estator em liga de alumínio</li> <li>• sistema electrónico com arrefecimento a ar</li> </ul> <p>O MAGNA3 é um circulador monofásico.</p> <p><b>Funcionalidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOADAPT.</li> <li>• FLOWADAPT e FLOWLIMIT (função "mais do que uma bomba", uma vez que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento).</li> <li>• Controlo de pressão proporcional.</li> <li>• Controlo de pressão constante.</li> <li>• Controlo de temperatura constante.</li> <li>• Funcionamento de curva constante.</li> <li>• Funcionamento de curva máx. ou mín.</li> <li>• Redução automática do consumo nocturno.</li> <li>• Não é necessário protecção externa do motor.</li> <li>• São fornecidos kits de isolamento térmico com circuladores de cabeça simples para sistemas de aquecimento.</li> <li>• Ampla gama de temperatura, na qual a temperatura do líquido e a temperatura ambiente são independentes uma da outra.</li> </ul> <p>Comunicação</p>

Quantid.	Descrição
	<p>O MAGNA3 permite a comunicação das seguintes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundfos GO Remote sem fios</li> <li>• comunicação fieldbus através de módulos CIM</li> <li>• entradas digitais</li> <li>• saídas de relé</li> <li>• entrada analógica (a função "mais do que uma bomba" funciona como contador de energia térmica)</li> </ul> <p>Motor e controlador electrónico</p> <p>O MAGNA3 possui um motor síncrono de magneto permanente de 4 pólos (motor PM) integrado. Este tipo de motor caracteriza-se por um nível de eficiência mais elevado do que um motor induzido assíncrono convencional.</p> <p>A velocidade do circulador é controlada por um conversor de frequência integrado.</p> <p>O circulador possui um transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporados.</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento  Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C  Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 4810 l/h  Altura manométrica resultante da bomba: 5.15 m  Classe TF: 110  Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido  EN-GJL-200  ASTM A48-200B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b></p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C  Pressão máx. de funcionamento: 10 bar  Ligação à tubagem: G 1 1/2"  Estágio da pressão: PN10  Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b></p> <p>Pot. abs. - P1: 9 .. 153 W  Frequência da rede: 50 / 60 Hz  Tensão nominal: 1 x 230 V  Consumo máximo de energia: 0.09 .. 1.33 A  Classe de protecção (IEC 34-5): X4D  Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b></p> <p>Energia (EEI): 0.18  Peso líquido: 4.81 kg  Peso bruto: 5.27 kg  Volume de expedição: 0.015 m³  Danish VVS No.: 380790100  Swedish RSK No.: 5732575  Finnish LVI No.: 4815512  Norwegian NRF no.: 9042328  País de origem: DE  Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 25 – Características técnicas da bomba circuladora BC17

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 09/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p><b>MAGNA3 25-100</b></p>  <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 97924247</p> <p><b>MAGNA3 – Mais do que uma bomba</b>          Com a sua eficiência inigualável, a sua gama de abrangência universal e as suas capacidades de comunicação incorporadas, juntamente com funcionalidades capazes de substituírem componentes de sistema, o MAGNA3 é ideal para engenheiros e especialistas que pretendem criar sistemas de elevado rendimento para edifícios.</p> <p>Esta "bomba mestra" da Grundfos adequa-se na perfeição a aplicações de aquecimento e também de refrigeração, o que faz dela a escolha óbvia para praticamente qualquer projecto de construção, seja antigo ou novo.</p> <p>O MAGNA3 dispõe de um rotor encamisado, ou seja, o circulador e o motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas juntas de vedação. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A abraçadeira inovadora de apenas um parafuso permite reposicionar facilmente a cabeça do circulador. O MAGNA3 não possui requisitos de manutenção e tem um Custo de Ciclo de Vida extremamente reduzido.</p> <p>O circulador possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlador integrado na caixa de terminais</li> <li>• painel de controlo com visor TFT na caixa de terminais</li> <li>• caixa de terminais preparada para módulos CIM opcionais</li> <li>• transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporado</li> <li>• corpo do circulador em ferro fundido (em função do modelo)</li> <li>• camisa do rotor de compósito reforçado com fibra de carbono</li> <li>• placa da chumaceira e revestimento exterior do rotor em aço inoxidável</li> <li>• carcaça do estator em liga de alumínio</li> <li>• sistema electrónico com arrefecimento a ar</li> </ul> <p>O MAGNA3 é um circulador monofásico.</p> <p><b>Funcionalidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOADAPT.</li> <li>• FLOWADAPT e FLOWLIMIT (função "mais do que uma bomba", uma vez que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento).</li> <li>• Controlo de pressão proporcional.</li> <li>• Controlo de pressão constante.</li> <li>• Controlo de temperatura constante.</li> <li>• Funcionamento de curva constante.</li> <li>• Funcionamento de curva máx. ou mín.</li> <li>• Redução automática do consumo nocturno.</li> <li>• Não é necessário protecção externa do motor.</li> <li>• São fornecidos kits de isolamento térmico com circuladores de cabeça simples para sistemas de aquecimento.</li> <li>• Ampla gama de temperatura, na qual a temperatura do líquido e a temperatura ambiente são independentes uma da outra.</li> </ul> <p>Comunicação</p>	

Quantid.	Descrição
	<p>O MAGNA3 permite a comunicação das seguintes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundfos GO Remote sem fios</li> <li>- comunicação fieldbus através de módulos CIM</li> <li>- entradas digitais</li> <li>- saídas de relé</li> <li>- entrada analógica (a função "mais do que uma bomba" funciona como contador de energia térmica)</li> </ul> <p>Motor e controlador electrónico</p> <p>O MAGNA3 possui um motor síncrono de magneto permanente de 4 pólos (motor PM) integrado. Este tipo de motor caracteriza-se por um nível de eficiência mais elevado do que um motor induzido assíncrono convencional.</p> <p>A velocidade do circulador é controlada por um conversor de frequência integrado.</p> <p>O circulador possui um transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporados.</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento</p> <p>Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C</p> <p>Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b></p> <p>Caudal efectivo calculado: 4610 l/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 5.15 m</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido</p> <p style="padding-left: 20px;">EN-GJL-200</p> <p style="padding-left: 20px;">ASTM A48-200B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b></p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Ligação à tubagem: G 1 1/2"</p> <p>Estágio da pressão: PN10</p> <p>Distância entre flanges: 180 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b></p> <p>Pot. abs. - P1: 9 .. 153 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.09 .. 1.33 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b></p> <p>Energia (EEI): 0.18</p> <p>Peso líquido: 4.81 kg</p> <p>Peso bruto: 5.27 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.015 m³</p> <p>Danish VVS No.: 380790100</p> <p>Swedish RSK No.: 5732575</p> <p>Finnish LVI No.: 4615512</p> <p>Norwegian NRF no.: 9042328</p> <p>País de origem: DE</p> <p>Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

## Anexo 26 – Características técnicas da bomba circuladora BC18

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 09/03/2020
Quantid.	Descrição	
1	<p><b>MAGNA3 40-150 F N</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Nota! Imagem do produto pode diffrir do prod. real</p> <p>Código: <a href="#">97924352</a></p> <p><b>MAGNA3 – Mais do que uma bomba</b>          Com a sua eficiência inigualável, a sua gama de abrangência universal e as suas capacidades de comunicação incorporadas, juntamente com funcionalidades capazes de substituírem componentes de sistema, o MAGNA3 é ideal para engenheiros e especialistas que pretendem criar sistemas de elevado rendimento para edifícios.</p> <p>Esta "bomba mestra" da Grundfos adequa-se na perfeição a aplicações de aquecimento e também de refrigeração, o que faz dela a escolha óbvia para praticamente qualquer projecto de construção, seja antigo ou novo.</p> <p>O MAGNA3 dispõe de um rotor encamisado, ou seja, o circulador e o motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas juntas de vedação. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A abraçadeira inovadora de apenas um parafuso permite reposicionar facilmente a cabeça do circulador. O MAGNA3 não possui requisitos de manutenção e tem um Custo de Ciclo de Vida extremamente reduzido.</p> <p>O circulador possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controlador integrado na caixa de terminais</li> <li>• painel de controlo com visor TFT na caixa de terminais</li> <li>• caixa de terminais preparada para módulos CIM opcionais</li> <li>• transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporado</li> <li>• corpo do circulador em ferro fundido (em função do modelo)</li> <li>• camisa do rotor de compósito reforçado com fibra de carbono</li> <li>• placa da chumaceira e revestimento exterior do rotor em aço inoxidável</li> <li>• carcaça do estator em liga de alumínio</li> <li>• sistema electrónico com arrefecimento a ar</li> </ul> <p>O MAGNA3 é um circulador monofásico.</p> <p><b>Funcionalidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOADAPT.</li> <li>• FLOWADAPT e FLOWLIMIT (função "mais do que uma bomba", uma vez que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento).</li> <li>• Controlo de pressão proporcional.</li> <li>• Controlo de pressão constante.</li> <li>• Controlo de temperatura constante.</li> <li>• Funcionamento de curva constante.</li> <li>• Funcionamento de curva máx. ou mín.</li> <li>• Redução automática do consumo nocturno.</li> <li>• Não é necessário protecção externa do motor.</li> <li>• São fornecidos kits de isolamento térmico com circuladores de cabeça simples para sistemas de aquecimento.</li> </ul>	

Quantid.	Descrição
	<p>• Ampla gama de temperatura, na qual a temperatura do líquido e a temperatura ambiente são independentes uma da outra.</p> <p><b>Comunicação</b>            O MAGNA3 permite a comunicação das seguintes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundfos GO Remote sem fios</li> <li>• comunicação fieldbus através de módulos CIM</li> <li>• entradas digitais</li> <li>• saídas de relé</li> <li>• entrada analógica (a função "mais do que uma bomba" funciona como contador de energia térmica)</li> </ul> <p><b>Motor e controlador electrónico</b>            O MAGNA3 possui um motor síncrono de magneto permanente de 4 pólos (motor PM) integrado. Este tipo de motor caracteriza-se por um nível de eficiência mais elevado do que um motor induzido assíncrono convencional.            A velocidade do circulador é controlada por um conversor de frequência integrado.            O circulador possui um transdutor de pressão diferencial e sensor de temperatura incorporados.</p> <p><b>Líquido:</b>            Líquido bombeado: Água de aquecimento            Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C            Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p><b>Técnicos:</b>            Caudal efectivo calculado: 11100 l/h            Altura manométrica resultante da bomba: 8.7 m            Classe TF: 110            Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p><b>Materiais:</b>            Corpo da bomba: Aço inoxidável              EN 1.4308              ASTM 351 CF8            Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p><b>Instalação:</b>            Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C            Pressão máx. de funcionamento: 10 bar            Flange padrão: DIN            Ligação à tubagem: DN 40            Estágio da pressão: PN6/10            Distância entre flanges: 250 mm</p> <p><b>Car. eléctricas:</b>            Pot. abs. - P1: 17 .. 608 W            Frequência da rede: 50 / 60 Hz            Tensão nominal: 1 x 230 V            Consumo máximo de energia: 0.19 .. 2.78 A            Classe de protecção (IEC 34-5): X4D            Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p><b>Outros:</b>            Energia (EEI): 0.18            Peso líquido: 18.7 kg            Peso bruto: 18.2 kg            Volume de expedição: 0.039 m³            Danish VVS No.: 380982415            Swedish RSK No.: 5803219            País de origem: DE</p>